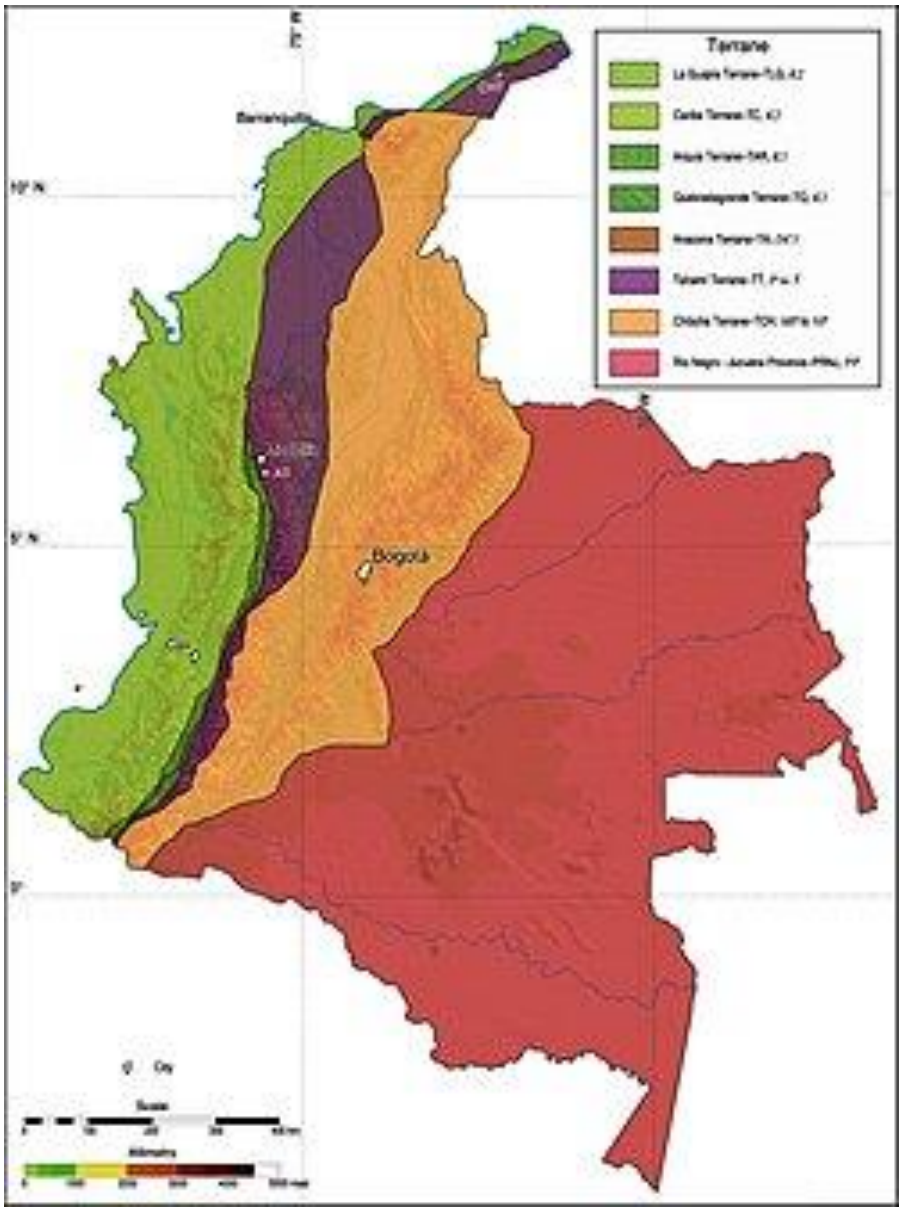
Universidad Nacional de Colombia

Panorama Geofísico y Geográfico de Colombia y el Eje Cafetero



Por: Gonzalo Duque-Escobar*

Manizales, octubre de 2026.

PRÓLOGO



Hablar de Colombia es, ante todo, hablar de movimiento y fluidez. Sobre los mapas políticos trazados en los escritorios, el territorio nacional se dibuja como un mosaico apacible de verdes valles, costas gemelas y cumbres nevadas. Sin embargo, bajo la superficie de la piel humana y vegetal, el país late con una intensidad telúrica e hídrica inusitada. Colombia no es un escenario estático; es un crisol geodinámico donde convergen la violencia creadora de la Tierra y la constante modelación de sus aguas.

El libro que el lector tiene en sus manos, **"La Tierra, la geofísica de Colombia y el territorio"**, nos invita a un viaje fascinante hacia el interior de ese pulso. Nos propone mirar el paisaje no solo como un escenario inerte, sino como el resultado monumental de fuerzas invisibles que operan desde el fondo marino hasta las cumbres andinas, conectando los abismos oceánicos con el discurrir de sus grandes ríos.

La encrucijada tectónica, los mares y el milagro andino

Pocos lugares en el planeta poseen una complejidad geofísica comparable a la esquina noroccidental de Suramérica. Único país sudamericano con costas en dos océanos, Colombia es moldeada por la presencia dominante del **Mar Caribe** y el **Océano Pacífico**. Estos vastos dominios marinos no son solo límites geográficos: sus fondos oceánicos son el escenario mismo donde las placas de Nazca y del Caribe colisionan e interactúan implacablemente con la placa Suramericana. En estas cuencas marinas se originan los procesos de subducción y falla miento que han elevado las tres cordilleras andinas.

Esta intrincada orografía es, a su vez, la cuna del sistema hídrico nacional. Las montañas andinas actúan como verdaderas "torres de agua" que capturan la humedad oceánica e inician el ciclo de las grandes cuencas hidrográficas. Ríos monumentales como el **Magdalena**, el **Cauca**, el **Atrato**, el **Orinoco** y el **Amazonas** no son simples vías de agua; son arterias geológicas que transportan millones de toneladas de sedimentos desde las cumbres hasta los mares, esculpiendo valles, alimentando deltas y redistribuyendo la masa del continente.

Del subsuelo y la hidrología al territorio

La geofísica y la hidrología de Colombia no son disciplinas confinadas a los laboratorios o a las ecuaciones abstractas; tienen una profunda y urgente dimensión humana. El territorio colombiano está indisolublemente atado a la dinámica de sus fluidos y sus rocas. La fertilidad de las llanuras aluviales, la riqueza pesquera y biológica de sus deltas, la amenaza recurrente de inundaciones y la navegación fluvial que históricamente articuló al país, son la traducción directa de procesos hidro-geofísicos milenarios.

Comprender la Tierra, sus mares y sus ríos en Colombia es, por tanto, un acto de soberanía territorial, planificación ambiental y gestión del riesgo. Nos enseña los límites y las oportunidades de habitar un país joven, accidentado y vital, donde la montaña sigue creciendo, los ríos redefinen sus cauces y los mares moldean continuamente nuestras fronteras.

Que este libro sirva como brújula y asombro para comprender un territorio vivo que esculpe, día a día, nuestra identidad.

Análisis temático: Los mares y los ríos en la geofísica de Colombia

Para desarrollar estos temas a lo largo del libro, se abordan las siguientes dimensiones geofísicas e hidrológicas:

1. Los Mares de Colombia (Océano Pacífico y Mar Caribe)

- **Geodinámica del fondo marino:** El Pacífico colombiano está marcado por la fosa de subducción de Nazca, responsable de la alta sismicidad en la región biogeográfica del Chocó y el litoral pacífico. En el Caribe, la interacción de la placa del Caribe genera cinturones de deformación, diapirismo de lodo (como los volcanes de lodo en el litoral) y una plataforma continental muy diversa.

- **Erosión costera y cambio climático:** El estudio geofísico de la línea de costa permite monitorear el retroceso de las playas, la dinámica sedimentaria y la vulnerabilidad de las poblaciones costeras ante el ascenso del nivel del mar.

2. Los Ríos y la Red Hidrográfica

- **Dinámica sedimentaria y tectónica activa:** Ríos como el Magdalena y el Cauca corren a lo largo de fallas geológicas principales (fallas interandinas). El volumen de sedimentos que estos ríos arrastran es un indicador de la tasa de erosión y levantamiento de la cadena andina.

- **Amenazas e interacciones:** Los ríos colombianos conectan la geofísica de ladera con la hidrología. Eventos sísmicos o erupciones volcánicas (como en el Complejo Volcánico del Ruiz) generan lahares y avalanchas que se desplazan por los cauces fluviales, transformando radicalmente los valles y representando importantes escenarios de riesgo.

La biodiversidad

Colombia es reconocida como uno de los países más megadiversos del planeta. Alberga cerca del 10% de la biodiversidad mundial en apenas el 0,7% de la superficie terrestre. Esta prodigiosa riqueza natural es el resultado directo de su compleja geografía: el cruce de las tres cordilleras andinas, la calidez de sus dos océanos y la frondosidad de los ecosistemas amazónicos y chocoanos.

El país ocupa el primer lugar del mundo en diversidad de aves y orquídeas, y destaca entre los primeros puestos en plantas, anfibios, mariposas y peces de agua dulce. Esta inmensa red de vida representa no solo un patrimonio natural invaluable, sino el pilar fundamental para la regulación hídrica, el equilibrio climático y la cultura de sus territorios.

Las partes del texto

Parte I: La Arquitectura Terrestre y la Geodinámica; Parte II: Dominios Marítimos e Hidrología Continental; Parte III: Territorio, Biodiversidad y Sostenibilidad Humanizada; Parte VI: La ecorregión cafetera.

Atentamente,

Gonzalo Duque-Escobar

CONTENIDO

PROLOGO: PAG 2.

CAPÍTULO I: GENERALIDALES… PAG 5

Aspectos geofísicos y amenazas naturales en los Andes de Colombia. ; Las Eras Geológicas del Planeta Tierra. ; *Formación del sector Norte de los Andes (Colombia). ; Las Rocas de Colombia. ; Los Suelos de Colombia. ; Los Bosques de Niebla en riesgo. ; Patrimonio hídrico: carencias en la abundancia. ; Área Metropolitana de Manizales. ; Agua y Clima en Colombia.*

CAPÏTULO II: TECTÓNICA Y RIEGO SISMICO… PAG 63

Sismos y volcanes en Colombia. ; Colombia: huracanes y terremotos acechan. ; Sismos históricos para el Occidente colombiano: 1961 y 1962. ; El desastre sísmico 2026, un balance y la amenaza.; Terremotos: eventos y previsiones. ; Paisaje Cultural Cafetero PCC y Amenaza Sísmica.; Sobre la microzonificación sísmica de Manizales. ; Terremotos y políticas públicas para Manizales. Programa de seguridad y dasalojo en caso de sismo.; Programa de Respuesta a la Amenaza Hidrogeológica.

CAPÍTULO III: ASUNTOS DEL CLIMA… PAG 121

Calentamiento global en Colombia. ; Pérdida de glaciares y regulación hídrica. ; Colombia: riesgos geodinámicos y hábitat. ; Colombia: retos y desafíos del cambio climático. ; Dinámicas del clima andino colombiano. ; Del antropocentrismo al biocentrismo. ; Agua y Clima: El cuidado de la casa común. ; Hacia una Ecorregión Cafetera Sustentable, Incluyente y Resiliente. ; Misión de Sabios de Caldas: Encuesta. ; El calentamiento global arrecia, ¿y las heladas?

CAPíTULO IV: VULCANISMO ANDINO: PAG 164

Desafíos del Complejo Volcánico Ruiz – Tolima. ; Volcán Nevado del Tolima: de la amenaza a la gestión territorial. ; Actividad del volcán Puracé en Cauca. ; Cerro Bravo, tras trescientos años de calma volcánica. ; Las sombras del Ruiz (1985-2025). ; La amenaza volcánica del Cerro Machín. ; A propósito de la reactivación del V.N. Del Huila. ; ¿Dónde está la gestión planificadora del riesgo volcánico? ; Conviviendo con el volcán.

CAPíTULO V: DE LA TIERRA DEL CAFÉ: PAG 206

El territorio del Gran Caldas, "La Tierra del Café". ; *A recuperar la cuenca del Risaralda.* ; *La cuenca del río "De La Vieja".* ; *Síntesis geográfica y ambiental de la Cuenca del río Otún. ; Perfil de la cuenca hidrográfica del Río Chinchiná.; La Miel, el río más precioso de Caldas. ; Humedales del Eje Cafetero de Colombia.; Suelos del Eje Cafetero de Colombia. Eje Cafetero minero-energético.; El agua en Caldas- sus problemáticas y su gestión.* ; *El PCC, la gentrificación y los derechos del territorio.*;

CAPÍTILO VI: LA GRAN CUENCA MAGDALENA CAUCA: PAG 239

PARTE I: PARTE UNO: LA HIDROVÍA DEL MAGDALENA

PARTE II: EL RÍO CAUCA EN EL DESARROLLO DE LA REGIÓN

CAPíTULO VII: OTROS TERRITORIOS DE COLOMBIA: PAG: 284

Bioma amazónico en severa amenaza. ; *Dimensión geográfica del Anden Pacífico colombiano.* ; *Ecorregión Cafetera: evaluación ambiental del territorio.* ; *El fértil valle del río Cauca.* ; *La Altillanura, remanso de esteros, garzas y morichales.* ; *La Gran Cuenca Magdalena-Cauca.* ; *Región Gran Caribe de Colombia.*; *Región Insular de Colombia: islas y archipiélagos.* ; *Reseña Histórica y Geográfica del Tolima.* ; *Perfil socio-ambiental del departamento de Risaralda.* ; *Subregiones del Departamento de Caldas: Perfiles.*

ENLACES: Geología, geotecnia, astronomía y medio ambiente…. PAG 316

FUENTES BIBLIOGRAFICAS: PAG 327

El Autor: PAG 346

CAPÏTULO I: GENERALIDADES

ASPECTOS GEOFÍSICOS Y AMENAZAS NATURALES EN LOS ANDES DE COLOMBIA

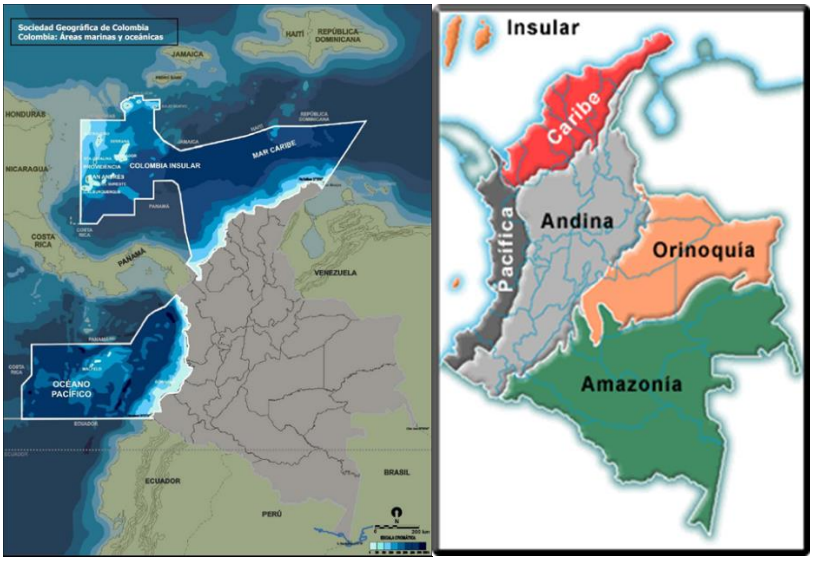


Imagen: Izq. Fronteras de la República de Colombia. Der: Colombia: regiones naturales. Fuente: Todacolombia.com

Extensión del territorio: 1.141.748 Km2 de tierras emergidas, y de 928.660 Km2 de áreas marítimas.

Capital: Bogotá D.C. (Distrito Capital)

Ciudades principales: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Ibagué, Medellín, Manizales, Pasto, Pereira y Villavicencio.

Población:45 Millones (aprox.) Tasa de crecimiento 1.53%.

Historia: En 1830 se erige la república de La Nueva Granada cuando la Gran Colombia conformada por Quito (Ecuador), La Nueva Granada y Venezuela, se divide en tres repúblicas. La República de La Nueva Granada se convirtió después en Estado federal, bajo el título de Confederación Granadina (Constitución de 1858), y en 1863 adopta el nombre de Estados Unidos de Colombia, hasta la Constitución de 1886 cuando se constituye la República de Colombia.

El territorio continental se ubica en la esquina noroccidente de América del Sur, sobre la línea ecuatorial, en la zona tórrida. La mayor parte de su extensión, se encuentren en el hemisferio norte. El territorio también comprende el archipiélago de San Andrés y Providencia localizado en el mar Caribe entre los 12°y 16°30' de latitud norte, y los 78°y 82°de longitud oeste. Adicionalmente, en el Caribe, la isla Fuerte y los archipiélagos de San Bernardo y del Rosario y cerca del litoral, y las islas de Barú y Tierrabomba, próximas a Cartagena y unidas al continente. En el Océano Pacífico se encuentra la isla de Malpelo a los 3°58' de latitud norte y 81°35' de longitud oeste, además de las islas Gorgona y Gorgonilla próximas a la línea costera. No hemos hecho todavía uso de la órbita geoestacionaria ni entrado en el dominio de los mares, a pesar de tener costa sobre dos océanos y estar ubicados sobre el Ecuador de la Tierra.

El medio natural de Colombia

Una Región Natural es una zona geográfica, grande o pequeña, identificable a priori por sus similares características físicas, en cuanto a relieve, clima, vegetación, clases de suelo. Para la subdivisión de esta dimensión territorial se suelen determinar otros aspectos como fauna, población y economía, además culturas, etnias y otros elementos.

En Colombia estas diferencias regionales se definen por una serie de factores muy claros, tales como las características del relieve (ya sea montañoso o llano), la distancia al mar, el promedio de lluvias y las

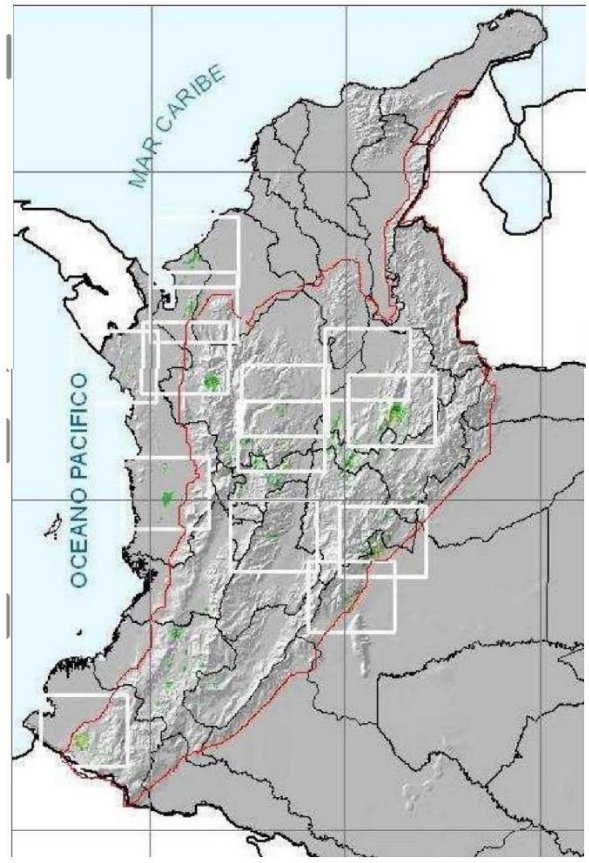
condiciones del suelo. Mientras el Choco y la Amazonía colombiana, dos escenarios biodiversos y multiétnicos, no aprovechan el abundante recurso hídrico, tampoco Colombia que ha vivido de espaldas a sus dos mares, saca ventajas de su posición geoestratégica.

Las regiones naturales

• Amazonía superficie 403.348 km2 • Andina, superficie 305.000 km2. • Caribe, superficie 132.218 Km2	• Insular, comprende islas continentales y oceánicas • Pacífica, superficie 83.170 Km2 • Orinoquia, superficie 310.000 Km2

¿Dónde aplica este trabajo?: en la Región Andina de Colombia, que con cerca de 300 mil km2, es la zona más poblada del país. En ella habita el 74% de su población; en la región Caribe un 20%, mientras en el Pacifico y en la Orinoquia y Amazonia, escasamente el 6% restante. Aludiremos a las otras regiones, para nutrir el contexto.

Subregiones andinas



Región Andina de Colombia

- Altiplano Cundiboyacense
- Altiplano de Popayán
- Alto Magdalena
- Cañón del Río Cauca 05-Catatumbo
- Centro y Sur de la Cordillera Central
- Centro y Sur de la Cordillera Occidental
- Fosa del Suárez y Chicamocha
- Fosa del Patía
- Macizo Colombiano
- Macizo de Santurbán
- Montaña Antioqueña
- Magdalena Medio
- Montaña Santandereana
- Nudo de los Pastos
- Serranía de los Motilones
- Sector N-E de la Cordillera Occidental
- Valle del Río Cauca
- Vertiente Llanera

El medio ambiente

El Medio ambiente que inicialmente es un medio fundamentalmente natural, gracias a la cultura puede ser transformado y constituirse finalmente en un medio paranatural, ecológicamente sólido.

¿Qué tan naturales son las amenazas? Si bien los desastres suelen clasificarse por su origen en naturales y antrópicos, sus consecuencias reflejan la combinación de factores que evidencian la interacción del ser humano con la naturaleza.

¿Qué se excluye? Se excluyen

las amenazas antrópicas: de naturaleza tecnológica y de naturaleza social, política o económica. También las amenazas epidemiológicas y biológicas.

La Región Andina

- Los Andes colombianos se inician en el nudo de Los Pastos, donde se bifurcan para dar origen a las cordilleras Occidental y Central, separadas por los ríos Guáitara y Patía.

-Más al norte la cordillera Central forma el Macizo Colombiano, una estrella orográfica donde se origina la cordillera Oriental, que con 1200 km es la más extensa y ancha de las tres, y es la más joven.

-La más antigua es la cordillera Central que con una longitud de 1000 km y una altitud media de 3000 m, llega a la costa Atlántica.

-La cordillera Occidental con 1095 km de longitud y 2000 m de altitud media, es la más baja de todas.

Las regiones culturales

La Misión Corográfica de Codazzi, uno de los trabajos científicos más sobresalientes en la historia de Colombia, al identificar las regiones naturales, permite diferenciar los principales grupos culturales de la región andina: se destacan el Opita y el Valluno de los valles interandinos cálidos; el Paisa y el Santandereano de las montañas; y el Pastuso y el Cundiboyacense de los altiplanos.

Urge una segunda misión corográfica para lograr la identidad de varias subregiones, como la región San Félix-Roncesvalles de la alta cordillera, o la del Magdalena centro, entre otras, dada la urgencia de acometer acciones ambientales para la reconversión productiva en el ordenamiento de las cuencas, para la producción de bienes y servicios soportados en el carácter pluricultural y multiétnico de la región andina.

Frente a las cifras oficiales que señalan para el 2008 dos niveles preocupantes: el del 46% de pobreza y el del 17,8% de indigencia, y la certeza de que Colombia no alcanzará las metas de reducción de la pobreza y la indigencia que se ha propuesto para el 2015 dentro de los objetivos de desarrollo del milenio, urge reorientar el modelo de desarrollo, en dos direcciones:

Uno, bajo la perspectiva general o global, equilibrando la infraestructura social y productiva, orientando el gasto público con justicia social y responsabilidad ambiental, y corrigiendo los desequilibrios que padecen los grupos más vulnerables de la población.

Y dos, bajo la perspectiva local, a partir de la concepción fruto de una reflexión comunitaria, que exprese los procesos a seguir y las metas a lograr, para una calidad de vida que responda a una visión de largo plazo, posible y deseable, que contemple las dimensiones ambientales, sociales y económicas, y que responda a las problemáticas y potencialidades del medio ecosistémico y cultural.

Los problemas más relevantes en la transformación de espacio rural en Colombia son:

La concentración de población en las ciudades: Colombia ha pasado de ser un país rural a ser un país cuya población se concentra en las ciudades. Las causas de este proceso son la concentración de la propiedad en

pocos dueños, la ausencia de mercados para vender los productos agrícolas y el desplazamiento por la violencia.

Débil infraestructura vial: las áreas rurales de Colombia no están conectadas por vías que permitan el fácil acceso y transporte de los productos, este factor incrementa los costos de producción.

La concentración de propiedad rural: los pequeños productores, campesinos, colonos e indígenas, se ven desplazados por terratenientes que acaparan grandes extensiones de tierra y créditos subsidiados por el Estado. Esta concentración además de expropiar a los pequeños propietarios, hace que sus productos no sean competitivos en el mercado. Urge una política de incentivos que beneficie a los pequeños agricultores.

Todos estos factores hacen que el espacio rural colombiano sufra permanentes trasformaciones demográficas, sociales y económicas.

La planeación urbana, racional y artesiana de hoy, no diferencia entre las urgencias de una megalópolis o de los pequeños poblados, y las premuras de las ciudades intermedias como Medellín y Manizales.

Incluso en estas existen diferencias relevantes, debidas a sus tamaños.

En Colombia, al 2005 la población por ciudades está distribuida así: Bogotá 6,8 millones. Luego Medellín, Cali y Barranquilla cuyas cabeceras suman 5,2 millones de habitantes, superando el millón de habitantes cada una.

Por encima de 500 mil y hasta el millón de habitantes en su medio urbano, aparecen Cartagena, Cúcuta y Bucaramanga; hasta este nivel, la población urbana de estas 7 ciudades suma 14,1 millones de habitantes.

Entre 300 mil y 499 mil habitantes en su medio urbano siguen 8 ciudades que suman 3,1 millones de habitantes; 10 ciudades más entre 200 y 299 mil para un total de 2,6 millones de habitantes, y 11 ciudades entre 100 a 199 mil que suman 1,5 millones de habitantes.

La lista de Municipios con una población rural y urbana, entre 100 mil y 199 mil habitantes, se extiende a 30, con un total de casi 3,9 millones de habitantes, de los cuales 3 millones son urbanos. Esto a partir de los datos del último censo. (DANE 2005).

En los pisos basales (altitudes < 1000 msnm), equivalentes al 73% del territorio, las principales coberturas son selvas (46%), agroecosistemas (25%) y sabanas (19%).

En los pisos andinos (altitudes > 1000 msnm), equivalentes a un 26%, las principales coberturas son agroecosistemas (62%), bosques (30%) y paramos, cuerpos de agua y coberturas especiales (8%).

Los principales conflictos de uso y aptitud del suelo, se relacionan con deforestación de cuencas abastecedoras de agua y corredores de conectividad biológica, y destrucción de humedales de páramo, valles interandinos, ciénagas y meandros y zonas costeras.

Las regiones deficitarias en áreas de conservación son: los llanos orientales en el piedemonte llanero centro y norte, la costa norte entre Caucasia y la sierra Nevada y los valles del Cauca y Magdalena.

Los grandes centros urbanos muestran las zonas de mayor intervención, con severa incidencia por degradación ambiental sobre el espacio rururbano.

Gracias al empleo de las modernas técnicas de producción, basadas en monocultivos, semillas mejoradas y agroquímicos, con la revolución verde se logró derrotar las hambrunas y generar escenarios agroindustriales de exportación. También, la vida rural concluye para dar paso a la urbanización.

Pero con ella se fueron generando de paso otros aspectos negativos: como la dependencia tecnológica, devaluación de la cultura rural tradicional, pérdida de biodiversidad y de los bosques, daños ambientales asociados a la sobreexplotación y a la erosión, agotamiento y contaminación del agua, aparición de nuevas plagas y desplazamientos sistemáticos de las comunidades rurales a los medios urbanos.

Los campesinos, que no pudieron manejar los nuevos paquetes tecnológicos y financieros, y atraídos por las oportunidades de la ciudad, vendieron sus tierras y emigraron a este medio con la intensión de proletarizarse, sin lograrlo dado su bajo nivel de escolaridad.

Geología andina de Colombia

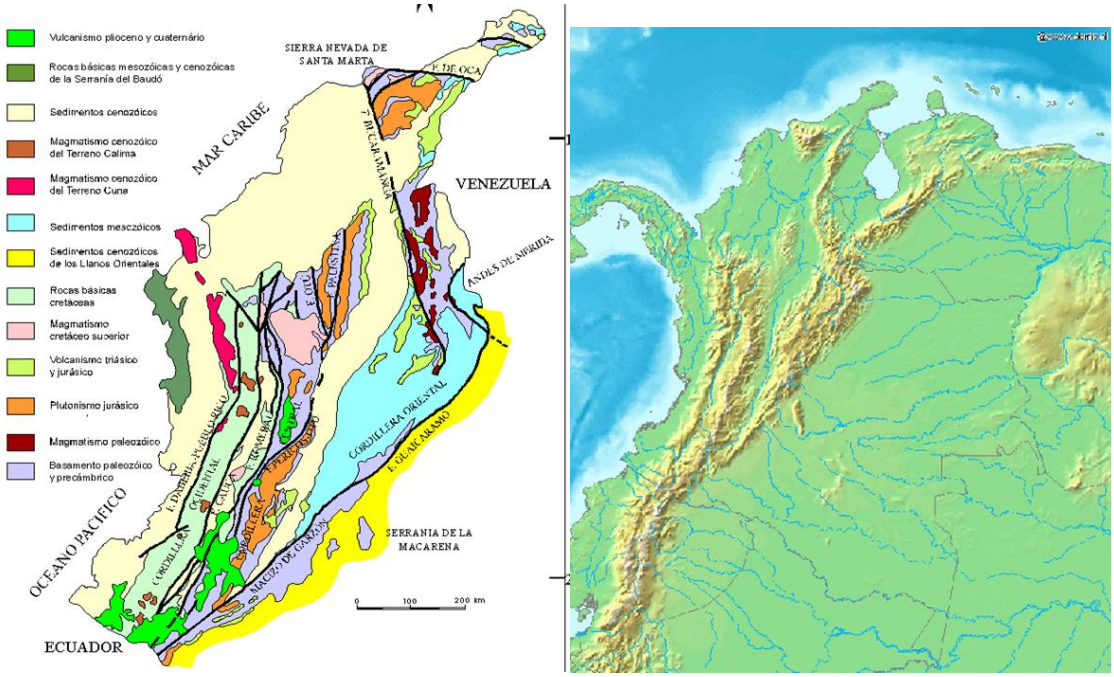


Imagen: Colombia: Geología estructural; Toussaint. Relieve andino; Geografia.laguia2000.

Los Andes en Colombia muestran dos ambientes: Al Este de la Falla Romeral son de corteza continental, y al Oeste probablemente formados sobre la corteza oceánica. La Cordillera Central es fundamentalmente de rocas metamórficas, así presente segmentos de vulcanismo de área. La Cordillera Occidental muestra rocas en su mayoría de naturaleza ígnea basáltica. Y la Cordillera Oriental se constituye básicamente de rocas de tipo sedimentario.

Se ha avanzado tímidamente en desarrollos geotécnicos para enfrentar las demandas ambientales: faltan desarrollos en bioingeniería y en túneles para atender mejor las dificultades asociadas a la erosión rural y urbana, y a las barreras topográficas sobre rutas de conectividad entre escenarios urbanos y regiones.

- En el Precámbrico se da la formación del Escudo Guyanés. (t >550 Ma)
- En el Paleozoico (orogenia del ordovícico), se da la formación del cinturón ancestral de la cordillera Central y del sector S-E de la Sierra Nevada de Santa Marta, ya desintegrado el supercontinente Rodinia (t ~500 Ma)
- En el Mesozoico (orogenia del Jurásico), se forma la Cordillera Occidental, además el sector S-W de la Sierra Nevada, luego de separarse Pangea Gondwana y Laurasia durante la era de los dinosaurios. (t ~190 Ma)
- En el Cenozoico (orogenia del Mioceno o del Terciario tardío), cuando proliferaron las especies de mamíferos, se forma la cordillera Oriental. (t ~20 Ma)
- En el Cuaternario, el Pleistoceno concluye con una glaciación, (t ~10000 aC), para entrar al Holoceno con la actual deglaciación o período interglaciar en el que se consolida el poblamiento de la especie humana.

El Clima de Colombia

El clima de la Colombia andina es bimodal: las lluvias se inician con los equinoccios y los veranos con los solsticios; además está condicionado por la temperatura del Océano Pacífico. Durante los años de El Niño las temporadas veraniegas son en promedio más secas, arrecian los incendios forestales y los huracanes en el Caribe. Durante La Niña, las lluvias y deslizamientos son el común denominador, lo que se refleja en aumentos inusitados de los caudales de los ríos e inundaciones en las zonas bajas mal drenadas, además de pérdidas económicas por bloqueo de vías.

Es probable que con el calentamiento global, estos dos fenómenos cíclicos y dinámicos entre el océano y la atmósfera, se prolonguen e intensifiquen. Colombia es un país con una amplia diversidad de climas, sobre todo causa de la posición geográfica, de las características fisiográficas y de la Zona de Convergencia Intertropical. En la Región Andina se presentan temperaturas por debajo de la media nacional. Esto se debe a la presencia de los llamados pisos térmicos que se presentan con la disminución de la temperatura media del aire a medida que la altitud aumenta.

En esta región se observan diferentes franjas de temperaturas desde muy altas en los valles interandinos como el Magdalena y el Cauca, hasta temperaturas muy bajas en los altiplanos Cundiboyacense y de Nariño.

También se presentan temperaturas muy bajas (<0° C) en zonas como los segmentos volcánicos de la Cordillera Central o en el Nevado del Cocuy.

Con el calentamiento global, se acentúa la amenaza sobre los bosques secos y sobre los humedales de páramo, donde los incendios forestales son más probables.

En el país, el volumen anual de lluvias varía mucho entre las diferentes regiones. El régimen monomodal se presenta principalmente en las zonas sur y norte del país, y el bimodal en la zona central.

La Región Andina presenta una gama muy amplia de niveles de lluvia que están influenciadas directamente por las condiciones del terreno y la altitud.

Las lluvias en esta zona pueden ir desde los 1500mm anuales en los valles interandinos, a 4000mm al año en los altiplanos y bosques altoandinos.

Finalmente, los mayores niveles de lluvia en el país se presentan en la región pacífica, especialmente en el departamento del Chocó.

Sobre los 5°de latitud norte para el litoral Caribe y los llanos orientales, encontramos un clima cuando no de sabana o de selva, probablemente monzónico y de vientos alisios.

Hidrografía y Suelos de Colombia

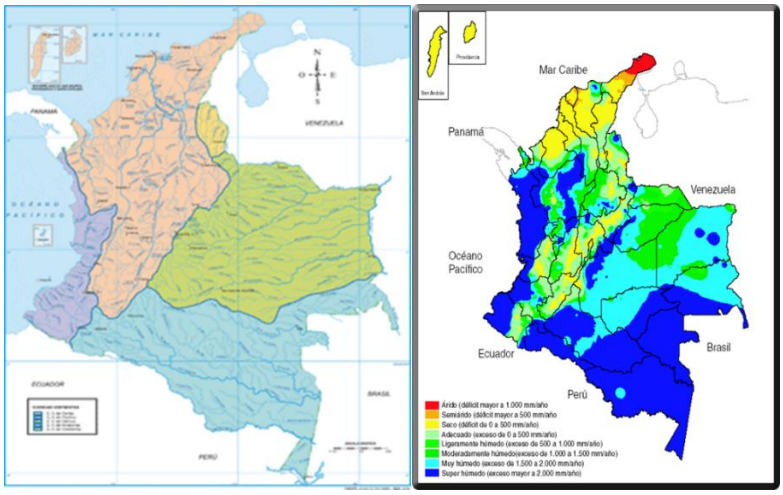


Imagen: Izq.: Mapa hidrográfico de Colombia, en: pe.kalipedia.com. Der: Zonificación de suelos por humedad: árido (rojo), semiárido (ocre), seco (amarillo), adecuado (amarillo verdoso), ligeramente húmedo (verde claro), moderadamente húmedo (verde), muy húmedo (azul claro), súper húmedo (azul oscuro).

Colombia es un país con abundante recurso hídrico en el mundo. La precipitación media anual es de 3000mm contra una media mundial de 900mm al año y de 1600mm en Sur América.

En el territorio colombiano podemos encontrar cinco vertientes hidrográficas: Caribe, Orinoco, Amazonas, Pacífico y Catatumbo. Cada una de estas regiones posee características hidrológicas diferentes y determinadas en gran parte por las condiciones ambientales, climáticas y del relieve presentes.

La riqueza hídrica del país se ve representada en la extensa red superficial de aguas que cubre al país, en las favorables condiciones que permiten el almacenamiento de aguas subterráneas y en la existencia de un importante número de cuerpos de agua lénticos y enormes extensiones de humedales.

Mientras se degrada el recurso hídrico por contaminación y sedimentación, no se aprovechan los grandes ríos para la navegación, existen poblados sin agua potable y poblaciones donde el recurso no es confiable. Urge una acción correctiva para corregir la deforestación, reducir los vertimientos de los medios urbanos y restablecer la navegación en el Magdalena.

Las cordilleras andinas son jóvenes y nuestros suelos no tienen la madurez ni la estabilidad de los suelos de la plataforma africana. La figura muestra los grados de humedad, desde suelos superhúmedos (azul), hasta áridos (rojo):

Por su alta productividad, en Colombia sobresalen las siguientes 7 regiones:

- Valle del Cauca (desde Cartago hasta Cali).
- Valle del Magdalena (alto, medio, bajo).
- Valle del Sinú y San Jorge (incluye al Bajo Cauca).
- Altiplano Cundiboyacense (incluye la Sabana).
- Región entre Túquerres e Ipiales.
- Zona Cafetera (desde Caicedonia hasta Neira).
- Región entre San Félix y Roncesvalles (incluye a Murillo y Marulanda).

La gran diversidad de suelos de Colombia se debe a la variedad de climas, geología, relieve y formadores biológicos. En el territorio, los suelos dominantes presentan limitaciones por excesiva humedad, baja fertilidad y topografía escarpada.

Los suelos para usos agrícolas altamente eficientes son el 20% del total, contra un 50% de suelos aptos para bosques o reservas naturales. El 30% restante son suelos con limitaciones para la agricultura en tierras planas o quebradas.

Los suelos más productivos se localizan en altiplanos, y en conos y valles de algunos ríos. Los suelos menos productivos están en las zonas de fuerte topografía y en las regiones más lluviosas donde resultan lixiviados.

• La tala indiscriminada, el sobre pastoreo y la contaminación con agroquímicos, son hoy problemas para la conservación de los suelos, y factores que aceleran la erosión y que producen acidificación y oxidación en los suelos de cultivo.

• Las medidas correctivas pasan por la recuperación de cuencas a partir de modelos tecnológicos para la reconversión productiva basados en la silvicultura, la agroforestería y la producción limpia.

Ecosistemas de Colombia



Imagen: Coberturas Vegetales, Ocupación y Uso del Espacio de Colombia. IDEAM- Ad. Minambiente.

Los ecosistemas ofrecen soporte ecológico al desarrollo sostenible, por su imbricación social, cultural y económica con la sociedad.

En Colombia, el 69% de la superficie continental es de aptitud forestal, de esa área el 46,6% está cubierta por bosques, un 18.9% por vegetación especial no boscosa (sabanas, paramos, pantanos y zonas áridas), y otro 0.9% por aguas nevados, centros urbanos y regiones insulares.

Frente a la amenaza climática, urge el desarrollo de los Sistemas Regionales de Áreas Protegidas, el inventario de las áreas de interés ambiental y los correspondientes planes de manejo, en las cuencas andinas.
•

Factores como latitud ecuatorial, variada altitud, fuerte relieve, clima tropical y variedad de suelos, se expresa en la nutrida biodiversidad y tipos de bosques.

Con relación al área del país, el 44.8% corresponde a bosques primarios, el 4% a bosques secundarios y el 0,1% a bosques reforestados. Para la conservación del recurso biótico y del agua, Colombia cuenta con ecosistemas no boscosos de ambiente terrestre y de tipo acuático.

Los ecosistemas terrestres no boscosos incluyen páramos y áreas nivales (en extinción), sabanas, zonas semiáridas y zonas áridas; y los acuáticos no boscosos incluyen ríos, humedales de agua salada y dulce, arrecifes coralinos, playas, acantilados, lagos, lagunas, y ciénagas. Además, embalses y represas considerados humedales artificiales.

Se requiere dar curso a la segunda expedición botánica, como proyecto estratégico para asegurar la soberanía sobre el patrimonio verde nacional.

Las Amenazas Naturales

Amenazas Naturales son los peligros para el hombre y su medio ambiente, asociados a las dinámicas propias del medio ecosistémico.

Mientras El Niño y Las Niña son fenómenos naturales, el Cambio Climático es un desastre natural, y causa primera de otras amenazas cuyos eventos se pueden traducir en desastres.

Los órdenes de las amenazas naturales se establecen en función de las relaciones de causalidad entre los eventos. Las amenazas de mayor orden, son fenómenos que desencadenan otros eventos, así:

Estos son los órdenes de las amenazas:

- Primer orden: calentamiento global, sismos, huracanes, volcanes y lluvias.
- Segundo orden: maremotos, inundaciones, sequías, deslizamientos.
- Tercer orden: incendios forestales, aludes y avalanchas.

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

A=Z.T.P V=E.F

R = Z.T.P.E.F

Siendo: Susceptibilidad (Z). Detonante (T). Potencial de E.(P). Exposición (E). Fragilidad (F).

Riesgo (R): posibilidad de afectar significativamente las vidas o bienes a causa de un fenómeno dañino dentro de un período de tiempo y con una probabilidad determinada.

Amenaza (A): evento o fenómeno perjudicial con un cierto nivel de magnitud y alcance espacial, que tiene una probabilidad de ocurrencia significativa en un período de tiempo dado.

Vulnerabilidad (V): factor asociado a la exposición y fragilidad, de vidas y bienes, a los efectos de la amenaza.

La resiliencia frente a las amenazas naturales es la capacidad de una comunidad, ecosistema, ciudad o país para prever, resistir, absorber, adaptarse, recuperarse y transformarse de manera rápida y eficaz tras sufrir el impacto de un desastre (como terremotos, inundaciones o huracanes), protegiendo vidas y bienes.

Sismos y Volcanes:

Entre las Fuentes Interplaca, la "Zona de Subducción", cuya traza superficial discurre de norte a sur separada unos 150 a 200 km del margen de la Costa del Pacífico colombiano. Los sismos superficiales con posibilidades de generar tsunamis, por lo menos en vecindades de la frontera con Ecuador, pueden llegar a magnitud 8, por lo que esta es la más importante de las fuentes sísmicas del país. Otra fuente de este tipo es la "Zona de Benioff", que en la corteza profunda llega hasta más de 100 km, y cuya actividad afecta el centro occidente de Colombia en la parte norte del Valle del Cauca. Sus magnitudes suelen ser de 7.0 en la escala de Ritchter.

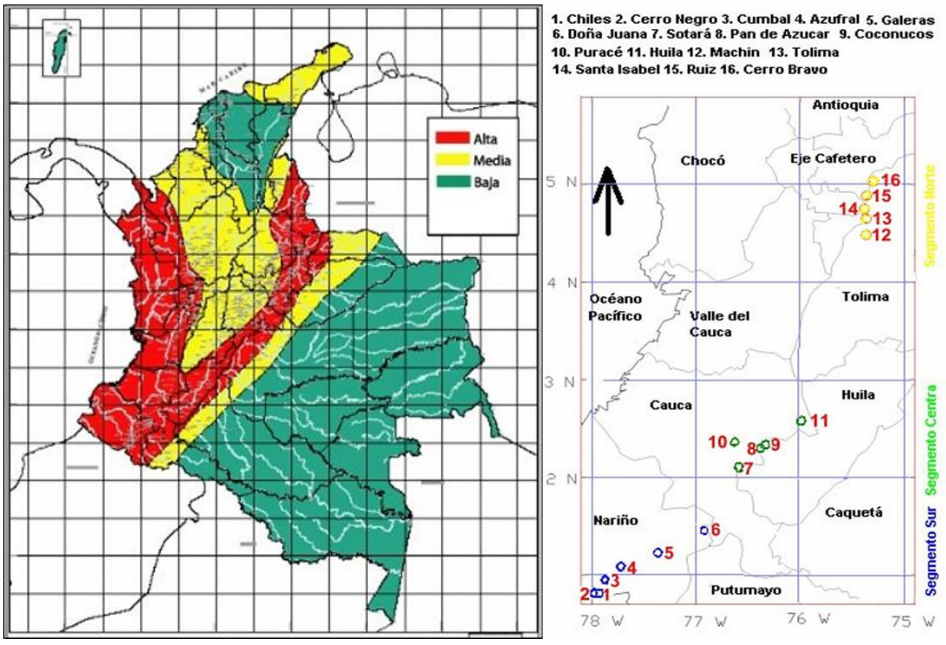


Imagen: Izq. Amenaza sísmica para Colombia en 1997, SGC. Der: Segmentos volcánicos de Colombia Sur (azul), Centro (verde) y Norte (amarillo). Adaptado de SGC

Sismicidad asociada a Fuentes “Intraplaca”. A esta categoría pertenecen varios sistemas de fallas, como el Sistema de Fallas de Romeral, el Sistema de Fallas Cauca-Patía, el Sistema de Fallas del Margen Llanero, el Sistema de Fallas Santamarta-Bucaramanga, entre otras, y fallas potencialmente activas. Este tipo de fuente que suele generar en principio sismos de magnitud 6 a poca profundidad, los más destructivos cuando los focos someros se dan cercanos a las ciudades, como en el caso de Popayán (1983) y Armenia (1999), también pueden amenazar zonas rurales de los andes colombianos cuando desencadenan fenómenos poco frecuentes, como la avalancha del Páez (1994).

Los sismos son intensos hacia la costa Pacífica y hacia el Sur y centro Occidente de Colombia. También son intensos en el margen llanero y en el occidente de los Santanderes, y en el valle del alto Magdalena hasta Honda. En segundo nivel aparece el Norte, centro y Oriente antioqueños, la región del Magdalena Medio y occidente de Santander, y la Península Guajira.

El 86% de los colombianos nos encontramos bajo un nivel de amenaza sísmica apreciable: en zonas de amenaza alta aparecen cerca de 475 municipios con el 35% de los habitantes; en zonas de amenaza intermedia 435 municipios con el 51% de la población; y en zonas de amenaza baja 151 municipios con aproximadamente el 14% de los colombianos.

La fuente sísmica más destructiva en las últimas décadas ha sido la Falla de Romeral (Popayán 1983 y Quindío 1999), pero el escenario de mayor riesgo sísmico en Colombia, es Bogotá.

Los volcanes activos que requieren vigilancia permanente: el V.N. del Huila (5631 m), el V.N. del Ruiz (5310 m), el V.N del Tolima (5280 m), el V.N. Santa Isabel (5100 m), el V. Galeras (4276 m), el V. Cumbal (4764 m), el V. Chiles (4750 m), el V. Azufral el (4070 m), el V. Cerro Negro de Mayasguer (4460 m), el V. Doña Juana (4250 m), el V. Puracé (4700 m), el V. Sotará (4580 m) , el V. Cerro Bravo (4020 m) y el V. Cerro Machín (2750 m).

Colombia posee tres Observatorios Vulcanológicos: Manizales, Pasto e Ibagué. Debería establecerse otro adicional para los volcanes del segmento central, entre ellos: Huila y Puracé. Mientras la mayor amenaza volcánica de Colombia es el Machín, el mayor riesgo volcánico se asocia al Galeras.

Respecto al Complejo Volcánico Ruiz Tolima, ntre los eventos registrados se destacan erupciones plinianas menores de 2 Km3 del Tolima (10.000 aC) y el Quindío (9.000 aC); menores de 1 Km3 del Tolima (1.600 aC) y el Ruiz (1.200 aC y 1.595 dC); la excepción es un flujo piroclástico Holoceno de 5 Km3 asociado al Machín.

Las últimas erupciones prehistóricas de tipo pliniana y de flujos piroclásticos datadas, son: del Cerro Machín, del Cerro Bravo, del Tolima y 3 del Ruiz (900 dC, 1.250 dC y 1.600 dC).

La actividad histórica del Ruiz está representada por los eventos de 1595 (pliniana), 1845 (con flujo piroclástico) y 1985 (sub-pliniana); todas ellas con importantes flujos de lodo; el mayor de todos, el de 1845 y el menor el de 1985.

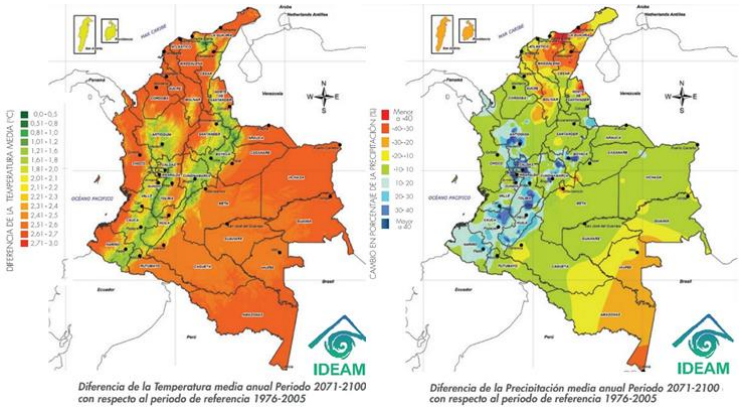


Imagen: Escenarios de Cambio Climático al 2100. IDEAM 2015.

Hay un pequeño evento del Tolima cercano al año 1900. El mapa de amenazas de Cerro Bravo, contempla, además de flujos piroclásticos, flujos e lodo avanzando por el río Perrillo y continuando por el río Guarinó, para depositarse entre la vereda El Llano Victoria y su desembocadura en el Magdalena, formando un depósito con un espesor de 3 a 5 metros.

Solo hace falta examinar evidencias como el deshielo en un 44% de los glaciares del Parque Nacional Natural de los Nevados ocurrida en los últimos 35 años, y el inminente riesgo de pérdida de éste y otros ecosistemas cuando la temperatura se incremente en varios grados más, para comprender el tiempo perdido en atender la amenaza del Calentamiento Global y mitigar sus efectos mediante medidas relacionadas con la preservación del Medio Ambiente.

Para Colombia se estima un calentamiento de 2°C en la zona andina montañosa, y de 3°C en las regiones planas costeras, insulares y del oriente, lo que modificará las zonas de vida variando su altitud entre 300 y 500 m, con graves consecuencias sobre el recurso hídrico, la aptitud de los suelos y varios ecosistemas.

Adicionalmente, se incrementarán las tasas de erosión marina en los medios costeros. Con el calentamiento global y la degradación de los bosques, el descontrol pluviométrico se traducirá en hídrico, y este en inundaciones más frecuentes e intensas.

En relación a las inundaciones lentas, que son eventos relativamente periódicos de las planicies deprimidas o zonas de ciénaga, y a las inundaciones súbitas y de incierta ocurrencia, causadas por avenidas de ríos o por eventos indirectos, podemos decir lo siguiente

Las primeras, se ilustran con las que se presentan en la Depresión Momposina donde el fenómeno genera una compleja problemática ambiental, ya que la adecuación de tierras involucra la desecación de las ciénagas de interés para los pescadores.

Pero de las segundas, como en el caso de Girón Santander, se dan a lo largo de la geografía andina y sin diferencia entre áreas rurales y urbanas, aunque sus efectos suelen concentrarse donde los ríos de montaña encuentran sus valles de salida, o en el ámbito de cuencas deforestadas.

Y respecto a los movimientos masales de suelo, el factor de seguridad de las laderas del medio tropical andino se encuentra en un límite crítico, y por lo tanto es uno: cualquier modificación altera su frágil de equilibrio de largo plazo. Aquí en Colombia predominan rocas blandas con fuerte alteración tectónica, y los suelos son altamente inestables.

Además, a diferencia de los suelos de las latitudes altas, que son suelos transportados y de discontinuidades horizontales, y como tal predecibles, los suelos nuestros, por ser suelos residuales, al presentar las discontinuidades heredadas de la roca madre, con orientación y buzamiento impredecibles, no son fácilmente manejables y los diseños de estabilidad convencionales, suelen presentar fallas.

Y por erosión, las áreas más afectadas de la zona andina son: por degradación, la Sabana de Bogotá (91%) y por desertificación Bogotá. Para comparación, a nivel nacional las zonas más críticas son: por degradación la Alta Guajira (99%) y Alto Meta (91%), y por desertificación Atlántico y la Guajira.

Ya los inviernos más húmedos y los veranos más secos, anuncian el descontrol hídrico y pluviométrico, resultante de la tala de bosques y del calentamiento global. De cara al clima, los bosques tienen una doble función: retienen humedad y descargan las nubes.

Sin bosques, las escorrentías van a las quebradas de inmediato, son breves los tiempos de concentración de aguas y enormes los caudales de los torrentes. Así, la erosión de los causes de montaña resulta inminente, mientras que en los valles de salida de los ríos, la sequía y las inundaciones, complementan la desgracia.

En incendios forestales, durante el primer semestre de 2002 se reportaron en Colombia 90 incendios forestales, que afectaron a 31 mil hectáreas. Para estos, los escenarios son variados: zonas de vegetación de bosque, de llanura y de páramo.

Las zonas más propensas a esta amenaza, sea ella natural o antrópica, según el IDEAM, se localizan en las regiones del Patía y montañas de Nariño y Cauca, en los valles interandinos de Huila, Tolima y Valle, en el Altiplano Cundiboyacense y en los departamentos de Santander y Norte de Santander.

Entre las causas del deterioro ambiental sobresalen la contaminación industrial en los medios naturales y paranaturales, la expansión urbana y la degradación del ecosistema por indebido uso o mal manejo de los recursos.

Frecuencia, daño y extensión de algunas amenazas

Fenómenos de las amenazas	Frecuencia por siglo	Siniestralidad esperada	Área afectada
Terremotos Fuertes (I>VII)	300	20%-50%	500 km2
Flujo de Lava Volcánica	10-100 veces	20%-100%	1-10 km2
Cenizas Volcánicas	1-5 veces	<10%	<1millón km2
Flujo Piroclástico	1-5 veces	70%-100%	1-10 km2
Flujo de lodo Volcánico	1-10 veces	50%-100%	10-100 km2
Erupción Lateral o Blast	1-3 veces	70%-100%	<1500km2
Gases volcánicos	1-5 veces	1%	<1000km2
Inundaciones súbitas	50-500	50% a 100%	1-10 km2
Inundaciones lentas	200-4000	10%-50%	10-100 km2
Deslizamientos de tierra o roca	500-10000	50%-100%	1 a 5 km2
Huracanes Fuertes Grado 3 a 5.	100-500	20%-50%	<50000km2
La Niña (T<-1,5ºC)	1-8	<20%	<1millón km2
El Niño (T>+1,5ºC)	1-12	<20%	<1millón km2

Incendios forestales		50%-70%	<500 km2

Como consecuencias aparecen el incremento de la vulnerabilidad de la población y la intensificación de algunas amenazas naturales, factores que aumentan el nivel de riesgo de las comunidades frente a deslizamientos e inundaciones sobre áreas urbanas, y rurales, además de la pérdida de la propiedad en zonas urbanas y rurales, con mayor afectación para los grupos más pobres de la población.

Se añaden además la degradación de suelos productivos, la pérdida de ecosistemas estratégicos, la escasez en el abastecimiento de agua y alimento, las alteraciones del paisaje. Las acciones necesarias son la gestión ambiental territorial, la participación comunitaria, la incorporación de información útil y suficiente para el análisis de los problemas ambientales, y su relación con las administraciones municipales, con la planificación urbana y con el mercado.

La protección del ambiente es competencia municipal y responsabilidad de todos. Pero lo grave es que el modelo cultural, inspirado en el consumismo, desconoce la austeridad, y exige el creciente derroche de los recursos naturales, para alimentar el insaciable mercado.

A modo de balance, si el Plan de Desarrollo incorpora la dimensión territorial en el Plan de Ordenamiento Territorial, Colombia apenas ha avanzado en el ordenamiento territorial a nivel municipal, y en menor grado de coherencia, en el del nivel departamental. Los planes sectoriales, tampoco resultan coherentes, con los POT de los entes territoriales. Las acciones en las cuencas, previstas en los POMAs de las cuencas a cargo de las Corporaciones Regionales y en los POT a cargo de los entes territoriales, no son coherentes; ni la reconversión productiva de los primeros para resolver el conflicto entre uso y aptitud del suelo, resulta viable sin el soporte de una revolución educativa que alcance los medios rurales, donde la escolaridad promedio apenas llega a 4 años.

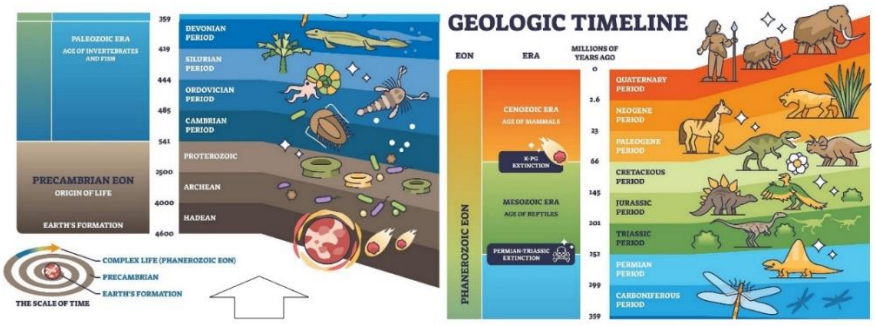
Además, el territorio andino de Colombia presenta, de un lado, una alta dinámica geofísica y geológica, y de otro, un uso no planificado y una ocupación intensiva del suelo. Siendo así, habrá que considerar que el medio ambiente incorpora dos dimensiones: la cultura y el medio ecosistémico, para aplicar los instrumentos de Ciencia Y Tecnologia, requeridos ya que el medio ambiente relaciona Sociedad y Naturaleza, Paginala problemática de los desastres naturales aparece en la interfase de los procesos sociales, económicos y culturales, con la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera, la litosfera y la antroposfera.

Desde esta perspectiva, la información relativa a las amenazas naturales y antrópicas, resulta de vital importancia para la gestión del riesgo, mediante políticas, programas y acciones de prevención y mitigación de los desastres, aplicando procesos participativos de planeación que incorporen el diálogo de saberes territoriales para ponerle límites a racionalidad del modelo económico que acentúa el problema, cuando facilita la separación entre costos y beneficios, asociados a la explotación de los recursos naturales.

Ref: in: Cátedra Pedro Nel Gómez. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2007.

**

LAS ERAS GEOLÓGICAS DEL PLANETA TIERRA



La reconstrucción de la historia geológica de la Tierra representa uno de los desafíos más complejos y fascinantes de las ciencias naturales, requiriendo la integración de métodos de datación absoluta y relativa para descifrar los eventos que modelaron nuestro planeta. A través del estudio de los procesos endógenos y exógenos documentados en el registro rocoso, se ha podido estructurar el tiempo geológico conformado por en eones y eras que evidencian una dinámica planetaria en constante transformación. Para comprender la magnitud de estas escalas temporales, la literatura científica suele recurrir a analogías didácticas que condensan miles de millones de años en cronologías, facilitando la comprensión de grandes hitos biológicos y geofísicos de la Tierra.

La historia de la Tierra abarca aproximadamente 4.540 millones de años y se organiza en un sistema estandarizado denominado Escala del Tiempo Geológico. Para facilitar su estudio, el tiempo se divide en grandes magnitudes: *Eones*, que a su vez se dividen en Eras, y estas en *Períodos* y *Épocas*.

A continuación, se presenta un recorrido cronológico por las cuatro grandes eras geológicas que han dado forma a la geografía, el clima y la vida en nuestro planeta.

1. Era Precámbrica (Eón Precámbrico)



Imagen: Del Eón Precámbrico (Meteorologiaenred) a la explosión del Cámbrico (Origens.org).

Duración del Precámbrico: Desde la formación de la Tierra (~4.540 millones de años) hasta hace ~541 millones de años.

Representa casi el 88% de la historia terrestre. Aunque técnicamente abarca tres eones (*Hadeico, Arcaico y Proterozoico*), comúnmente se le agrupa como la etapa primordial del planeta.

- Condiciones e Hitos Geológicos:
  - Formación de la corteza terrestre, la atmósfera primaria y los primeros océanos.
  - Intenso vulcanismo y bombardeo de meteoritos en sus etapas iniciales.
  - Aparición de los primeros supercontinentes primitivos (como Rodinia).
- Evolución de la Vida:
  - Surgimiento de vida unicelular (bacterias y arqueas) hace 3.800 millones de años.
  - Aparición de las cianobacterias, capaces de realizar fotosíntesis (la *Gran Oxidación*).
  - Hacia el final de la era surgen los organismos multicelulares complejos (la *Ediacara*).

2. **Era Paleozoica ("Vida Antigua")**

Duración: Hace ~541 millones de años hasta hace ~252 millones de años.



Imagen: La flora del Paleozoico, en: Humanidades.com

Conocida como la era de la explosión biológica Marina y la posterior conquista de la tierra firme.

- Condiciones e Hitos Geológicos:
  - Los continentes se desplazaron hasta colisionar al final de la era, formando el supercontinente Pangea.
  - Clima variable que osciló entre períodos cálidos y glaciaciones severas.
- Evolución de la Vida:
  - Explosión Cámbrica: Diversificación de vida marina (trilobites, moluscos, equinodermos).
  - Aparición de primeros peces con mandíbula, plantas terrestres, hongos y artrópodos.
  - Desarrollo de los primeros anfibios y reptiles.
  - Bosques frondosos de helechos gigantes que dieron origen a los grandes depósitos de carbón actuales.
- Extinción Masiva: Finalizó con la extinción masiva del Pérmico-Triásico, la más devastadora de la historia, eliminando más del 90% de las especies marinas y el 70% de las terrestres.

3. Era Mesozoica ("Vida Media")



Imagen: Era Mesozoica. Los dinosaurios

Duración: Hace ~252 millones de años hasta hace ~66 millones de años.

Popularmente llamada la Era de los Reptiles o Era de los Dinosaurios.

- Condiciones e Hitos Geológicos:
  - Fragmentación de Pangea en dos grandes masas continentales: Laurasia (al norte) y Gondwana (al sur), dando inicio a la apertura del Océano Atlántico.
  - Clima cálido, seco y globalmente homogéneo, sin casquetes polares permanentes.
- Evolución de la Vida:

- Dominio de los dinosaurios en la tierra, reptiles marinos (ictiosaurios, plesiosaurios) en los océanos y pterosaurios en el aire.
- Aparición de los primeros mamíferos pequeños y las primeras aves (evolucionadas a partir de dinosaurios terópodos).
- Surgimiento y expansión de las plantas con flores (*angiospermas*).

• Extinción Masiva: Concluyó con el impacto de un asteroide en la península de Yucatán (evento K-Pg), lo que provocó la extinción de los dinosaurios no aviares y el 75% de las especies terrestres.

4. Era Cenozoica ("Vida Reciente")

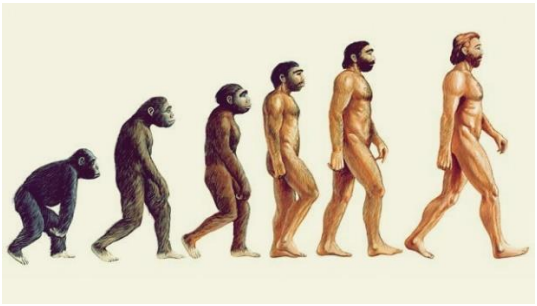


Imagen: en el Cenozoico, los primates y evolucionan a homínidos. Ellegadodeclio

Duración: Hace ~66 millones de años hasta el presente.

Conocida como la Era de los Mamíferos, es la etapa en la que la Tierra adquirió la configuración geográfica y biológica actual.

• Condiciones e Hitos Geológicos:

- Los continentes se desplazaron hasta sus posiciones actuales.
- Grandes orogenias (formación de montañas): orogénesis Alpina y Andina, creando los Alpes, los Himalayas y los Andes.
- Enfriamiento progresivo del clima global, culminando en las glaciaciones del Pleistoceno.

• Evolución de la Vida:

- Rápida radiación adaptativa de mamíferos y aves tras ocupar los nichos ecológicos vacíos.
- Expansión de las praderas y gramíneas.
- Surgimiento de los homínidos y, eventualmente, de *Homo sapiens*.

Resumen Comparativo

Era Geológica	Inicio (Aprox.)	Evento Biológico Principal	Evento Geológico/ Climático destacado
Precámbrica	4.540 Millones de años	Origen de la vida y fotosíntesis	Formación del planeta y océanos primos

Paleozoica	541 Millones de años	Explosión Cámbrica y colonización terrestre	Formación del supercontinente Pangea
Mesozoica	252 Millones de años	Apogeo de dinosaurios	Ruptura de Pangea y clima cálido
Cenozoica	66 Millones de años	Diversificación de mamíferos y homínidos	Orogenia de los Andes y los Himalayas

*Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, 14-10-2026. Web:

FORMACIÓN DEL SECTOR NORTE DE LOS ANDES (COLOMBIA)

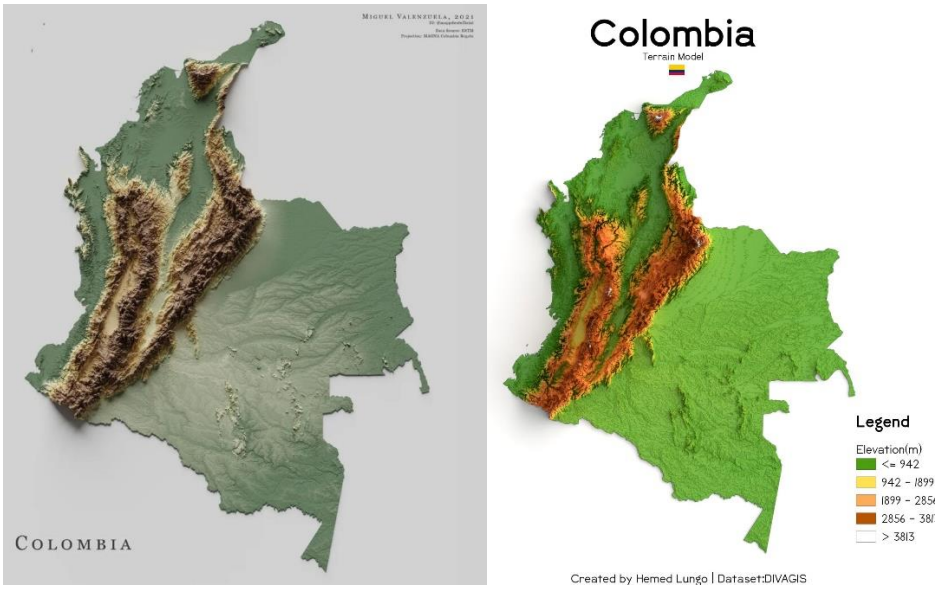


Imagen: Relieve de Colombia. Izq. Miguel Valenzuela, 2021. Der: Hermed Lungo.

La edad del universo se estima en 15.000 millones de años (Ma) y la de la Tierra en sólo unos 4.600 Ma. Varios isótopos tienen períodos de desintegración comparables con la edad del universo. Por la concentración relativa de los mismos, así como de los productos de su desintegración, al investigar las rocas terrestres y lunares y sustancias meteóricas del sistema solar, se ha concluido sobre la edad del planeta. La escala de tiempo geológico sirve para ordenar y mostrar los acontecimientos importantes, en la evolución del Planeta.De forma similar, los investigadores han hecho lo propio, para inferir los procesos de formación de nuestro territorio, acopiando otra información complementaria, como la evolución de las especies y del paisaje mismo.

El tiempo geológico puede ser absoluto o relativo; el primero se define por la desintegración de elementos radiactivos, principalmente en rocas ígneas y a veces en sedimentarias o en fósiles, en tanto que el segundo se determina por la superposición relativa de las rocas sedimentarias o por razonamientos paleontológicos.

Antes de entrar en Colombia, este es el contexto:

Precámbrico.

- El arcaico o período inferior del Precámbrico es de amplia duración (2000 millones de años) desde que se originó la corteza hasta hace unos 2500 millones de años.

Los materiales del período afloran en Finlandia, Canadá y el Cañón del Colorado, donde las rocas del sistema son fundamentalmente gneis, esquistos, granitos y pórfidos. Formadas ya las primeras cuencas marinas, y constituidos los primeros núcleos emergidos con carácter de archipiélagos, se producen los primeros geosinclinales y numerosas orogenias y ciclos volcánicos, para que se formen las antiguas placas tectónicas. A finales del arcaico se difunden por los mares los primeros organismos unicelulares, vegetales y animales.

- El algónquico es el período superior del Precámbrico formado por el lapso comprendido desde hace 2500 hasta 570 millones de años. Los materiales del algónquico (esquistos, cuarcita, areniscas, tillitas, basaltos y pórfidos) aparecen discordantes sobre los del arcaico. Se inicia con la formación de territorios permanentemente libres de agua sobre los que circulan ríos y aparecen en el mar organismos pluricelulares (estromatolitos), cuando la temperatura media era aún bastante elevada, pues sólo a finales del período cae por debajo de 100°C para dar paso a una glaciación.

Paleozoico.

- Durante el cámbrico, período que representa la base del Paleozoico, y que dura unos 70 millones de años, permanecieron emergidas las tierras plegadas por la orogenia Herciana. Fueron importantes dos geosinclinales en Europa, mientras uno ya existía en América sobre la costa Pacífico y otro en lo que hoy ocupan los Apalaches. No hubo en el período orogénesis actividad magmática importante, pero sí una importante transgresión marina, la formación de los tres grandes océanos actuales y una fauna exclusivamente marina (algas, celentéreos, crustáceos, branquiópodos y esponjas).

- En el ordovícico-silúrico la orogenia caledoniana separa notables convulsiones marinas y los océanos invaden gran parte de las tierras emergidas. A la fauna marina invertebrada (graptolites, trilobites y cefalópodos) se suman los primeros peces acorazados (ostracodermos y placodermos), siendo la flora exclusivamente marina (algas).

Si del ordovícico las rocas más abundantes son depósitos de cuarcitas, pizarras y calizas con fósiles, las del silúrico son las pizarras. El ordovícico transcurre desde hace 500 hasta 435 millones de años y el silúrico desde hace 435 hasta 395 millones de años.

- Durante el devónico hay gran extensión de los continentes y un clima seco y caluroso. En el período de 48 millones de años, desde 395 hasta 347 millones de años, se dan la formación de la atmósfera actual y las últimas fases de la orogenia caledoniana. En esta época persiste la existencia del continente Noratlántico separado del de Gondwana por el mar de Tetis.

Aquí se da un hecho muy importante: la conquista del medio terrestre o aéreo por los seres vivos, pues además del gran desarrollo de los peces acorazados y la desaparición de los graptolites, aparecen los anfibios y los primeros insectos terrestres. La flora se instala en los bajos mares interiores, los cursos de agua y los pantanos; aparecen psilofitales y riniales y a continuación los primeros helechos arborescentes y las primeras criptógamas.

- Durante el carbonífero se dan intensos y repetidos movimientos verticales de las tierras emergidas; paroxismo de la orogénesis herciniana y formación de potentes series sedimentarias englobando restos vegetales. Prevalecen las tierras emergidas de carácter pantanoso ricas en bosques que fragmentan el océano Tetis y termina el período con una glaciación.

El clima era tropical en el hemisferio norte y frío en el sur. El carbonífero transcurre a lo largo de 67 millones de años, desde hace unos 347 hasta hace 280 millones de años. De este período de fauna marina rica, en el que aparecen los primeros peces ganoideos y difusión sobre tierra firme de artrópodos y batracios (anfibios), los fósiles animales más característicos son los goniatites.

- El pérmico, sistema superior del paleozoico, transcurre desde 280 millones de años hasta 230, antes del presente. Aparecen en él dos facies bien determinadas, la marina y la continental; la primera de tipo calcodolomítico mientras la segunda está caracterizada por areniscas rojas y evaporitas.

En él se verifica una progresiva retirada de los mares y una pequeña elevación de los Urales y a lo largo del Golfo de Méjico, y también el inicio de la separación de Madagascar.

En este período se difunden los primeros reptiles y se desarrollan los batracios gigantes, se desarrollan los peces ganoideos y desaparecen los trilobites y tetracoralarios. En flora se desarrollan las gimnospermas y hay predominio con formas gigantes de helechos, cordaites y equisetos.

Mesozoico.

- Se inicia la era mesozoica con el período triásico, que transcurre a lo largo de unos 35 millones de años. En el triásico se producen profundas fracturas, de las que sale lava como la enorme colada basáltica del Paraná que ocupa 1 millón de Km2.

Es el predominio de la regresión marina que favorece la formación de potentes sedimentos a causa de una intensa erosión en los continentes. Sobre la biosfera se observa cómo se afirman y difunden los reptiles diferenciados, pero sin que existan todavía anfibios gigantes. En los mares se desarrollan peces ganoideos, seláceos y varias especies de invertebrados, además de algas características, mientras en los continentes hay una difusión de coníferas tipo araucaria y numerosas xerófilas.

- El jurásico, es un período con regresiones y transgresiones marinas, con predominio de tierras emergidas y grandes pantanos en Europa, representado especialmente por calizas y margas. El sistema que transcurre desde hace 195 hasta 141 millones de años, bajo un clima tipo tropical, es propicio para que los reptiles (voladores, nadadores y terrestres) alcancen su máximo desarrollo.

En los mares se encuentran reptiles gigantes (ictiosaurios) y gigantescos ammonites, mientras en los continentes predominan las coníferas y cicadáceas, aparecen las primeras angiospermas monocotiledóneas, las primeras aves, los mamíferos marsupiales y los grandes reptiles (dinosaurios, pterosaurios, etc.).

- El cretácico es un período caracterizado por oscilaciones verticales de tierras emergidas. En el cretácico inferior el geosinclinal de Tetis continúa recibiendo sedimentos y su océano alcanza su máxima extensión separando tierras meridionales y septentrionales, mientras a finales del período se da una intensa actividad volcánica que origina extensas llanuras de lava; se verifican también el primer paroxismo de la orogenia alpino-himalayana y movimientos orogénicos en América (Andes y Montañas Rocosas). En estos 76 millones de años (desde hace 141 hasta hace 65 millones de años) aparecen los antepasados directos de las aves, se desarrollan los marsupiales, hay todavía dominio de reptiles hasta el final de la era y se desarrollan las dicotiledóneas, las monocotiledóneas y las coníferas de géneros actuales.

Cenozoico.

- El paleógeno o terciario temprano, que comprende el ciclo paleo-eo-oligoceno, es el inicio de la era cenozoica que dura 42 millones de años. Se inicia con la transgresión de Tetis que separa Australia del Asia Insular y las dos Américas, continúa con extensas convulsiones que afectan las cálidas aguas de Tetis cuando las dos Américas están separadas.

Termina el paleógeno con un segundo paroxismo de la orogenia alpino-himalaya, con la formación de las cadenas costeras de las Rocosas, el Caribe y algunas zonas de América Central. Se desarrollan los mamíferos y las aves y aparecen en los mares nuevas especies de foraminíferos y los característicos nummulites.

A las especies de tipo tropical se unen las de tipo subtropical y a mediados del paleógeno aparecen nuevas especies de mamíferos. En el oligoceno aparecen los hipopótamos, los lemúridos, los libérridos y los insectívoros, y sobre el medio subtropical, en zonas de montañas, se desarrollan bosques de caducifolios.

- El neógeno o terciario tardío (mio-plioceno) transcurre desde 23 millones de años hasta hace 1.8 millones de años. En él se produce el más importante paroxismo de la orogénesis himalayana y a final del período se restablece la unión entre las dos Américas, desapareciendo definitivamente Tetis del Asia centro-oriental.

Se abre el mar Rojo y el clima empieza a diferenciarse según las regiones, en templado y lluvioso para el norte y en cálido y húmedo para el sur. Durante el mioceno aparecen los simios antropomorfos y algunas especies terrícolas que preludian la forma humana, en fauna se difunden los proboscíferos y desaparecen los nummulites; la flora, de tipo cálido templado, muestra extensos bosques de planifolios, palmeras y plantas tropicales.

- Durante el plioceno, Insulindia y las Antillas toman el aspecto actual, se forma la península italiana y el mar Rojo y además aparecen los antepasados directos del hombre; en fauna se desarrollan los simios antropomorfos y aparecen los antepasados de las actuales especies animales (caballos, felinos, aves, etc.); en flora la característica son bosques de planifolias y numerosas especies subtropicales.

- El cuaternario (neozoico), que se inicia hace 1.8 millones de años, con el pleistoceno, empieza con el asentamiento de la orografía actual y las glaciaciones. Durante los avances del hielo se establecen puentes de tierra que unen al Asia con América y el Asia Meridional (Insulindia). En este período aparece el hombre actual.

Durante las glaciaciones los bosques de coníferas llegan al Mediterráneo y en los períodos interglaciares las especies de clima cálido suben a Europa. En el holoceno se forma el estrecho de Gibraltar y de Mesina y se hunden los puentes intercontinentales. Además, se constituyen las actuales razas humanas, se descubre la agricultura, el pastoreo y la metalurgia, y se da paso a la civilización actual.

¿Y los Andes de Colombia?

Según IRWING, Earl. Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia, Boletín Geológico, Vol. XIX, Nº 2, Ingeominas. Santafé de Bogotá, 1971, esta es la secuencia de eventos que describen la historia de la geología de Colombia:

- Precámbrico. Se da la formación del escudo guyanés. (Este cratón, tras haber sido plegado al principio, ha pasado por un largo período de estabilidad). La Macarena muestra rocas del precámbrico.

- Paleozoico. Se da la formación del cinturón ancestral de la cordillera Central (formación Cajamarca) a partir de un primer eugeosinclinal al occidente del escudo, y del sector SE de la Sierra Nevada de Santa Marta a partir de una intrusión granítica (batolito de Santa Marta) en la orogenia del ordovícico.

- Mesozoico. A partir de un segundo eugeosinclinal en el exterior del cinturón Paleozoico, se forma, por el costado occidental, la Cordillera Occidental, además el sector NW de la Sierra Nevada, en la orogenia del Jurásico.

- Cenozoico. Por depósitos del escudo y de la cordillera Central, se forma la cordillera Oriental por flexiones marginales fuertes, fallas inversas locales y fallas de rumbo en sus bordes, sobre un miogeosinclinal en la orogenia del Mioceno, o del Terciario tardío.

- Terciarios tardío y Cuaternario actual. Originadas las tres cordilleras (la Central en el Paleozoico temprano, la Occidental a mediados del Mesozoico y la Oriental en el Terciario tardío) se experimentan varios movimientos epirogénicos en el Terciario tardío (Plioceno) y en el Cuaternario actual (Holoceno), e intrusiones magmáticas, dando como resultado su actual relieve.

- Ciclos ígneos. Se distinguen varios ciclos ígneos:

Los plutónicos o intrusivos: en el Precámbrico tardío, Ordovícico tardío, Paleozoico tardío, del Triásico al Jurásico, también en el Cretácico y otro continuo durante el Mio-Oligo-Eoceno.

Los ígneos volcánicos: de lavas máficas submarinas en las dos series eugeosinclinales del Paleo y del Mesozoico y las silíceas diferenciadas del Triásico al reciente.

- Dos ambientes. Dividida la Cordillera Central por una línea, y mejor aún, tomando como referencia la Falla Romeral, al este los Andes colombianos resultan supersiálicos y al oeste parecen formados sobre la corteza oceánica, por lo que probablemente son supersimáticos (basaltos y ofiolitas, en general).

- Basamento de Panamá. El basamento del Istmo de Panamá se originó probablemente por un levantamiento de la corteza en el Triásico en asociación con la Orogenia Andina (faunas marinas abisales y batiales homólogas y faunas de norte y sur América en sedimentos del Terciario superior idénticas).

- Contraste costero. La zona costera del Caribe muestra evidencias de erosión y desgaste, el resto del continente está poco desgastado. Estos hechos confirman el crecimiento del continente entre el Paleo y Mesozoico extendiéndose y desplazándose hacia el Pacífico.

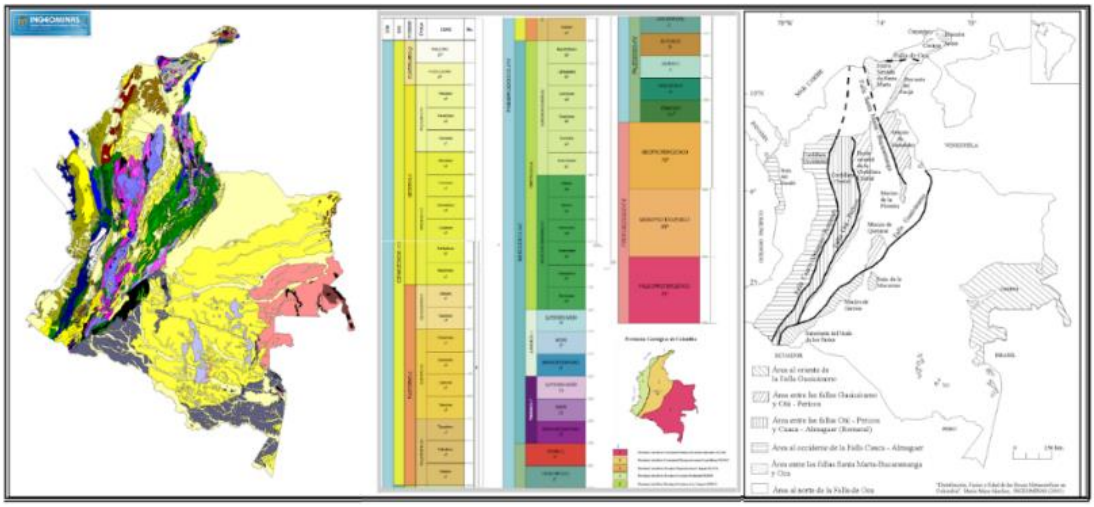
- Depósitos Terciarios. El espesor de los estratos terciarios, en los llanos, llega a 4 Km. sobre la zona occidental o piedemonte de la cordillera Oriental y el cretácico aflora 100 Km. al este de dicho margen, En Honda ese espesor llega a los 7 Km. y en Montería hasta los 9 Km., mientras la profundidad de las cuencas sedimentarias del Atrato - San Juan, y del río Cauca, se aproximan a los 4 Km.

- Cinturón cristalino de la cordillera Central. El basamento de la cordillera Central es el Grupo Cajamarca, en donde las rocas sedimentarias han sufrido metamorfismo al final del Paleozoico.

Ref: Fragmentos tomados del Manual de geología para ingenieros. (2003).

**

LAS ROCAS DE COLOMBIA



Resumen: Es indudable la importancia del conocimiento de los yacimientos de las rocas no sólo para el ingeniero y el constructor quienes deben conocer la competencia de los macizos rocosos y las fuentes de los materiales pétreos entre otros elementos, sino también la que tiene la comprensión de la distribución de las diferentes rocas,por parte de agrónomos, agrólogos y biólogos, dada su relación con los ecosistemas.

.El territorio de Colombia, groso modo comprende varias provincias geológicas, unas asociadas al ambiente continental y otras al oceánico, así: por su afinidad continental, al este del sistema cordillerano, más allá del sistema de fallas del margen llanero, aparece la provincia paleoproterozoica Amazónica; y la provincia mesoproterozoica Grenvilliana entre dicho sistema de fallas y el Sistema Romeral; y por su afinidad a los fondos oceánicos, por el poniente del anterior margen, primero una lábil Provincia neoproterozoica denominada Arquía y más allá la Occidental de edad cretácica asociada al Andén del Pacífico y al margen caribeño hasta la Sierra Nevada, provincia que se conecta al norte con la de La Guajira.

A continuación, ejemplos de rocas ígneas y de sedimentitas en Colombia, y distribución de las metamorfitas en seis áreas geográficas del país, según el investigador Mario Maya INGEOMINAS (2001). Este material es

un extracto tomado de Manual de geología para ingenieros de la Universidad Nacional de Colombia, que se puede consultar en Manual de geología para ingenieros.

Rocas ígneas

Las rocas ígneas son el fruto de la solidificación del magma, fragmentado o compacto, sobre o en el interior de la corteza terrestre. Esas temperaturas de cristalización oscilan así: para los magmas riolíticos 1000 °C, para los andesíticos 1150 °C y para los basálticos 1250 °C. La composición mineralógica promedio de las rocas ígneas es: 59% feldespatos, 12% cuarzo, 17% anfíboles y piroxenos, 4% micas y 8% otros minerales. Por el volumen en la corteza, las rocas ígneas representan el 95% contra el 5% de las sedimentarias, aunque estas últimas exhiben mayor afloramiento.

Según el Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia (Ingeominas, 1986) y otras fuentes, estos son algunos ejemplos de yacimientos ígneos de nuestro país. La cresta de Malpelo, con lavas almohadillas, brechas volcánicas, diques basálticos y hialoclastitas, representa una porción de la corteza oceánica excesivamente gruesa, cuya antigüedad es de 19 Ma (millones de años).

Un complejo migmatítico asociado al magmatismo básico del proterozoico, se localiza al sur del río Guaviare y presenta variaciones desde alaskitas hasta monzonitas. También se encuentran sienitas en San José del Guaviare de 480 Ma de antigüedad, y aspecto granítico y holocristalino. Se pueden distinguir los granitos del migmatítico de Mitú, de finales del proterozoico medio (1500 Ma). Además, un granito de color rosado-naranja y grano muy fino a fino, aflora al oeste de la población de Pescadero, Santander.

En Cáceres (Cundinamarca) y Puerto Romero (Boyacá), afloran intrusiones básicas gabroides del cretácico, que afectan las sedimentitas. También en el cerro Tragarepas de Pacho (Cundinamarca). Donde la carretera Albania-Bolombolo cruza la quebrada Popala (Antioquia), y en el Cauca sobre los alrededores de Fredonia, aparecen basaltos de textura afanítica a porfidítica y composición diabásica.

En la isla de Providencia, las vulcanitas están representadas por lavas alcalinas a subalcalinas como son los basaltos, andesitas y riolítas ignimbríticas; todas asociadas a un vulcanismo en fracturas de la capa del Caribe, ocurrido durante el Terciario. Un stock diorítico intruye la Formación Quebradagrande, al norte y sur de Heliconia y al este de Ebéjico (Antioquia). Los pórfidos de Irra y los de Salento tienen composición andesítica-dacítica y textura porfidítica.

En el Complejo Ofiolítico del Cauca afloran gabros, piroxenitas y serpentinitas. A la altura de Marmato y por los dos márgenes del Cauca, los pórfidos son dacíticos y andesíticos. Las tobas del Juanambú, Cauca, son depósitos formados por cantos de andesitas, lapillis y cenizas, acumulados bajo un régimen fluvio-lacustre.

En los alrededores de la población de Honda, Tolima, está la formación Mesa del terreno Cajamarca, cuya litología muestra una unidad estratificada constituida por material volcánico -representado por andesitas, dacitas, pumitas y cenizas volcánicas- y un conglomerado de filitas. Le suceden estratos sedimentarios.

En Málaga, Santander, en los alrededores de Onzaga y Páramo de Canutos, se encuentran riolitas grises; algunas tienen textura porfidítica y otras, textura de flujo. En el morro del Salvador o el volcán Boyacá, al sur de Paipa, se observan tobas y rocas ígneas andesíticas y pórfidos, andesíticos y dacíticos, caolinizados.

Un gabro piroxénico con textura variable entre porfidítica y afanítica, aflora al oriente de Altamira y en la quebrada el Moro, Antioquia. Una pegmatita aflora en la vereda la Laguna, municipio San Antonio (Tolima). Tonalitas del Cretácico afloran en la Sierra de la Iguana, al norte de San Jerónimo, Antioquia.

En los terrenos insulares del Pacífico, tenemos el complejo ígneo de Gorgona con una secuencia de peridotitas, dunitas y gabros, donde se da una secuencia ígnea de rocas máficas y ultramáficas que incluye flujos basálticos almohadillados y rocas tobáceas. También afloran peridotitas al suroccidente de Planeta Rica. Al sureste de Ibagué vecino al río Combeima, en la vereda Potrerillo, aparece el volcán Guacharacos, cuyo cono está constituido por lavas y productos de explosión, sobreyace el Abanico de Ibagué. Las rocas son basaltos andesíticos y el evento al parecer, Pleistoceno tardío.

Las lavas y pórfidos asociados al volcán nevado del Huila, son andesitas y dacitas. También en su área de influencia se encuentra el Batolito de La Plata, con rocas dioríticas, cuarzodioríticas y granodioríticas.

Rocas Sedimentarias

La meteorización y erosión producen partículas de diverso tamaño que son transportadas por el hielo, el agua o el aire hasta las zonas de mínima energía donde se acumulan. Una vez en reposo los sedimentos sufren procesos que los transforman en rocas sedimentarias.

Estas rocas se han formado por la consolidación o litificación de sedimentos. Los factores que determinan el tipo de roca son fundamentalmente la fuente de los sedimentos, el agente que los erosiona y transporta, y el medio de deposición y forma de litificación.

En el volumen de los primeros 15 km de la corteza las sedimentitas son el 5%; el 95% restante son rocas ígneas, pues las metamórficas dominan los ambientes profundos. Por el área de afloramiento las sedimentarias son el 75% de la superficie el resto son ígneas, sin quedar margen de significación para las metamórficas. Como ejemplo de sedimentitas en Colombia tenemos:

En la Serranía de la Macarena, la región norte exhibe una sucesión rítmica de grawacas turbidíticas de grano fino a grueso y color gris. Hay calizas delgadas fosilíferas y shale gris oscuro, arenitas finogranulares cuarcíticas muy micáceas, que gradan a arenitas arcillosas cuarcíticas y shale arenoso rojo. Son sedimentitas, además, todas las secuencias del paleozoico temprano.

En la región de los Llanos Orientales hay remanentes de coberturas detríticas del precámbrico con arenitas de cuarzo blancas y grises de grano fino a medio, bien gradadas, en estratos delgados a gruesos intercalados con arcillolitas grises, verdes o rojas. En la región de la selva amazónica las arenitas rojas oscuras se intercalan con tobas y materiales vulcanoclásticos. En la margen llanera al sur-oriente de Bogotá, las sedimentitas, que son de ambiente pericontinental, están constituidas por calizas, arcillolitas rojas, areniscas, conglomerados, arcillolitas y limolitas grises fosilíferas.

En la Sierra Nevada se encuentran además de pelitas, ruditas y calizas del paleozoico, además pelitas y tobas del mesozoico y coberturas locales pelíticas y calcáreas. En la región del Cerrejón se presenta una secuencia clástica a vulcanoclástica granodecreciente: los sedimentos de grano muy fino conglomerados, areniscas, lodolitas con intercalaciones calcáreas, localmente sedimentitas rojas del mesozoico temprano, y otra secuencia, de hasta 1000 metros de espesor, de arenitas, lodolitas, calizas y rocas comúnmente ricas en materia orgánica depositadas en ambientes predominantemente marinos durante el mesozoico tardío. Más reciente se presenta otra secuencia clástica de arenitas y lodolitas con mantos de carbón, depositada en ambiente marino transicional y continental durante el cenozoico, (terciario). Su espesor alcanza 1000 metros.

En la península de la Guajira hay lodolitas rojas, verdes y grises, arenitas pardas, conglomerados, calizas y lutitas calcáreas. Al NW hay un supraterreno terciario marino. En la baja Guajira una secuencia de arenitas y limolitas en la base y, localmente, capas delgadas de carbón ricas en materia orgánica y calizas glauconíticas depositadas en ambiente transicional a marino, a finales del cretácico. Igualmente, una secuencia de arenitas y lodolitas de colores rojizos suprayacida por otras oscuras de ambiente continental a marino, del mesozoico tardío. En la región de Santa Marta se tiene una cobertura pelítica y calcárea y, localmente, mantos de carbón.

En Córdoba hay turbiditas con fragmentos de serpentinitas, shale, chert y tobas. Más al sur y al occidente del río Cauca, hasta Cartago, hay turbiditas fino a grueso granulares, chert, calizas y piroclastitas básicas. Continuando desde Cartago hacia el sur, la estratigrafía se repite, pero presenta metamorfismo. En Santander del Norte hay una sedimentación predominantemente samítica y pelítica y localmente calcárea que reposa discordantemente sobre el basamento ígneo-metamórfico. Entre Tunja y Bucaramanga, región de la Floresta, hay una sedimentación pericontinental durante el paleozoico temprano que se reanuda posteriormente.

Las sedimentitas son conglomerados, arcillolitas generalmente amarillentas, limolitas y areniscas.

Al sur de Ibagué, y hasta Mocoa, hay sedimentitas del paleozoico medio y superior con sedimentos calcáreos epicontinentales del mesozoico. Entre los Llanos orientales y el sistema de Romeral, en la región que

comprende Cundinamarca y Santander, hay sedimentitas clásticas, en desarrollos faciales, y calizas bioclásticas y evaporitas. Se trata de una sedimentación epicontinental que culmina con el levantamiento progresivo a finales del mesozoico.

La región de los valles del San Juan-Atrato y la costa Pacífica al sur de Buenaventura, presenta shales, arenitas, conglomerados turbidíticos y calizas en menor proporción. Localmente se encuentran afloramientos de arenitas cuarzosas. La región del Baudó muestra piroclastitas básicas, arenitas turbidíticas, shale, chert y calizas. Al norte, la región del Sinú tiene turbiditas, hemipelágicas (carbonatos y silicatos) y depósitos marinos terrígenos.

Rocas Metamórficas

En su trabajo titulado "Distribución, Facies y Edad de las Rocas Metamórficas en Colombia", INGEOMINAS (2001) el Investigador colombiano Mario Maya Sánchez, quien recoge y complementa la valiosa información existente en la materia, señala que en el territorio nacional los efectos del metamorfismo han sido registrados, al menos cuatro veces en el Precámbrico (Pe), tres más en el Paleozoico (Pz), una vez en el Mesozoico (Mz), y un último evento en el Paleógeno (Pg).

Para la variable temporal: esta sería la notación:

Pe = Precámbrico;

Pe4 = Mesoproterozoico;

Pe1 = Paleoproterozóico;

Pz = Paleozoico;

Pz1 = Paleozoico temprano;

Pz2, = Paleozoico medio;

Pz3= Carbonífero superior;

TR= Triásico

K = Cretácico;

KT= Cretácico temprano;

Kt = Cretácico Tardío;

Pg = Paleógeno (Terciario temprano);

Luego desarrolla una clasificación en "unidades metamórficas" para mostrar la distribución actual de dichas rocas, obteniendo seis áreas geográficas limitadas por grandes fallas, denotando la facies del metamorfismo, con los siguientes símbolos:

C/PP: Facies Ceolita1 y Prehnita – Pumpellyta.

AN: Facies Anfibolita.

G: Facies Granulita.

Las seis áreas geográficas identificadas por el Investigador Maya, son:

1) Al oriente de la Falla Guaicáramo,

2) Entre las fallas Guaicáramo y Otú-Pericos,

3) Entre la Falla Otú-Pericos y la Falla Cauca-Almaguer (Romeral),

4) Al occidente de la Falla Romeral,

5) Entre las fallas Oca y Santa Marta – Bucaramanga

6) Al norte de la Falla de Oca.

Veamos las unidades, con la respectiva notación según la Facies metamórfica y Tiempo geológico asignado, información que se consigna en el mapa anexo.

Área al oriente de la Falla Guaicáramo

Región de la Guainía: Unidades ANb(Pe1,Pe2,Pe4) ; PP/EV(Pe4)

Macizo de Garzón: Unidades G/AN(Pe4)1 ; G/ANm(Pe4)1

Serranía de la Macarena y región suroriental del Nudo de los Pastos: Unidad G/AN(Pe4)2

Entre las fallas Guaicáramo y Otú-Pericos,

Macizos de Santander y la Floresta: Unidades ANb(Pe4,Pz1) ; AN/EV(Pe-Pz1) ; AN/EVbm(Pe-Pz1) ; EV(Pz1)1

Macizo de Quetame: Unidad EV(Pz1)2

Borde Oriental de la Cordillera Central: Unidades AN/G(Pe4) ; EV(Pz1)3 ;

Entre la Falla Otú-Pericos y la Falla Cauca-Almaguer (Romeral),

Cordillera Central: Unidades G/ANm(Pe-Pz) ; ANm(Pe-Pz2) ; AN(Pe-K) ; ANb(Pz2,Pz3) ; EVb(Pz2,Pz3) ; EVm(Pz2-KT) ; AN/EV(Pz2) ; AN/EV(Pz-TR) ; AN/EVm(Pz-KT) ; AN(Pz-TR) ; E/EAa(KT) ; C/PP(KT)

Al occidente de la Falla Romeral,

Suroccidente de la Cordillera Central, Cordillera Occidental: Unidades C/PP/EV(Kt-Pg)1 ; C/PP/EV(Kt-Pg)2

Serranía del Baudó: Unidad C/PP(Kt-Pg)

Entre las fallas Oca y Santa Marta – Bucaramanga

Cinturón de la Sierra Nevada: Unidades G/ANm(Pe4)2 ; AN(Pz)

Cinturón de Sevilla: Unidades AN(Pz3) ; AN(P)

Cinturón de Santa Marta: Unidades AN(Kt,Pg) ; EVb(Kt,Pg)

Al norte de la Falla de Oca.

Sector al oriente de la Falla Simarua: Unidades ANm(Pz,Pg) ; PP(Kt)

Sector al occidente de la Falla Simarua: Unidad EVb(Kt-Pg)

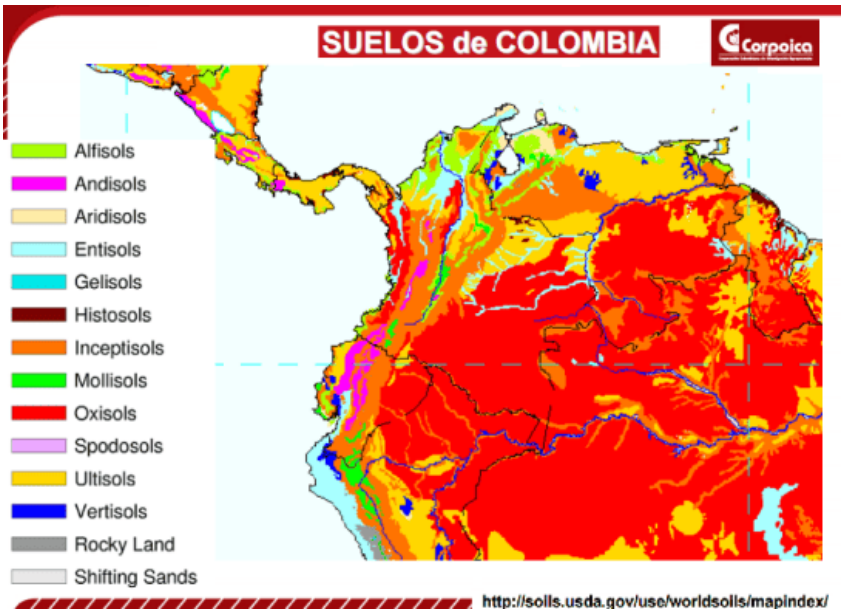
*

Ref: Extracto del Manual de geología para ingenieros. Imagen: Mapa geológico de Colombia, en http://www2.sgc.gov.co/ y Áreas geográficas de las Rocas Metamórficas, según Mario Maya, INGEOMINAS (2001).

**



LOS SUELOS DE COLOMBIA



Resumen: *Los elementos biofísicos que conforman las regiones naturales de Colombia, cambian: mientras en el ecosistema de sabana tropical semi-seca de la Orinoquía aparecen los suelos más viejos del país, en la húmeda Amazonía y en el lluvioso Andén del Pacífico, las altas precipitaciones afectan su desarrollo; entre tanto, en la región Caribe donde la asimetría de varios factores como relieve y clima explica contrastes como los de la Guajira respecto a la región Momposina, también en la región Andina gracias al régimen bimodal de climas variados, paisajes de montaña, altiplanicies y valles, se han formado suelos en su mayoría son jóvenes, de mediana fertilidad natural y ligera acidez; finalmente, mientras en la región insular del pacífico no hay presencia de suelos en el archipiélago la mayoría son fértiles y bien drenado*.

El suelo se forma por la descomposición de las rocas por acción del aire, del calor, del frío y de la lluvia. Las cordilleras andinas son jóvenes y sus suelos no tienen la madurez ni la estabilidad de los suelos de la plataforma africana. Una hectárea en la sabana de Bogotá es 24 veces más productiva que una hectárea promedio en los Llanos Orientales, suelos, estos últimos, lateríticos (presencia de óxidos).

Igualmente, los del Chocó y la Amazonía, están lixiviados por las intensas lluvias. De estas dos regiones sus suelos tendrán vocación para la ganadería extensiva, para la agricultura de subsistencia y para la silvicultura. En la zona andina se demandan prácticas para un uso y manejo adecuados de sus suelos inestables pero productivos.

Mientras los suelos de la alta cordillera Central, gracias a la precaria precipitación, pese a su altitud también son 10 veces más productivos que los de la altillanura, los del Magdalena Centro, aunque podrían duplicar en productividad los de la Sabana, sin sistemas de riego y de control de inundaciones no se pueden aprovechar donde el NAF sea bajo al estar afectados por inundaciones que expresan el descontrol hídrico y pluviométrico de la cuenca del Magdalena.

Para el caso del Cauca, pese a la moderada precipitación anual y conveniente topografía, una fuerte limitante es la mala distribución de las lluvias a lo largo del año y la otra la presencia de bauxitas. En el Eje Cafetero, los suelos que se han formado bajo la influencia de cenizas volcánicas, presentan mucha profundidad y fertilidad media.

En la ecorregión del Eje Cafetero, los mejores suelos son los francos con un Ph entre 5 y 6, que tengan más del 8% de humus, y que por ser francos, al poseer una buena proporción de arena, limos y arcillas, presentan permeabilidad moderada y penetrabilidad de las raíces. Aunque en su mayor proporción provienen de cenizas volcánicas andesíticas relativamente jóvenes, dada su baja evolución son en general de fertilidad natural

moderada. La mayor demanda de estos suelos, es fósforo (P), potasio (K) y nitrógeno (N), y en menor proporción elementos como Mg, Ca, S, Fe, Zn y Cu.

En suelos de pendiente moderada con usos agropecuarios, se requieren prácticas agroforestales y silvopastoriles. En fuertes pendientes, si el uso es para la agricultura, se deben evitar cultivos rotativos, y en algunos tenerse en cuenta prácticas de conservación (bosques, productores y no productores).

Por su alta productividad, en Colombia sobresalen las siguientes regiones:

- Valle del Cauca (desde Cartago hasta Cali).
- Valle del Magdalena (alto, medio, bajo).
- Valle del Sinú y San Jorge (unidad que incluye a Urabá).
- Altiplano Cundiboyacense (incluye la sabana).
- Región entre Túquerres e Ipiales.
- Zona Cafetera (desde Caicedonia a Andes).
- Región entre Sonsón y Félix hasta Roncesvalles y Las Hermosas.

Ahora, para comprender lo anterior, veamos los factores de evolución y formación de los suelos, donde intervienen la condición biodiversa de la zona ecuatorial, el clima y relieve andino, la variedad litológica y juventud de nuestras montañas:

– El material Parental. La porosidad, la permeabilidad, la constitución, etc., de la roca madre. La roca subyacente determina buen número de las características de los suelos y sobre todo de los suelos jóvenes, mientras los horizontes superficiales se forman a partir de materiales de aporte, ajenos a la roca subyacente. Las propiedades químicas del material tienen una gran influencia sobre la evolución del suelo. Los suelos formados sobre rocas ricas en bases que a menudo presentan arcillas tipo illita o montmorillonita, son ricos en humus y más fértiles, mientras las rocas ácidas pueden dar origen a suelos con arcilla tipo caolinita o vermiculita, en general más lixiviados y más pobres que los anteriores.

– Tiempo (cronológico). Se puede hablar de suelo maduro o joven, pues el clímax en la formación de un suelo demanda de decenas a miles de años. La duración puede intervenir como un factor de diferenciación, de tres maneras: a) las propiedades del suelo varían en función de la hora (temperatura, contenido de CO_2 atmosférico y actividad de elementos vivos. b) En función de la estación, el contenido de agua, de nitrógeno nítrico, el pH, etc. c) Por último, en el transcurso de los años, pues un suelo pasa por las fases de juventud, madurez y senilidad. Además, el clima de la Tierra cambia a largo plazo.

– Topografía. Porque de divisorias, vaguadas, valles y pendientes del terreno, depende su drenaje y la orientación de la ladera, siendo más favorable la que recibe el Sol m- Topografía. Porque de divisorias, vaguadas, valles y pendientes del terreno, depende su drenaje y la orientación de la ladera, siendo más favorable la que recibe el Sol matutino. Además, en los flancos de los valles los espesores son menores que en las mesetas y hondonadas. No debe olvidarse que la topografía es a la vez una manifestación particularmente evidente de variaciones de edad, clima y roca.

– Formadores biológicos. La microflora y la microfauna son fuente de humus y la dependencia suelo-fauna, resulta vital para la acción bacteriana. Algunos de estos seres son los transformadores iniciales de la energía química para la evolución del suelo y otros utilizan parcialmente esta energía para transportes que modifican el suelo. Los animales provocan transporte de materia y contribuyen a la transformación de la materia orgánica, mientras los vegetales actúan mediante la subida de los cationes extraídos por las raíces y concentrados en la superficie; además la planta protege el suelo contra elementos atmosféricos, sintetiza las materias orgánicas gracias a la luz solar y tiene efectos mecánicos y químicos por el crecimiento y la acción de las raíces.

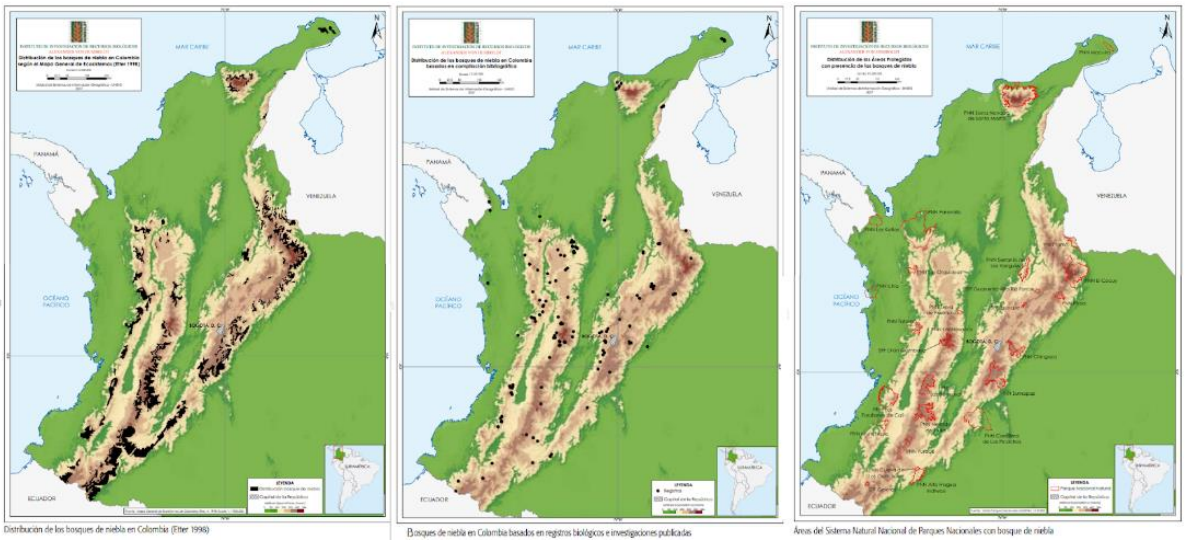
– Clima. De la temperatura y del balance hídrico dependerá la velocidad e intensidad de acciones de las reacciones químicas típicas del intemperismo químico. Cuando los factores climáticos son mínimos como en los desiertos fríos o en los desiertos cálidos y secos, el suelo no evoluciona. Sobre una misma roca varía el suelo con el clima, así: en las zonas frías del norte de Europa y sobre un granito existen suelos poco desarrollados; en Francia, bajo un clima templado húmedo, encontramos suelos lixiviados, y en Costa de Marfil bajo un clima tropical húmedo existe un suelo ferralítico.

* Ref. Tomado de Intemperismo o meteorización, en *Manual de geología para ingenieros.* Imagen, en: eusoils.jrc.ec.europa.eu

****



LOS BOSQUES DE NIEBLA EN RIESGO



Distribución de los bosques de niebla en Colombia (Etter 1998) | Bosques de niebla en Colombia basados en registros biológicos e investigaciones publicadas | Áreas del Sistema Natural Nacional de Parques Nacionales con bosque de niebla

Estos ecosistemas únicos y de gran valor por su biodiversidad y como reguladores del ciclo hídrico y fuentes de estabilidad climática, podrían desaparecer en Colombia donde el modelo de ocupación del suelo entra en conflicto con su frágil estructura ecológica, en especial por la ganadería y el urbanismo como factores disipadores de su atmósfera húmeda y brumosa.

Si queremos preservar los escasos relictos de dichas selvas nubladas que en Colombia llegaron a sumar 9,7 millones de hectáreas, de las que sólo resta la cuarta parte, habrá que mitigar el riesgo frente a la amenaza antrópica mediante acciones judiciales efectivas, y de protección, recuperación y adaptación al cambio climático.

De lo contrario, los pocos bosques andinos nubosos que aún no hemos arrasado, y que aparecen entre 1800 y 3000 msnm, en mayor proporción sobre las vertientes occidentales de las cordilleras Occidental y Central (caso Río Blanco), podrían correr la misma suerte de los guaduales del país, poáceas representativas de nuestros andes tropicales que durante los últimos dos siglos cambiaron su extensión de doce millones de hectáreas a solo cincuenta mil, 20 mil de estas en el Eje Cafetero y 6 mil en Caldas.

En la región andina estos frágiles ambientes húmedos caracterizados por la neblina perenne, son un portento ya por la biota propia con variedad de epífitas, musgos, líquenes, hongos y helechos; ya por la alta riqueza de anfibios, con 121 especies en la Cordillera Central, 118 en la Occidental y 87 en la Oriental, (Cavelier et al. 2001); ya por las especies endémicas y en vía de extinción que albergan, como gallarias, tucanes, dantas de páramo, tapires, osos de anteojos, palmas, credelas y prunas.

Se estima que sólo el 2,5% de los bosques tropicales del mundo son nublados. Allí, el aire proveniente de regiones bajas, húmedas y cálidas, aporta humedad que en lugar de precipitarse se condensa, garantizando la vida de especies que dependen de un ambiente de saturación hídrica perdurable. De ahí la gravedad del daño que suele ser irreversible cuando se alteran los ciclos biogenéticos, en estos ecosistemas montanos de nuestros andes, considerados fundamentales para el mantenimiento de las fuentes de agua y como sumideros de carbono, y cono complemento del banco de germoplasma por sus plantas silvestres tropicales parientes de especies domesticadas.

Según el Instituto Humboldt IAvH, la literatura especializada registra en el Eje Cafetero los siguientes bosques nublados: Caldas, en Manizales (Río Blanco) y Aranzazu (El Laurel); Quindío, en Salento (cuenca alta río Quindío y Reserva Acaime) y Génova (Servia y Mirlas); Risaralda, en Pereira, (Ucumarí, SFF Otún Quimbaya y La Suiza), Santa Rosa de Cabal (La Selva y la reserva Campoalegre), Mistrató (Alto de Pisones y El Empalmado), Pueblo Rico (Siato y PNN Tatamá) y Santuario (Los Planes). Faltarían otros, varios incluidos en áreas protegidas.

Si dentro del rango de altitudes de dichos bosques, aún continúan incidiendo factores severos que comprometen dichos ecosistemas, cuando se trate de bosques de niebla vitales, donde la amenaza gravita comprometiendo la prestación de servicios ambientales esenciales y la biodiversidad, tal cual ocurre en Río Blanco, Chec y Cocora, por qué no aplicar el principio precautelar, y proceder con una figura de PNN para blindarlos, o en su defecto con una declaratoria de sujeto de derechos como alternativa última que les queda a los bosques de niebla para su pervivencia en Colombia, y luego retomar el programa del IAvH (2007) trazando nuevas metas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, a la luz de las nuevas problemáticas de nuestros bosques tropicales nubosos en la región andina, para actualizar la información sobre biodiversidad, reformular las políticas y metas que tenían alcance al 2010.

Lo anterior permitiría, controlar los factores que los continúa diezmado, e incorporar la amenaza del cambio climático no contemplada entonces por el IAvH, como fenómenos determinantes de primer orden para la pérdida de biodiversidad, y el deterioro de los servicios ambientales en áreas de baja altitud vecinas a centros urbanos importantes de las cuencas de la región andina, que es donde persisten las actividades y cambios de uso del suelo, que conllevan los impactos severos sobre los bosques nublados que hoy se extienden desde las selvas subandinas hasta el páramo.

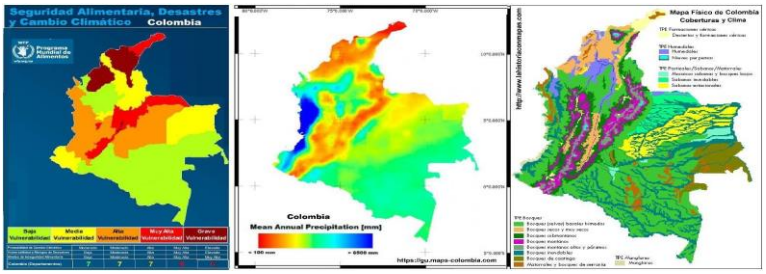
* Profesor U.N. de Colombia y Miembro de la SMP de Manizales http://godues.webs.com [Ref. Manizales, 2020.03.8] Imagen: Bosques de Niebla en Colombia. IAvH 2007.

…

ANEXO:

	*Caso Río Blanco por urbanismo en La Aurora : Ver en Pag 31 del Estudio de HTM (2014), el ancho sugerido de 700 m para una ZFA en una una RFP como la de Río Blanco. Pregunto: ¿por qué construir Tierraviva en la frontera de la Reserva? ¿Acaso no se estaría violando el Decreto 2372 de 2010, Art 19 y Art 31? Mayor información en: Río Blanco, cuna de vida…*

PATRIMONIO HÍDRICO: CARENCIAS EN LA ABUNDANCIA



RESUMEN: *Colombia a pesar de poseer el 5% del patrimonio hídrico mundial, de sus 1122 municipios, cuenta con 391 cabeceras incluidas 9 capitales que presentan alta susceptibilidad al desabastecimiento en temporadas secas de El Niño, el 70% de ellas en la cuenca Magdalena-Cauca y el 22% en la región Caribe.*

A este panorama se añade que, como consecuencia del calentamiento global y la deforestación, mientras en los años secos la oferta hídrica ya se ha reducido el 38%, en las épocas invernales de La Niña el país sufre las consecuencias de graves inundaciones, que dejan cerca de 2 millones de damnificados por temporada.

Se ha celebrado el pasado 22 de marzo "el día mundial del agua" centrando la atención en la calidad y cantidad de este vital recurso, que pese a los enormes avances de las últimas décadas hacia un cambio histórico en materia de cobertura, 750 millones de personas aún carecen de agua potable en sus hogares, y Colombia con el 5% del patrimonio hídrico mundial y un rendimiento hídrico que supera seis veces el promedio mundial y tres veces el de Latinoamérica, solamente trata de manera adecuada el 11% de los vertimientos que genera el país, y según el DANE aún requiere extender la cobertura del servicio de acueducto que no llega a 3,6 millones de personas y de alcantarillado para cubrir a 5,6 millones de colombianos que no lo tienen.

Mientras en nuestro departamento se daba la protesta social por los incrementos exagerados en las tarifas de agua impuestos a los usuarios de Empocaldas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico como entidad del orden nacional, al tiempo que la Corte Constitucional reitera mediante jurisprudencia que es obligación del Estado garantizar la prestación del servicio de agua potable, también se instalaba el primer esquema de pilas públicas en Maicao como parte de un mejoramiento del servicio de agua y alcantarillado para la Guajira, y se anunciaba una reducción del 9% de la deforestación en la Región Andina.

Si en 2010 las Naciones Unidas reconocieron "el derecho al agua potable", dicho derecho que no quedó consagró en nuestra Constitución Política, así los Artículos 334, 336, y 365, a 370 se ocupen del tema, aparece fragmentado en la legislación: por ejemplo en la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos domiciliario cuando prioriza el agua potable y el saneamiento básico entre las necesidades básicas que deben satisfacerse, o cuando la Ley 60 de 1993 fija las competencias de los municipios y obliga al uso de los recursos de la Nación que trata el Artículo 357 de la Constitución, en inversión para proveer servicios de agua potable y saneamiento básico y otorgar subsidios a sectores sociales vulnerables.

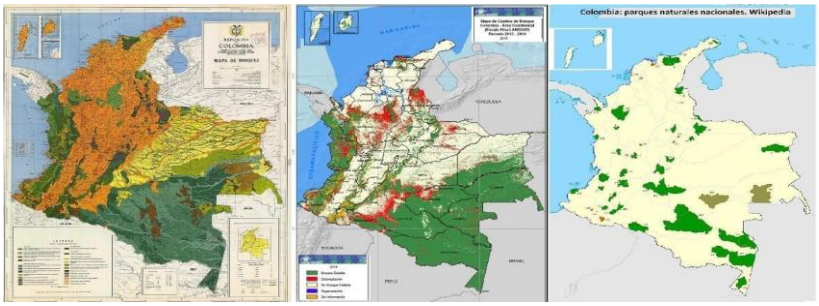
Hechas las anteriores consideraciones, máxime ahora cuando el cambio climático se anuncia con una reducción del 22% de nuestros glaciares durante la última década, veamos el tema del agua en Colombia, donde según el Estudio Nacional del Agua -ENA 2018-, tenemos grandes desafíos ya que por conocimiento insuficiente el 71% de los acuíferos no pueden aprovecharse, 391 cabeceras incluidas 9 capitales del país y 11 municipios de Caldas presentan alta susceptibilidad al desabastecimiento en temporadas secas de El Niño, el 70% de ellas en la cuenca Magdalena-Cauca y el 22% en la región Caribe.

Al valorar la oferta hídrica superficial del país en un año medio según dicho estudio, mientras el 77,4% del volumen se concentra en las regiones Pacífico, de la Amazonia Pacifico y de la Orinoquia que son las más despobladas, el 13,5% le corresponde a la región Magdalena-Cauca y el 9,1% a la del Caribe que concentran el 80% de la población del país. Y en cuanto a la demanda de agua, donde el 15 % proviene de las aguas subterráneas, el sector agrícola representa el 33% del total y el hidroenergético el 12,8%.

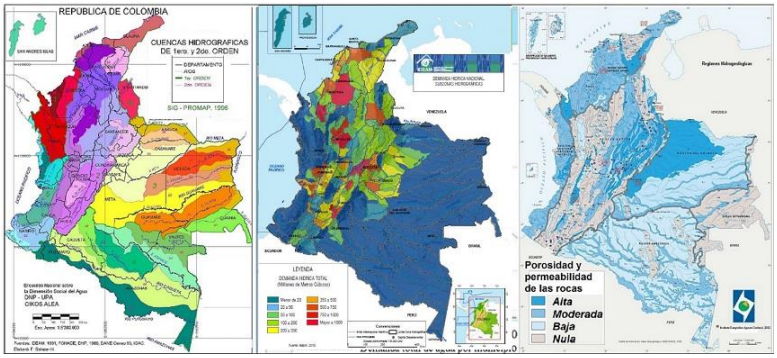
Y en cuanto a la contaminación, la carga orgánica biodegradable (DBO5) vertida a los sistemas hídricos que en 2012 se estimó en 2.102 t/día, en su mayoría provino del sector doméstico (69%) seguido del industrial (28%), el 80% fue aportada por 55 municipios; y de la carga total vertida de demanda química de oxígeno (DQO) estimada en 4.654 t/día de sustancias provenientes en su mayoría del sector doméstico (61%) e industrial (37%), el 85% se generó en 53 municipios. Finalmente, en cuanto a sedimentos los departamentos con mayor potencial a la erosión hídrica, son: Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Caldas, Risaralda, Quindío, Chocó, Tolima, Cauca y Nariño. Cada año en Colombia son transportados en promedio cerca de 300 millones de toneladas, siendo el río Magdalena el mayor aportante; esto dado que, de la superficie continental del país, el 40% presenta algún grado de erosión, el 3% erosión muy severa a severa, el 17% erosión moderada y el 20% erosión ligera, según el IDEAM.

* Ref.: La Patria- Manizales, 2019.03.25] Imagen: Clima, riesgo, precipitación y coberturas en Colombia.

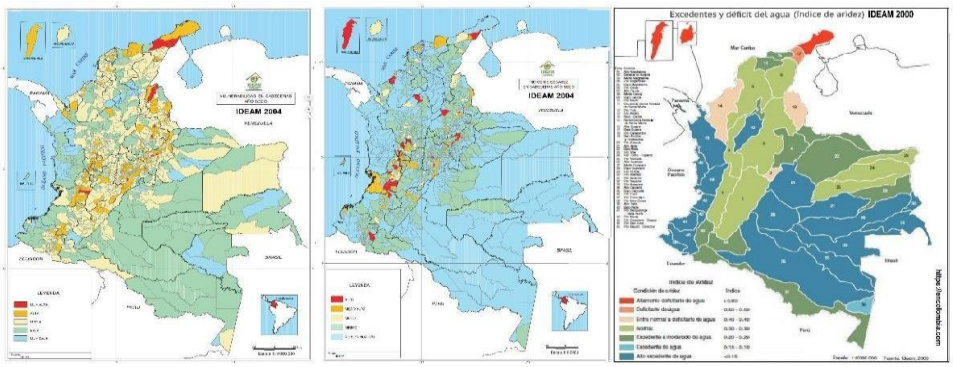
Mapas de complemento



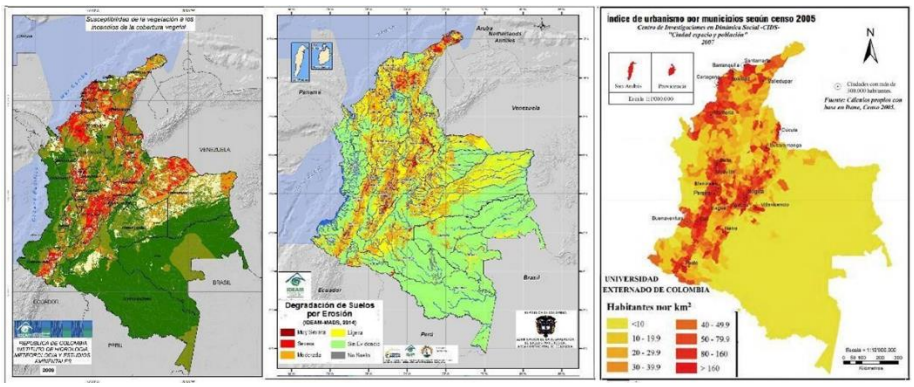
Colombia: Mapas de Bosque, de zonas con deforestación en 2015 (Ideam), y de Parques Naturales Nacionales (Wikipedia).



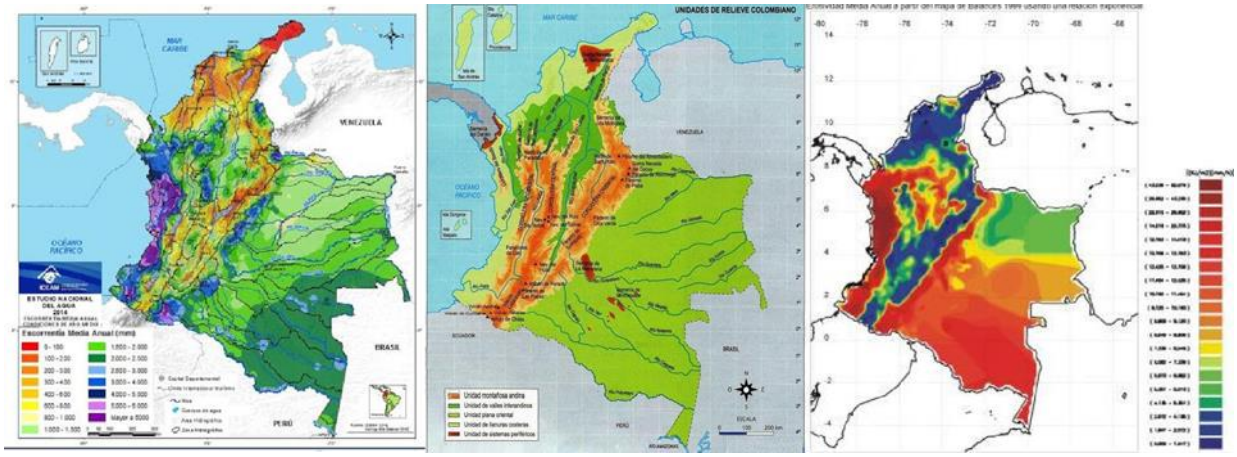
Colombia: Cuencas hidrográficas (Ideam-Igag), Demanda hídrica (Ideam) y Permeabilidad (Ideam).



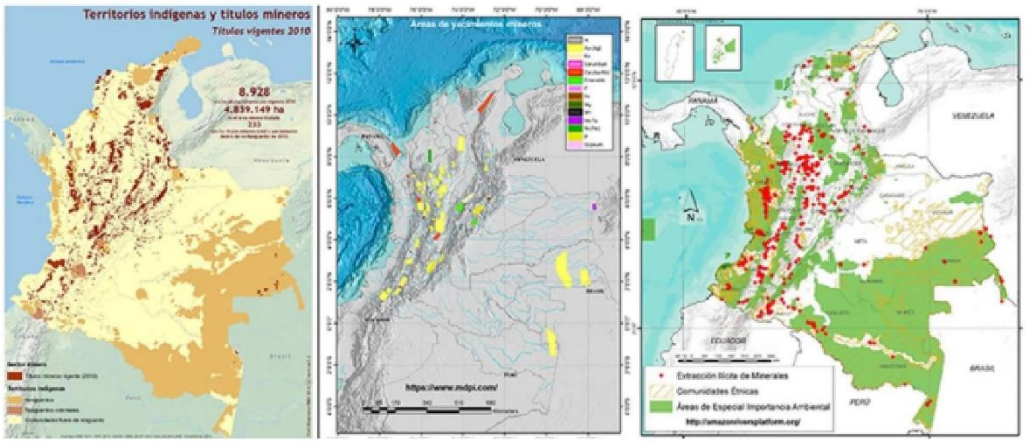
Colombia: Vulnerabilidad hídrica y Índice de escasez por cabeceras (Ideam 2004), e Indice de aridez (Ideam).



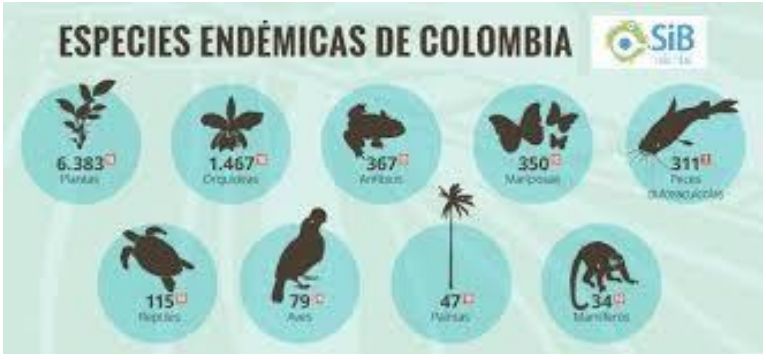
Colombia: Susceptibilidad a deslizamientos, Malaria y Formaciones vegetales, J C Alarcón-UN Periódico.



Colombia, Susceptibilidad a la erosión y Zonas degradadas IDEAM, y Densidad urbana (U del Rosario)



Colombia- Territorios indígenas V.S. Títulos mineros; Yacimientos mineros; V.S. Áreas de interés ambiental.



***

ÁREA METROPOLITANA DE MANIZALES

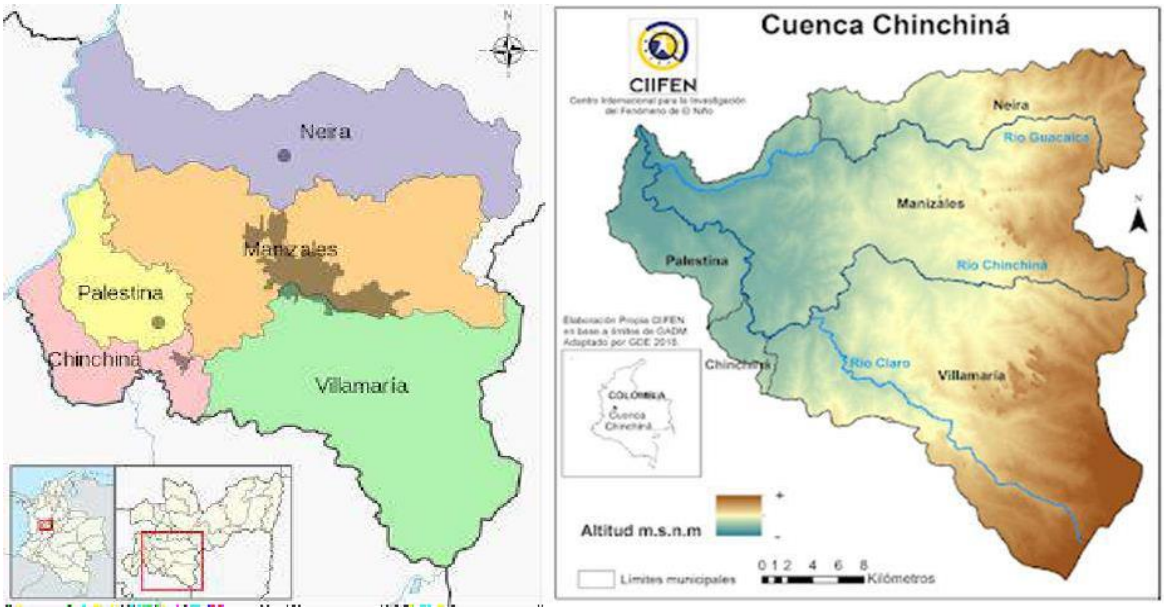


Imagen Izq.: Área Metropolitana del Centro Sur de Caldas, en https://es.wikipedia.org/ Der.: *Imagen 1: Mapa altitudinal de la Cuenca del Río Chinchiná. Fuente: CIIFEN*

Introito

Para el departamento de Caldas, estos son los elementos fundamentales de una visión de los municipios, clave para construir sinergias mediante su integración en la subregión Centro-Sur, con la fuerza de ley de un Área Metropolitana:

Chinchiná, ofrece ventajas logísticas como polo de desarrollo industrial por ser la bisagra de la ciudad región del Eje Cafetero; Neira, un Municipio verde e incluyente siendo la puerta del PCC para el Norte de Caldas y una potencial conexión con el corredor férreo del río Cauca, sobresale como despensa agrícola; Palestina además de su equipamiento recreacional en Santágueda, tiene ventajas para una Plataforma Logística en el modo aéreo con Aerocafé; Villamaría con el PNN de los Nevados además de polo turístico gracias al termalismo y al paisaje andino como complemento, aporta servicios ambientales estratégicos como regulación hídrica y climática; y Manizales como capital, además de su fuerza económica, en servicios bancarios, culturales, de salud, educación superior e industria, y con posibilidades regionalmente compartidas para una plataforma logística en el Km 41, aporta al emprendimiento y la innovación del conglomerado.

Con lo anterior, el departamento de Caldas, además de resolver la fragmentación social y espacial del territorio en el entorno de su capital, mediante una figura de integración estable en el tiempo y jurídicamente capaz, puede avanzar hacia la creación de una Ciudad Región en una zona conurbada de hecho, para encontrar sinergias territoriales en función de proyectos de conectividad, movilidad, sostenibilidad, producción y otros, que permitan no solo capitalizar el potencial natural y cultural de los municipios y de la Ecorregión Cafetera, sino también implementar un desarrollo equilibrado en el que se redistribuyan los beneficios y las oportunidades con los municipios de la periferia, con criterios de equidad.

Un territorio conurbado

Sobre la gran cuenca del río Chinchiná, donde se concentra cerca del 68% del PIB y el 60% de la población de Caldas, cinco municipios: Manizales, Neira, Chinchiná, Villamaría y Palestina, que hacen parte de una conurbación de facto y que comparten la cuenca del Río Chinchiná, evalúan la conveniencia de constituir el Área Metropolitana del Centro-Sur de Caldas. Este territorio, entendido como una construcción social e

histórica, podría hacer uso de dicha herramienta creada por la Ley Colombiana, como instrumento de descentralización y de desarrollo armónico concertado.

En otras regiones conurbadas del país, se ha demostrado que las Áreas Metropolitanas son articulaciones más eficientes en su desempeño que otras figuras como las Asociaciones de Municipios, por tener mayor estabilidad y mejores herramientas para emprender acciones estructurales que incrementen el PIB y eleven la calidad de vida de sus pobladores, con criterios de equidad e inclusión territorial.

Como referente, China le está apostando a una revolución urbana, que apunta a construir un sistema de ciudades con 120 millones de habitantes que, ubicadas en el nordeste del país asiático, en lugar de competir entre ellas, al sumar fortalezas y complementar sus economías se constituirán en la quinta economía urbana del mundo.

Lo anterior sumado a los beneficios de la tercera revolución industrial, explica el crecimiento de China a tasas de hasta el 6 y 8 % anual en el PIB de la última y primera década del siglo XX, cuantías superiores a las de Europa y Estados Unidos, donde la apuesta como estrategia de posguerra desde mediados del siglo pasado, ha sido por la revolución de la vivienda para estimular la demanda agregada, en lugar de la moderna revolución urbana.

La construcción del paisaje

Los habitantes de la "Tierra del café", poseemos una cultura donde inciden determinantes de la caucanidad y la antioqueñidad, relacionados con los modos de producción de la minería en la Colonia y con los de la actividad agraria que florece en el Siglo XIX, en ambos escenarios. Primero, en la minería aurífera durante la Colonia, los modos de producción fueron diferentes: en la Provincia del Cauca se soportaba en la esclavitud, mientras en la de Antioquia dependía del trabajo del minero independiente. Segundo, ya en el Siglo XIX mientras el modelo agrario caucano era el latifundio soportado en un régimen de servidumbre, al Sur de Antioquia el modelo de producción cafetera que surge a partir de la colonización, es el del trabajo asalariado y del minifundio propiedad del colono, de corte capitalista.

No obstante, el cafetero también se enriquece del aporte librepensador del caucano de clase media que no posee minas ni tierras, fruto de una apertura cultural que lo orienta al comercio: el payanes que al explotar el oro de Barbacoas recibía información de la Capitanía de Panamá, también se informaba del Virreinato del Perú por depender de Quito, y de lo que pasaba en la Nueva Granada con quien finalmente comerciaba.

Pero tras décadas de verdaderas proezas cafeteras, abandonamos un modo de producción que engrandeció a Colombia entre 1900 y 1970, ya que por apostarle a la Revolución Verde con el monocultivo del café desde entonces se renuncia a la caficultura orgánica, y también, los campesino s con sólo dos años de escolaridad, al no poder asimilar el modelo financiero y tecnológico de la caficultura moderna, vendieron su tierra para emigrar a la ciudad generando una inversión demográfica, en la que el país rural se urbaniza.

En suma: históricamente, este territorio biodiverso, pluriétnico, mediterráneo y multicultural ubicado en el trópico andino, entre vertientes cordilleranas del centro de Colombia, desde la fundación de Manizales hasta cerrar el siglo XX, en una perspectiva económica ha experimentado cambios estructurales, así: un período de supervivencia que parte de 1948 con la fundación de Manizales, otro de crecimiento económico en el que se crea el departamento al concluir la guerra de los 1000 días (1903), uno más de verdadero desarrollo con sabor a café cuando de funda la FN de Cafeteros (1927), otro entre 1970 y el final del siglo de profunda crisis; y por último el actual período después de abandonar la sociedad industrial de ayer.

Previniendo conflictos

Ahora, de conformidad con la moderna teoría urbana, en el Eje Cafetero los núcleos urbanos vecinos de segundo orden que son sus capitales, por tratarse de ciudades intermedias, en lugar de competir entre sí,

deberán conformar un sistema conurbano para prevenir conflictos y potenciar desarrollos, complementando sus economías; o de lo contrario palidecerían en medio de las interacciones metropolitanas que se avecinan desde Cali y Medellín, como consecuencia del moderno sistema de conectividad vial que estaría aproximando las áreas conurbadas poniéndolas a menos de tres horas.

Entre los beneficios que pueden obtenerse al integrar las áreas Metropolitanas en el Eje Cafetero, están el fortalecimiento de la gestión de recursos y de una planeación con más capacidad de resolver problemas ambientales y regionales a nivel de la Ecorregión Cafetera; el crecimiento económico asociado a economías de escala y a un mercado ampliado, la reducción de los costos de producción y la prestación eficiente de servicios a mayor escala; las mayores oportunidades laborales y de educación extendidas a las poblaciones conurbadas; el fortalecimiento del turismo al fortalecer la relación Ciudad Territorio como estrategia para desarrollar nodos compartidos, y la consolidación de un sistema integrado de transporte público metropolitano.

Todo esto, conduce a la construcción de un paisaje resiliente, incluyente y sostenible en la Ecorregión Cafetera, entendiendo el territorio como una construcción social e histórica.

La fuerza legal del Área Metropolitana

Los alcances de las Áreas Metropolitanas que se inspiraron en la Ley 388 de 1997, no solo se fortalecen en materia de planeación con la LOOT de 2011 al incorporase el concepto de tiempo y la gestión del riesgo, sino que pasan a un plano de mayor nivel de desarrollo con la Ley 1625 de 2013 de las Áreas Metropolitanas (AM), concebida para impulsar la descentralización y propiciar una revolución territorial anticipada en Colombia, al brindar mayor capacidad política y administrativa a las regiones en los territorios conurbados, manteniendo los fundamentos de la autonomía municipal entre los asociados.

La Ley, al definir los "hechos metropolitanos" y cambiar el concepto de municipio núcleo o metrópoli, y al ajustar la definición de AM a criterios más amplios que el de una conurbación o asociación de municipios, respeta la autonomía y genera equilibrio en la forma de construir y distribuir el poder y las oportunidades en el territorio, gracias a que en las decisiones pesan igual los votos de cada municipio asociado, grande o pequeño, así se trate o no de la capital.

Las AM podrán integrarse tanto por municipios de un mismo departamento, como por municipios pertenecientes a varios departamentos, con el propósito de crear mejores condiciones y propiciar alianzas estratégicas en materia de urbanismo y desarrollo socioeconómico y cultural. A diferencia de una asociación de municipios, el AM se constituye en una herramienta más poderosa para abordar temas estructurales y de largo plazo, favoreciendo un desarrollo armónico de forma concertada, descentralizada y equitativa. Entre las tareas que se podría acometer, además de reclamar la declaratoria del PCC como sujeto de derechos bioculturales para restablecer la economía campesina de base artesanal y del ecosistema cafetero hoy deforestado y fragmentado, estará la adaptación al cambio climático.

La gobernanza como imperativo

En las zonas conurbadas, conforme las fronteras de los entes municipales se van volviendo porosas, en la medida en que los núcleos urbanos interactúan se debe avanzar en un ordenamiento del territorio ajustado a los nuevos enfoques de la planificación moderna, que propenden por la construcción de sinergias económicas y ambientales soportadas en las dinámicas y fortalezas culturales y socio-ambientales del territorio.

Para comprender los conflictos socioambientales y orientar la gestión del hábitat en Caldas y en toda la Ecorregión Cafetera, resulta fundamental partir del derecho biocultural que ampara tanto a las comunidades como a los ecosistemas del territorio, a la luz de las trascendentales decisiones que ha tomado la Corte Constitucional de Colombia sobre la materia: esto permitirá avanzar en proyectos de C y T imbricados con la Cultura para cerrar la brecha de productividad e ingresos entre Manizales, o si se quiere entre las capitales cafeteras, y los escenarios rurales del territorio en cada caso.

Para una gestión eficiente desde el Estado y una administración pública eficaz que se traduzca en procesos de desarrollo, para una ciudad con las particularidades asociadas a la dimensión regional de las capitales cafeteras, caso Manizales, Pereira y Armenia, se demandan estrategias que consideren entre otros factores, la conurbación de un territorio cuyas fronteras se van desvaneciendo, al igual que los límites del poder del gobernante relacionados con la porosidad del territorio, las apuestas de la naciente cultura urbana y la presencia de una sociedad civil cada vez más desarrollada y apropiada de su territorio.

Ordenando el territorio

Para la crisis que enfrenta la Ecorregión Cafetera, con problemáticas de empleo, pérdida de participación en el PIB, pobreza rural, degradación ambiental por deforestación y contaminación hídrica, expansión conflictiva del suelo, y fragmentación social y espacial, se propone integrar el territorio para generar riqueza y más oportunidades, expandiendo los beneficios a las áreas rurales, donde subyace el potencial natural y cultural del territorio.

No obstante, habrá que resolver sus conflictos socioambientales y construir un paisaje resiliente. En la Ecorregión Cafetera, al 2002, mientras la superficie apta para potreros era del 4 % del territorio, las coberturas en dicho uso alcanzaron el 49 %; y mientras el potencial forestal era del 54 %, las áreas en bosque bajaron al 19 % según Alma Mater.

En Caldas según el IDEAM, para el fin de siglo la temperatura podrá aumentar en 2,4°C en promedio, y los principales aumentos dentro del territorio se podrán presentar en la región magdalenense, en donde la temperatura podría aumentar hasta en 2,5°C sobre la temperatura actual de referencia. Y aunque no presentará disminuciones de precipitación para los periodos iniciales, el departamento tendrá aumentos de precipitación entre un 20% en 2040 y un 28% hacia finales de siglo. Además, según el IDEAM para 2100 en las subregiones Centro Sur, Bajo Occidente y Alto Occidente, la precipitación podrá aumentar un 30% e incluso hasta un 40% en el margen cordillerano entre Villamaría y Salamina.

Dado que se trata de un instrumento que busca facilitarle también la vida a la gente y armonizar su crecimiento económico y urbano, dicha iniciativa de origen gubernamental, con componentes de ordenamiento físico territorial, económico, social, urbanístico y ambiental, el proyecto de creación de la correspondiente AM según La Ley Orgánica 1993 de 2019, debe someterse a consulta popular y contar para su aprobación con el cinco por ciento de la población registrada en el respectivo censo electoral de cada municipio interviniente.

En el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano, definido y creado para el ordenamiento físico territorial con perspectiva de largo plazo, las Áreas Metropolitanas podrán crear y/o participar de la conformación de bancos inmobiliarios para la gestión del suelo en los municipios de su jurisdicción, definir atribuciones más eficientes y armónicas para la gestión municipal en temas de seguridad, servicios públicos, transporte integrado, integración del uso del suelo y gestión del riesgo, y acometer la actualización del catastro y el cobro justo de la plusvalía urbana, para financiar un desarrollo más equitativo e incluyente, en el que se descentralice la inversión en infraestructura social y productiva.

Entre las problemáticas ambientales fundamentales y de extremada urgencia a resolver, y que demandan acciones a nivel de cuenca y de región, está la adaptación al cambio climático por las consideraciones anteriores (vulnerabilidad del territorio ya deforestado y urgido de cambios en la aptitud del suelo cafetero, dado el nivel de la amenaza).

¿Y Chinchiná qué?

Como si fuera una propuesta segregacionista, con indignación se ha recibido en Caldas la noticia de que Chinchiná, uno de sus municipios más importantes, está evaluando la posibilidad de unirse al Área Metropolitana del Centro Occidente (AMCO) que agrupa a Pereira, Dosquebradas y La Virginia en el vecino Departamento de Risaralda.

Aunque no se trata de que el municipio cambie de jurisdicción territorial, contrariamente esa alianza sí tendría importantes consecuencias prácticas favorables para el municipio y para la conurbación entre las capitales cafeteras, al crear una dinámica regional de integración que favorece la conformación de la ciudad región Pereira – Manizales, y no una separación con consecuencias sociales e históricas que acentúen la ruptura del territorio como constructo cultural.

No obstante, para Chinchiná municipio donde confluyen los cultivos, el procesamiento del café, los centros de formación, y la investigación científica del "grano de oro", y que también proyecta su futuro con una visión moderna al haberle apostado de la mano de Findeter al Café y a la Agroindustria, para acometer tareas en pro del desarrollo municipal al 2037, la mejor apuesta consiste en pasar de municipio frontera a puente integrador como estrategia que le permite sacar ventajas fundamentales compartidas con Palestina, en medio de la conurbación que se desarrolla en el occidente colombiano sobre el Eje Cali-Medellín, sobre todo cuando el corredor férreo y el Aeropuerto del Café y la Ciudad Región extiendan sus beneficios.

SINERGIAS



Imagen 3: Izq. Portal de la página Área Metropolitana Centro Sur de Caldas. Der: Logo del Área Metropolitana Centro-Sur de Caldas. La Patria

Neira y Villamaría

La brecha de productividad entre la ciudad y campo, que explica ingresos urbanos medios varias veces más altos en las capitales que en los medios rurales de Colombia, y que se asocia a la falta de políticas de C&T imbricadas con la Cultura como catalizadora del desarrollo, también se expresa entre las capitales cafeteras y los demás municipios de la ecorregión cafetera.

Pero el Eje Cafetero no es tan homogéneo, ni siquiera el Quindío el más homogéneo de sus departamentos. Por ejemplo: mientras el alto occidente, con Marmato y Riosucio es una tierra de resguardos y negritudes, y una subregión panelera y minera, el Magdalena centro es una tierra de ranchos de hamacas, chinchorros y subiendas; y mientras la región Cafetera que empieza en Neira y llega hasta el norte del Valle, es la de las Chivas, el bahareque de guadua, los yarumos y la música de carrilera; la región de la alta cordillera con San Félix y Murillo, tiene sus propios íconos en el cóndor, el pasillo, la ruana de Marulanda, el bahareque de tabla parada y la palma de cera.

Además, al comparar los aparatos productivos de Neira y Villamaría con los de Manizales, habrá que anotar que lo industrial y lo artesanal, no son lo mismo. Si en lo artesanal y en lo rural, los productos deben ser bienes culturales con identidad cultural específica, que podría sacar réditos certificando su denominación de origen; en lo industrial y agroindustrial, donde se habla de producción en serie, la complejidad de los bienes es la clave que los hace competitivos.

Ahora, sabiendo que los aportes para desarrollar el territorio integrado provendrán principalmente de Manizales, habrá que añadir que, si bien los recursos económicos iniciales para el Área Metropolitana serán precarios, más adelante los dos mecanismos señalados: Catastro rural y Plusvalía urbana, permitirán acometer proyectos conjuntos de gran envergadura e impacto socioambiental.

Nodo turístico Chinchiná – Palestina

Mientras el cultivo del café participa con el 0,8% del PIB en Colombia, el Turismo que a nivel mundial contribuye con el 10% del PIB, genera el 8,5% del empleo. De ahí la importancia del Nodo turístico Cafetero Chinchiná–Palestina, como elemento de un clúster del PCC en Caldas, conformado por: 1-Buencafé Liofilizado de Colombia, el Centro de Investigaciones del Café (CENICAFE), y la Cooperativa de Caficultores. 2- El Hotel Campestre Curazao, el Ecohotel Centro de Convenciones, la Hostería del Café y la Granja Pinares. 3- La ruta del tren recuperando la ferrovía, las estaciones y los túneles del Ferrocarril Cafetero para un sistema de transporte integrado. 4- El Aeropuerto del Café equipado para aviones con alcance transoceánico con su plataforma logística. 5- Las grandes haciendas con sistemas agroforestales y las pequeñas fincas cafeteras con prácticas artesanales. 6-La Declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero hecha por la UNESCO (2011), como motor de un turismo de naturaleza y contenido cultural.

Una estrategia para hacer del Paisaje Cultural Cafetero un factor de desarrollo, es la implementación del "bioturismo", concepto que incorpora cultura y medio ecosistémico, apalancado con un programa de vías lentas que cruce poblados lentos, lo que supone, además de emprender el ordenamiento de las cuencas y microcuencas cafetaleras, recuperar la agricultura autártica de tipo artesanal, el bahareque cafetero, el sombrío y los símbolos y valores que soportan la declaratoria de la UNESCO. Es evidente, que un aeropuerto con alcance transoceánico, resulta fundamental para hacer del PCC el motor del turismo en el Eje Cafetero.

Una visión anticipada

Entrado el siglo XXI, con la expedición del acuerdo 508 de 2001 adoptando el POT que ahora se reformula, espacialmente Manizales cuenta con un modelo de ocupación del suelo que reconoce la conurbación del territorio proximal, al considerar la Subregión Centro-Sur cuando dice que la ciudad "crecerá ligada al desarrollo territorial con los municipios vecinos, buscando consolidar la Subregión y el municipio-región concertando, promoviendo y ejecutando en común proyectos estratégicos de amplio impacto, con miras a que se fortalezcan las relaciones físicas, económicas y sociales entre lo territorial y la región…"

Durante la última década la economía de la región cafetera, al estar relativamente desconectada de los medios troncales del transporte que la vincula a los grandes mercados, y persistir en un modelo económico premoderno, ha venido decayendo: basta ver entre 2004-2014 las tasas de desempleo regional, y el PIB en Caldas que sólo crece 2,6% en promedio, mientras la media nacional anual para dicha década llega al 4,8%.

Hoy, la participación en el PIB nacional es del 1,6% en Caldas y en Risaralda, y del 0,8% en Quindío, tres cuantías que apenas suman el 4% en el Eje Cafetero, contra una participación del 13% para Antioquia y del 9% para el Valle de Cauca. Pero nuestra participación podría incrementarse con opciones como el turismo, gracias a las posibilidades del PNN de los nevados, el termalismo, el avistamiento de aves y el Paisaje Cultural Cafetero, además de las opciones relacionadas con la economía naranja en el marco de la cuarta revolución industrial, y la logística del transporte por las invaluables posibilidades y ubicación geoestratégica del territorio.

Respecto a lo último, con la intermodalidad en La Dorada gracias a la hidrovía, si se aprovecha el potencial minero energético del territorio, duplicaría el PIB de Caldas: 1.2% con el Puerto y 0.4% con plantas de Commodities como las propuestas en el Plan Minero de Caldas 2010-2016.

La ciudad región y la RAP del Eje Cafetero

La construcción de un paisaje resiliente, incluyente y sostenible en la Ecorregión Cafetera, pasa por una revolución urbana prospectiva en el marco de la teoría urbana moderna, consolidando para el efecto no sólo las Áreas Metropolitanas sino también la Ciudad Región del Eje Cafetero, para lo cual habrá que desarrollar la conectividad y movilidad como una estrategia de integración para el desarrollo económico y territorial, y para la estructuración de un sistema de ciudades sobre el eje Cali-Medellín conurbado, sin precedentes en el Pacifico Latinoamericano.



Imagen 4: RAP del Eje Cafetero y Ciudad Región del Eje Cafetero. *Blog de GODUES*

De conformidad con los nuevos enfoques urbano-territoriales, mientras la urgencia de Bogotá debe ser resolver problemas de escala como la movilidad y volverse internacionalmente competitiva, o la de los pequeños poblados desarrollar una competencia fundamental de cara a la gran urbe de su vecindad, las ciudades intermedias -grandes como Medellín o Cali, o pequeñas como las capitales cafeteras-, deben complementar sus economías conformando un sistema urbano entre urbes de similar tamaño para no palidecer al sufrir fenómenos de vaciado, en lugar de competir.

Si en los últimos 25 años la población de las capitales ha crecido así: 41% en Manizales, 96% en Pereira y 60% en Armenia, lo que muestra la asimetría en los niveles de conectividad y ubicación de los núcleos urbanos, hoy las tres ciudades que enfrentan problemáticas como la del desempleo, por su natural vocación por fortuna no han puesto a competir sus economías, al orientarse la de Manizales hacia el sector industrial y la educación, la de Pereira hacia el comercio y la de Armenia al turismo.

¿Y la RAP del Eje Cafetero?

Entre los desafíos que deberán enfrentar nuestros planificadores, está el de estructurar un nuevo ordenamiento territorial, que obliga a pensar el territorio al mediano y largo plazo, pasando del enfoque municipalista al de regiones y asociaciones de municipios y sistemas de ciudades.

El Eje Cafetero podría convertir las ventajas comparativas territoriales en factores de competitividad, conformando dicha Ciudad Región propuesta en los ítems anteriores, soportada en un mercado de 1,8 millones de habitantes. Esto, integrando el Área Metropolitana del Centro Occidente ya legalmente constituida, si se vincula a Santa Rosa de Cabal para tener 760 mil habitantes en Risaralda; si también Armenia consolida jurídicamente una conurbación de 490 mil habitantes para el mismo efecto, y si la Subregión Centro-Sur caldense con 550 mil habitantes hace lo propio.

Dicha integración tejida mediante un sistema integrado de transporte, además de conformar un gran mercado sería una herramienta fundamental para jalonar desde la Región Administrativa de Planificación RAP, recién creada, proyectos estratégicos, relacionados con servicios públicos, seguridad, medio ambiente y conectividad regional; como por ejemplo el Aeropuerto del Café con alcance transoceánico como motor del turismo, y las plataformas logísticas del Magdalena Centro y del Corredor férreo del Cauca para salir a los mares, además de Aerocafé para impulsar no solo el turismo internacional sino también las producción de bienes y servicios relacionados con las TIC, con la Biotecnología y con la economía naranja.

Aeropuerto del Café

Según la Asociación Colombiana de Aviadores Civiles, un Jumbo que levanta 75 mil libras del aeropuerto de Rionegro y 83 mil libras de El Dorado, podría levantar 112 mil libras desde Palestina-Caldas, donde Aerocafé por su ubicación de privilegio al estar ubicado en el centro del Triángulo de Oro de Colombia y partir en dos las distancias entre New York y Santiago, y entre Río de Janeiro y Los Ángeles, puede convertirse en el nodo de convergencias aéreas para movimiento de carga de la Región Andina, operando en red con los aeropuerto de la región

(Caracas, Panamá, Quito y Colombia), y como Aeropuerto transoceánico para carga pesada y Aeropuerto Low Cost complementando a El Dorado, para integrar las Américas y a Europa con Asia y Oceanía. Algo similar hace Ankara (Turquía) que moviliza el doble de pasajeros de El Dorado sirviendo de bisagra entre Europa y Asia.

El Top 3 de pasajeros en 2015 para los aeropuertos de América Latina, es: El de Ciudad de México: 41.710.254; El de São Paulo-Guarulhos: 39.213.865; y El Dorado: 31.956.551. El TOP en la región, es: 1 El Dorado, Bogotá; 2 El J. Chávez, Lima; 3 El M. Sucre, Quito; 4 El Olmedo, Guayaquil; y 5 El Tocumen, Panamá. ¿Podría Palestina servir de bisagra, tal cual lo hacen los aeropuertos de la región de Turquía que al integrar a Europa y Asia movilizan 200 millones de pasajeros?

De ser así, una plataforma logística en Chinchiná Palestina para el modo aéreo tendría la mayor proyección en Colombia, complementando a El Dorado, Río Negro e incluso a Matecaña cuyo alcance por estar está limitado a México, Miami y Perú, no posibilita el PCC como opción turística. Como referente, si la Plataforma logística de la Dorada con el Puerto Multimodal aportaría 100 mil empleos y el 1,2% al PIB de Colombia, ¿qué ocurriría con la de Aerocafé sirviendo de bisagra aérea entre las dos Américas y Europa?

Epílogo

- Integrar a Neira, Villamaría, Chinchiná, Palestina y Manizales mediante una entidad administrativa que promueva la descentralización y genere economías de escala, es forjar un instrumento idóneo para un desarrollo integral en la región Centro-Sur de Caldas, no sólo de mayores proyecciones ambientales, económicas y sociales, sino también territorialmente más coherente, incluyente y equilibrado.

Con la integración, mediante estrategias de gobernabilidad y gobernanza para la participación ciudadana, entonces: la gestión del agua y la biodiversidad, el manejo de cuencas, la reconversión productiva, la adaptación al cambio climático, la provisión de servicios públicos compartidos, el mejoramiento de la seguridad y la movilidad, se traducirán en mayor equidad y en múltiples oportunidades de inclusión social, lo que se incidirá en la mejor calidad de vida como objetivo fundamental de un desarrollo sostenible.

Consolidar las Áreas Metropolitanas de Pereira, Armenia, Manizales, es el paso previo para la conformación de la Ciudad Región del Eje Cafetero como sistema urbano. Esto no sólo favorecerá la integración del Occidente Colombiano al propiciar la consolidación de un mega sistema conurbado en el occidente colombiano, entre Cali y Medellín con el Eje Cafetero como estructura integradora, sino que también permitirá resolver la brecha del PIB regional en dicho territorio favoreciendo los escenarios periféricos.

A nivel mundial, las áreas metropolitanas como espacios de aglomeración que concentran el 41% de la población urbana, son motores económicos que contribuyen con cerca del 60% del PIB global. Es el caso de las mega conurbaciones como Shanghái-Nanjing-Hangzhou, la aglomeración Delhi-Lahore, la de Corea con Seoul-Busan, El Gran Tokio, Boston-Washington, Gottman en los Grandes Lagos, el Eje Chicago-Pittsburg, el conglomerado Londres-Leeds- Manchester, el Eje Roma-Turín-Milán, el Eje Ámsterdam- Rotterdam, y el Gran México.

Si se consolidan no solo las Áreas Metropolitanas sino también la Ciudad Región del Eje Cafetero, el resultado será una revolución urbana prospectiva en el marco de la teoría urbana moderna, que también Colombia podrá fortalecer en su Beneficio y en el de América Latina.

Una vez consolidada la Región Administrativa de Planificación (RAP) del Eje Cafetero, el gran desafío es implementar las áreas metropolitanas para avanzar a una revolución urbana, tejiendo territorios para aprovechar las fortalezas de un territorio ya conurbado. Esto, desarrollando la conectividad y movilidad como una estrategia de integración para el desarrollo económico y territorial, y para la estructuración sobre el eje Cali-Medellín de un sistema de ciudades conurbado sin precedentes en el Pacifico Latinoamericano, lo que obligará a complementar economías en lugar de competir.

Entre los desafíos que deberá enfrentar la planificación, además de resolver la fragmentación socio-espacial que propicia los guetos urbanos, para hacer del sistema de ciudades el nuevo motor del desarrollo económico, tenemos: 1- el de estructurar un nuevo ordenamiento territorial considerando las interacciones metropolitanas del territorio en el mediano y largo plazo; y 2- el de fortalecer la movilidad y la conectividad para desarrollar un mercado integrado de mayor capacidad.

Finalmente entre la ventajas del Área Metropolitana, tenemos: mayor capacidad para la gestión de recursos nacionales y de inversiones extranjera; mayores posibilidades de resolver problemas ambientales y de gestión de recursos financieros por la vía del catastro y la plusvalía urbana; gestión concertada de programas y proyectos de movilidad y conectividad regional; fortalecimiento del turismo por la vía de la asociatividad intermunicipal; coordinación de esfuerzos para el desarrollo de programas sociales y crecimiento económico; mayor eficiencia en costos de producción y mercadeo de bienes y servicios; y más oportunidades laborales y de formación, y de acceso a servicios especializados, por la consolidación de un sistema de transporte público metropolitano.

Documento del Museo Interactivo Samoga: Presentación para dos conversatorios programados por la Cámara de Comercio de Chinchiná y el Consejo de Planeación Territorial de Chinchiná, en 2019.



**

AGUA Y CLIMA EN COLOMBIA



Presentación

Ponencia para el Conversatorio “Agua como bien público”, de junio 9 de 2017 en el Teatro Fundadores, en evento con Gustavo Wilches Chaux programado por la Fundación “Unidos por el cambio”, durante la Semana Ambiental de Corpocaldas, Aguas Manizales y la Alcaldía de Manizales.

Además de aludir a la importancia del agua y dar una visión del patrimonio hídrico en Colombia y de los desafíos del cambio climático, se alude a la problemática de las áreas de protección ambiental del país y a las consecuencias de la deforestación y la minería sobre los ecosistemas estratégicos asociados al patrimonio hídrico, se presenta la fundamentación para estimar el riesgo frente a las amenazas naturales y señalan las zonas de riesgo en el país.

Finalmente, se extraen algunas lecciones ambientales de interés nacional, se alude a la huella ecológica y a la huella hídrica en Colombia, y se hace un balance del agua no sólo en la economía del país, sino también de la brecha existente en materia de agua potable.

Además de lo anterior, se llama la atención sobre el riesgo del agua en la ecorregión cafetera y sobre la amenaza para La Reserva Forestal Protectora de Río Blanco donde debe prevenirse un ecocidio al urbanizar su anillo de protección desconociendo la función social y ecológica de la propiedad, con lo cual se violan los principios rectores de la Ley 388 de 1997 sobre el Ordenamiento Territorial, y se desconoce el Decreto 2372 de 2010 sobre áreas protegidas.

Somos el planeta en que vivimos

El agua que apenas representa un 0,02% de la masa total del planeta Tierra, cubre el 71% de su superficie contra un 29 % de masa continental. Ella, además de ser un elemento indispensable para el ser humano y de constituir al menos dos terceras partes de nuestro cuerpo, es la fuente de toda la vida en la Tierra.

Los ecosistemas acuáticos continentales y costeros, es decir los ríos, lagos, humedales, y aguas de transición y costeras, son elementos fundamentales de un territorio, puesto que además de servicios ambientales proveen el hábitat en sus ecosistemas.

Mientras el 97% de dicho patrimonio es el agua salada de los mares y océanos, el 3% restante lo constituye el agua dulce contenida en ríos, lagos, lagunas, aguas subterráneas, hielos y glaciares. Además, el agua existe en forma sólida (hielo), líquida (mares y ríos) y gaseosa (vapor de agua); y aunque se observa en océanos, ríos, nubes, lluvia y otras formas de precipitación, también aparece infiltrada en el subsuelo.

Dado que el 69 % del agua dulce se encuentra contenida en los glaciares del planeta, sobre todo en la Antártida y en Groenlandia, si se descongelara elevaría el nivel del mar cubriendo la mayor proporción de las zonas insulares y gran parte de las áreas continentales deprimidas no montañosas, como las llanuras bajas de la Amazonía y Orinoquía, además de los valles del Bajo Cauca y Bajo Magdalena, y las regiones costeras de Colombia.

La naturaleza instrumentalizada

La racionalidad de esta cultura proclive al mercado, se sustenta en la funcionalidad y utilidad inmediata del conocimiento adquirido para lograr el dominio de la naturaleza, a cualquier costo. Colombia, como país que se ha especializado en la economía extractiva explotando recursos minero-energéticos como oro, carbón, petróleo y ferroníquel en un contexto de debilidad estatal, es un escenario de conflictos socioambientales multidimensionales.

Para lograr el progreso material de la sociedad, en nombre de la ciencia hemos procedido a la explotación de la naturaleza definiendo como recursos el agua, el suelo de cultivo y la biodiversidad para buscar un uso productivo de dichos bienes fundamentales, olvidando su naturaleza patrimonial y por lo tanto su necesaria preservación y el derecho al agua tanto de las comunidades culturalmente vinculadas a ella como de los ecosistemas.

Señala Ban Ki-moon, que el planeta está en peligro por el cambio climático y la explotación insostenible de recursos. En el fondo, sabemos que las fuerzas del mercado privilegian el crecimiento económico sobre los temas ambientales y sociales, lo que se revierte en efectos negativos para la ecología del planeta, y por lo tanto en pasivos ambientales que afectan a toda la sociedad y en mayor proporción a los grupos más vulnerables.

La Tierra con sus diversas y abundantes formas de vida, enfrenta una grave crisis de agua que afecta a 6.000 millones de seres humanos, de los 7.530 millones que habitamos el planeta (2017). El uso intensivo que la especie humana ha hecho de los ecosistemas —canalizando, represando, alterando su estructura y funcionamiento, sobreexplotando el agua y la biota, y vertiendo en ellos residuos contaminantes—, ha ido degradándolos hasta poner en riesgo su biocapacidad y resiliencia.

Tal problemática ambiental se asocia, no sólo al mal uso del agua, a la falta de ordenamiento del patrimonio hídrico y a la contaminación por vertimientos, sino también a la deforestación y al cambio climático como factores de desastres hidrogeológicos, relacionados con sequías, incendios forestales, inundaciones, deslizamientos, flujos de lodo y corrimientos de tierra.

Las consecuencias de esta crisis se expresan en la tragedia que viven comunidades pobres asoladas por enfermedades vinculadas con el agua, ubicadas en entornos degradados y en ocasiones habitando zonas de riesgo, sufriendo la pérdida de cosechas y la carestía de alimentos.

Con la incidencia de los fenómenos climáticos extremos ahora exacerbados por el calentamiento global, la posibilidad de tener desplazados es un 60% mayor que hace cuarenta años, ya que según el Consejo Noruego para los Refugiados a causa de los desastres naturales cada segundo una persona está siendo desplazada; en 2014 los desplazados internos del mundo sumaron 19,3 millones, de los cuales 17,5 millones de seres humanos lo fueron a causa de siniestros relacionados con el clima.

Sobre el derecho al agua



Imagen: Entre las áreas del país con procesos de desertificación grave, está la Región Caribe. Imagen: Sequía en La Guajira www.semana.com

En Colombia, una importante porción de la población estimada en 5.1 millones de víctimas del deterioro de la situación humanitaria interna, continúa sufriendo afectaciones a causa del conflicto armado, tal cual lo mostró el ejercicio de Valoración de las Necesidades Humanitarias (HNO) 2019. A esta cifra se suman los afectados por otros eventos cíclicos que agravan el panorama humanitario, ya que dada la ubicación geográfica y condición geológica del país, también se enfrentan fenómenos como lluvias intensas y temporadas de sequía de gran magnitud. Entre 2016 y 2018, la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (UNGRD) ha registrado aproximadamente 1.9 millones de personas afectadas por diferentes eventos de origen natural y antrópicos, incluyendo refugiados y migrantes venezolanos.

Si en 2010 las Naciones Unidas reconocieron "el derecho al agua potable", éste no quedó consagrado en nuestra Constitución Política, así los Artículos 334, 336, y 365 a 370, se ocupen de dicho tema, el que aparece fragmentado en la legislación: por ejemplo en la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos domiciliarios cuando prioriza el agua potable y el saneamiento básico entre las necesidades básicas que deben satisfacerse, o cuando la Ley 60 de 1993 fija las competencias de los municipios y obliga al uso de los recursos de la Nación que trata el Artículo 357 de la Constitución, en inversión para proveer servicios de agua potable y saneamiento básico y otorgar subsidios a sectores sociales vulnerables.

Al tiempo que nuestra Corte Constitucional reitera mediante jurisprudencia que es obligación del Estado garantizar la prestación del servicio de agua potable, también se instalaba el primer esquema de pilas públicas en Maicao como parte de un mejoramiento del servicio de agua y alcantarillado para la Guajira, y se anunciaba una reducción del 9% de la deforestación en la Región Andina de Colombia.

El calentamiento global

Para ilustrar los cambios del clima que se han dado en todas las escalas de tiempo, a lo largo de la historia de la Tierra, tenemos además de las cinco grandes glaciaciones cuyo último evento ocurrió en el Cuaternario, dos situaciones antagónicas y recientes: una, la "pequeña glaciación" asociada a un periodo frío ocurrido entre 1550 y 1850, que coincidió con un ciclo de baja actividad en las manchas solares. Y dos, el actual "calentamiento global" un efecto invernadero de celeridad excepcional y componente antrópica, ocurrido en los últimos 50 años.

Para mostrar el alcance de la actual problemática, dos escenarios: el Ártico, que está en peligro por el calentamiento global: degradar dicho ecosistema, traerá consecuencias insospechadas como elevación del nivel del mar, erosión costera y temporales. Y la Amazonía, donde el cambio climático y la deforestación comprometen este ecosistema que alberga el 30% de la biodiversidad de la Tierra, con consecuencias trágicas para los pueblos indígenas que lo habitan y para la biodiversidad.

Para alcanzar metas deseables en el 2050, la única posibilidad es combinar el uso eficiente de los recursos energéticos con las energías renovables y alternativas, sin comprometer la seguridad alimentaria.

El incremento promedio de la temperatura media podría afectar más al hemisferio norte que al del sur. El calentamiento sobre los continentes es en promedio mayor que sobre los mares; y en Colombia se calentarían menos las zonas de relieve montañoso como la Región Andina (2º a 3ºC), y más las planicies y praderas de las regiones planas, como la Costa norte, la Orinoquía y la Amazonía (3º a 4ºC).

Según el quinto Reporte de Emisiones presentado por el Grupo o Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC (2014), al 2050 se necesita limitar el calentamiento a 2 °C. Para el efecto, habrá que reducir las emisiones de efecto de invernadero entre un 40% y 70% de los niveles de 2010. En razón a lo anterior, entre 2010 y 2050 habría que disminuir a nivel mundial el uso de combustibles fósiles así: el 80% del carbón, la mitad del gas y un tercio del petróleo.

Según el informe del IPCC, incluso si se aplican los objetivos de París, a finales de siglo la temperatura global aumentaría 3 grados Celsius. La Cumbre del Clima (2018) en Katowice, COP 24, fue la penúltima cita crucial en el camino hacia 2020 cuando entre en vigor el Acuerdo que busca evitar un incremento de 1,5 grados Celsius en la temperatura global.

Mientras los científicos alertan sobre la necesidad de implementar cambios "sin precedentes" contra el cambio climático, al tiempo que Bruselas fija para 2050 el fin de las emisiones de efecto invernadero en Europa, únicamente un tercio de los países del mundo va camino de cumplir sus objetivos climáticos.

Y para el caso de Colombia, además de implementar estrategias forestales y modelos agroforestales en un escenario de cambio climático y bajos precios del petróleo y el carbón, la pregunta obligada es ¿cómo sortear las dificultades que se advierten en nuestro horizonte económico?

En la Región Andina de Colombia el clima es bimodal: cada año tenemos dos temporadas secas que parten desde los solsticios (junio 21 y diciembre 22) y dos húmedas a partir de los equinoccios (marzo 21 y septiembre 22). El fenómeno meteorológico del ENSO-conocido como El Niño/La Niña-, se relaciona con las anomalías de temperatura del Océano Pacífico que frenan el desplazamiento natural y regular de la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT. Aunque el desarrollo de El Niño y La Niña es de carácter cíclico y comportamiento errático, a largo plazo y como consecuencia del calentamiento global su fuerza se ha venido incrementando, para generar eventos climáticos extremos como inundaciones o sequías en diferentes regiones del planeta.

En Colombia, en los períodos de El Niño, las temporadas de invierno y verano del año son más secas para la zona andina colombiana, y más frecuentes e intensos los huracanes del Caribe. Durante La Niña, ocurre lo contrario: se dan temporadas más húmedas a lo largo del año, con menos tormentas tropicales y menos huracanes en el Caribe.

Ahora, dada la posición de la ZCIT, dichos impactos, se invierten en Ecuador y Perú, donde se habla de los estragos del “Niño costero” por el ENSO llevando las temporadas húmedas con lluvias exacerbadas por el calentamiento global.

La agenda de Colombia

En el caso de Colombia, ciertas áreas sensibles desde la perspectiva ecológica y culturalmente vitales para algunas comunidades legalmente terminan cediendo paso por la riqueza del subsuelo en beneficio de una empresa minera foránea o ilegal, que termina por implementar un enclave minero y violar los derechos bioculturales del territorio, entendido como sujeto de derechos.



Agua, suelo y biota no son mirados como patrimonios a preservar, sino como recursos para ser explotados, Imagen: Río Dagua, en https://es.slideshare.net/

Nuestra economía ayer soportada en el cultivo del café, ahora se fundamenta en minería extractiva y petróleo crudo, uno y otro, productos primarios de origen natural, escaso grado de transformación y sin valor agregado.

Para el efecto, si bien la Ley ambiental y las políticas ambientales en Colombia se han acoplado más a los desafíos del mercado que a los retos del desarrollo sostenible, también la Corte Constitucional, para proteger las culturas ancestrales y los ecosistemas, ha declarado algunos territorios -caso Atrato y Amazonas- sujetos de derechos bioculturales.

En las áreas de alto valor por su biodiversidad, aunque ya se ha avanzado en la protección enfocada al tipo de compensación a que se obliga una industria extractiva, la actividad continúa gozando de reducidos gravámenes, y por la tanto la amenaza sobre las áreas protegidas persiste a pesar de todo. Con precipitaciones anuales promedio de 1.800 mm y unas 720 mil cuencas hidrográficas, Colombia alcanza una oferta de 7.859 kilómetros cúbicos de agua superficial y subterránea, de los cuales el 25% son las aguas de las escorrentías anuales. El 15% de la demanda nacional está cubierta con aguas subterráneas.

Pero a pesar de tal abundancia cada año deforestamos y contaminamos nuestros cuerpos de agua, lo que significa destruir una corriente de agua por año, devastar la biodiversidad y poner en riesgo severo comunidades ribereñas por el vertimiento de las aguas servidas e industriales contaminadas a nuestros ríos, además de generar el riesgo al exacerbar sobre áreas vulnerables la amenaza por eventos hidrogeológicos extremos como deslizamientos y flujos de lodo afectando vías, cultivos y zonas pobladas.

A este panorama se añade que, como consecuencia del calentamiento global, mientras en los años secos nuestra oferta hídrica ya se ha reducido el 38%, en las épocas invernales de La Niña sufrimos las consecuencias de graves inundaciones que dejan cerca de 2 millones de damnificados por temporada.

Las cuencas hidrogeológicas más utilizadas en el país, son las ubicadas en el Valle del Cauca, Valle Medio y Superior del Magdalena, y Cordillera Oriental; siguen en importancia por su uso, las del Golfo de Urabá, Golfo de Morrosquillo y departamentos de Bolívar, Magdalena, Cesar y la Guajira.

En Colombia, donde el 71% del agua dulce está contenida en acuíferos y el 29% en lagunas y afines, hace falta una política pública para garantizar el carácter de patrimonio y de bien público del agua subterránea.

Además, según el IDEAM, el 39% de la precipitación en Colombia está disponible para fines productivos como agua verde.

Aunque en el país las cuencas hidrogeológicas con posibilidades de aprovechamiento abarcan el 74% del territorio nacional, el agua está mal repartida: según el estudio "Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia" del IDEAM (2005), mientras el 56% de dicho patrimonio corresponde a la Orinoquía, la Amazonía y la Costa Pacífica, donde la población es escaza, y el 31,5% a la región Caribe e Insular, sólo el 12,5% le corresponde a la Región Andina que es la más densamente poblada.

En el Eje Cafetero, para enfrentar la amenaza del cambio climático y la vulnerabilidad hidrogeológica, se debe implementar una política pública relativa a la conservación, uso y manejo del patrimonio hídrico subterráneo, que permita además de planificar el uso y manejo, declarar el agua del subsuelo como bien público, estratégico y de interés general. Esto, a partir de un programa de investigación y desarrollo integral, que contemple los temas del agua, la gestión del riesgo, el uso del suelo, la biodiversidad, la actividad forestal y el sector hidroenergético.

En Colombia, el 22.6% de la oferta corresponde a las áreas hidrográficas Magdalena Cauca y Caribe donde se asienta más del 74% de la población, se produce el 80% del PIB y se demanda el 69% del agua por los sectores económicos y el sector doméstico. Colombia también deberá enfrentar la problemática de los vertimientos urbanos, ya que en cuanto a la contaminación, la carga orgánica biodegradable (DBO5) vertida a los sistemas hídricos que en 2012 se estimó en 2.102 ton/día, en su mayoría provino del sector doméstico (69%) seguido del industrial (28%), el 80% fue aportada por 55 municipios; y de la carga total vertida de demanda química de oxígeno (DQO) estimada en 4.654 ton/día de sustancias provenientes en su mayoría del sector doméstico (61%) e industrial (37%), el 85% se generó en 53 municipios.

Y en cuanto a sedimentos los departamentos con mayor potencial a la erosión hí-drica son: Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Caldas, Risaralda, Quindío, Chocó, Tolima, Cauca y Nariño. Cada año en Colombia son transportados en promedio cerca de 300 millones de toneladas, siendo el río Magdalena con la mitad el mayor aportante; esto dado que, de la superficie continental del país, el 40% presenta algún grado de erosión, el 3% erosión muy severa a severa, el 17% erosión moderada y el 20% erosión ligera, según el IDEAM.

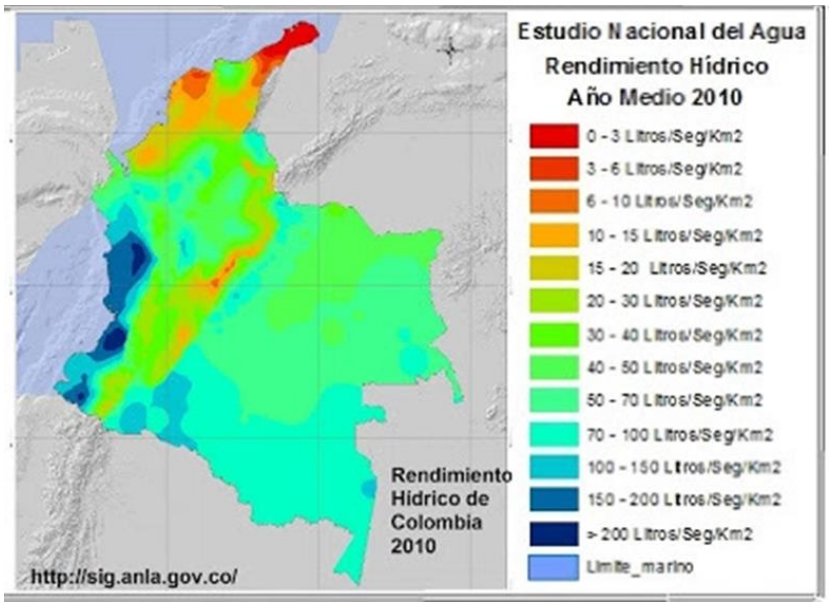


Imagen: El rendimiento hídrico en Colombia, varía de 1 a 200 litros por segundo por kilómetro cuadrado entre la alta Guajira (rojo) y bajo Atrato (azul): ENA Himat. http://sig.anla.gov.co

Gracias a un ciclo hidrológico dinámico y abundante, Colombia es rico en agua: la interacción de la atmósfera en el medio intertropical, el Pacífico y el Caribe, la Amazonía y la Orinoquía, y los Andes más septentrionales

de América con sus tres cordilleras, explica por qué el agua puede convertirse en uno de los principales factores de desarrollo y bienestar social del país.

Aunque los bosques naturales cubren 52% de la superficie de Colombia, el país tiene severos problemas de calidad en la mitad del patrimonio hídrico, dado el vertimiento de 9 mil toneladas de materia orgánica contaminante por año, que llegan a los acuíferos y cuerpos de agua proveniente del sector agropecuario y residencial, a las que se suman otras sustancias como las 150 a 200 toneladas anuales de mercurio proveniente de la actividad minera.

El acaparamiento de tierras responsable del 48 por ciento de la degradación de los bosques tropicales de la Amazonia y el Pacífico en 2018, y la expansión de la frontera agrícola, dinamizan la deforestación. Mientras que por superficie, la cobertura de bosques del país llega a 3.721 millones de hectáreas (ONFA 2018), cada año deforestamos entre 250 mil y300 mil hectáreas, la tercera parte de ellas en la Región Andina de Colombia, que con el 24% de la superficie continental y el 75% de la población del país, según el Estudio Nacional del Agua ENA (IDEAM 2014), solamente posee el 13% de la oferta de agua superficial y subterránea del patrimonio hídrico nacional de agua dulce. Según el Instituto Alexander von Humboldt en 20 millones de hectáreas equivalentes a cerca del 17% de nuestra superficie continental, tenemos 31.702 humedales de los cuales el 48% están en nuestras Orinoquia y Amazonia. Pero cerca del 93% de estos ecosistemas, al estar amenazados por acciones antrópicas y el cambio climático, requiere figuras de conservación. La superficie de 2.554 cuerpos de agua como ciénagas, embalses, lagunas y pantanos, en Colombia, reportados en el ENA (IDEAM 2014), llega a 831.163,7 ha.

Sobresalen por su extensión en Colombia varios reservorios, como marismas y manglares en la costa del Pacífico desde el sur de Tribugá hasta el río Mira, y en especial sobre el delta del Patía donde aparece Tumaco; o ciénagas y madre viejas en corrientes de meandros, como las comprendidas entre el río Meta y el piedemonte de la Cordillera Oriental; o las rondas del río Guaviare y parte del Vichada e Inírida; además de las vaguadas del Putumayo, Caquetá y Vaupés; y el valle del Atrato aguas abajo de Vigía del Fuerte, y en parte del San Juan; o en regiones como el Magdalena Medio y Bajo y el Bajo Cauca, donde a pesar de ecocidios agroindustriales, mineros, etc., sobresalen, además de la Ciénaga Grande de Santa Marta, La Mojana, la Depresión Momposina y el área del Sinú-San Jorge.

Paramos

El país, cuenta con el 50% de los páramos del mundo; y aunque estos ecosistemas montanos intertropicales sólo abarcan cerca del 2.6% de la superficie del país, “producen” el 50% del agua dulce que llega a sus pobladores. Al impacto sobre este frágil ecosistema asociado a las variaciones del clima, se suman su fragmentación por causas antropogénicas y los apetitos mineros que lo acechan: bienvenida la Ley 1930 de 2018, que ampara nuestros páramos.

En la Ecorregión Cafetera sobresalen los páramos establecidos en ambientes fluviales y glaciares que se entreveran, tanto sobre la Cordillera Central en vecindad del Complejo volcánico Ruiz-Tolima y la Mesa de Herveo a más de 5.000 msnm, como en el continuo de farallones de la Cordillera Occidental ubicado al sur de los Complejos Paramillo y Frontino-Urrao, con sus notables alturas como el Cerro Caramanta del Complejo Citará y el Tatamá del Macizo Tatamá, de interés para la ecorregión.

Para dar paso a un programa de investigaciones en el PNN de los Nevados, se deberá construir sinergias entre el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales creado en 1986; el Geoparque Volcánico del Ruiz propuesto por InfiCaldas en 2016 -proyecto que deberá articularse con el Paisaje Cultural Cafetero PCC-; el Observatorio de Alta Montaña para Colombia que en 2009 propusiera Jorge Arias de Greiff desde el Observatorio Astronómico Nacional; un centro de investigaciones climáticas apoyado por el gremio cafetero y el HIMAT; un Centro de Investigaciones Geotérmicas apoyado por el sector energético, y un programa de investigaciones interuniversitario para estudios en biodiversidad liderado por las universidades del Eje Cafetero.

Biodiversidad

Se estima que Colombia es el segundo país más biodiverso del planeta: cuenta con 56.343 especies, de las cuales 6.585 son animales vertebrados. En especies endémicas, poseemos 34 mamíferos, 79 aves, 115 reptiles, 311 peces, 367 anfibios, 350 mariposas, 47 palmas, 1.467 orquídeas y 6.383 plantas.

La Ley 2a de 1959 sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables, estableció en su artículo primero las zonas de reserva forestal, comprendidas dentro de ciertos límites, para cada bosque nacional.

En el caso de Caldas interesan dos zonas: 1- La ZONA DE RESERVA FORESTAL CENTRAL, dentro de los siguientes límites generales: una zona de 15 Kilómetros hacia el lado Oeste, y otra, 15 kilómetros hacia el Este del divorcio de aguas de la Cordillera Central, desde el cerro Bordoncillo al Este de Pasto, hasta el cerro de Los Prados al Norte de Sonsón. 2-- La ZONA DE RESERVA FORESTAL DEL PACIFICO, que viene desde Nariño y llega a Urabá, a partir del divorcio de aguas que sigue la cima de la Cordillera Occidental pasando por el Tatamá y el Cerro de Caramanta, y que por el Oeste llega hasta el Pacífico y por el Este cubre una faja de 15 Kilómetros de la vertiente del río Cauca.

El Magdalena

Colombia es el Magdalena: si durante la conquista esta fue la ruta y durante la colonia gran parte del país creció a lo largo de sus valles y riveras de su recorrido, posteriormente, creada la república el río alimentó la economía de esta vital hidrovía de 1.450 km de paisajes, historias y cultura, que parte del Macizo Colombiano para desembocar en el Caribe.

Bajo el presupuesto de que un territorio es una construcción social e histórica, dado que también es la expresión de las relaciones dialécticas entre las colectividades que lo habitan y sus ecosistemas, se debe enfocar la gestión socioambiental del Magdalena en el marco de sus derechos ambientales bioculturales, a la luz de lo consagrado en la Sentencia T-622/16 de la Corte Constitucional de Colombia que reconoce al río Atrato como sujeto de derechos.

En la Ecorregión Cafetera, se ha acogido la propuesta presentada al Procurador de Tierras y Sostenibilidad para el Eje Cafetero, de buscar una declaratoria que priorice al río Magdalena como uno de los escenarios más representativos en la historia del país, declarando dicho territorio sujeto de derechos para buscar su recuperación y desarrollo dándole primacía a los 30 mil pescadores que lo habitan, y a los humedales y bosques secos que lo circundan. Igual figura, debería extenderse al río Cauca donde 17 mil pescadores y el ecosistema que vive del cauce también encontraron comprometidos sus derechos tras la crisis de Hidroituango.

Si en el siglo XVI la Nueva Granada producía el 39% el oro del mundo y hasta el siglo XX Colombia participaba con el 30%, hoy con 56 toneladas producidas por año ocupa el puesto decimocuarto a nivel mundial y el segundo en Sudamérica.

La mayor proporción de la minería aurífera estimada en el 80% del oro del país, es de la minería ilegal. En nombre de esta actividad empresarial, a las fuentes de agua del país se vierten entre 150 y 200 toneladas de mercurio al año, la mitad de ellas en Antioquia. En el caso colombiano, el mercurio ilegal entra por Nariño y Putumayo.

Este cáncer que según expertos, literalmente se está comiendo la tierra y los ríos de al menos nueve departamentos en Colombia, ha venido haciendo metástasis cuando a pesar de las advertencias de la Corte, cientos de dragas y retroexcavadoras continúan remontando los ríos sin que la autoridad intervenga, para convertir en desiertos de arenas muertas y lagunas de mercurio, áreas tan grandes como las de un centro poblado.

A la Depresión Momposina, región donde los ríos Cauca, Cesar y San Jorge desaguan al río Magdalena, convergen las aguas servidas llevando el mercurio de 1.200 minas de aluvión que usan el peligroso metal y los vertimientos contaminados de la Región Andina donde habita el 70% de los colombianos.

Energía

El país sabe que ya no tendrá hallazgos como los de Caño Limón en los ochenta o Cusiana y Cupiaga en los noventa, y que sus reservas de 1.782 millones de barriles equivalentes a 5,7 años de consumo, y las reservas probadas de gas cerrando el 2017 en 3.896 giga-pies cúbicos que equivalen a 11,7 años de consumo, parecen obligar a que tengamos que recurrir al fracturamiento hidráulico para extraer petróleo de los yacimientos bituminosos del Magdalena medio y piedemonte llanero, pero sin comprometer los ecosistemas y el derecho al agua de las comunidades.

Esta alternativa de alto riesgo por la contaminación de acuíferos y fuentes superficiales, o por una eventual inducción de sismos someros, entre otros impactos negativos previsibles, si se emplea responsablemente en manos del Estado contando con los niveles de información necesarios y control suficiente y adecuado para prevenir la corrupción y las malas prácticas, puede resultar confiable gracias a que aquélla posee un desarrollo tecnológico de 40 años por lo que no debería descartarse: además de posibilitar los recursos requeridos para el financiamiento del gasto público, resolvería nuestro horizonte de autosuficiencia energética durante varios lustros.

Desatres climáticos

Para el caso colombiano, según el Departamento Nacional de Planeación DNP, entre 2006 y 2014 uno de cada cuatro colombianos resultó afectado por desastres climáticos conexos a factores antrópicos, como la deforestación y el calentamiento global. Esto significa un total de 12.3 millones de damnificados en dicho período, de los cuales 9.4 millones de habitantes se vieron afectados por deslizamientos e inundaciones.

Ahora, en el marco territorial dados la alta exposición de las zonas pobladas a las amenazas y el deterioro ambiental causado por actividades conflictivas, según el DNP la más afectada en esos catorce años fue la Región Andina, seguida de otros departamentos. Las mayores consecuencias invernales del período 2006 y 2014 las sufrieron Antioquia, Cundinamarca, Caldas, Tolima, Cauca y Santander con el 52% de las 3181 vidas perdidas; y en cuanto a viviendas destruidas, el mayor nivel con un 47% de las pérdidas se dio en Nariño, Chocó, Bolívar, Boyacá, Cundinamarca y Santander; y por infraestructura vial afectada puntearon Huila, Nariño, Cundinamarca, Santander y Cauca, con el 66 % del total.

Es que en Colombia la vulnerabilidad a fenómenos de variabilidad extrema del clima y de cambio climático, 500 municipios podrían estar condenados a repetir eventos como inundaciones, deslizamientos y avenidas torrenciales en las temporadas invernales de la fase húmeda del ENSO.

Deforestación

Según Corpocaldas, de una extensión de 744 mil Ha, las coberturas verdes del departamento en 2010 eran: 163 mil Ha en bosques (22%), 265 mil Ha en cultivos (36%) y 300 mil Ha en pastos y rastrojos (40%), tres cuantías que cubren el 98% de su escarpado y deforestado territorio. Aún más, en 2000 la Ecorregión Cafetera ya era un jardín deforestado: mientras las superficies aptas para pastos y bosques son en su orden del 4% y 54%, según Alma Mater las coberturas para el 2002 en dichos usos llegaban al 49% y 19%, respectivamente.

En cuanto al sistema subterráneo en la región, sobresalen las zonas de recarga de páramo y de la gran cobertura boscosa de la alta cordillera Central, del Tatamá y Caramanta, y del Oriente caldense donde la copiosa precipitación explica un patrimonio hídrico excedentario susceptible de aprovechamientos hidroenergéticos responsables; y en materia de acuíferos, sobresalen el gran Valle del Magdalena, los valles del río La Vieja y del Risaralda, y la región de Irra –Santágueda-Palestina.

El patrimonio hídrico más comprometido del departamento de Caldas, es el de la Cuenca del Rio Chinchiná para el caso de la Subregión Centro-Sur; pero también a nivel municipal por la menor precipitación existe riesgo para el suministro de agua en el corredor del Cauca, y en especial entre La Pintada y el Km 41 por la carencia de acuíferos, impermeabilidad de las rocas y pérdida de coberturas boscosas relacionada con una cultura de deforestación.

El caso de la Reserva Forestal de Río Blanco

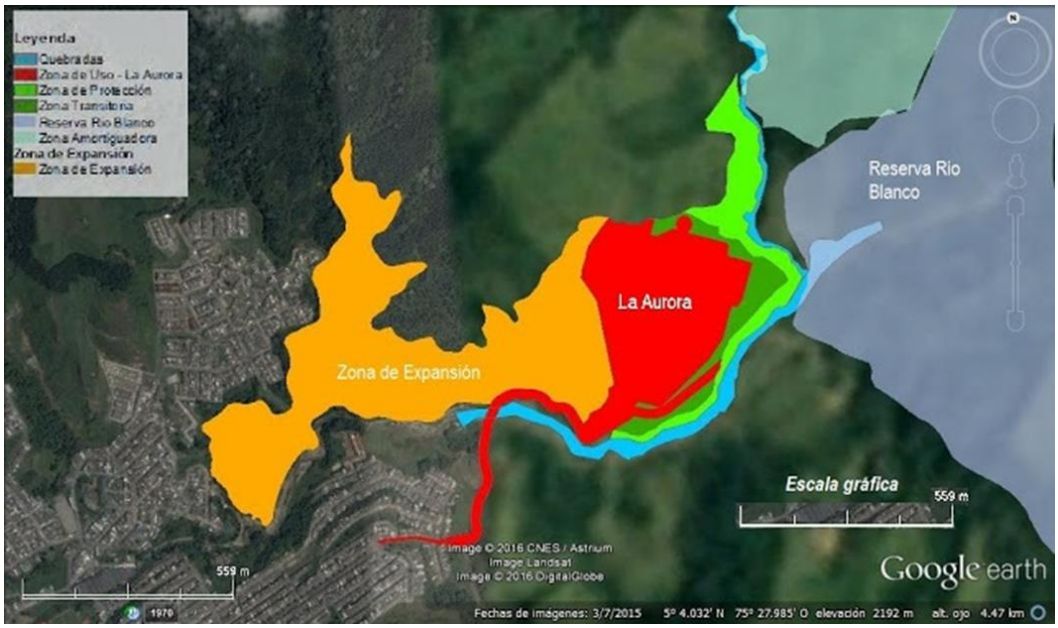


Imagen: En rojo, La Aurora a lindes de la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco: invadiendo la Zona con Función Amortiguadora Fuente. Blog de la SMP Manizales.

Aunque el POT de Manizales en 2003 reconoce que ha faltado la necesaria protección en las fuentes de agua, también compromete la función social y ecológica de la propiedad en el uso del suelo implementando un modelo de ocupación inconveniente y conflictivo, violando así los preceptos del ordenamiento del territorio al desconocer los derechos bioculturales de la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco, y permitir daños severos e irreversibles con la urbanización del predio La Aurora, ubicado en el anillo de contención de esta reserva cuya área es de 4932 hectáreas, y de la cual proviene el 35% del agua de Manizales.

Según lo recomendado por la Fundación Grupo HTM (2014), en estudio para Corpocaldas, deberían diferenciarse por su extensión o ancho las zonas aledañas con función amortiguadora ZFA o Anillos de contención, en los diferentes ecosistemas, así:

En el PNN de los Nevados, 1km de ancho.

En áreas protegidas declaradas, 500 o 700 m según sea un Distrito de Conservación de Suelos DCS o una Reserva Forestal Protectora RFP. Esto desde entonces aplicaría en las delimitaciones que se muestran en la Imagen, así:

Distrito de Conservación de Suelos DCS Guacas - Rosario

Reserva Forestal Plan Alto

Reserva Forestal Protectora RFP de Río Blanco - Quebrada Olivares

Reserva Forestal Sabinas y Reserva Forestal Torre 4

RFP Bosque de Chec.

Para otras áreas de interés ambiental, será opcional el anillo según el caso:

Por Ejemplo, en Cerro Sancancio - Ecoparque Alcázares - Monte León - Ecoparque Los Yarumos – Otras.

Manizales ha venido presionando la estructura ecológica principal del municipio al abrirle paso en La Aurora a una urbanización de 2.200 unidades residenciales para 10 mil habitantes, colindando con la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco. Con ello, se alterará de forma irreversible y severa este ecosistema estratégico como consecuencia de unos usos urbanos en su anillo de contención, el que incorporará una huella ecológica de 20 mil hectáreas -cuantía cuatro veces el área de la reserva-, desde una ciudadela cuya

densidad alcanza los 204 mil habitantes por milla cuadrada, contra una densidad demográfica de sólo 20 mil que tiene la zona urbana de Manizales.

Dicha área de interés ambiental, estratégica para la nación y para la ciudad, además de proveerle servicios ambientales fundamentales para Manizales como reguladora del clima y del ciclo hidrológico, por ser parte de la Zona de Reserva Forestal Central de Colombia, también resulta vital para el frágil ecosistema altoandino como hábitat de especies endémicas, vulnerables y en peligro de extinción.

Si en el PNN de los Nevados se requiere un Anillo de contención o ZFA de 1 km, para amortiguar los impactos de Manizales y de Pereira que están a 14 km, entonces, ¿cuál debe ser el ancho de la Zona con Función Amortiguadora en el caso de la Aurora estando Tierraviva a tan sólo 140 m de la reserva de Río Blanco, es decir 100 veces más cerca? Por algo la Fundación Grupo HTM (2014) recomendó para Río Blanco en La Aurora un anillo de 700 m de ancho, cuando se elaboraba el POMCA del río Chinchiná. Nota: la Fundación Grupo HTM que desarrolló la Estructura Ecológica de Manizales, también hizo el citado estudio sobre ZFA para las áreas protegidas en jurisdicción de Corpocaldas, en 2014, según el cual el ancho requerido para favorecer la RFP de Río Blanco de los impactos de Manizales sería de 700 m, con lo cual la urbanización que se proyecta en La Aurora estaría en el lugar equivocado. ¿Puede acaso la "jungla de concreto" en La Aurora, no generar ruido ni contaminación lumínica, para cumplir las funciones de amortiguamiento que por ley le corresponden a un anillo de contención o ZFA?

¿Puede capturar CO2 que proviene de Manizales y aportar oxígeno para la reserva de Río Blanco compensando el efecto de Manizales, tal cual lo haría un bosque en dicho lugar? ¿Son o no los usos urbanos del suelo pertinentes en La Aurora cuando solicitan obras de urbanismo en un lugar protegido por el Decreto 2372 de 2010 al tratarse de la protección para de una Reserva Forestal Protectora, alterando con ello su microclima, sus ciclos biogenéticos y sus cadenas tróficas en Río Blanco? ¿Acaso un estudio de mitigación interna en La Aurora para las obras de urbanismo de Tierraviva puede lograr que esta "jungla de concreto" amortigüe en la ZFA que ocupa los impactos que Manizales le genera a la Reserva de Río Blanco?

Permitir daños no mitigables, severos e irreversibles, asociados al desarrollo urbano del suelo en un predio que por ley debe cumplir funciones de amortiguamiento fundamentales para proteger esta reserva forestal de los impactos de la ciudad, significa poner en conflicto los usos del suelo al llevar obras de urbanismo al lugar alterando las funciones de prevención y mitigación que demanda la sustentabilidad del estratégico ecosistema, lo que desnaturaliza la función social y ecológica de la propiedad en el área de amortiguamiento o ZFA de la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco.

Lecciones de El Cerrejón

Hasta no contar con el consentimiento favorable de una consulta popular, la Sala Plena de la Corte Constitucional ha dicho no a la pretensión de la Empresa Cerrejón de explotar carbón sobre el arroyo Bruno, dejando en firme la suspensión de las obras que desplazarían dicho arroyo con graves consecuencias ambientales y sociales para el territorio wayuu.

El arroyo Bruno es un cuerpo de agua intermitente con comportamiento bimodal que nace en la Serranía del Perijá, y en sus 26 kilómetros de recorrido transitando con dirección noroeste baña el paisaje de estepa para luego desembocar en el río Ranchería.

El desvío del cauce para excavar su cuenca en dominios de la multinacional expandiendo la zona de explotación y el uso del agua para destinarla a las medidas ambientales de control de polvo, son dos intervenciones que no solo atentan contra el derecho al vital líquido, sino que también causarían la pérdida de diversidad biológica y generarían cambios en las prácticas y usos del suelo. Esto, a cambio de las regalías de 40 millones de toneladas de carbón adicionales, compromete la supervivencia de miles de indígenas wayuu y de grupos afro-descendientes en dicho territorio de la Guajira.

Pero los antecedentes de la empresa carbonera en la solución de conflictos que terminan en negociación directa con campesinos que quedan desarraigados al perder su cultura, o que transan presionados al ver

iniciados los trámites de desalojo, no son buenos: como prueba estarían las historias de las comunidades de Chancleta, Patilla, el Roche y Tabaco que tras largos procesos de reasentamiento, reparación colectiva o negociación directa, recibieron casas con deficiencias de servicios públicos y predios en tierras áridas, que agravaron de forma permanente su calidad de vida.

Lecciones de Hidroituango

La vulnerabilidad de Hidroituango se relaciona con su escala y clase de megaobra, y con la complejidad del medio geológico en el cual se emplaza. El cañón del Cauca como estructura tectónica del trópico andino tiene una doble condición a resolver, que lo hace vulnerable a las nuevas dinámicas del agua, impacto de la presa y modelados subterráneos a gran escala:

Uno, el ser un territorio con derechos socioambientales donde la prioridad le corresponde a las comunidades ancestrales que viven del Río y a sus frágiles ecosistemas hoy afectados por la pérdida absoluta de la conectividad biológica, y no a los actores económicos que en nombre del desarrollo convierten el patrimonio hídrico en una opción de negocios.

Y dos, el fracturamiento y fallamiento preexistente de las rocas, y la compleja litología y suelos en laderas de alta pendiente condicionando la estabilidad de los macizos sometidos a cambios por cargas, flujos de agua, variaciones piezométricas y pérdida de confinamiento, que modifican el estado de esfuerzos, lo que actúa como factor contribuyente del riesgo, frente al frágil equilibrio de las estructuras litológicas, micro fallas potencialmente activas y laderas altamente susceptibles al deslizamiento.

¿Habrá pasado factura la naturaleza al actual modelo de desarrollo por la hidroeléctrica de Pescadero-Ituango?, esto, dados los pasivos ambientales del mayor proyecto de generación en la historia del país, con el cual se incorporan 2,4 millones de kilovatios instalados que aportarían 0,4% al PIB, y cuya energía - salvo las consideraciones pertinentes de Gabriel Poveda Ramos invitando a transformar los minerales de nuestro subsuelo para justificarla-, se exportaría.

Lecciones en Manizales

La tragedia ocurrida en Manizales tras un fuerte aguacero de 156 mm ocurrida el 19 de abril de 2017, que generó eventos hidrogeológicos similares a los que históricamente han afectado la ciudad, invita a reflexionar sobre las causas de su mayor incidencia en los barrios populares.

En los años 1970, como consecuencia del advenimiento de la revolución verde que trajo el café caturra a la zona cafetera y produjo el desplazamiento de legiones de campesinos hacia la ciudad, Manizales creció “sin compás ni escuadra”, con barrios localmente planificados o con invasiones que luego se consolidaron.

Se trata de pasivos ambientales relacionados con múltiples factores que han intervenido en la construcción social e histórica de un territorio de laderas vulnerables a los eventos climáticos extremos, lo que obliga a fortalecer la prevención de factores, tales como la corrección de las deficiencias de una planificación precedente que no contempló la dimensión ambiental y del riesgo, la separación de costos y beneficios en la explotación del medio ambiente, y las dinámicas de un mercado del suelo que especula con la plusvalía urbana.

Podemos optar por recuperar la función ecológica de las laderas de protección y de los cauces del medio periurbano, además de gestionar la vulnerabilidad que subyace en las zonas de riesgo donde los pasivos ambientales están supliendo el verde de las frágiles laderas del trópico andino, para tratar el hábitat con una mirada biocéntrica que reoriente el fallido modelo urbano y de ocupación conflictiva del territorio.

El Niño Costero

Durante la noche del 31 de marzo y la madrugada del 1 de abril de 2017, cuando fuertes lluvias provocaron deslizamientos, deslaves y flujos de lodo en las cuencas altas de los ríos Mocoa, Mulato y Sancoyaco, con los desbordamientos que arrasaron varios sectores urbanos en el municipio colombiano de Mocoa capital del Departamento de Putumayo, se generó un desastre que cobró, además de la destrucción de viviendas puentes, redes de servicios públicos y vehículos, al menos 320 personas fallecidas, más de 400 heridos y una cifra no

oficial de 300 desaparecidos, generándose con ello un drama que afectó severamente a cerca de 45 mil habitantes, de los cuales 4.506 quedaron sin vivienda.

Justo durante los meses precedentes veíamos con dolor imágenes de los huaycos en Perú y Ecuador, producto del fenómeno de "El Niño costero" ocasionado por un calentamiento anómalo del mar focalizado en las costas sudamericanas, donde varios fenómenos hidrogeológicos cobraron más de un centenar de vidas, a los cuales podrían sumarse los de Mocoa. Vale la pena señalar que dicho fenómeno climático difiere del ENSO producto de las fluctuaciones de temperaturas oceánicas provenientes de Australia, que al detonar en el Pacífico ecuatorial ocasionan lo que conocemos como "El Niño o La Niña" según el caso.

En el PBOT de Mocoa, donde se consigna que el río al igual que algunos afluentes suyos al bajar de la cordillera cruzan el casco urbano, la amenaza y el riesgo ya estaban identificados, pero las acciones humanas precedentes sumadas a las omisiones institucionales, crearon las condiciones propicias para esta tragedia.

Huella ecológica en Colombia

La huella ecológica que se relaciona con la cantidad de recursos del ecosistema consumic



Imagen: Componentes de la huella ecológica. Educacioninicialyecologia.weebly.com

Mientras a nivel global la biocapacidad percápita es de 1,8 hectáreas (ha) y en Colombia de 3,4 ha, nuestra huella percápita en 2014, llegó a 1,9 ha. Si el uso de los combustibles fósiles en la industria y en el transporte como emisores de sulfatos, nitratos y hollín, son una de las causas de la contaminación del aire, la huella ecológica sólo contempla la absorción del CO2.

La creciente huella ecológica de Colombia, consecuencia del crecimiento de su población y de un modelo de desarrollo que privilegia el crecimiento económico a costa de los ecosistemas y del bienestar social, amenaza la capacidad biológica y la estructura ecológica del país.

Dado el peso de la deforestación, de la contaminación del agua por vertimientos y erosión, del uso intensivo del automóvil y de una expansión urbana irresponsable, los retos para la sustentabilidad ambiental de Colombia no sólo pasan por las políticas urbanas, del agua y del agro, sino también por las del transporte y del sector energético. En Colombia según la UPME (2015) el consumo de energía por sectores, se distribuye así: transporte (40,90%), industrial (29,36%), residencial (16,72%) y sector terciario (5%).

Los indicadores ambientales que valoran el material particulado en microgramos por metro cúbico de aire, son: para el PM10 donde el 75% de las emisiones se relaciona con la ignición ineficiente de combustibles fósiles: 20

µg/m3 (media anual) y 50 µg/m3 (media diaria); y para el PM2,5 en el cual la problemática comúnmente se asocia a partículas ácidas provenientes de combustibles fósiles con una participación del 81%, y de la producción manufacturera y quema agrícola con el 19% restante: 10 µg/m3 (media anual) y 25 µg/m3 (media diaria).

Huella hídrica agropeciaria

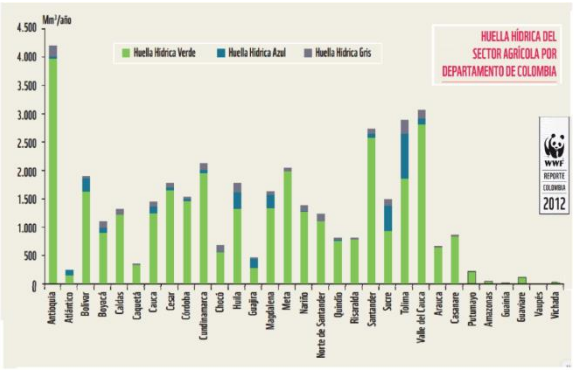


Imagen. Colombia: Huella Hídrica agropeciauaria y por depatamenrtos al 2012. WWF-

Existen tres indicadores para la huella del agua: azul, verde y gris, cada uno para valorar diferentes usos o aspectos con los cuales se puede tener el panorama del uso del patrimonio hídrico de Colombia, abordando el concepto de huella hídrica

La huella hídrica azul (HHA), que hace referencia a la cantidad de agua extraída de fuentes superficiales y subterráneas, utilizada en los procesos productivos y que no retorna al sistema del cual fue extraída. La huella hídrica verde (HHV), que corresponde al aprovechamiento del agua lluvia almacenada en el suelo, que se utiliza por coberturas naturales con fines económicos como los cultivos. Y la huella hídrica gris (HHG) que valora el volumen de agua dulce necesario para asimilar la carga contaminante de los vertimientos, requerida para no afectar la calidad de la fuente receptora.

Al cuantificar la huella hídrica azul, verde y gris de las actividades agrícolas y pecuarias de Colombia, se obtiene la Huella Hídrica Total de agua que pone en evidencia una grave problemática en la Región Andina relacionada con la concentración de la población y del PIB nacional. La magnitud de esta huella hídrica agropecuaria alcanza los 25000 Mm3 al año, cuantía en la que el 85% es HH verde, el 10% es HH azul y el 5% HH gris.

El Agua en el PIB

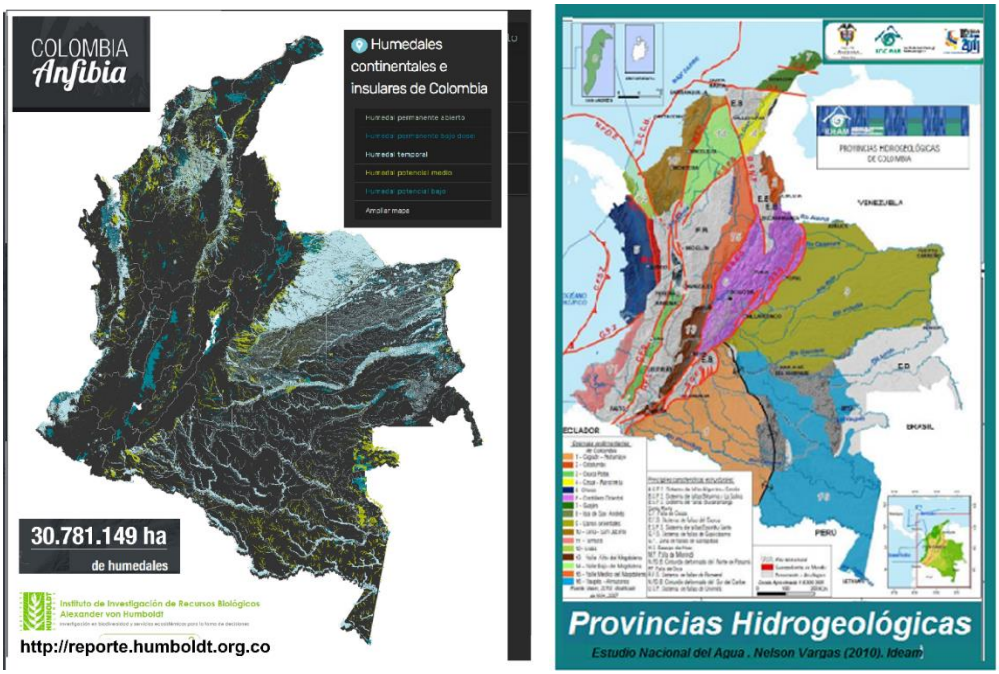
Mientras en grandes regiones como Australia y EE.UU., el 60% del agua utilizada proviene del subsuelo, en Colombia urgen políticas para resolver la inequidad en la propiedad y acceso al vital líquido, además de una acción efectiva en relación con la minería ilegal, el comercio de madera ilegal y la contaminación hídrica, donde los problemas de calidad del agua están relacionados con vertimientos, nutrientes, metales pesados y mercurio, entre otros contaminantes.

En 2008 la participación del agua en el PIB nacional fue del 10% (incluido un 2% por la hidroelectricidad), además los costos económicos de la contaminación hídrica ascendieron al 3,5% del PIB; y según el Banco Mundial el costo oculto de la mala calidad del agua y de los servicios de saneamiento, podría ascender al 1% del PIB.

La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las NBI, lo que incluye el acceso al servicio de agua potable. Pero el problema no es sólo la calidad, sino también el acceso a una cantidad mínima de agua potable, que en promedio debe ser entre 1,5 y 2 litros percápita por día. Según la Defensoría del Pueblo, en Colombia, de 1.122 municipios, 521 consumen agua sin tratamiento alguno, el 70% de ellos con riesgo para la salud y en el 21% sanitariamente inviable.

Si entre los problemas estructurales del país, se tiene un Gini del 0,86 en la propiedad de la tierra, para el caso del agua la cuantía es del 0,92. Recuérdese que según el BM al 2018 en Colombia el Gini asociado al ingreso fue de 0.53, cuantía que ubicó al país como el segundo país más inequitativo de América Latina después de Honduras (0.537), y el séptimo en el mundo.

Epílogo



- *Imagen: Izq. Colombia anfibia: son más de 30 millones de hectáreas en humedales. IAvH. Der: Provincias Hidrogeológicas de Colombia, Imagen: Estudio Nacional del Agua. IDEAM*

A continuación, una mirada general al agua en Colombia, un patrimonio que le aporta el 10% al PIB, que amenazado por la deforestación, la minería, la contaminación por vertimientos y la presión sobre los ecosistemas estratégicos, y cuya problemática acentuada con el cambio climático obliga a tomar previsiones integrales de extremada urgencia y largo plazo. El panorama del agua en Colombia no es alentador: mientras la demanda hídrica continúa expandiéndose, la oferta se afecta por factores como la deforestación, la degradación de los ecosistemas y la contaminación antrópica.

La crisis del agua que se expresa en descontrol hídrico y pluviométrico, y en sequías, inundaciones y desabastecimientos, obliga al desarrollo de políticas públicas ambientales que le apunten a un modelo urbano más humano y más verde, implementando una planificación con un enfoque biocéntrico y previsivo, donde se desarrollen instrumentos que permitan no sólo enfrentar la problemática socio-ambiental del riesgo asociado al cambio climático, sino también garantizarle a los colombianos el derecho al vital líquido, lo que implica no solo el acceso al agua potable y a instalaciones sanitarias adecuadas, sino también ordenar las cuencas para asegurar las fuentes abastecedoras.

Habrá que proceder con una ocupación del territorio más responsable, soportada en estrategias participativas e incluyentes orientadas a la apropiación social de los procesos socioambientales, mediante una normativa para un ordenamiento territorial que contemple además de la adaptación al cambio climático y la función social y ecológica del suelo, el aprovechamiento responsable de los activos de la Estructura Ecológica Principal de cada territorio.

Desde la perspectiva jurídica, se requiere una reorientación socio-ambiental en la ley ambiental, que les reconozca el verdadero carácter patrimonial al agua y a la biodiversidad, en lugar de considerarlos un recurso y como tal un objeto de mercado. Esto estaría acorde con el reconocimiento de los derechos bioculturales en varios territorios degradados, por parte de la Corte Constitucional.

De conformidad con los escenarios modelados a lo largo del siglo XXI que entrega el IDEAM para Colombia en 2015 a nivel regional: sus implicaciones y los retos para mitigar sus graves consecuencias sobre los ecosistemas

en el Eje Cafetero, pasan por la vulnerabilidad del territorio asociada a sus altos niveles de deforestación, fragmentación de los frágiles ecosistemas y modelo conflictivo de ocupación del territorio.

Según el informe del IPCC, incluso si se aplican los objetivos de París, a finales de siglo la temperatura global aumentaría 3 grados, y las consecuencias además de irreversibles, serían catastróficas. Y para el caso de Colombia, además de implementar estrategias forestales y modelos agroforestales, en un escenario de cambio climático y bajos precios del petróleo y el carbón, ¿cómo sortear las dificultades que se advierten en nuestro horizonte económico?

Urgen acciones estratégicas para enfrentar la problemática de la contaminación hídrica en los ríos Chinchiná, Otún y Quindío, donde a los vertimientos residenciales se suman otros de procedencia industrial y del beneficio del café, razón por la cual aparecen entre los 10 ríos más contaminados por vertimientos urbanos de Colombia.

Dado que la Constitución Política colombiana ha omitido enunciar el derecho al agua como derecho individual, y que la normativa está profundamente fragmentada, antes que preocuparnos por la escasez, deberá centrase el problema en la disponibilidad, acceso y buen uso del agua, y en la integridad de las zonas de interés ambiental como proveedoras de servicios ambientales y del hábitat de ecosistemas y comunidades que construyen los territorios.

Para el desarrollo del campo colombiano, además de implementar medidas estructurales que permitan corregir la enorme inequidad que expresa el índice de concentración de la propiedad de la tierra y el agua, el Nuevo Ordenamiento Territorial, deberá implementar políticas de ciencia y tecnología imbricadas con la cultura, para resolver la brecha de productividad que sume en la pobreza a los medios rurales.

Para corregir el uso conflictivo del suelo, y en particular para resolver la enorme problemática de la deforestación y potrerización, el sector agropecuario deberá implantar la agroforestería y emplear las prácticas silvopastoriles; de lo contrario, además de hacer inviable el territorio, en uno o dos siglos como máximo, con criterios desarrollistas centrados en el crecimiento y por lo tanto en el consumo, en virtud de las falencias de un Estado débil y de una sociedad indolente y no previsiva, además de comprometer el futuro de nuestros hijos habremos agotado la biodiversidad del país.

Además, el Estudio Nacional del Agua ENA 2018, señala que habrá que enfrentar el flagelo de la contaminación hídrica que en Colombia está concentrada en cerca de 100 municipios, entre los cuales sobresalen Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Cúcuta, Villavicencio, Manizales y Bucaramanga.

Cada 22 de marzo se celebra “el día mundial del agua” centrando la atención en diferentes aspectos: para el 2019, fueron la calidad y cantidad del vital patrimonio, que, pese a los enormes avances de las últimas décadas hacia un cambio histórico en materia de cobertura, según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef), actualmente más de 768 millones de personas no tienen acceso al agua potable.

Colombia con el 5% del patrimonio hídrico mundial y un rendimiento hídrico que supera seis veces el promedio mundial y tres veces el de Latinoamérica, solamente trata de manera adecuada el 11% de los vertimientos que genera el país, y según el DANE en materia de cobertura, aún requiere extender el servicio de acueducto que no llega a 3,6 millones de personas y el de alcantarillado para cubrir a 5,6 millones de colombianos que no lo tienen.

Al valorar la oferta hídrica superficial del país en un año medio, según el IDEAM, mientras el 77,4% del volumen se concentra en las regiones Pacífico, de la Amazonia y de la Orinoquia que son las más despobladas, el 13,5% le corresponde a la región Magdalena-Cauca y el 9,1% a la del Caribe que concentran el 80% de la población del país. Y en cuanto a la demanda de agua, donde el 15 % proviene de las aguas subterráneas, el sector agrícola representa el 33% del total y el hidroenergético el 12,8%.

Señala el ENA también que tenemos grandes desafíos, ya que por conocimiento insuficiente el 71% de los acuíferos no pueden aprovecharse, y 391 cabeceras incluidas 9 capitales del país presentan alta susceptibilidad al desabastecimiento en temporadas secas de El Niño, de ellas el 70% ubicadas en la cuenca Magdalena-Cauca y el 22% en la región Caribe.

Entre los desafíos para lograr la sustentabilidad del territorio en un escenario de cambio climático, aparecen las problemáticas socioambientales en las zonas de recarga de la Ecorregión Cafetera, donde además de los procesos de potrerización y los usos conflictivos del suelo, también la presión sobre la estructura ecológica de los medios periurbanos, al comprometer la regulación hídrica y estabilidad climática, ponen en riesgo el suministro de agua para las capitales cafeteras.

Entre las zonas de recarga que alimentan las cuencas abastecedoras de Manizales, Pereira y Armenia, sobresale no sólo el Parque Nacional Natural de los Nevados y las zonas del Roble y Mesa de Herveo, sino también los bosques alto-andinos en las Reservas Forestales de Río Blanco y Chec para la capital caldense, el PNN del Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya para la capital risaraldense, y el Distrito de Suelos de Cocora para la capital quindiana. Cabe anotar, que también la ecorregión cuenta con otras zonas de recarga, en los Páramos de Tatamá y Caramanta, y en el Bosque de Florencia. Y en cuanto a los acuíferos para toda la Ecorregión Cafetera, –además del extenso valle del Magdalena como gran reservorio–, por la vertiente del río Cauca están los valles del río La Vieja, cuyo potencial de agua subterránea se asocia con el glacis del Quindío, el valle del Risaralda y la zona de Santágueda.

Para el efecto, se propone seguir el ejemplo de Pereira que blindó el agua extendiendo la figura de Parque Natural Nacional hasta el citado santuario de 480 hectáreas, para proteger las 5 mil hectáreas de la cuenca alta del río Otún haciendo uso de una figura de conservación de mayor jerarquía, como lo es la de un Parque Natural Nacional: en la Ecorregión Cafetera, para mitigar la amenaza del cambio climático afectando la regulación hídrica y pluviométrica, se requiere hacer lo mismo con las citadas Reservas Forestales Protectoras de Río Blanco, Chec, Combeima y Toche, y sobre todo con el aludido Distrito de Suelos del Quindío como santuario que alberga el árbol nacional.

Haciéndole eco a la Cátedra Unesco de la U.N. de Colombia denominada “Un pacto por el río Grande de la Magdalena”, me referiré a los acuatorios o espacios transformados cuya estructura de soporte es un humedal, donde prima el régimen hidrológico superficial o subterráneo siempre regulado por factores climáticos; y esto, porque el río más emblemático del país requiere acciones que impulsen transformaciones ecológicas sustentables, donde se adecúen las intervenciones humanas no reguladas que muestran interrelaciones inconvenientes para los seres vivos del hábitat y pescadores que lo cosechan como cuerpo de agua. Aunque en volumen y excluyendo los ecosistemas costeros, la proporción de aguas superficiales y subterráneas en Colombia es de 7 a 3 aproximadamente, si bien la menor proporción le corresponde a lagos y ríos, también aparecen en ellas además de las escorrentías, entre otras formaciones: ciénagas, esteros, pantanos, turberas, meandros, estuarios y marismas, según estemos ocupándonos de zonas de ribera cuando se trate de ríos, o lacustres cuando se asocien a lagos y reservorios, y palustres si están sin corriente de agua.

Las complejas relaciones simbióticas en los territorios del agua, entendidos como construcciones sociales e históricas tal cual lo es el Río Grande, mismas que se sumergen en los fragmentos dispersos de sus circunstancias, se expresan en los bienes materiales del ecosistema húmedo y comprenden el patrimonio inmaterial que recoge los saberes ancestrales. Allí esto, llena el vacío en la comprensión de las transformaciones de su estructura ecológica que soporta el hábitat de los pequeños asentamientos ribereños y de miles de pescadores. Si en Colombia, aunque el agua le aporta el 10% al PIB, pero los costos ambientales y ocultos asociados suman el 4,5%, en el Magdalena los problemas recurrentes pasan por la carga de 150 millones de toneladas de sedimentos anuales, como causa de la reducción de la pesca al 10% y del blanqueamiento del 80% de los corales del Caribe. Pero si el Magdalena contabiliza tres millones de hectáreas de humedales, entrando en detalles, igualmente la Ciénaga Grande de Santa Marta con 730 mil hectáreas en su cuerpo de agua, aparece como el complejo lagunar costero más grande del país, también conectado al río.

*Ref: Ponencia para el Conversatorio “Agua como bien público”. Semana Ambiental de Corpocaldas, Aguas Manizales y la Alcaldía de Manizales. Teatro Fundadores. Junio 9 de 2017.

APíTULO II: TECTÓNICA Y RIESGO SÍSMICO

SISMOS Y VOLCANES EN COLOMBIA *



Rutas de Huracanes y Zonas Sísmicas del planeta, en https://co.pinterest.com

La región andina en Colombia es en sí una zona de riesgo sísmico. Los sismos son intensos hacia la costa Pacífica y hacia el Sur y centro Occidente del país. También son intensos en el margen llanero y el occidente de los Santanderes, y la Cordillera Central hasta Honda. En segundo nivel aparece el Norte, centro y Oriente antioqueños, la región del Magdalena Medio y occidente de Santander.

Los andes de Colombia hacen parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas sísmicamente más activas del planeta. La convergencia de las placas Suramericana, de Nazca y del Caribe, hace que este emplazamiento tectónico resulte complejo y que Colombia esté sometida a una serie de movimientos sísmicos procedentes de diversas fuentes.

Entre las Fuentes Interplaca, la "Zona de Subducción", cuya traza superficial discurre de norte a sur separada unos 150 a 200 km del margen de la Costa del Pacífico colombiano. Al Norte de la Placa de Nazca, por la perturbación de la Placa de Cocos esta subduce con un bajo ángulo de inclinación, razón por la cual no se tienen segmentos volcánicos al norte del Complejo Ruiz-Tolima dado que no alcanza la profundidad necesaria para fundir el manto tal cual lo ocurre más al sur donde la Placa de Nazca puede inclinarse cerca de 45º. Al respecto, las placas de Cocos y de Nazca provienen de la antigua placa de Farallón, que se fragmentó en placas menores hace cerca de 23 millones de años Ver Imagen Pag 8 en este documento.

Los sismos superficiales con posibilidades de generar tsunamis, por lo menos en vecindades de la frontera con Ecuador, pueden llegar a magnitud 8, por lo que esta es la más importante de las fuentes sísmicas del país. Otra fuente de este tipo es la "Zona de Benioff", porción más profunda de la zona de subducción, que en la corteza profunda llega hasta más de 100 km, y cuya actividad afecta el centro occidente de Colombia en la parte norte del Valle del Cauca. Sus magnitudes suelen ser de 7.0 en la escala de Richter.

…

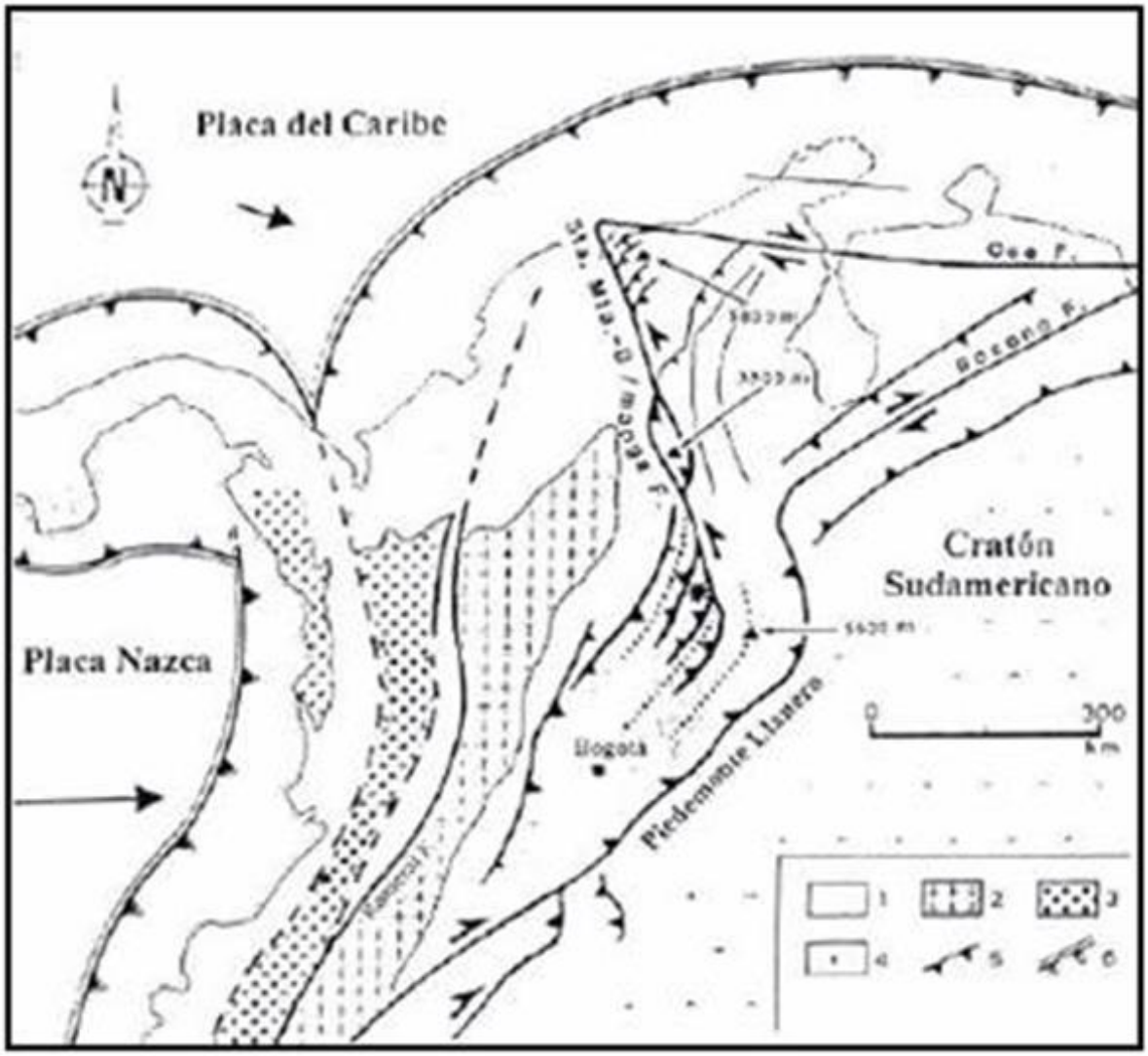


Figura 1. Provincias sismotectónicas y fuentes sísmicas de Colombia. Fuente; http://www.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos

Sismicidad asociada a Fuentes "Intraplaca": A esta categoría pertenecen varios sistemas de fallas, como el Sistema de Fallas de Romeral, el Sistema de Fallas Cauca-Patía, el Sistema de Fallas del Margen Llanero, el Sistema de Fallas Santa Marta-Bucaramanga, entre otras, y fallas potencialmente activas. Este tipo de fuente que suele generar en principio sismos de magnitud 6 a poca profundidad, los más destructivos cuando los focos someros se dan cercanos a las ciudades, como en el caso de Popayán (1983) y Armenia (1999), también pueden amenazar zonas rurales de los andes colombianos cuando desencadenan fenómenos poco frecuentes, como la avalancha del Páez (1994).

Salvo excepcionales desastres producidos por movimientos masales detonados por el evento sísmico y olas causadas por tsunamis, las víctimas humanas que cobran los terremotos están asociadas en su gran mayoría a la destrucción de las estructuras del hábitat urbano. Aquí el asunto es que las construcciones existentes en las áreas rurales de la zona andina colombiana, son autoconstruidas y no siguen código alguno de construcción, y menos la aplicación de las normas sismo-resistentes. No obstante, el bahareque es en sí una arquitectura vernácula de las zonas donde se usa la guadua, tan exitosa para sustituir la vulnerable tapia y las construcciones en adobe, tal que su tecnología ha sido calificada de "temblorera". De ahí la importancia del bahareque en la zona de influencia de la Colonización Antioqueña.

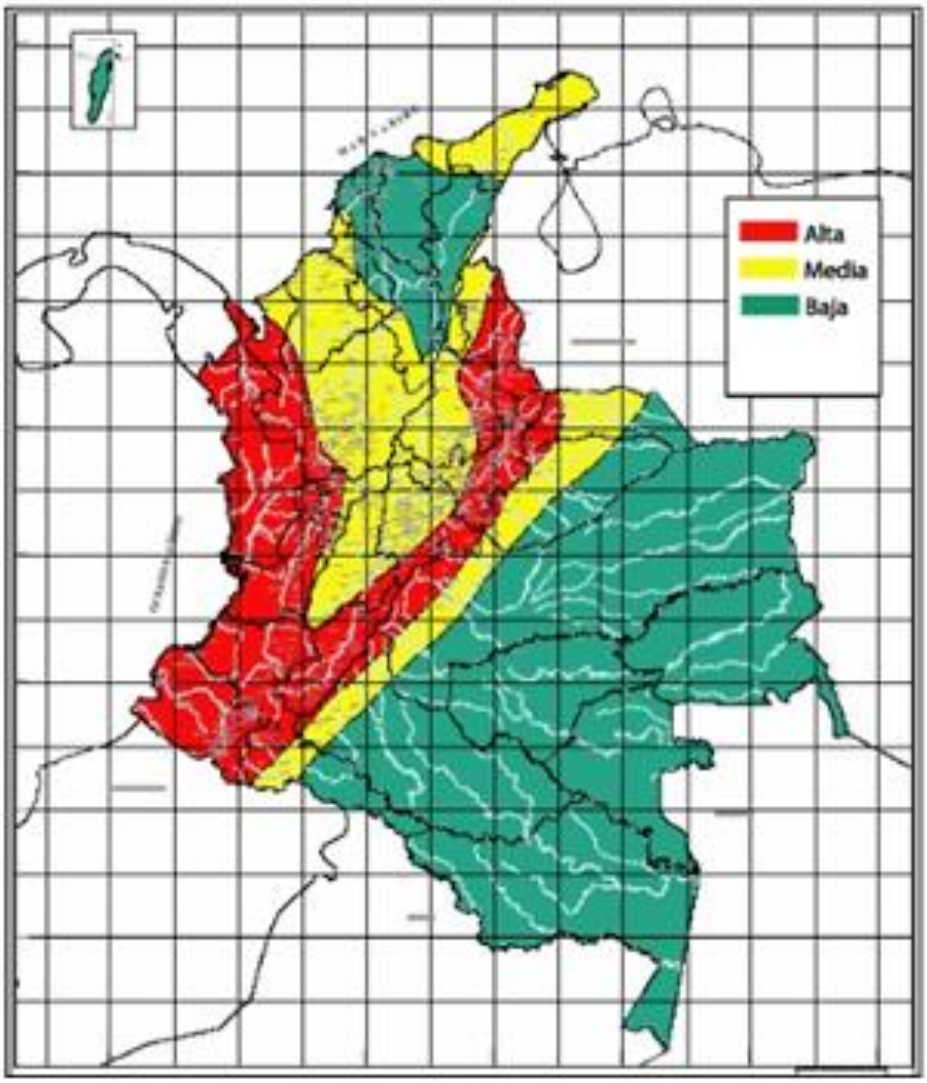


Figura 2. Mapa de Amenaza sísmica para Colombia (INGEOMINAS, 1997). Fuente: http://seisan.ingeominas.gov.co

…

Al determinar los niveles de la amenaza sísmica en las diferentes regiones de Colombia, el 86% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de amenaza sísmica apreciable: en zonas de amenaza alta aparecen cerca de 475 municipios con el 35% de los habitantes; en zonas de amenaza intermedia 435 municipios con el 51% de la población; y en zonas de amenaza baja 151 municipios con aproximadamente el 14% de los colombianos. Pero el riesgo no sólo depende del grado de amenaza sísmica, sino también del grado de vulnerabilidad que en general tienen las edificaciones en cada sitio.

De otro lado, con base en criterios geomorfológicos y morfodinámicos del ambiente volcánico, de Colombia, utilizando la fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite, trabajo de campo e información bibliográfica, el análisis de las estructuras y depósitos genera un inventario de 95 volcanes reportados, de los cuales 38 son clasificados como activos un inventario de 95 volcanes reportados, de los cuales 38 son clasificados como activos históricos o activos latentes con evidencias claras de actividad volcánica durante el Holoceno, de los cuales 14 son los volcanes activos que requieren vigilancia permanente: el V.N. del Huila (5631 m), el V.N. del Ruiz (5310 m), el V.N. del Tolima (5280 m), el V.N. Santa Isabel (5100 m), el V. Galeras (4276 m), el V. Cumbal (4764 m), el V. Chiles (4750 m), el V. Azufral el (4070 m), el V. Cerro Negro de Mayasquer (4460 m), el V. Doña Juana (4250 m), el V. Puracé (4700 m), el V. Sotará (4580 m) , el V. Cerro Bravo (4020 m ?) y el V. Cerro Machín (2750 m).

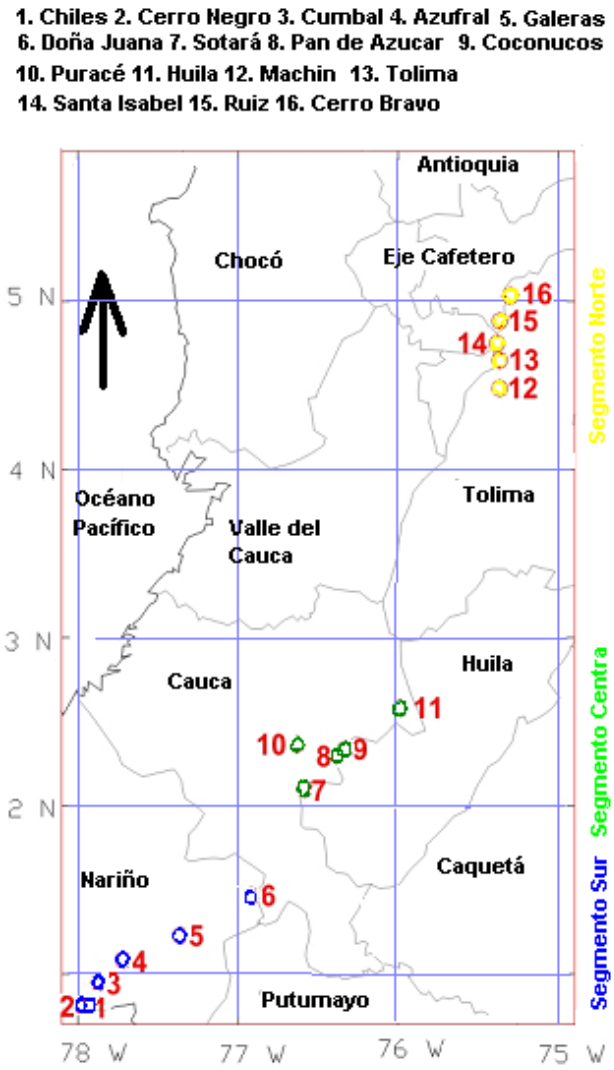


Figura 3. Localización de algunos volcanes de Colombia. Segmentos Sur (azul), Centro (verde) y Norte (amarillo). Adaptado de http://intranet.ingeominas.gov.co

…

Colombia posee tres Observatorios Vulcanológicos, encomendados al Ingeominas: Manizales, Pasto e Ibagué. Debería establecerse otro adicional para el monitoreo de los volcanes del segmento central, entre ellos: Huila y Puracé. Como ejemplo, para el segmento norte, la actividad del complejo volcánico Ruiz-Tolima se puede calificar de moderada. Entre los eventos registrados se destacan erupciones plinianas menores de 2 Km3 del Tolima (10000 a.C.) y el Quindío (9000 a.C.); menores de 1 Km3 del Tolima (1600 a.C.) y el Ruiz (1200 a.C. y 1595 d.C.); la excepción es un flujo piroclástico Holoceno de 5 Km3 asociado al Machín. Según Thouret, Murcia, Salinas y Cantagrel, Ingeominas 1.990, las últimas erupciones prehistóricas de tipo pliniana y de flujos piroclásticos datadas, son del Cerro Machín, Cerro Bravo, Tolima y Ruiz (900 d.C., 1250 d.C. y 1600 d.C.). La actividad histórica del Ruiz está representada por los eventos de 1595 (pliniana), 1845 (con flujo piroclástico) y 1985 (sub-pliniana); todas ellas con importantes flujos de lodo, el mayor de todos el de 1845 y el menor el de 1985. Hay un pequeño evento del Tolima cercano al año 1900.

Entre los eventos de origen volcánico sobresalen los de Armero (1985) y del Huila (1997). Este último similar por sus efectos a los causados por el sismo del Páez (1994). Las zonas volcánicas de Colombia extienden sus áreas de influencia hasta donde los ríos que drenan desde los glaciares de los volcanes nevados, encuentran sus valles de salida: es el caso del flujo de lodo de 60 millones de m3 que en 1985 destruye Armero a causa de la tercera erupción histórica del V.N. del Ruiz.

T-1: Frecuencia, daño y extensión de algunas amenazas

Fenómenos de las amenazas	Frecuencia por siglo	Siniestralidad esperada	Área afectada
Terremotos Fuertes (I>VII)	300	20%-50%	500 km^2
Flujo de Lava Volcánica	10-100 veces	20%-100%	1-10 km^2
Cenizas Volcánicas	1-5 veces	<10%	<1millón km^2
Flujo Piroclástico	1-5 veces	70%-100%	1-10 km^2
Flujo de lodo Volcánico	1-10 veces	50%-100%	10-100 km^2
Erupción Lateral o Blast	1-3 veces	70%-100%	<1500km^2
Gases volcánicos	1-5 veces	1%	<1000km^2
Inundaciones súbitas	50-500	50% a 100%	1-10 km^2
Inundaciones lentas	200-4000	10%-50%	10-100 km^2
Deslizamientos -tierra o roca	500-10000	50%-100%	1 a 5 km^2
Huracanes Fuertes Grado 3a5.	100-500	20%-50%	<50000km^2
La Niña (T<-1,5ºC)	1-8	<20%	<1millón km^2

El Niño (T>+1,5ºC)	1-12	<20%	<1millón km^2
Incendios forestales	---	50%-70%	<500 km^2



T -2: Riesgos Específico y de Cúmulo para algunas amenazas

Fenómeno	Posible control	Riesgo local o específico	Riesgo total o de cúmulo
Terremotos Fuertes (I>VII)	No	Reducido (4)	Moderado (3)
Flujo de Lava Volcánica	Si	Agravado (1)	Bajo (5)
Cenizas Volcánicas	No	Reducido (4)	Bajo (5)
Flujo Piroclástico	No	Reducido (4)	Moderado (3)
Flujo de lodo Volcánico	Duda	Mediano (2)	Reducido (4)
Erupción Lateral o Blast	No	Muy Bajo (6)	Agravado (1)
Gases volcánicos	Duda	Reducido (4)	Bajo (5)
Inundaciones súbitas	Duda	Agravado (1)	Bajo (5)

Inundaciones lentas	Duda	Mediano (2)	Reducido (4)
Deslizamientos de tierra o roca	Si	Mediano (2)	Reducido (4)
Huracanes Fuertes Grado 3 a 5.	No	Reducido (4)	Bajo (5)
La Niña (T<-1,5ºC)	No	Agravado (1)	Reducido (4)
El Niño (T>+1,5ºC)	No	Agravado (1)	Reducido (4)
Incendios forestales	Duda	Mediano (2)	Mediano (2)

Ahora, en cuanto a la gestión del riesgo frente a las amenazas naturales, tanto de origen tectónico como climático e hidrogeológico, aunque a raíz del desastre de Armero se creó un sistema nacional para la atención de los desastres (SNPAD), que tras las Niñas 2007/8 y 2010/11, pasó a un plano de mayor desarrollo organizacional al ocuparse también de la prevención y mitigación de los desastres, al tiempo que se creó el Fondo Nacional de Calamidades de importancia para los procesos de reconstrucción post-desastres, todavía urge implementar un nuevo modelo de ocupación del territorio, que además de reconocer los derechos bioculturales del territorio, de corregir un uso conflictivo del suelo y expansionista del territorio, y de favorecer la especulación con la plusvalía urbana, prevenga el deterioro ambiental, el incremento de la vulnerabilidad al cambio climático y la fragmentación de los ecosistemas.

Como consecuencia del cambio climático, el país sufrirá sus consecuencias asociadas no sólo al incremento de la vulnerabilidad de la población, sino también a la intensificación de eventos extremos que se relacionan con el clima, como lo son los incendios forestales, y sequías, y los deslaves, deslizamientos, e inundaciones, con los cuales se pasará factura al modelo conflictivo de ocupación del territorio, a la deforestación, a la minería ilegal y a la presión indebida sobre los ecosistemas, y en general a la falta de medidas de adaptación ambiental, a las prácticas culturales indebidas y al uso de tecnologías ambientalmente inconvenientes.

Evaluación del riesgo R.

La Valoración del Riesgo se hace en función del período de las Amenazas Tr y la vida útil de una obra n, mediante la expresión:

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

Valores de R		n= Vida útil de una obra						
	Años	10	25	50	100	250	500	1000
Tr= 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

Tabla 3: Plotéo mostrando los valores del Riesgo R.

Como fundamento, en la fórmula para estimar R, el factor 1/Tr 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. Obsérvese en el caso de obras diseñadas para n= 100 años, cómo se incrementa el riesgo R de 0,63 a 0,98, cuando se reduce el período de retorno Tr de una amenaza de 100 años a 25 años. Igualmente, la Tabla 3- permite inferir cómo con la tala de los bosques y los modelados del terreno en zonas de relieve pronunciado, se ha comprometido el factor de seguridad de largo plazo de nuestras frágiles laderas, dado que para valores elevados de la vida útil de las obras n el valor del riesgo R con eventos extremos, es uno. Mayor información en: http://www.bdigital.unal.edu.co/45902/

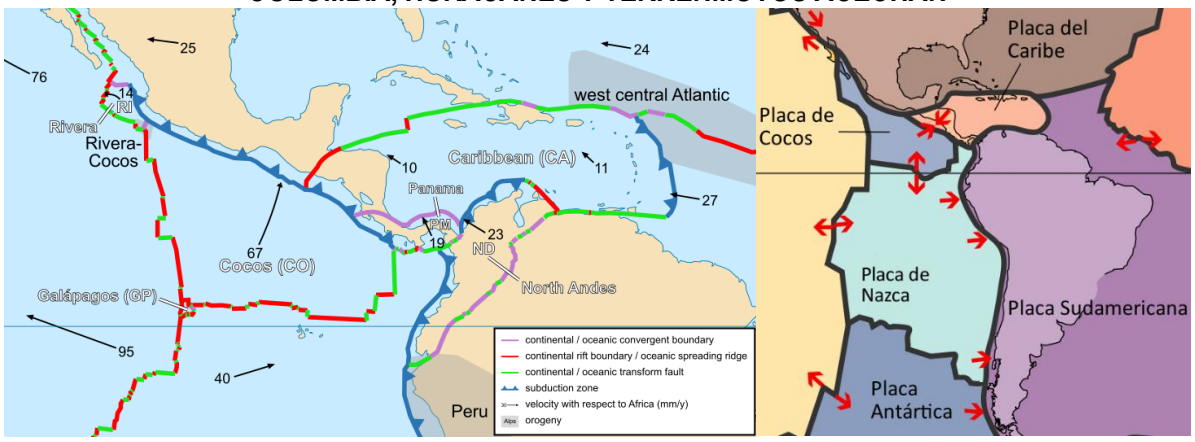
T 4- Amenazas naturales que se intensificarán

Fenómeno	Nivel Alto	Nivel Medio a Bajo
Inundaciones súbitas	Todos los Departamentos Andinos y de la Sierra Nevada	Regiones con torrentes del relieve menor
Inundaciones lentas	San Juan, Atrato, Magdalena Medio, Valle del Cauca, Sabana de Bogotá, Bajo Antioquia, Bajo Santander, Costas de Cauca y Nariño, Bajo Cauca, Bajo Magdalena, Sinú-San Jorge	Eje Cafetero, Tolima, Valle, Santanderes, Huila, Cauca, Nariño, Boyacá
Deslizamientos de tierra o roca	Todos los Departamentos Andinos, Sierra Nevada	Regiones con laderas del relieve menor
Fenómeno	Nivel Alto	Nivel Medio a Bajo
Huracanes Fuertes Grado 3 a 5.	Archipiélago de San Andrés y Providencia, Región continental del Caribe.	Archipiélago de San Andrés y Providencia Santanderes, Boyacá, Antioquia, Chocó

La Niña y El Niño	Departamentos Andinos, regiones del Pacífico y continental Caribe	Archipiélago de San Andrés y Providencia, regiones de la Amazonía y Orinoquía
Incendios forestales	Santanderes, Cauca, Cundinamarca, Boyacá, Huila, Nariño, Valle, Tolima, Eje Cafetero	Regiones del Pacífico, Amazonía, Orinoquía y Caribe (insular y continental).

Yurupari Pachamama Bochica Chie Bachué Chibchakum Chiminigagua ******

COLOMBIA, HURACANES Y TERRENMOTOS ACECHAN



Mapa de las placas tectónicas. Arriba, la Placa de Cocos al Sur de Centro América y al Norte de la Placa de Nazca. Abajo, Placa de Nazca casi al centro y de color verde azulado - claro. Fuente: https://es.wikipedia.org/

RESUMEN: Esta nota se ocupa de dos amenazas naturales de gran impacto que acechan en la región: los Huracanes y los Sismos. Primero, porque los fenómenos ciclónicos del Atlántico que dejan destrucción a su paso por el Caribe, también pueden impactar sobre el Archipiélago de San Andrés y Providencia, y generar lluvias intensas y fenómenos colaterales en el norte de Colombia. Y segundo, porque además de la amenaza por maremotos asociados a sismos originados en el fondo oceánico del entorno vecino, también nuestras fuentes sísmicas continentales pueden afectar los centros urbanos del país ubicados en zonas de riesgo sísmico alto y moderado.

Tras los desastres recientes en México, en el Caribe y en Estados Unidos es imperioso volver sobre las amenazas que afectan a Colombia y sobre las medidas que debemos adoptar para hacer frente a estos riesgos**

.

Dos graves amenazas ambientales

Tanto los planificadores urbanos como las autoridades colombianas deben reflexionar con urgencia sobre las dos amenazas ambientales que –también para nosotros- representan los huracanes y los grandes terremotos.

La primera de estas amenazas, dado lo ocurrido con Irma, un huracán de categoría 5 que azotó el norte del Caribe y el sur de Estados Unidos entre el 30 de agosto y el 12 de septiembre pasados, con brazos de hasta 300 kilómetros de diámetro, y vientos máximos de 302 km/h, calificado como el más poderoso que ha sido registrado en el Atlántico. Irma cobró 37 vidas en el Caribe y 14 en Estados Unidos.

La segunda amenaza, dado el sismo de magnitud 8,2 en la escala de Richter que sacudió México el viernes 8 de septiembre y al cual se sumaron cientos de réplicas debido al carácter superficial de este fenómeno telúrico, el cual cobró 98 vidas y afectó principalmente los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

El estudio de los terremotos en áreas sismo-tectónicamente activas, que son vecinas a grandes urbes, y de las tormentas ciclónicas que surgen en los mares para llevar caos y destrucción a las ciudades costeras, es tan antiguo como la humanidad misma, aunque en principio contaron con una explicación mítica relacionada con la ira de los dioses.

Según la mitología griega, Tifón hijo de Gea, quien intentó destruir a Zeus en venganza por haber derrotado a los Titanes, además de erupcionar lava, creó los huracanes y los terremotos con el batir de sus enormes alas. Para los griegos -quienes fueron los primeros en dar una explicación natural a los terremotos-, dichos estremecimientos ocurrían cuando Poseidón, el dios de los mares, hacía tambalear a Atlas, quien recibió como castigo de Zeus sostener al mundo en sus hombros.



Daños por Sismo en Oaxaca, México; y por Huracán Irma en San Martin, Antillas Menores. Fuente: Nationalgeographic.com

Vientos enfurecidos y sacudidas de la tierra

La ocurrencia de eventos climáticos extremos como los que ya se advierten a nivel global, es resultado del calentamiento del planeta, calentamiento que en los próximos cincuenta años aumentará la temperatura entre 1,5°C y 2,5°C según las características de las distintas regiones de la Tierra. Este calentamiento traerá desastres mayores: tormentas ciclónicas de mayor intensidad, lluvias inusuales, sequías severas, inundaciones, deslizamientos, incendios forestales, y degradación ambiental: pérdida de ecosistemas terrestres, elevación del nivel del mar y desaparición de los glaciares. La intensidad de una tormenta ciclónica depende de la velocidad de sus vientos. Sus daños pueden variar de conformidad con la escala Saffir-Simpson -que califica el poder destructivo de los huracanes desde 1 a 5 cuando éste toca tierra-.

Cuando la categoría es 1, hay inundaciones en zonas costeras y daños menores en zonas urbanas por vientos entre 119 y 153 kilómetros por hora y olas que pueden llegar a 1,5 metros de altura. Cuando la categoría es 5, hay destrucción masiva de viviendas e infraestructuras con vientos sostenidos por encima de 250 kilómetros por hora, o por olas que pueden superar los 6 metros de altura. Adicionalmente, durante las últimas décadas hemos presenciado desastres sísmicos mayores que han afectado a países en desarrollo. Esto no se debe a que en el mundo se estén presentando más terremotos, sino al acelerado crecimiento de la población residente en zonas sísmicas, de manera que la magnitud de los daños ha venido en aumento.

Ejemplo de lo anterior son las urbes latinoamericanas de los Andes, Centro América y en el Caribe, aquellas de la línea Alpes-Himalaya, y algunas ubicadas en el Pacífico asiático; este margen oceánico y las costas

occidentales de las américas conforman el “Cinturón de Fuego del Pacífico”, caracterizado por su intensa actividad sísmica y volcánica.

Países tan lejanos entre sí como Irán, Chile, Japón y Nueva Zelanda son particularmente vulnerables a esta actividad sísmica. Asimismo, la lista de grandes ciudades azotadas por la pobreza incluye a Estambul en Turquía, Karachi en Pakistán, Teherán en Irán, Katmandú en Nepal y Lima en Perú.

No obstante, no podemos descartar a Bogotá como posible escenario a pesar de encontrase en una zona de amenaza sísmica intermedia, ya que podría sufrir el embate de movimientos tectónicos superficiales de mediana magnitud, partiendo de fuentes símicas vecinas relacionadas con pequeñas fallas locales, e incluso de grandes eventos no muy lejanos provenientes de mega-fallas activas como las del frente llanero o la Falla Salinas.

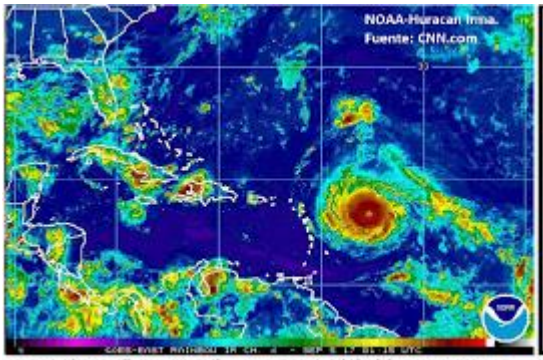
Refugiados y víctimas

Entre 2003 y 2013, se registró una media de 388 desastres naturales al año que afectaron a 216 millones de personas y cobraron 106.654 vidas. Según el Consejo Noruego para los Refugiados, mientras las pérdidas económicas por los desastres naturales de los últimos 30 años tuvieron un valor medio anual de 130 mil millones de dólares, la posibilidad de tener desplazados ha aumentado en un 60 por ciento en cuarenta años.

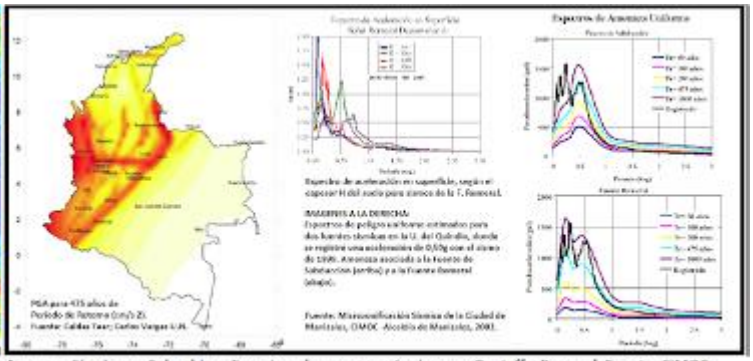
Según el informe "Estado de la población mundial 2015, un refugio en la tormenta", en los últimos 20 años los damnificados por desastres naturales sumaron en promedio cerca de 200 millones por año, cifra que triplica los 65 millones anuales de víctimas de epidemias, adversidades tecnológicas y conflictos armados a nivel global. A pesar de que la mayoría de los desplazamientos por desastres de origen sísmico y climático son internos y en ocasiones pueden cruzar fronteras, no existen instituciones que puedan mitigar su sufrimiento.

El cambio climático ha ocasionado más de 4.000 millones de heridos o damnificados en el mundo durante los últimos veinte años, ya que ha contribuido al desplazamiento humano acelerando sequías y la desertificación, al igual que la erosión costera y la salinización de aguas subterráneas y tierras de cultivo. Mientras las catástrofes de origen sísmico han cobrado la vida a más de un millón de personas desde principios del presente siglo.

La amenaza climática y sísmica en Colombia



Irma por las Antillas, gracias a la temperratura cálida del mar. NOAA. CNN


Amenaza Sísmica en Colombia, y Espectros de amenaza sísmica para Benioff y Romeral. Fuente: CIMOC.

Tras la erupción del Ruiz y la desaparición de Armero en 1985, el Gobierno instauró el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) que institucionaliza la gestión del riesgo, ya que esa falencia gravitó como causa fundamental del desastre.

Inicialmente se diseñó una dependencia del Ministerio de Gobierno para atender las fases de emergencias, luego a raíz del terremoto del Eje Cafetero de 1999 se implementó la fase de reconstrucción, y finalmente tras las Niñas 2007/8 y 2010/11, el SNPAD pasó a un plano de mayor desarrollo organizacional al ocuparse también de la prevención y mitigación de los desastres, al tiempo que se creó el Fondo Nacional de

Calamidades. La gestión del riesgo para enfrentar los huracanes tiene un manejo distinto del de los terremotos, puesto que estos eventos tectónicos se presentan de forma súbita. Los huracanes son fenómenos climáticos donde intervienen gran número de variables de comportamiento aleatorio como vientos, temperatura y humedad, y que igualmente se aborda con pronósticos.

En Colombia el desafío está en estudiar de forma integral la amenaza climática, a pesar de que dicha tarea está a cargo del IDEAM y de que las sequías son poco frecuentes y los ciclones tienen incidencia marginal. La Oficina de Pronósticos y Alertas suele elaborar los avisos y boletines ambientales sobre huracanes para advertir sobre la posibilidad de lluvias intensas y marejadas con sus peligros colaterales.

Si bien lo anterior procede para el archipiélago de San Andrés y Providencia por ser nuestro lugar más comprometido en virtud de su latitud, para el caso de la Guajira la ocurrencia de las tormentas significa el advenimiento de lluvias esperadas para calmar la sed de la tierra.

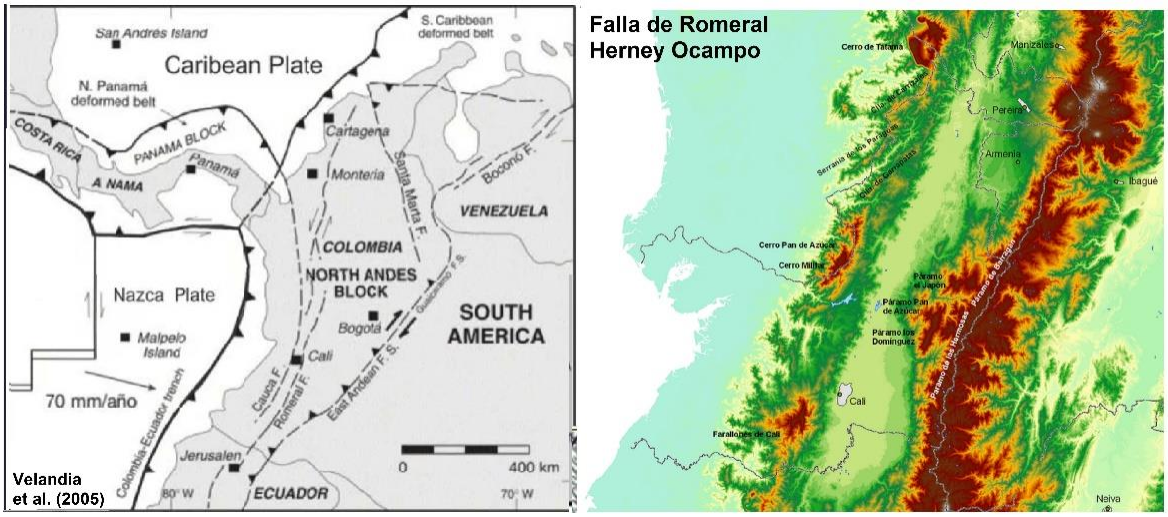
Para los terremotos los factores principales del riesgo son: la influencia de las fuentes sísmicas y la caracterización de las provincias sismo-tectónicamente homogéneas. Allí deben considerase la frecuencia, naturaleza y magnitud de los eventos, además de la vulnerabilidad física de las construcciones, asentamientos humanos expuestos en cada contexto, y variaciones en la respuesta dinámica del terreno, ya que los suelos blandos al igual que el relieve agravan la intensidad local del desastre.

En Colombia, además del mapa de sismicidad elaborado por la Red Sismológica Nacional se ha expedido la norma sísmica NSR-10 sobre diseño y construcción sismo resistente, instrumento que para el efecto aplica un período de retorno de 475 años.

También ha habido esfuerzos específicos en materia de microzonificación sísmica en las grandes ciudades y estudios sobre la tipología constructiva. Sin embargo, en muchas zonas de amenaza sísmica alta, falta abordar dicha labor; tal es el caso de las poblaciones ubicadas en fallas del sistema Cauca-Romeral, el Margen Llanero y de la región del Pacífico.

***

SISMOS HISTÓRICOS PARA EL OCCIDENTE COLOMBIANO: 1961 Y 1962.



Portada: Marco tectónico de los Andes más Septentrionales, y Relieve Topográfico en el entorno de la Falla de Romeral

Veamos dos eventos relacionados con la subducción de la placa de Nazca bajo la suramericana, como fuente sísmica que genera megaterremotos de magnitud cercanos o superior a 8.0 Mw, con eventuales tsunamis devastadores en la costa pacífica. Además, transfiere esfuerzos a la corteza continental, activando fallas tectónicas e impulsando la intensa actividad volcánica y sísmica de la Cordillera Central y Occidental en una provincia sismo-tectónicamente activa que parte del Macizo de Colombiano y llega hasta el Sur de Antioquia.

1- El terremoto del 20 de diciembre de 1961

Tras la actividad telúrica en la compleja red tectónica colombiana, en la región central e intraandina del país, el evento de mayor trascendencia histórica y de impacto socioespacial de ese periodo ocurrió a finales de año, con este terremoto que sacudió con fuerza el Eje Cafetero y el sur de Antioquia.



Imagen: Catedral de Sonsón, antes y después del sismo de 1961.

Asimismo, dentro del registro histórico del mismo año sobresale un movimiento previo el 16 de junio de 1961 (magnitud aproximada de 6.5 e hipocentro a 114 km de profundidad), percibido ampliamente en el nororiente colombiano y Venezuela, afectando zonas del cañón del Chicamocha y Santander. No obstante, fue el evento sísmico de diciembre el que dejó secuelas profundas en el paisaje urbano, en la arquitectura patrimonial y en la memoria colectiva del centro-occidente colombiano.

Contexto Tectónico y Características Generales

Colombia se encuentra emplazada en una esquina tectónica de altísima complejidad, determinada por la interacción dinámica entre la placa de Nazca, la placa del Caribe y la placa Suramericana. Los movimientos telúricos que afectan la Cordillera Central y el valle del río Cauca suelen estar asociados tanto a los procesos de subducción en el Pacífico como a sistemas de fallas geológicas activas e intraplaca, tales como el

Sistema de Fallas de Romeral.

El sismo de diciembre de 1961 se caracterizó por ser un evento de profundidad superficial a intermedia, lo que favoreció la transferencia de ondas de alta frecuencia hacia la superficie terrestre. Aunque los instrumentos de la época —como los operados por el Instituto Geofísico de los Andes— ubicaron preliminarmente focos de propagación hacia el occidente del país, la mayor intensidad macrosísmica (grados VII a VIII en la escala de Mercalli) se concentró sobre los depósitos volcánicos y laderas del Eje Cafetero y la subregión del sur de Antioquia.

Afectaciones Territoriales y Daños Principales

El sacudimiento telúrico afectó múltiples centros urbanos caracterizados por edificaciones de tapia pisada, bahareque tradicional y mampostería no reforzada.

- Sonsón (Antioquia): Fue uno de los municipios más castigados. El temblor causó agrietamientos severos en viviendas residenciales, locales comerciales y recintos públicos. Su emblemática Catedral de Granito sufrió daños estructurales de consideración en sus cúpulas y muros maestras. Este evento debilitó críticamente el templo y la trama urbana circundante, lo que actuaría como antecedente directo del colapso definitivo registrado meses después durante el potente terremoto del 30 de julio de 1962.

- Manizales y Caldas: La capital caldense y municipios aledaños sintieron el sismo de forma violenta. Se reportaron desprendimientos de mampostería, fisuras en fachadas históricas, agrietamiento de muros de adobe y deslizamientos menores en las laderas de alta pendiente.

• Risaralda y Quindío: En ciudades como Pereira y Armenia, la sacudida generó pánico generalizado, interrupción temporal de servicios públicos y fisuras en edificaciones institucionales y de vivienda tradicional.

• Valle del Cauca y la zona central: El sismo fue percibido con notable fuerza en municipios del norte del Valle y en el Tolima, llevando a la población a evacuar viviendas y espacios cerrados.

Impacto Socioeconómico y Lecciones Urbanas

El balance del evento arrojó decenas de heridos, pérdidas materiales considerables en la infraestructura habitacional y la interrupción temporal de actividades comerciales en las zonas rurales y urbanas afectadas. A nivel técnico e histórico, el sismo de 1961 dejó ver las vulnerabilidades de la construcción tradicional frente a eventos dinámicos:

1. Vulnerabilidad del Bahareque y la Tapia Pisada: Evidenció la fragilidad de las cubiertas pesadas de teja de barro sobre estructuras de madera o muros de tapia desprovistos de amarres horizontales.

2. Efecto de Amplificación Topográfica: Demostró cómo la tipología del relieve andino y la presencia de llenados o suelos blandos incrementan la aceleración del suelo en las lomas y crestas urbanizadas.

3. Precursor de la Sismorresistencia: Los daños consecutivos registrados entre 1961 y 1962 en la región cafetera impulsaron las primeras discusiones técnicas entre la ingeniería civil nacional sobre la necesidad de normar la construcción y de incorporar criterios de diseño estructural ante la amenaza sísmica latente en los Andes colombianos.

2- El terremoto del 30 de julio de 1962

Este evento telúrico, que fue uno de los sismos más significativos del siglo XX para el Eje Cafetero y el occidente colombiano, el que ocurrió a las 15:18 (hora local) y tuvo una magnitud estimada en 6.8 Mw y un foco a una profundidad intermedia de aproximadamente 69 km, fue localizado en cercanías del municipio de Mistrató y Pueblo Rico -Risaralda, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Occidental.

A pesar de la profundidad del hipocentro, el sismo liberó una cantidad considerable de energía que afectó con severidad las estructuras construidas en depósitos volcánicos poco consolidados y laderas empinadas del Gran Caldas, Antioquia y el Valle del Cauca.



Imagen: pérdida de una torre menor en la Catedral Basílica Metropolitana de Manizales.

Características y Efectos Principales

• Víctimas mortales: Dejó un saldo aproximado de 50 fallecidos y más de un centenar de heridos. La mayor concentración de víctimas fatales ocurrió en Pereira (entre 13 y 20 personas), con reportes adicionales de fallecidos en Cali, Aguadas, Pensilvania, Manizales, Sonsón, Pácora y Toro.

• Afectación en infraestructura y patrimonio:

○ Manizales: Sufrió el colapso parcial de una de las torres de la Catedral Basílica Metropolitana, cuyos escombros cayeron sobre las edificaciones adyacentes. Diversas construcciones de mampostería no reforzada y bahareque deteriorado registraron agrietamientos graves y colapsos parciales.

○ Pereira y el Valle del Risaralda: Registraron daños estructurales severos en viviendas e infraestructura pública producto de amplificaciones sísmicas en suelos blandos.

○ Sonsón (Antioquia): Su emblemática catedral de granito sufrió daños severos en la estructura, lo que derivó posteriormente en su demolición total.

• Laderas e Inestabilidad: El sacudimiento detonó múltiples deslizamientos de tierra en las laderas de la Cordillera Central y Occidental, bloqueando vías ínter-municipales y afectando acueductos rurales.

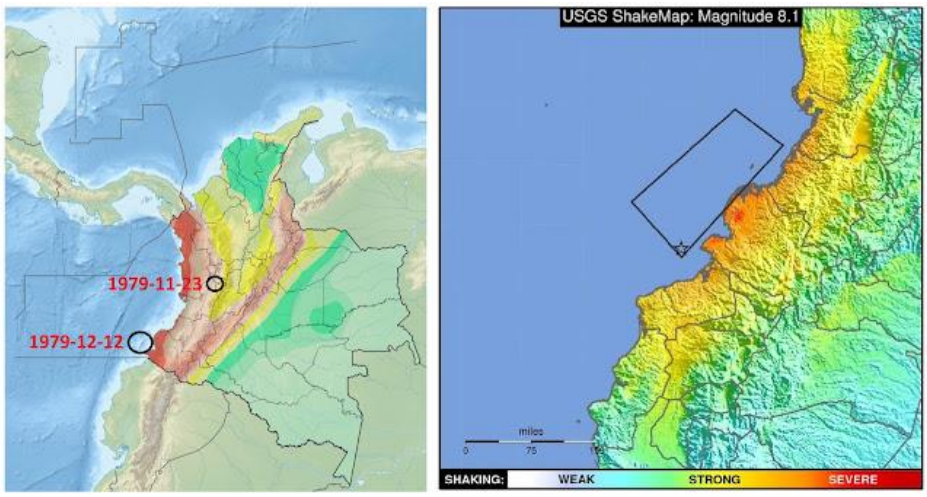
Impacto en la Ingeniería y la Gestión del Riesgo

El desastre de 1962, sumado a los sismos posteriores de 1979 y 1995, sirvió como un catalizador decisivo para la ingeniería sismo-resistente en la región. Evidenció la vulnerabilidad estructural del bahareque de primera generación sin mantenimiento, la mampostería simple no reforzada y la urgencia de regular los sistemas constructivos en zonas de alta amenaza geotécnica y tectónica.

* Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, octubre 12 de 2024.

***

COLOMBIA: SISMOS DE 1979



Portada: Mapa de riesgo sísmico en Colombia, por Noel Maldonado (Adap); y Sismo de Tumaco, fuente USGS , en https://earthquake.usgs.gov

Presentación

En el año de 1979, para Colombia son dos eventos telúricos significativos: el sismo profundo del Eje Cafetero de 1979/11/23 asociado al Plano de Benioff, y el sismo superficial del Pacífico de 1979/12/12 relacionado con la Zona de Subducción. En tectónica de placas, más allá de las fosas oceánicas que se corresponden con los bordes destructivos de las placas del Pacífico que conforman la corteza oceánica, aparece el plano de Benioff o zona sísmica de Benioff, que es la zona plana de sismicidad correspondiente a la placa descendente de subducción bajo el continente Sudamericano, donde se funde material que da origen al magma de los tres complejos volcánicos de Colombia.

***

Sismo de 1979/11/23.



Imagen: Parámetros del sismo e impactos. Fuente Ingeominas

El Centro Nacional de Información de Terremotos (NEIS) del U.S. Geological Survey, ubicó el sismo de 1979/11/23, en los límites del Chocó y Valle, en 4.80N x 76.23 W y un foco de 106 km de profundidad. El epicentro de este sismo de Magnitud Richter 6.3, estubo ubicado en el norte del Valle del Cauca. Con el evento se registraron unas 50 muertes y 500 personas heridas, y las ciudades más afectadas fueron Manizales y Pereira donde la intensidad alcanzó el grado de VIII, mientras que en Armenia, Quibdó y Medellín la intensidad parece haber llegado al grado VII, en Cali al grado VI y en Bogotá al grado V. (Mercalli Modificada). El evento fue sentido no sólo en Colombia, sino también en Panamá, el occidente de Venezuela y el norte del Ecuador. El sismo tuvo mayor intensidad y carácter destructor en el centro occidente de Colombia, desde Cali hasta el Sur Occidente de Antioquia, y en el Chocó.

Las ciudades más impactadas por pérdidas humanas y materiales fueron Manizales, Pereira, Armenia, y en menor grado otras poblaciones de los departamentos del Eje Cafetero, norte del Valle y sur occidente de Antioquia. En el Eje Cafetero o Antiguo Caldas, además de víctimas mortales y heridos se derrumbaron casas, bloquearon carreteras, agrietaron edificaciones. En Manizales: resultó afectado el estadio Fernando Londoño y Londoño, el teatro Fundadores, los edificios La Suiza y Los Rosales, edificaciones de la universidad de Caldas, el Palacio Nacional, entre otros. El centro de la ciudad y el sector frente al colegio Santa Inés fueron los más afectados. En Armenia: además de la interrupción de los servicios telefónicos y de alumbrado, hubo desplome de viviendas humildes en el barrio Zuldemaida, donde fue necesario evacuar habitantes. La vía a Calarcá y otras carreteras, resultaron bloqueada por derrumbes.

***

Sismo de 1979/12/12.

Sismo de 1979/12/12		
Parámetros generales		
Fecha		1979/12/12
Hora local		02:59
Magnitud		8.1 (MW)
Epicentro	Latitud	1.555
	Longitud	-79.276
Profundidad (Km)		23.6
Intensidad máxima (EMS-98)		10
Número de puntos de intensidad (EMS-98)		56
Área epicentral		Costa Pacífica, Pacífico

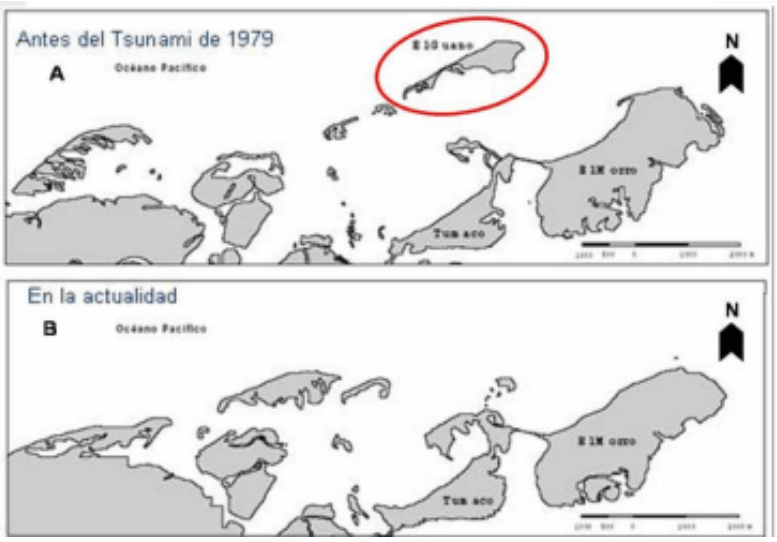


Imagen: Parámetros del sismo e impactos en Tumaco. Fuente Corporación OSSO.

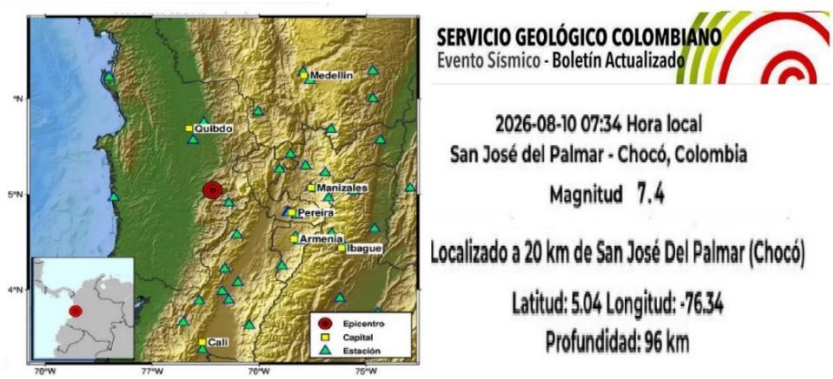
El sismo de Magnitud 8.1 que fue sentido en gran parte del territorio colombiano y ecuatoriano, ocurrió 19 días después del que afectó al Eje Cafetero el 23 de noviembre. Este evento telúrico con una energía unas 300 veces superior al anterior, originó un tsunami que, según observaciones presentó entre 2 y 3 olas con una altura de 3 metros, las cuales abatieron la costa entre Guapi al norte y Tumaco al sur, donde arrastraron a su paso personas, animales, viviendas y enseres. Con el tsunami que cobró más de 500 muertos (muchos de ellos ahogados) y un número similar de heridos, desaparecieron totalmente San Juan de la Costa y la isla El Guano, y se dio un cambió de morfología en el archipiélago de Tumaco. Como referente, la magnitud sísmica aludida es una escala exponencial, en la cual: si entre grado y grado de magnitud la energía varía 30,5 veces, en 2 grados varía 30,5 al cuadrado.

Con el citado tsunami, las poblaciones más afectadas, fueron en general las ubicadas en la costa sur del Andén Pacífico, en jurisdicción de los departamentos de Cauca y Nariño, en donde hubo daños graves ocasionados por la combinación terremoto - maremoto. Las construcciones del litoral construidas en madera que habían resistido el movimiento telúrico, fueron destruidas por el tsunami. En El Charco, San Juan de la Costa, Mosquera, Tumaco y algunos caseríos costeros, se presentaron los mayores daños. Además del tsunami, hubo otros efectos secundarios en la naturaleza, como agrietamientos del terreno, licuación y hundimientos. En los días siguientes al sismo, se registraron numerosas réplicas de magnitud importante.

* Documento del OAM, de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 25 11 2021.

***

EL DESASTRE SÍSMICO 2026, UN BALANCE Y LA AMENAZA



Presentación



Figura 00: Catedral de Manizales- símbolo del desafío para la adaptación a la amenaza sísmica. Imagen en El País.

El evento sísmico del 10 de agosto de 2026, que tuvo lugar en el departamento del Chocó, muy cerca de los límites municipales de San José del Palmar (zona donde se ubica el corregimiento de La Palma) se registró con los siguientes parámetros: Hora local: 07:34 a. m. (GMT-5); Magnitud: 7,4 Mw; Epicentro: San José del Palmar-Chocó (4.84°N, 76.24°O); Profundidad: ~82 – 110 km (profundidad intermedia). Aunque la fase intensa duró unos 20 segundos, la duración del evento fue del orden de un minuto. Como referente, el del 10 de agosto con Mw 7.4, por su magnitud ha sido el tercer evento en Colombia, después de dos registrados en la frontera con Ecuador: el del 31 de enero de 1906 (Mw 8.8) y el de Tumaco del 12 de diciembre de 1979 (Mw 8.1)

En cuanto a víctimas fatales, el balance al 22 de agosto es de 329 personas fallecidas a nivel nacional, 4600 heridos y 247 desaparecidos, principalmente bajo escombros en 16 departamentos. Aunque el epicentro se localizó en El Palmar, Chocó, las mayores afectaciones humanas y estructurales se concentran en el Valle del Cauca y la región del Eje Cafetero, debido a la alta densidad poblacional y al colapso de edificaciones.

…

Tectónica de placas

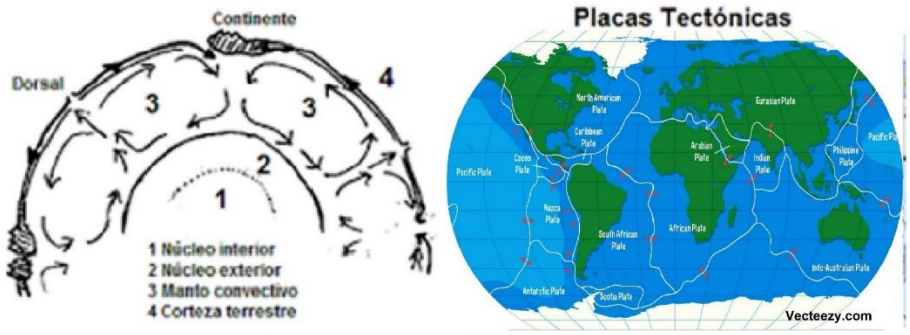


Figura 01-: El modelo de la tectónica de placas. GDE y Es.vecteezy.com

La teoría científica de la tectónica de placas que explica cómo la capa externa de la Tierra, llamada litosfera, está dividida en grandes bloques rígidos que se mueven sobre el manto terrestre, argumenta que dicho movimiento lento pero constante, es el que moldea los continentes, crea y pliega y fractura las montañas, además de provocar terremotos y la formación de los volcanes. Gracias al núcleo caliente de la tierra, el manto terrestre fluye conformando un flujo plástico convectivo, que al ascender por las dorsales oceánicas que son los bordes constructivos de las placas tectónicas, continuamente forma la corteza terrestre obligándola expandirse, hasta que ella choca con los continentes.

Como la densidad de las rocas oceánicas es de 3 a 3,3 Ton/m3 y la de los continentes de 2,7 a 3 Ton/m3, estos que siempre flotan alcanzan edades de miles de millones de años contra no más de 150 millones de años que es la edad de los fondos oceánicos. Lo anterior explica no solo la subducción de la corteza oceánica por los bordes destructivos de las placas tectónicas, sino también el plegamiento y fracturamiento del continente: de este modo, hace 550 millones de años se formó el Cinturón Cristalino de la Cordillera Central de Colombia, y posteriormente la cordillera Occidental cuya edad se estima en 250 millones de años.

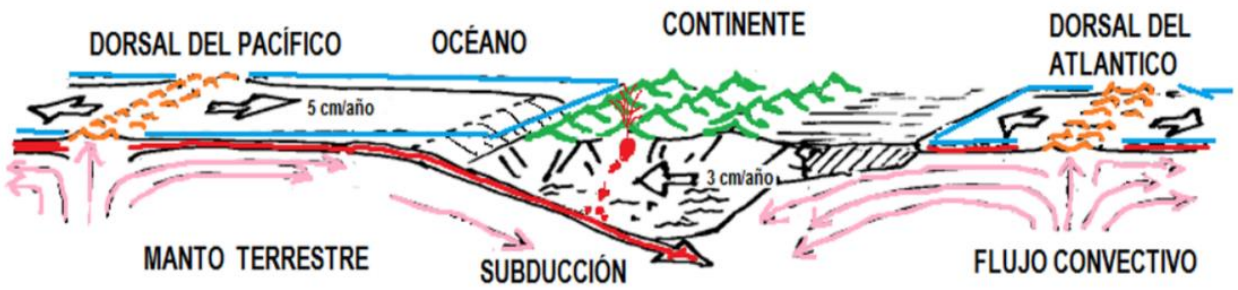


Imagen 02- Placas-Tectónicas-Dorsales-Zonas-de-Subducción. Fuente GDE.

En Colombia los sismos son frecuentes en la región del Pacífico y Andina, eventuales en la del Caribe y escasos en la Orinoquía y la Amazonía. Y los sismos intraplaca generados en la confrontación de las placas Nazca y Sudamericana- y no por fallas activas como Romeral, que son someros e intensos en la región del Pacífico, pese a su magnitud, son de menor intensidad, salvo que su magnitud sea notable, aunque se sienten en toda la Región Andina. Hay singularidades en Riosucio (Chocó) y en la región de Bucaramanga, como también fallas de gran actividad en la joven cordillera Oriental y en otras regiones del país.

Para el Eje Cafetero existen dos fuentes sísmicas principales: la zona de subducción y el Sistema de Fallas de Romeral. La fuente que explica este evento es la primera, asociada a la Placa de Nazca, cuyos antecedentes son, además del sismo 19 de enero de 1958 de magnitud 7.8 Mw ocurrido en la frontera con Ecuador (H=?), los terremotos dobles del 20 de diciembre de 1961 en Cajamarca (H=86 km), y 30 de julio de 1962 en Mistrató (H=78 km) cuando colapsó una torre menor de la Catedral de Manizales, así como los dos de 1979 ocurridos el 23 de noviembre (Santa Rosa de Cabal (H=99 km) y el 12 de diciembre (Tumaco y =26 km).

…

2- La Amenaza Sísmica en el Eje Cafetero

El Eje Cafetero, está ubicado sobre una provincia sismo tectónica donde los terremotos de 1938, 1961-62, 1979 y 1995, ponen en evidencia una fuente sísmica generadora de eventos profundos fuertes, con sismos de magnitud cercana a 7 grados provenientes de la zona de subducción; pero también, las fallas del sistema Cauca-Romeral son otra fuente que merece mayor consideración, dadas las devastadoras consecuencias de sismos superficiales asociados a fallas activas, de magnitud 6 pero de mayor intensidad, como los de Popayán 1983 y Quindío 1999.

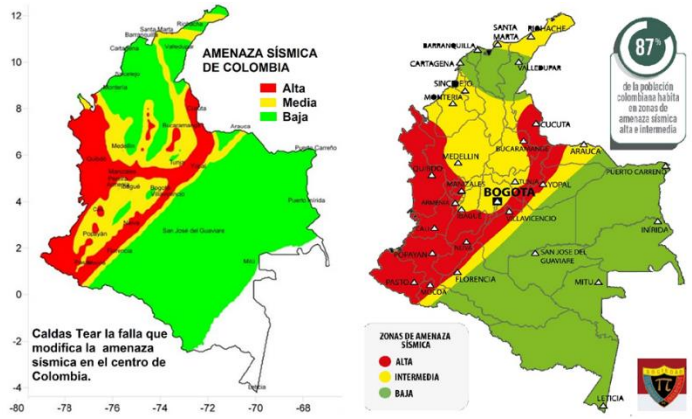


Imagen 03: Mapa no oficial de Amenaza Sísmica para Colombia según Carlos A. Vargas, en UN Periódico (2011), y Espectros de la Microzonificación Sísmica para Manizales, del SIMOC (2002).

La falla del Cauca recorre los departamentos de Nariño y Cauca. La falla de Palestina cruza los departamentos de Tolima, Caldas, Antioquia y Bolívar. La falla de Santa Marta-Bucaramanga afecta a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santanderes, Cesar y Magdalena. La falla Guaicaramo cruza los departamentos del Meta, Cundinamarca, Boyacá y Arauca.

Sea esta la oportunidad para definir los parámetros de un sismo: la magnitud que alude a la energía liberada en el foco y se evalúa con la escala Richter que es abierta y exponencial. La mayor magnitud que se ha registrado es de 9, y entre una magnitud y otra la energía varía 30.5 veces, pero entre dos grados consecutivos como magnitud 6 y 8 la variación es más de 900 veces, es decir, 30.5 al cuadrado. Otro parámetro es la intensidad que alude a los daños y se califica con la escala cerrada Mercalli-Cancani que va de I a XII, siendo I cuando sólo se registra por instrumentos, III si se percibe sólo en edificios altos, VI lo siente toda la gente,

IX pánico y daños, y XII destrucción total. Otros parámetros son el epicentro y el hipocentro, según hablemos del lugar geográfico o del foco sísmico, igualmente la hora y profundidad, como también la duración del evento.

…

Las fallas geológicas

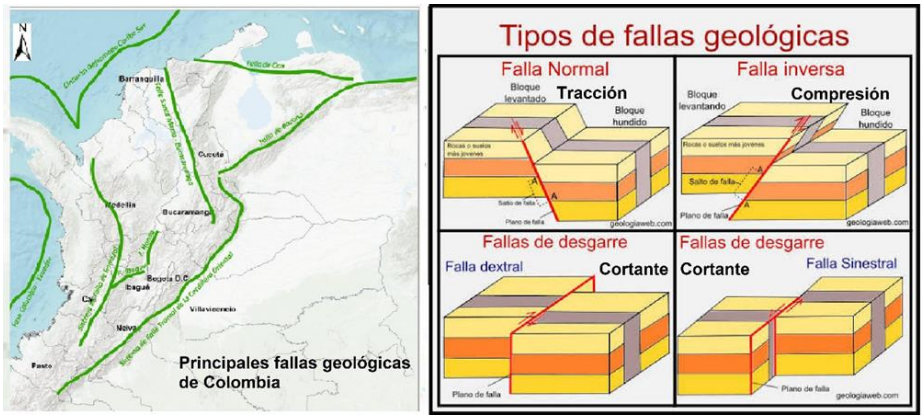


Imagen 04: Colombia: principales fallas geológicas activas, (SGC,2017; París, 1999) Y Tipos de Fallas Geológicas, en: Geologiaweb.com

Una falla geológica es una fractura o zona de discontinuidad en la corteza terrestre a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento significativo de los bloques de roca debido a fuerzas tectónicas. Al liberarse repentinamente la energía acumulada por la fricción entre las partes, se originan los sismos. Son tres los tipos principales de fallas: 1- Normales: El bloque superior se desplaza hacia abajo respecto al inferior debido a fuerzas de tensión (estiramiento). 2- Inversas (o de cabalgamiento): El bloque superior sube sobre el inferior por presiones de compresión. 3- De rumbo (o de desgarre): El movimiento es predominantemente horizontal, paralelo a la dirección de la fractura.

Como ejemplos notables en Colombia, tenemos, en primer lugar, el Sistema de Fallas de Romeral, que es una de las estructuras tectónicas más importantes y activas del país; atraviesa los Andes colombianos de sur a norte y condiciona la alta sismicidad del Eje Cafetero y el occidente del país. En segundo lugar, la Falla de Boconó, Falla Frontal de la Cordillera Oriental, que define el contacto entre la Cordillera Oriental y los Llanos Orientales, responsable de la actividad sísmica en sectores como Meta y Santander. Y tercero, la Falla de Murindó, ubicada en el Chocó y el noroccidente antioqueño, generadora de eventos telúricos de gran magnitud en el Pacífico colombiano.

…

El terremoto del Eje Cafetero



Imagen 05- Impacto del terremoto de 1999 en Armenia. Eje Cafetero, Las 2 orillas.

Si aún recordamos que el terremoto de 28 segundos ocurrido Eje Cafetero el 25 de enero de 1999, de magnitud 6,2 y 21 km de profundidad, cuyo epicentro se asoció a la Falla de Romeral en su paso por Córdoba, -misma que ya había liberado su energía en Popayán (1983)-, y que en esta ocasión pudo impactar 28 municipios, y cobrar la vida de 1.185 personas dejando más de 8.500 heridos, y cerca de 100 mil edificaciones severamente afectadas, de ella 30 mil destruidas y el 75% en Armenia y Calarcá.

Las donaciones de dinero y de recursos a nivel nacional e internacional fueron aproximadamente el 4 % de la totalidad de los recursos invertidos que permitieron la reconstrucción total del Eje Cafetero colombiano. El organismo creado para la administración de estos fondos fue conocido como FORECafé (acrónimo para Fondo para la Reconstrucción del Eje Cafetero) y ha sido calificado por el Banco Mundial y los expertos internacionales como un ejemplo exitoso de trabajo en emergencia entre el Estado y la sociedad civil organizada.

…

El Contexto y La Ecorregión:

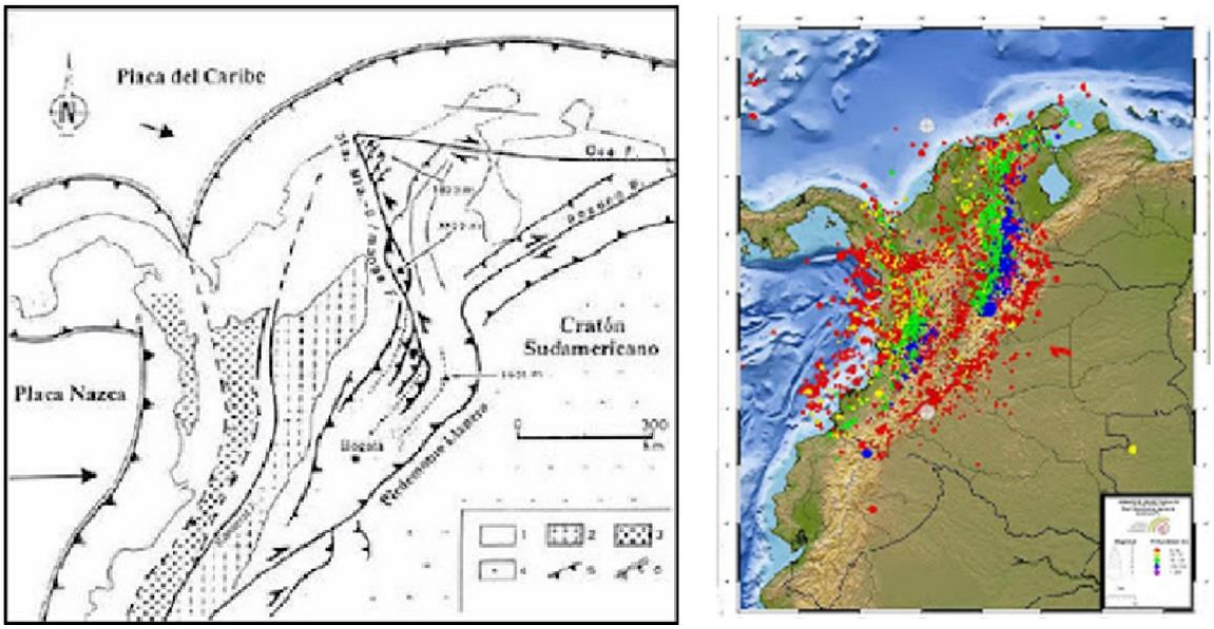


Imagen 06- Entorno tectónico de Colombia – Manualgeo-, y Sismicidad registrada del 1-01-2020 al 30-06-2020. SGC.

Pero las fallas del sistema Cauca-Romeral y las que delimitan la fosa tectónica del Magdalena, son dos fuentes sísmicas someras que merecen consideración en esta poblada región. Los terremotos superficiales de Popayán 1983 y Quindío 1999, con magnitud Richter 6 e intensidad Mercalli VIII, anuncian una segunda fuente sísmica de implicaciones diferentes; con ellos, las aceleraciones en los depósitos mal consolidados, han alcanzado aceleraciones hasta 5 veces superiores a las registradas en los sismos profundos, aunque en intervalos de tiempo muy pequeños. Un parámetro para ajustar ahora la SNR-10 tendrá que ser la duración del evento.

Esta temática ha sido uno de los principales objetivos de técnicos y científicos que laboran en el Programa de la Red Sísmica del Eje Cafetero y el Tolima, para llegar a lo que se conoce como respuesta sísmica. Es importante señalar que las tres ciudades capitales de la conurbación, afectadas por la Falla Romeral, están sobre potentes abanicos aluviales asociados a depósitos fluvio torrenciales de origen volcánico, pertenecientes a los ríos Chinchiná, Otún y Quindío. El depósito fluvioglaciar de Manizales anuncia levantamiento desde el terciario tardío hasta el holoceno. Allí, la formación Manizales con sus depósitos fluvio torrenciales a la altura de Chipre y Villa Kempis, anuncia un levantamiento tectónico respecto a Villamaría y Morrogacho.

El Sistema de Fallas Romeral (SFR), que define el límite o transición entre la vertiente occidental de la Cordillera Central y los valles del río Cauca y del río Patía, con una longitud que supera los 800 kilómetros, se extiende desde el Macizo Colombiano en Nariño hasta las llanuras del Caribe, y también representa una sutura tectónica ya que hacia el oriente de la falla tenemos la corteza continental de la Placa de Sudamérica y hacia el occidente los terrenos de origen oceánico plegados al continente.

En la zona Andina de Colombia, las características sismo tectónicas de la región apenas empiezan a conocerse. No se sabe aún cómo se atenúa la intensidad en función de la magnitud y distancia focal del sismo, y a lo sumo podríamos suponer que la actividad sísmica del futuro tendrá alguna semejanza con la del pasado. Como no es posible aún predecir los fenómenos sísmicos de un modo determinista, se ha recurrido a modelos probabilísticos.

Pero dada la limitación en nuestras bases de datos, se ha buscado representar la historia sísmica con la recurrencia de las magnitudes generadas por las diferentes sismo-fuentes, asumiendo localización y determinadas leyes de atenuación de intensidad, donde las variables se modelan con características aleatorias dada la incertidumbre de los registros y del fenómeno en sí (modelo estadístico bayesiano).

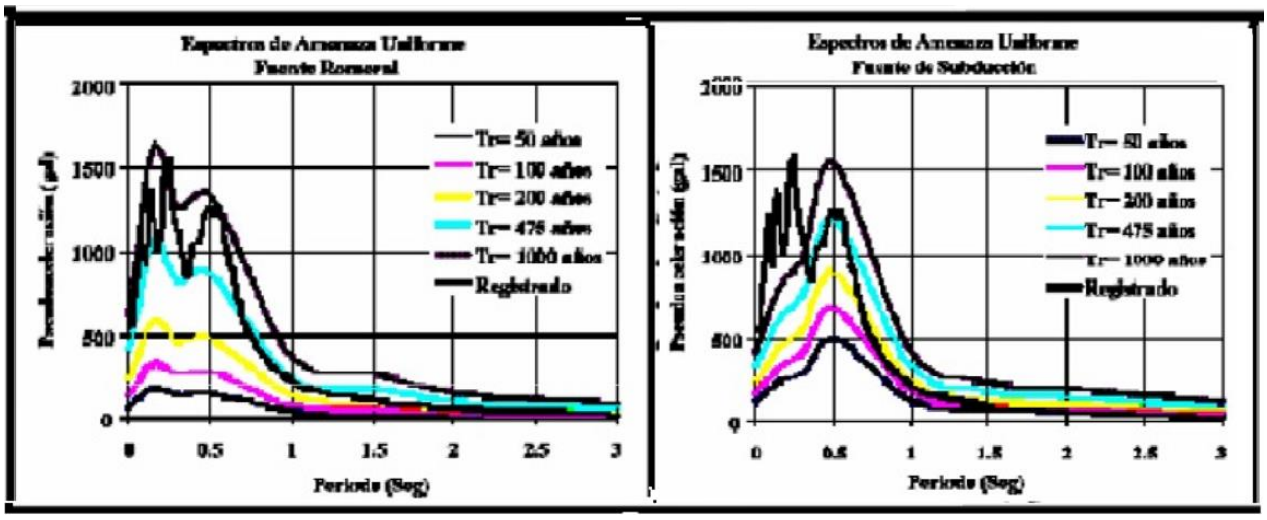


Imagen 07. Espectros de amenaza Uniforme- Fuentes Romeral y Subducción- SIMOC 2002 Manizales.

Al examinar la imagen del Espectro de Amenaza Uniforme, para Romeral y Subducción y se superpone el sismo del Quindío 1999, se infieren dos cosas: a) que la fuente sísmica fue Romeral, y b) que el período de retorno de este evento es de unos 750 años. La interacción suelo-estructura (SSI) es un factor clave en la evaluación del riesgo sísmico ya que considera el impacto sobre las estructuras por el movimiento del suelo generado en un terremoto, y evalúa con precisión el peligro sísmico para adaptar el diseño minimizando los daños causados.

Se parte del presupuesto de que la intensidad es la variable más determinante en los daños sísmicos, y que la calibración de los resultados finales y consistencia entre tasas de excedencia de magnitudes e historia sísmica regional se obtiene con el catálogo sísmico del lugar. Ciertamente la incertidumbre e imprecisión, inherentes a un tratamiento estadístico, no resultan aceptables al evaluar el impacto sobre el total de pérdidas probables que pueden tener las obras de infraestructura comunitaria, razón por la cual cada caso (cada línea vital o cada centro de servicio) debe ser tratado particularmente. La vulnerabilidad física de una estructura se describe en términos de la aceleración basal, del período fundamental de vibración de la estructura y de la función de daños correspondiente.

Anotaciones al Riesgo Sísmico.

En el Riesgo se conjugan dos factores: Amenaza y Vulnerabilidad. Aunque sabemos que en el tiempo, a escala humana la Amenaza sísmica permanece como invariante, la Vulnerabilidad cambia y con ella el Riesgo sísmico; éste, que crece cuando los escenarios vulnerables lo hacen, también se puede reducir si se implementan gestiones integrales de resiliencia acometiendo su mitigación, vía adaptación con mejoras estructurales, y en particular con diseños que consideren la amplificación sísmica, donde intervienen factores como tipo de suelo, duración del evento, topografía y características de la estructura.

Ahora, si en el país se han dado avances significativos como la institucionalidad alcanzada con el desarrollo de un Sistema Nacional, la incorporación del Riesgo en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial 1454 de 2011 y la expedición de normas sismo resistentes desde el 7 de junio de 1984 mediante el Decreto 1400 de 1984 tras el terremoto de Popayán, un proceso en el cual se adopta a nivel nacional el código de construcciones sismorresistentes desarrollado en Manizales, desde 1980.

Luego aparece la Ley 400 de 1997 que permitió actualizar la norma y dar paso a las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98), actualmente actualizada con la NSR-10, que permite incorporar el bahareque y las estructuras de madera, pero aún falta mucho por hacer en la dimensión socio-ambiental y ajustar la normatividad tras el sismo del 10-08-2026.

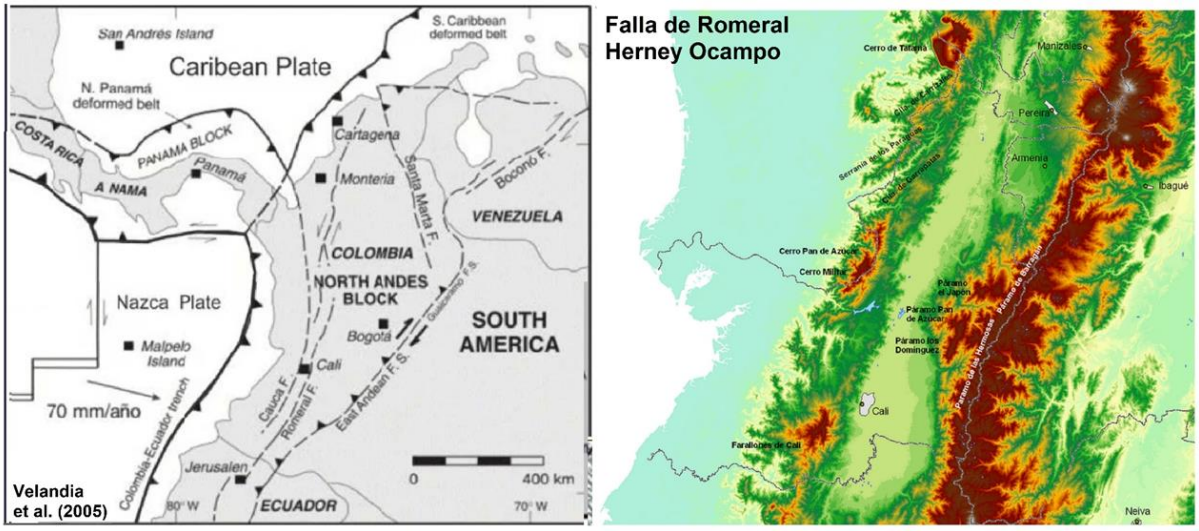


Imagen 10- Marco tectónico de los Andes más Septentrionales (Velandia et al 2005), y Relieve Topográfico en el entorno de la Falla de Romeral (H. Ocampo)

Colombia, país que se localiza dentro de una de las zonas sísmicas más activas del planeta, ya que en su entorno se da la interacción de tres placas tectónicas: la de Nazca, la del Caribe y la Suramericana, cuyas derivas explican fallas geológicas activas, y donde sobresale el "Nido sísmico de Bucaramanga", un lugar del Chicamocha vecino a falla Santa Marta-Bucaramanga con epicentros ubicados en la zona de la Mesa de los Santos, y cuya sismicidad se asocia a la geodinámica de la placa Paleocaribe.

En cuanto a la Amenaza, el Eje Cafetero se ubica al norte de una provincia sismo tectónicamente homogénea, ubicada entre la fosa del Pacífico Colombiano y la Cordillera Central de los Andes más septentrionales de América, un territorio sísmicamente activo que parte del Macizo Colombiano y llega hasta las Montañas de Antioquia, donde transcurren de Sur a norte los Sistemas de Fallas de Romeral y del Cauca-Patía, mismos que disiparon la energía sísmica proveniente de La Palma Chocó en su ruta a Manizales y a Medellín, pero no en el camino hacia Cali y Pereira donde los daños fueros mayores.

La Falla Cauca y sector central de la Falla de Romeral, desde Cartago a Puerto Valdivia, delimitan un graben comprimido o depresión estructural, entre las dos cordilleras; allí, al observar las trazas de la Falla de Romeral con una distribución alineada de cuerpos ígneos afines a la corteza oceánica en su contorno, se prevé que dicha ruptura profundice la corteza.

Según la investigación del potencial geotérmico del Ruiz, y la Geología de Manizales y sus alrededores estudiada por geólogos de la Universidad de Caldas, un esquema de los rasgos estructurales de la región señala las fallas o lineamientos inferidos, cuya verificación en varios casos se ha venido haciendo por investigadores del Observatorio Vulcanológico y Sismológico del Ingeominas, establecido en Manizales desde 1985.

En lo urbano, ésta compleja dimensión pasa por la presión de las frágiles laderas del escarpado territorio, en especial en los ambientes periurbanos de Manizales, y por el control urbano sobre todo en las zonas deprimidas de los centros urbanos de las áreas metropolitanas en rápida expansión.

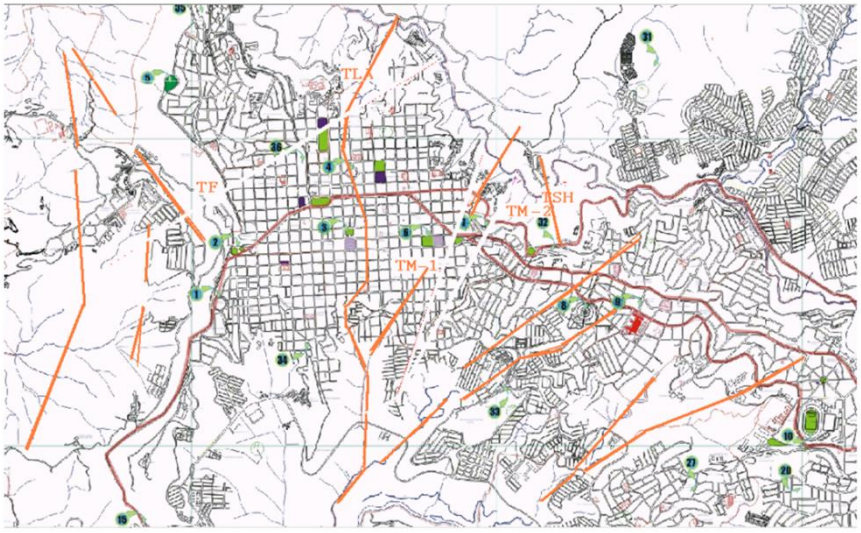


Imagen 11- Lineamientos estructurales y Fallas geológicas en Manizales. INGESAM, 2007.

…

Allí, las múltiples actividades comerciales mixtas e informalidad, sumada a la alteración estructural de los viejos inmuebles de mampostería no reforzada y de bahareque para su adecuación y expansión, recurriendo a prácticas inadecuadas, hacen del escenario un cúmulo de potenciales escombros por la amenaza sísmica.

Siendo así, queda claro que por la ocurrencia de fuertes terremotos en Colombia la pregunta obligatoria debe ser no solo: ¿cuáles son las zonas del país con mayor riesgo de sufrir un sismo de gran magnitud?, sino también ¿cuál puede ser el mayor desastre sísmico en Colombia?, y esto nos puede llevar a Bogotá por tratarse de una megalópolis expuesta a la amenaza de fallas geológicas.

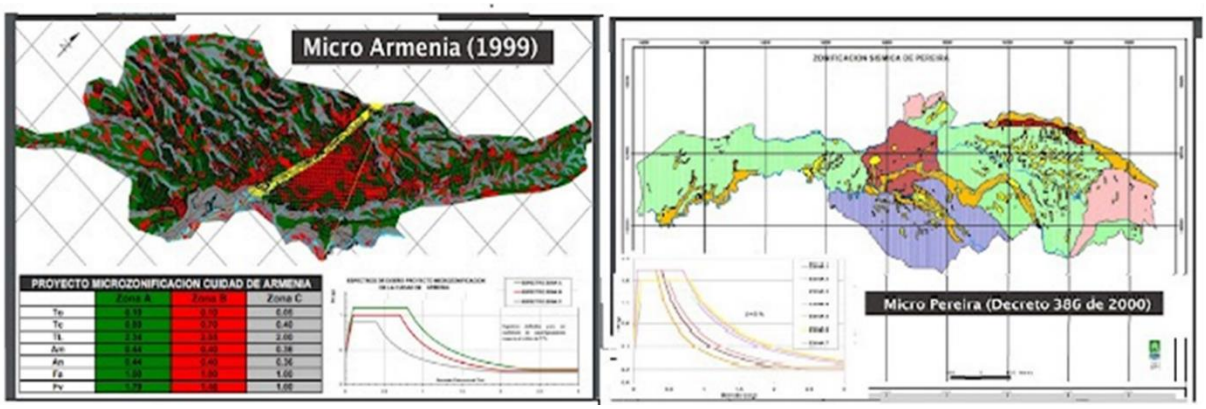


Imagen 12- Microzonificación Sísmica de Armenia (1999) y de Pereira (2000). IDEGER. Bogotá.

Pero lo lamentable para Manizales es que, pese a aportes fundamentales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, como la Microzonificación Sísmica de Manizales (SIMOC 2002), la ciudad desmontó en 2012 el Programa de Aseguramiento Colectivo (o Manizales Predio Seguro) en caso de sismo que se pagaba desde 1999. Pero eso no fue todo: además, en Manizales, tampoco se ha adoptado por decreto la microzonificación, así se le reconozca a la ciudad como resiliente en la gestión del riesgo frente a las amenazas naturales a nivel internacional, dado que igualmente Manizales cuenta con la instrumentación y los estudios detallados de la amenaza sísmica.

Si Manizales formuló su microzonificación sísmica con el SIMOC en 2002, también Pereira lo hizo con Anna Campos y sus compañeros en el 2000, obteniendo un mapa preliminar de riesgos del área urbana complementado con otras investigaciones para valorar los efectos de sitio en el Área Metropolitana, e igualmente Armenia hizo lo propio, al calor de la labor continuada y reconocida de los Profesores de la Universidad del Quindío. …

Qué hay y qué falta

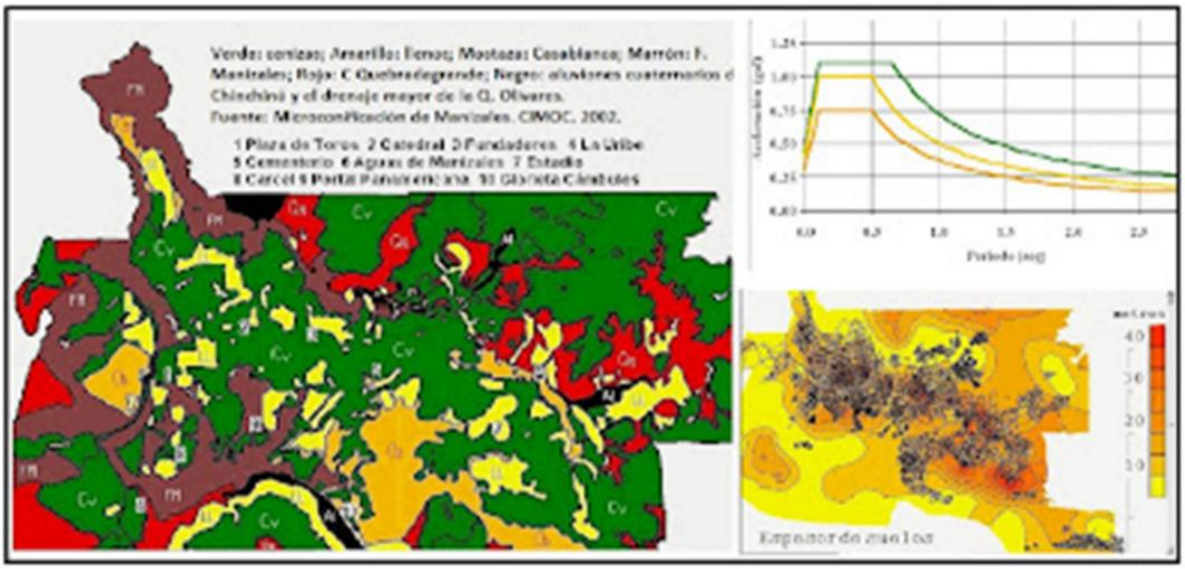


Imagen 13- Manizales: Microzonificación y espectros de diseño en función de los suelos de la ciudad, según sean ellos suelo blando (verde), semi-blando (amarillo) o duro (café). CIMOC (2002).

No obstante, la microzonificación sísmica de Manizales, aunque cuenta con 12 estaciones acelero-gráficas de superficie ubicadas estratégicamente en el perímetro urbano (p. ej., Campus Palogrande, La Nubia, Hospital de Caldas, Universidad de Manizales, Monumento a los Colonizadores); además de un Acelerógrafo de pozo profundo instalado aproximadamente a 45 metros de profundidad para registrar la respuesta sísmica en roca o suelo firme frente a la superficie; y de un Sistema automatizado (operado en convenio entre la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales y la UGR/Corpocaldas) que procesa en tiempo real las aceleraciones del terreno, permitiendo generar mapas de intensidad, aceleración espectral y estimación rápida de daños parcela a parcela tras un sismo.

Si bien todo lo anterior está articulado al Sistema de Alerta Temprana SAT municipal, todavía faltan elementos técnicos, porque la zona urbana requiere una mayor densidad de arreglos verticales (boreholes pares) para medir con precisión las funciones de transferencia y la amplificación estratigráfica real; además de una red densa de micro-tremores para cartografiar el período fundamental del suelo en detalle; además de instrumentación topográfica en crestas vs. valles, para valorar el efecto de amplificación topográfica, y una red de acelerógrafos instalada de forma permanente en edificios de la infraestructura crítica, hospitales y torres de mediana/alta altura, para medir la respuesta real de las estructuras frente al suelo (interacción suelo-estructura); y el Monitoreo dinámico de laderas (Piezómetros y Sismómetros integrados). Lo anterior, le apunta a fortalecer a Manizales como pionera en Colombia en el monitoreo y evaluación del riesgo sísmico, logrando

que la microzonificación sísmica cuente con la densidad e instrumentación específica para capturar la compleja interacción entre las cenizas volcánicas, la topografía abrupta y la geología del subsuelo.

…

4- Un balance del Sismo del 10-08-2026



Imagen 14-Daños Sismo del 10-08-2026 en Colombia. Fuentes varias.

Volviendo al terremoto del 10 de agosto de 2026, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia indicó que este evento al dio 22 de agosto, causó deja 154.014 familias afectadas, equivalentes a 314.751 personas, 31.183 viviendas quedaron destruidas y otras 171.273 resultaron averiadas. A estas cifras se suman 553 edificios colapsados y 5.755 edificaciones con daños, además de afectaciones en 3.710 centros educativos, 5.584 centros comunitarios y 367 centros de salud. Los principales impactos reportados comienzan en la zona epicentral -dada la magnitud del evento-, donde la sacudida se sintió con alta intensidad (MMI VI–VII).

Además, si por el mayor número de víctimas mortales y heridos, sobresalieron Pereira y Cali, seguidas de Manizales, Quibdó y Armenia, por departamentos estos fueron los municipios más afectados: en Chocó, San José del Palmar, Quibdó, Nóvita, Sipí, Condoto, Tadó, Istmina y Río Iró; en el Valle del Cauca, Cali, Calima-El Darién, Zarzal, El Cairo, Buenaventura, Sevilla, Roldanillo, Buga, Yumbo, Florida, Yotoco, Versalles, La Unión, El Águila, Cartago y Riofrío; en Risaralda, Pereira, La Celia, Santuario, Belén de Umbría y Dosquebradas; en Caldas, Manizales, Villamaría, Chinchiná, Neira, Palestina, Anserma, Riosucio y Marmato; en Quindío, Armenia, Salento, Filandia, Quimbaya, Montenegro, Calarcá y Circasia.

¿Y ahora qué?

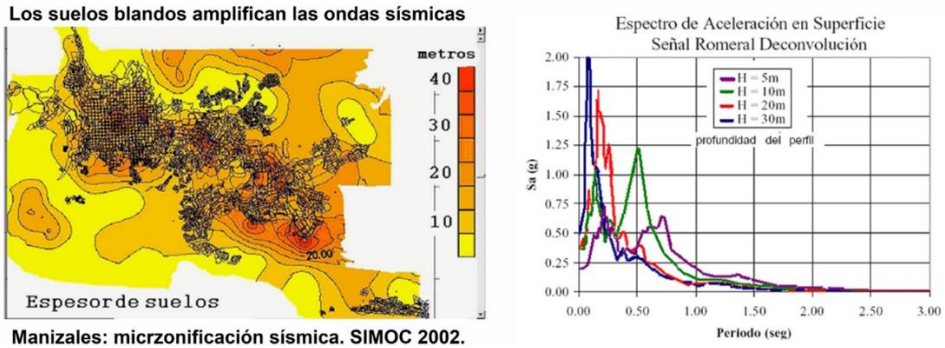


Imagen 15- Espesores de suelos y amplificación sísmica en suelos blandos según el espesor del depósito, para Manizales, SIMOC 2002.

En el Eje cafetero, preocupa la amenaza de otra fuente sísmica: la Falla de Romeral que, si bien ya liberó su energía en Popayán 1983 (evento de Mw 5.5 que cobró 260 vidas) y en Pijao en 1999 (sismo Mw 6.5 que causó 1185 muertes), no lo ha hecho en Caldas, razón por la cual debe esperarse un evento de magnitud 6 a 7, que comprometería los centros históricos desde Manizales hasta Aguadas y del occidente de Caldas. Frente a esta amenaza, las autoridades municipales deben implementar un programa de reforzamiento del

bahareque patrimonial conforme a la norma sismo resistente, soportado en descuentos del impuesto predial por un periodo de 1 a 3 años.

Y respecto a las demoliciones, dado el enorme impacto social y económico que conllevan: antes de esa medida, la ingeniería debe recurrir al estudio estructural en cada caso, para agotar la evaluación del reforzamiento que es más económico y la solución más rápida, aunque se requieren instrumentos de inspección que en el caso estructural pasan por fisurómetros y lupas graduadas, láser medidor de distancia, niveles láser y plomadas ópticas, cámaras termográficas, esclerómetros, ultrasonido para concreto (Pundit), y gatos planos hidráulicos; a los que se suma equipos de prospección geotécnica.

5- La Reconstrucción



Imagen 16- Daños en viviendas de Anserma y Riosucio. Fuente, La Patria, Caracol y Gobernación de Caldas.

Si tras el terremoto la reconstrucción pareciera incierta no solo por requerir recursos que no posee el Estado sino también porque puede haber especulación, esa incertidumbre que pasa por una tragedia que se ha dado a pesar de contar con una norma de sismo-resistencia desde 1984 y de la microzonificación de las ciudades capitales para evitar el uso conflictivo del suelo, el siniestral evento que les ha pasado factura a edificios construidos en el siglo XXI, requiere de robustas medidas de planificación y control para mitigar la vulnerabilidad fortaleciendo la prevención para prevenir futuros desastres sísmicos como este.

Esta tragedia pone en cuestión el papel tanto de las curadurías como entidades encargadas de expedir las licencias de construcción, porque “no están cumpliendo”, como también las falencias de “las políticas públicas de vivienda social para los más pobres, para las cuales se requieren bancos de tierra y programas de autoconstrucción como aporte de las comunidades. Después de una lectura técnica y rigurosa sobre la escala real de la devastación causada por el sismo del 10 de agosto de 2026, el valor fundamental de la reconstrucción, bajo el marco analítico, radica no solo en el restablecimiento del patrimonio edificado, sino en la aplicación estricta del concepto de reconstrucción resiliente y en la comprensión macroeconómica de las pérdidas acumuladas. En una evaluación preliminar de las pérdidas físicas directas en los departamentos de Valle del Cauca, Risaralda, Quindío, Caldas y Chocó, la cuantía alcanzaría los $30 billones de pesos (aproximadamente 7.000 millones de dólares). De conformidad con la formulación planteada por INGENIAR y el especialista Omar Darío Cardona para el Gobierno Nacional, dicho cálculo se desglosa técnicamente en dos componentes claves: 1- Edificaciones: Alrededor de $24,5 billones de pesos representados en colapsos y daños severos a estructuras de uso residencial, comercial e institucional. 2- Infraestructura: Cerca de $5,5 billones de pesos distribuidos en vías, aeropuertos, sistemas de acueducto y alcantarillado, y redes de energía.

El análisis regional demostró que existe una marcada heterogeneidad: mientras el Valle del Cauca concentró la mayor pérdida monetaria absoluta (alrededor de $19,5 billones de pesos), el departamento del Chocó registró la afectación relativa más severa sobre la totalidad de sus activos expuestos, agravando su histórica vulnerabilidad socioeconómica y de accesibilidad. La reconstrucción técnica post-desastre permite al Estado mitigar pérdidas futuras recurrentes mediante el desarrollo de un portafolio de transferencia de riesgo (pólizas de seguro paramétrico, crédito contingente y bonos catástrofe), convirtiendo una pérdida fiscal directa en una inversión prospectiva de desarrollo sostenible. Después de una lectura técnica y rigurosa sobre la escala real

de la devastación causada por el sismo del 10 de agosto de 2026, el valor fundamental de la reconstrucción, bajo el marco analítico, radica no solo en el restablecimiento del patrimonio edificado, sino en la aplicación estricta del concepto de reconstrucción resiliente y en la comprensión macroeconómica de las pérdidas acumuladas.

…

6. Consideraciones del Cierre Prospectivo

Indicador Analizado	Impacto Estimado	Implicación para la Reconstrucción
Pérdidas Totales Estimadas	~$30 billones de pesos (5 departamentos)	Articular transferencias públicas y seguros.
Afectación en Edificaciones	~$24,5 billones de pesos	Requerimiento de normas de reforzamiento.
Pérdida en Infraestructura	~$5,5 billones de pesos	Priorizar agua, acueducto y vías interregionales.
Efecto Macroeconómico	1% a 2% del PIB nacional	Riesgo fiscal si no hay financiamiento

Tabla 18- Parámetros para la Reconstrucción-Sismo 10-08-2026. INGENIAR & O.D. Cardona

Desde la perspectiva técnico-científica formulada por Omar-Darío Cardona e INGENIAR, el verdadero valor de la reconstrucción tras el terremoto de agosto de 2026 estriba en transformar la tragedia en una oportunidad normativa y de transformación estructural. La cuantificación probabilista de los $30 billones de pesos, sirvió como insumo de decisión inmediata para guiar la Declaratoria de Emergencia y estructurar el gasto público.

No obstante, el éxito a largo plazo dependerá de que el plan de reconstrucción priorice la resiliencia física de la infraestructura crítica, reduzca las asimetrías regionales en zonas postergadas como el Chocó y asuma la gestión del riesgo no como una respuesta a la crisis, sino como una política fiscal permanente y obligatoria para el desarrollo del país. Un aporte crucial en la doctrina de INGENIAR según Cardona, es el tratamiento del riesgo sísmico como una obligación fiscal contingente explícita, dado que el impacto del evento sísmico del 10 de agosto representó entre el 1% y el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. En dicho contexto, la reconstrucción adquiere un valor estratégico en materia de estabilidad presupuestal.

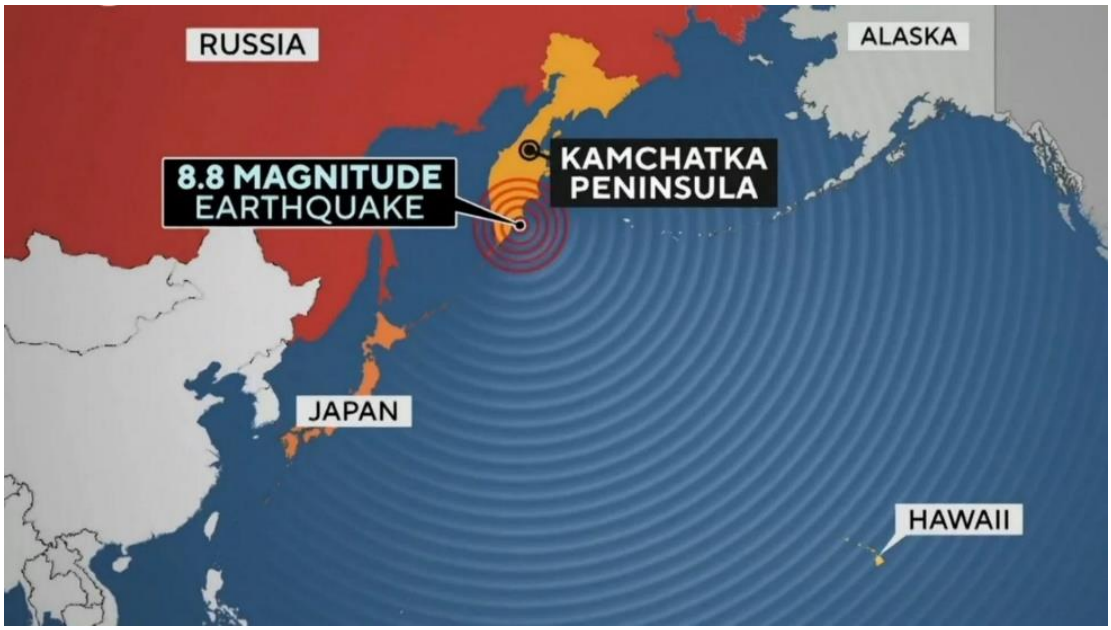
…

Ref: Documento del Museo Interactivo Samoga de la U, N. de Col. para la Cátedra de Historia Regional de Manizales y Caldas. Manizales, 24 de agosto de 2026.

***

TERREMOTOS: EVENTOS Y PREVISIONES

El sismo de la península de Kamchatka que sacudió la remota costa este de Rusia, provocando olas de tsunami en Japón, Rusia y las costas occidentales de Estados Unidos con marejadas de 1,5 metros llegando a Hawaii, y obligando también a emitir alertas en varias naciones del Pacífico, las costas del oeste de Canadá y del Pacífico Sudamericano, nos recuerda el gran sismo del 12 de diciembre de 1979 que generó las marejadas que abatieron a Tumaco.



Este evento de julio 30 con su magnitud Richter de 8,8 grados, aunque desencadenó varias erupciones volcánicas como la del Klyuchevskoy, no compite ni con el sismo de 1952 de magnitud 9,0 vecino al lugar, y menos con los mayores registrados que superando los 9 grados, son: Valdivia-Chile (1960) con 9,5; Índico-Indonesia (2004) con 9,3; Alaska-USA (1964) con 9,2; y Honshu-Japón (2011) con 9,1, para aludir solamente a los terremotos ocurridos y medidos desde 1813. La citada península rusa hace parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, esa vasta franja tectónica de más de 40.000 kilómetros de longitud donde las placas tectónicas son: Filipinas, Pacífico, Nazca, Sudamérica, Australia y Norteamérica. Allí se concentra el 90% de la actividad sísmica mundial, se albergan 450 volcanes activos y algunas de las profundas fosas oceánicas, que son depresiones del fondo marino como la de Kuriles vecina al epicentro, cuya profundidad máxima alcanza 10.542 metros.

Y en Colombia, donde el Servicio Geológico estima que la tendencia sísmica anual, es de siete sismos con magnitudes entre 5,0 y 5,9, uno entre 6,0 y 6,9, uno cada cinco años entre 7,0 y 7,9 y uno de magnitud mayor a 8,0 cada treinta años, los mayores eventos registrados se han dado al Sur: 1906 con magnitud 8,6 en la frontera con Ecuador; 1858 con magnitud 7,6 en Nariño; 1979 con magnitud 7,9 también en Nariño, y 2016 con magnitud 7,6 entre Ecuador y Colombia.

Y para el Eje Cafetero, si en retrospectiva el terremoto del Quindío con magnitud 6,2 del 22 de enero de 1999 pese a su menor energía ha sido el más mortífero y destructivo en la historia de Colombia, ya que las víctimas mortales fueron 1.185 personas, y el de viviendas destruidas o gravemente averiadas sólo en Armenia llegó a 21.000, la evaluación permitió valorar los daños en 1.857 millones de dólares sin incluir los costos de la fase de emergencia, cuantía que equivalió al 2,2 del PIB de Colombia para el año 1998.

Y finalmente, una llamada a la previsión porque, si la falla de Romeral que recorre nuestra provincia sismo tectónicamente activa que va desde el Macizo Colombiano hasta el río Arma pasando por Manizales, ya liberó su energía sísmica en Popayán (1983) y el Quindío (1999), no lo ha hecho entre Palmira y Tuluá y tampoco en Caldas, razón por la cual urge microzonificar nuestros poblados del norte y caldense y el reforzamiento del bahareque para proteger su patrimonio arquitectónico que soporta el Paisaje Cultural Cafetero.

*****

“RIESGO SÍSMICO: LOS TERREMOTOS”

Esta nota se ocupa de dos temas: A- nociones generales sobre terremotos y riesgo sísmico; y • B- el riesgo sísmico en el caso de Manizales y el Eje Cafetero.



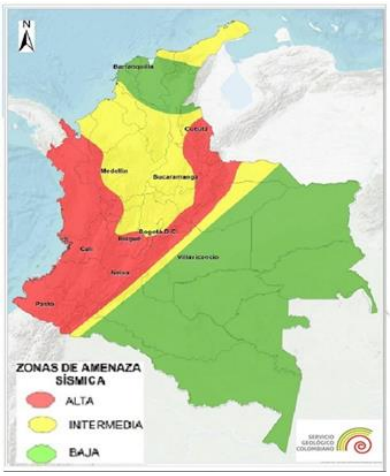


Imagen: Izq. Terremoto en Popayán de 1983, de Fernando Botero. Der: Amenaza Sísmica para Colombia SGC

Manizales está ubicada en la provincia sismotectónica del occidente colombiano, una zona donde los sismos de 1938, 1961-62, 1979 y 1995, ponen en evidencia una fuente sísmica profunda, cuyos eventos de magnitud cercana a 7 grados y un período de retorno del orden de los 20 a 30 años, provienen de la zona de subducción de la placa de Nazca. Pero en dicha provincia, las fallas del Sistema Romeral a lo largo del Valle del Cauca-Patía, son otra fuente sísmica superficial capaz de producir eventos superficiales de magnitud cercana a 6, que dada su mayor intensidad merecen mayor consideración dadas sus devastadoras consecuencias (Popayán 1983 y Quindío 1999), máximo si esto equivale a pensar en que la energía sísmica de la falla Romeral, no se ha liberado en el sector de Caldas.

Tectónica de placas

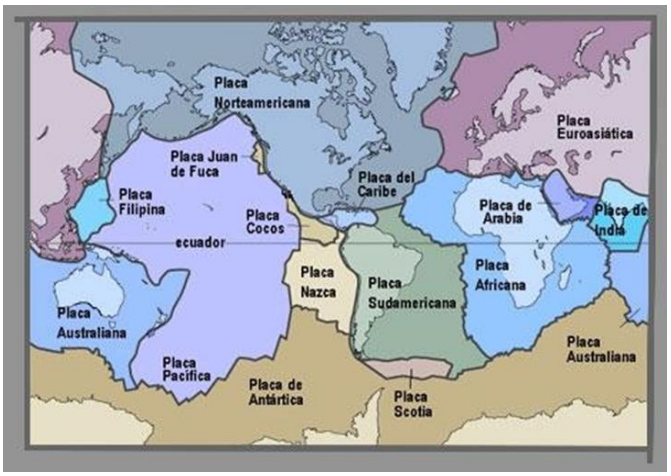


Imagen: Mientras la Placa Sudamericana deriva hacia el poniente a razón de 3 cm/año, la Placa Nazca lo hace hacia el oriente a 5 cm/año. Placas tectónicas, en: redescolar.ilce.edu.mx

Teoría que explica la forma en que está estructurada la porción externa más fría y rígida de la Tierra, y que señala la causa de los desplazamientos que se observan entre los bloques rígidos que la conforman, causados por la dinámica de las corrientes de convección del manto fluido del planeta.

El origen de los Andes, es la consecuencia de la subducción de la placa oceánica de Nazca, bajo la placa continental de Sudamérica. En el ámbito de Colombia, la zona de deformación continental está limitada por el cratón sudamericano ubicado al oriente, y por las zonas de subducción de las placas Nazca y Caribe al

occidente, sobre los márgenes costeros de nuestros mares. En EE UU, la Falla de San Andrés delimita la placa norteamericana de la placa del Pacífico.

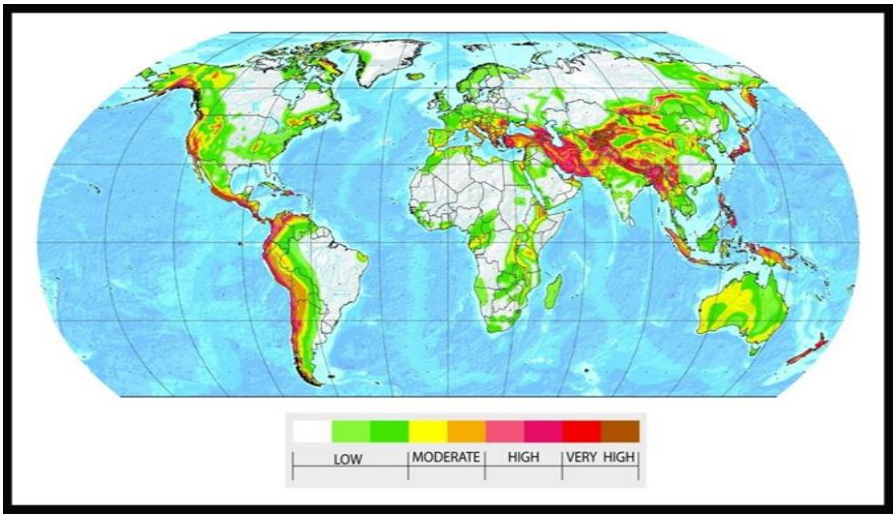


Imagen: Zonas sísmicas del planeta. Fuente: www.acm.org

La corteza de la Tierra, que se regenera en las dorsales y destruye en las zonas de subducción, se mueve a modo de una banda transportadora, gracias a las corrientes de convección del manto. Con ellas, se arrastran los continentes, que flotan sobre los fondos oceánicos que, al ser más densos, los subducen. Esa deriva continental causa terremotos, ya en la zona de subducción por la interacción interplaca, ya en las fallas al interior de las placas, donde se acumula la energía de deformación que pliega y fractura las cordilleras.

Pero también las pequeñas alteraciones en la corteza de la Tierra, generadas por el paso de depresiones ciclónicas profundas o por los ciclos de mareas terrestres, pueden desencadenar auténticas sacudidas, en zonas con energía de deformación acumulada. Igualmente, la colisión de un meteoro o de un cometa, puede ocasionar este fenómeno.

Clases de sismos

Plutónicos: estos eventos del manto plástico de la Tierra, con profundidad entre 300 km y 900 km, que representan el 3% del total de los sismos; son los de mayor energía, aunque el efecto en superficie es tenue pero extenso: se sienten en una zona tan extensa como la comprendida entre Venezuela y Perú. Entre la corteza y el núcleo de la Tierra, está el Manto, una región del planeta donde las rocas en estado plástico fluyen conformando celdas en de flujo convectivo. Estos sismos profundos, se explican por cambios de fase de las rocas del manto (implosión) o por rupturas en el flujo plástico del manto (explosión).

Interplaca: son el 5% del total, típicos de zonas de subducción y aparecen a una profundidad entre 70 y 300 km. Sus focos van delimitando el plano de Benioff, conformado por las Placas Tectónicas que regresan para fundirse en el manto de la Tierra. Son los segundos en energía, ya que a esta profundidad la Tierra no almacena tanta como en el caso anterior, pero dado su carácter más somero son destructivos; ejemplo de sismos asociados a Benioff, Manizales 1979 y 1995.

Intraplaca. Son sismos de fallas geológicas y representan el 85% de los terremotos. Se dan en el interior de las placas tectónicas, cuando la energía se libera por sus zonas más débiles ya fracturadas (fallas). La corteza es la estructura frágil del planeta. Los Intraplaca son los sismos más destructivos, aunque se dan a menos de 70 km de profundidad, dado que la energía queda concentrada en la superficie donde habitamos, próxima al foco.

Ejemplo Popayán 1983 y Quindío 1999, dos eventos asociados al Sistema de Fallas Romeral, un mega-trazo que va desde Nariño a Montería. Se distinguen porque tienen múltiples premonitores y réplicas, ya que el

ambiente superficial es poco plástico. Después de Popayán y Armenia, el escenario de estos sismos asociados al Sistema Romeral, podría ser las fallas en vecindades de Cali y de Manizales.

Los sismos volcánicos. Son el 7% de los sismos y se presentan a menos de 20 km de profundidad, entre las cámaras magmáticas y la superficie del volcán, justo cuando el magma se abre paso hacia la superficie. Al respecto, el magma que va ascendiendo por fusión y reemplazamiento en el medio plástico hasta encontrar equilibrio litostático para conformar la cámara magmática, sufre procesos de desgasificación, y penetra y rompe los pisos de la corteza ya en el medio elástico vecino a la superficie.

A diferencia de los otros sismos la aureola de daños en los sismos volcánicos es de pocos km, porque el foco es muy puntual y gran parte de la energía se libera en la atmósfera. El ruido sísmico. Puede ser natural como el producido por mareas terrestres, olas, viento, avalanchas; o artificial como el producido por vehículos en movimiento, bombas, etc.

La ruptura de la corteza

Entonces, la corteza de la Tierra se conforma por placas rígidas que se mueven; y por el movimiento de esas placas, llamadas placas tectónicas, se acumula en la corteza de la Tierra energía, gracias a procesos de deformación elástica.

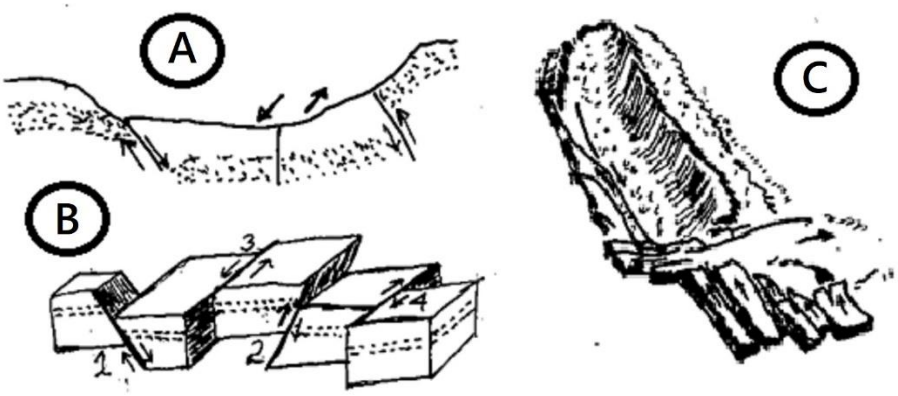


Imagen: A, silleta de falla compleja. B, 1: falla de tracción; 2: falla de compresión; 3 y 4: Fallas de cortante. C, Trazos del Sistema de Fallas de San Francisco-California.

Ahora, cuando se produce la ruptura de una capa de rocas de la corteza de la Tierra, se presenta un conjunto de bloques desplazados a lo largo de las líneas de ruptura, en los que las fracturas reciben el nombre de fallas geológicas.

Los sismos se denominan terremotos en nuestro planeta Tierra y lunamotos en la Luna. Los lunamotos que se generan a profundidades entre 600 y 1.000 kilómetros, pueden ser ocasionados por impactos de bólidos, o por el reacomodamiento interno de la Luna debido a los efectos de marea si son profundos, o a la expansión y contracción térmica por el calentamiento del Sol si son superficiales.

Existen sobre la Tierra regiones prácticamente asísmicas, como las zonas grises de la figura: se trata de los cratones o núcleos estables de los continentes, como el Escudo Guyanés, el Escudo Brasilero y el Escudo Canadiense, para el caso de las Américas. Dichas regiones denominadas penisísmicas son zonas en las que sólo se registran terremotos débiles (de poca intensidad) y no con mucha frecuencia.

Contrariamente, existen regiones sísmicas, como las zonas rojas y amarillas de la imagen, asociadas al Cinturón Circumpacífico y a la línea Alpes –Caúcaso - Himalaya. Es en estas mismas regiones, donde se localizan varias cadenas volcánicas. Lo anterior, explica las diferencias básicas en la amenaza sísmica entre las regiones naturales de Colombia como la Orinoquía y Amazonia, y la región andina con los tres segmentos volcánicos de Colombia, donde destacan volcanes como el Galeras, el Huila y el Ruiz.

Parámetros de un Sismo e Instrumentos de registro

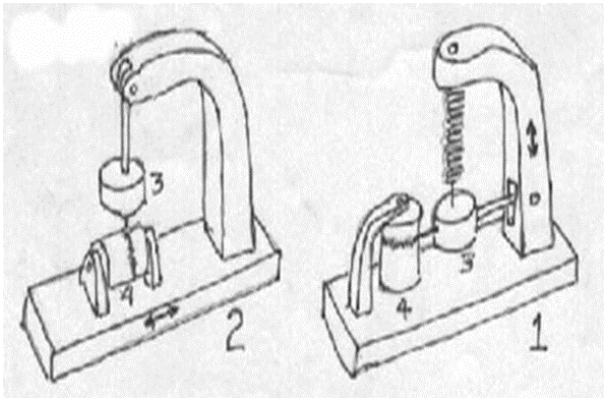


Imagen: Esquema de un sismógrafo: 1. sismógrafo para componente vertical, 2. sismógrafo para componente horizontal, 3. péndulo, 4. tambor de registro.

Parámetros Estáticos. La profundidad del sismo, el foco o hipocentro que es lugar del evento, el epicentro que es el lugar de la superficie localizado sobre el anterior, la distancia focal y la epicentral que son la distancia entre la estación en la superficie, e hipocentro y epicentro, respectivamente.

Parámetros Dinámicos. Fecha y hora del evento, la coda o duración de la excitación, la amplitud del movimiento que es el desplazamiento de las partículas del suelo, la intensidad que alude a los daños ocasionados, la magnitud que alude a la energía liberada y que se calcula ya por la amplitud del movimiento o por la coda. La frecuencia o el período varían según la energía de la onda en la estación de registro.

El Sismógrafo. Consiste en un péndulo equipado con un freno neumático o magnético para que al ocurrir una sola sacudida no trace varios movimientos en un sismograma. La amplitud y también la coda, permiten calcular la magnitud de un sismo.

El Acelerógrafo: a diferencia del sismógrafo, el péndulo se suspende de un resorte; registra la aceleración del suelo. La velocidad y desplazamiento de las partículas del suelo, se obtienen indirectamente del acelerograma.

Teoría del rebote elástico

Harry Fielding Reid, en 1911 explica el terremoto de San Francisco de 1906, por la ruptura de la corteza al haberse superado su resistencia, como consecuencia de las deformaciones elásticas que se habían acumulado.

Un sismo es la manifestación de la energía ondulatoria liberada por una ruptura o falla geológica, cuando los bloques de la placa tectónica han acumulado energía de deformación, o por un colapso o por una colisión de un asteroide, ocurrido en las estructuras geológicas de la corteza de la Tierra.

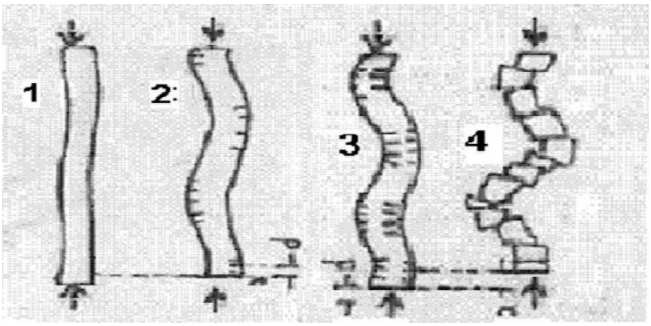


Imagen. Columna sometida a compresión axial vertical y teoría del rebote elástico: 1. deformación elástica. 2. fisuras de tensión. 3. fisuras de tensión y compresión. 4. fallamiento y liberación de la energía de deformación por ruptura.

Ondas Sísmicas

Pueden ser ondas de cuerpo o interiores como las P y las S, y ondas superficiales como las ondas R y L. Los efectos desastrosos que se producen se llaman sacudidas y cualquiera que sea su intensidad, pueden ser bruscas u ondulatorias: las bruscas se caracterizan por empujes casi verticales, y las ondulatorias, por empujes que se comunican oblicuamente.

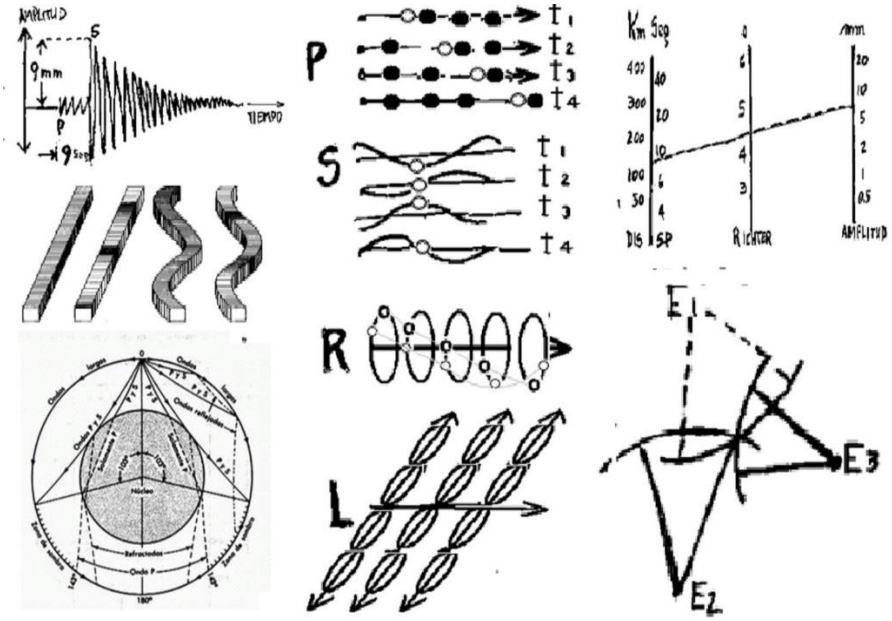


Imagen: Ondas sísmicas- elementos del sismograma, clases de ondas y ubicación del epicentro

Veamos las ondas de cuerpo.

• Las ondas P son ondas compresionales que pueden viajar a través de líquidos o sólidos haciendo que las partículas se desplacen en la dirección del movimiento; son las más rápidas, puesto que su velocidad es 1.73 veces la de las ondas S.

• Las ondas S o de cortante, llegan de segundas a la estación de registro mostrando gran amplitud, y en ellas las partículas se mueven en dirección transversal al movimiento; estas ondas hacen más daños por su mayor amplitud y no se propagan en líquidos ni los cruzan. Ahora, veamos las ondas que se generan en superficie.

• Ondas superficiales: después de las ondas anteriores llegan las ondas Rayleigh (R) y las Love (L), generadas únicamente por la superficie del suelo o del agua.

• Las ondas R y L, son más lentas que las ondas internas y su velocidad de propagación es casi un 90% de la velocidad de las ondas S.

• En las ondas R las partículas se mueven describiendo elipses dispuestas sobre un plano vertical orientado en la dirección del movimiento; en estas ondas, si el medio es sólido la partícula retrógrada arriba y avanza abajo; si es líquido, lo contrario.

• En las ondas L las elipses están en un plano horizontal y avanzan por la superficie de la corteza de la tierra transversalmente a la dirección del movimiento.

Intensidad y Magnitud

• La Intensidad Mercalli modificada, una escala que alude a los daños, lo que depende de la calidad de construcción y tipo de suelo, además de la distancia al foco y de la magnitud del sismo, son factores que explican por qué un mismo sismo puede mostrar diferentes intensidades.

• La Escala de Intensidades tiene 12 grados, y algunos de ellos son:

– I. Sólo lo registran los instrumentos y algunos animales.

– III. Si sólo se siente en edificios; las lámparas se balancean.

– VI. Sentido por toda la gente. Caen objetos de la estantería.

– IX. Produce pánico y daños. Cae mampostería, revienta tuberías, etc.

– XII. Destrucción total. Es el límite superior de la escala Mercalli.

Por otro lado, está la Magnitud Sísmica que se evalúa en una escala abierta y exponencial, llamada Escala de Richter. Dicha magnitud, depende de la energía en el foco, por lo que cada sismo tiene una sola magnitud.
Magnitud cero, se da si la amplitud instrumental en un sismógrafo patrón (o sea de 40 mil amplificaciones), ubicado a 100 km del foco es de 100 micras, es decir de una micra. Magnitud 3 si es de 10+3 micras o sea de 1 milímetro; magnitud -2 si esa amplitud es de 10-2 micras.

Entre una y otra magnitud, la energía varía 31.5 veces; y siendo la escala exponencial, entre m= +5 y m= +7 o entre m7 y m9, esta se incrementa (31.5) al cuadrado, o sea unas 1000 veces, puesto que es la misma variación para dos grados de diferencia en la magnitud. Un sismo superficial Magnitud 6, puede hacer más daños que uno profundo M7, a pesar de tener más energía el de Magnitud 7.

Sismos en el medio fluido

• En un barco se podrá registra la onda de compresión (P) pero no la onda de cortante (S), de ese sismo.

• También la construcción de embalses sobre fallas geológicas, suele inducir sismos someros de relativa importancia, que generan “seiches”.

Un “seiche” es una onda estacionaria que afecta a un cuerpo de agua encerrado o parcialmente encerrado. Lo anterior, dado que el agua por ser un líquido no es compresible como sí lo son los gases, ni presenta resistencia al corte por tratarse de un líquido no viscoso. Imagen en: redescolar.ilce.edu.mx

• Las ondas sísmicas se utilizan en la exploración petrolífera y son generadas de diferentes formas: por dinamita en pozos, un cable explosivo llamado geoflex, o por vehículos vibradores especiales sobre una plataforma de unos 3 por 4 metros de área, accionados mediante un sistema electrónico, eléctrico y mecánico-hidráulico.

Existe también la sísmica de refracción para prospectar la geometría y litología del subsuelo aprovechando que, gracias al contraste de densidades, cambia la velocidad de las ondas y con ella los tiempos de arribo de las mismas a diferentes geófonos receptores distribuidos sobre el terreno, sean ellas directas o reflejadas.

El maremoto o tsunami

Los sismos que se producen en la corteza ubicada en el fondo oceánico pueden causar “maremotos” cuando los bloques rocosos se desplazan verticalmente a lo largo de una falla, para bascular las aguas. En mar abierto la perturbación transmitida al agua es rápida, pero en aguas poco profundas la ola pierde velocidad y gana amplitud.

A profundidades de 4-5 km las olas viajarán a 500 o 600 km/h, con longitudes de onda de 100 km a 200 km. Cuando la ola entra en aguas poco profundas, el intervalo entre crestas puede durar desde 10 minutos hasta media hora. Al llegar a la costa, la velocidad decrece hasta unos 50 km/h, mientras la altura crece de 3 a 30 m, por ejemplo.

Además de los sismos tectónicos, existen otros mecanismos generadores de maremotos: erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, meteoritos, y explosiones submarinas y explosiones de origen meteorológico asociadas a fuertes vientos en la troposfera, o contrastes de aire cálido en niveles bajos de la atmósfera y débil o moderado en la superficie.

La falla de San Andrés en California y Sistema de fallas Arima-Takatsuki

Se localiza en la costa oeste de EE UU; allí, las rocas del océano se desplazan hacia el norte, y el continente hacia el sur. Por ese desplazamiento se acumulan esfuerzos que han de liberarse en la falla de San Andrés. Esta falla comprende cinco trazos principales que suman 2400 km: tres de ellos liberan energía de deformación de manera casi continua, mientras dos la acumulan para ser liberada violentamente cada veinte o cuarenta años, en forma de sismos superficiales y desastrosos. Pueden producirse en el futuro nuevos terremotos en San Francisco, tan violentos como el del año de 1906. Todo depende de la distancia a la cual se presente la ruptura en la extensa falla transformante, la que discurre a lo largo de 1300 km recorriendo de norte a sur el Estado de California, pasando al Este de Los Ángeles y continuando hasta penetrar el Golfo de California.



Imagen: Izq. expresión topográfica anunciando la actividad de la Falla de San Andrés. Der. Terremoto de Kove Fuente: www.earthquakealert.com

Por otro lado, está el caso del terremoto de 2007 en Ica, en la costa del Perú, de magnitud 8, ocurrido el 15 de agosto de 2007, con una duración de 3 minutos 30 segundos y con epicentro en el mar entre Pizco y Chincha. Aunque no se produce maremoto, el evento supera las 500 víctimas mortales y 1542 personas heridas. Las poblaciones más afectadas: Chincha, Pisco e Ica, en el departamento de Ica. Mientras el balance preliminar daba cuenta de ocho clínicas, siete edificios, seis iglesias, un hotel, 14 carreteras y dos puentes destruidos, posteriormente se informa que dicho sismo deja en el Perú, como saldo, 595 muertos, 2291 heridos, 76 mil viviendas destruidas y 431 mil damnificados.

Igualmente se recuerda el terremoto de 1960 en Valdivia, Chile, un evento que por ser de magnitud 9,5, es el sismo de mayor magnitud registrado en el mundo: alcanzó una intensidad Mercalli de entre XI y XII en Valdivia, el que dejó al menos 2.000 muertos y dos millones de personas damnificadas, ya que provocó un maremoto con olas de 10 m de altura que tras afectar la costa chilena entre Concepción y Chiloé, y recorre el océano Pacífico dejando víctimas en lugares tan lejanos como Japón, Hawái o Filipinas, a donde llegó 15 horas después.

Tras el masivo evento de 8 minutos de duración, que fracturó toda la zona de subducción entre la península de Arauco y la península de Taitao, dos días después se produce la erupción del volcán Puyehue, a 200 km del epicentro.

Estas historias es la de cualquier otro país andino, como Colombia, Ecuador, Chile y Venezuela, todos con una historia común en materia de riesgo sísmico y desarrollo. Terremoto de 1983, en Poyayán

Y para el caso de Colombia tenemos el terremoto de Popayán, ocurrido en la mañana del Jueves Santo 31 de marzo, siendo las 8:15 de la mañana, un sismo de magnitud 5,5 e intensidad VIII grados en la escala de Mercalli. Las consecuencias del evento con epicentro a 46 km al suroeste de esta ciudad, hipocentro a 4 km de profundidad y 18 segundos de duración, fueron: trescientas víctimas mortales y más de diez mil personas que quedaron sin techo.

Los daños más graves se presentaron en Popayán y poblaciones aledañas. Hubo grandes daños en la Catedral Metropolitana, el Templo de Santo Domingo, el Centro Histórico y en Edificios Residenciales como Pubenza. En Cajete y Julumito, la mayoría de viviendas quedaron destruidas. Se generaron réplicas, deslizamientos y grietas en el terreno en Popayán, Cajete, Cajibío, Julumito, Figueroa, Rio Hondo y Santa Ana.

El ambientalista payanes Gustavo Wilches Chaux, quien subraya el papel de la planificación como herramienta preventiva de desastres, dice: "Los desastres no son ni naturales ni castigos de Dios“

Principales peligros en un terremoto

• Primer grupo. Temblor del suelo, asentamientos diferenciales de

la estructura, hundimientos del suelo, deslizamientos y avalanchas.

• Segundo grupo. Desplazamiento del suelo a lo largo de una falla.

• Tercer grupo. Maremotos (Tsunamis) y seiches (oscilaciones en lagos y embalses), inundaciones por daños en embalses y ruptura de diques y conducciones hidráulicas.

• Cuarto grupo. Incendios, colapso de estructuras y acabados. En el riesgo por deslizamientos podemos incidir sobre la amenaza, pero en el riesgo sísmico sólo queda la alternativa de intervenir la vulnerabilidad.

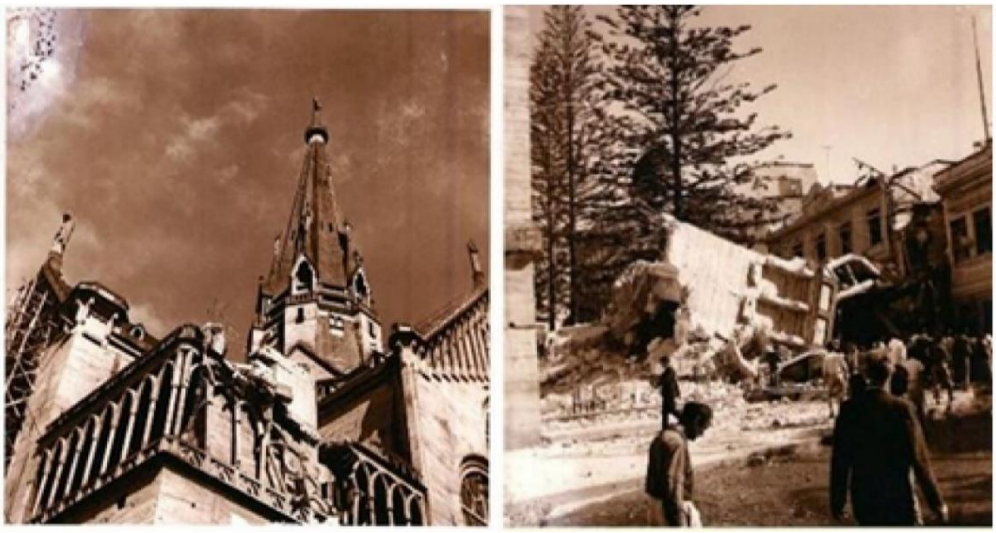


Imagen: Catedral de Manizales, afectada tras el sismo de 1962. C. de H. de Manizales

En Colombia los sismos son frecuentes en la región del Pacífico y Andina, eventuales en la Caribe y escasos en la Orinoquía y la Amazonia. Casi toda la población del país habita zonas de alto y moderado nivel de riesgo sísmico. También en Colombia los sismos intraplaca son someros e intensos en la región del Pacífico y profundos y menos leves sobre la región andina. Hay singularidades en Riosucio (Chocó) y en la región de Bucaramanga, como también fallas de gran actividad en la joven cordillera Oriental y en otras regiones del país, según lo visto atrás.

Según la teoría de la brecha se pueden hacer pronósticos buscando sombras sísmicas, o sea lugares en el umbral del período de retorno, con energía acumulada dados sus antecedentes por sismos fuertes.

En KOBE Japón, el epicentro del terremoto de 1995 fue localizado en el centro del sistema de fallas Arima-Takatsuki, en el extremo norte de la isla Awaji. Este terremoto fue causado por una ruptura de 40 Km en el sistema de fallas de la microplaca Osaka.

Aunque históricamente han ocurrido sismos destructivos en esta región, como el de 1596 con magnitud 7,5 la poca actividad sísmica reciente hacía que la población la considerara segura.

Han pasado 400 años para que ocurra otro terremoto destructivo en el área, probablemente producido por el mismo sistema de fallas, cuando se estimaba que el intervalo activo era cercano a los mil años.

Estudio del Riesgo

Se pueden definir riesgo, amenaza y vulnerabilidad, como conceptos probabilísticos a los que se pueden asociar funciones para facilitar su manejo en términos de pronósticos. La probabilidad será cualitativa si decimos que es alta o baja, o será cuantitativa si le señalamos al evento su frecuencia temporal.

-Riesgo: Posibilidad de afectar significativamente las vidas o bienes a causa de un fenómeno dañino dentro de un período de tiempo y con una probabilidad determinada.

-Amenaza: Evento o fenómeno perjudicial con un cierto nivel de magnitud y alcance espacial, que tiene una probabilidad de ocurrencia significativa en un período de tiempo dado.

La relación entre amenaza y riesgo se establece por medio de la expresión:

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

Siendo la vulnerabilidad el factor de riesgo que tiene en cuenta la resistencia o fragilidad de las personas y de los bienes expuestos. La vulnerabilidad puede ser física, cultural y socioeconómica.

Evacuación por sismo

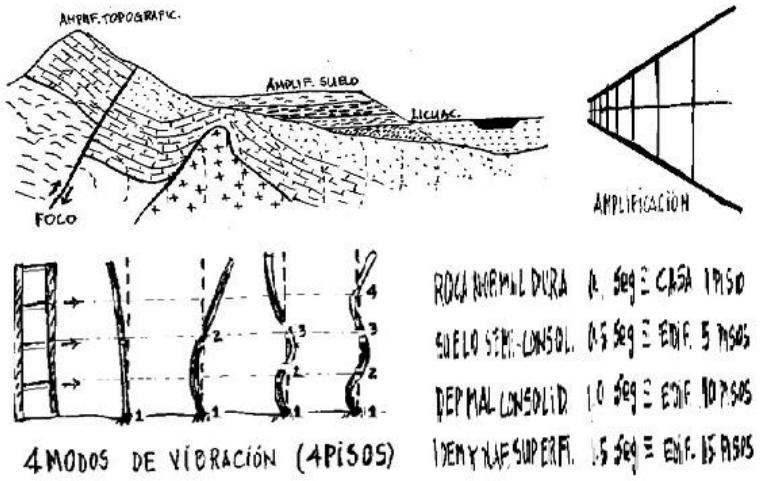


Imagen: Amplificación sísmica- Modos de vibración y Frecuencia para la Resonancia sísmica.

• Se requiere de una metodología para desarrollar simulacros con base en tres (3) actividades:

• 1- La planeación: motivación (Convocar informar, discutir, notificar y solicitar apoyo), coordinación (Comité ejecutivo y brigadas con tareas simples y cronograma), revisión (mapa zonificado con amenazas, refugios rutas, etc.) e implementación (señalizar y adecuar el escenario y dotarlo de elementos).

• 2- La ejecución: simulacros (cantidad y fecha, notificar a las autoridades), desalojo (sistema de alarma, protocolos y normas) y respuesta (Atender las emergencias, inventario de daños, zonas de refugio y de atención pos – desastre).

• 3- La evaluación: análisis (Organizar, evaluar, corregir e identificar nuevas necesidades), redacción (elaborar informe escrito, actualizar) y difusión (Discutir internamente, remitir copia del informe, contrastar el programa.

Amplificación y Resonancia Sísmicas

Pero el tipo de suelo y la topografía, modifican la amplitud de las sacudidas. Un frente de ondas en la roca suele tener altas frecuencias y en consecuencia alta energía. Cuando las ondas pasan a los depósitos sobreyacientes se amplifican: luego, bajando la frecuencia aumenta la amplitud, pues la energía trata de conservarse.

En depósitos mal consolidados, de más de 10 m de espesor, como los rellenos las vegas de los ríos, depósitos de cenizas volcánicas y valles conformados en antiguos lagos, la intensidad del terremoto (E. Mercalli) puede incrementase en un grado, e incluso en medio grado más cuando el nivel freático está a menos de 10 metros de profundidad. Sobre colinas relativamente pronunciadas del relieve, por efectos de esbeltez la fuerza sísmica puede incrementarse hasta en un 50%.

En la figura, se advierte sobre la amplificación por condiciones topográficas y por la mayor o menor rigidez del suelo; también a la derecha se ilustra la relación inversa entre frecuencia y amplitud para un mismo nivel de energía sísmica: alta frecuencia en roca y baja frecuencia en suelo blando.

Respecto al Fenómeno de resonancia sísmica, tenemos que las estructuras esbeltas suelen ser flexibles y esto las hace poco viables en suelos blandos. Igualmente, otras estructuras poco rígidas como las de bahareque, suelen sufrir mayor daño cuando se construyen sobre suelos blandos y deformables. En la imagen anterior, se ilustran los modos de vibración de una estructura esbelta de cuatro pisos. También la posible similitud entre la frecuencia natural de un suelo con una estructura, según sea la dureza del suelo y el número de pisos de la estructura.

Lo anterior se relaciona con el fenómeno de resonancia, que invita a evitar construcciones con un período fundamental similar al del suelo de cimentación. Véase este fenómeno en el video que muestra el Colapso del puente de Tacoma causado por el viento.

Para suelos blandos se recomienda la construcción de estructuras rígidas, como lo son las viviendas de mampostería reforzada de uno o dos pisos. Sobre suelos rocosos resultan convenientes las edificaciones altas.

En la imagen, se ilustran los modos de vibración de una estructura esbelta de cuatro pisos. También la posible similitud entre la frecuencia natural de un suelo con una estructura, según sea la dureza del suelo y el número de pisos de la estructura. Fenómeno de resonancia II

La ingeniería sismorresistente busca, entre otras cosas, que no se presente resonancia; es decir, que la frecuencia natural de la estructura quede desfasada de las frecuencias naturales de los diferentes suelos: si ambas coinciden se da el fenómeno de resonancia. En razón a ello, se recomienda construir estructuras rígidas en suelos blandos y estructuras flexibles en suelos rígidos.

Casas y construcciones bajas suelen tener las mismas frecuencias naturales de las rocas, y las edificaciones esbeltas las mismas frecuencias de los suelos blandos. Ver: el Colapso del puente de Tacoma, famoso por su dramático colapso estructural inducido por el viento.

Cuando empujamos en un columpio, usamos una cadencia para maximizar la transferencia de energía: así mediante una fuerza pequeña, pero de periodo adecuado, se puede conseguir una amplitud de oscilación considerable.

El código de sismorresistencia

Colombia tiene un Código colombiano de construcciones sismorresistentes, elaborado por la Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica y aprobado por Decreto 1400 de 1984. Tiene una Red Sísmica Nacional administrada por el Ingeominas y Redes Regionales en el Valle (OSSO) y en el Eje Cafetero. También cuenta con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, creado en 1990.

La Imagen, ilustra las fisuras de corte y aplastamiento en vigas y columnas ocasionadas por un sismo (patología grave) y de flexión y adherencia (patología no relevante), en una estructura; también muestra los flejes deficientes (espaciados) o los flejes correctos. Estos para resultar adecuados deben tener densidad más alta en los tercios superior e inferior de las columnas. También ilustra cómo una deformación cóncava en vigas cargadas, ocasionaría una convexa en un corredor sin carga cuando las cargas vecinas son excesivas; además muestra a la izquierda la deformación típica e inconveniente en voladizos cargados.

Riesgo Sísmico en Colombia

Ingeominas define la amenaza sísmica como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producida por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia. Estima además que 475 cabeceras municipales, donde habita un 35% de la población colombiana, se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta; que 435 habitadas por el 51% de la población estaría en amenaza sísmica intermedia; y que 151 cabeceras con el 14% de la población estaría en amenaza sísmica baja.

• La aceleración pico efectiva horizontal del sismo de diseño acogiendo la NSR-98, como porcentaje de la aceleración de la gravedad, tienen una probabilidad de ser excedidas del 10% en un lapso de 50 años, valor correspondiente a la vida útil de una edificación.

Zonificación de Ingeominas y Fallas en Colombia

Zona de Amenaza Sísmica Alta: en regiones donde se esperan temblores muy fuertes con valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.20g. Un 23% del territorio colombiano queda incluido en la zona de amenaza sísmica alta: ejemplos, Pasto, Quibdó y Buenaventura, además del andén del Pacífico colombiano. Zona de Amenaza Sísmica Intermedia: para regiones donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva comprendida entre el 0.10g y el 0.20g. El 22% del territorio se encuentra incluido en zona de amenaza intermedia: ejemplos, Bogotá, Medellín, Ibagué y el piedemonte llanero.

Zona de Amenaza Sísmica Baja: corresponde regiones cuyo sismo de diseño no excede una aceleración pico efectiva (Aa) de 0.10g. Un 55% del territorio colombiano se encuentra zona de amenaza baja. Ejemplos

Las fallas de Colombia son: La F. Atrato afecta a Valle del Cauca, Chocó y Antioquia. La F. Romeral atraviesa a Nariño, Cauca, Tolima, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia, Córdoba, Sucre, Bolívar y Magdalena. La F. del Cauca recorre a Nariño y Cauca. La F. Palestina cruza por Tolima, Caldas, Antioquia y Bolívar. La F. Santa Marta-Bucaramanga afecta a Cundinamarca, Boyacá, los Santanderes, Cesar y Magdalena. La F. Guaicaramo cruza Meta, Cundinamarca, Boyacá y Arauca. También se han registrado sismos en Puerto Carreño, Putumayo y San Andrés.

Si en un año se dan 154 sismos m = 6 y 17 m = 7; cada tres años y medio hay uno m = 8.6; cada 90 años solo uno m = 9; Tumaco en 1906, Japón en 1923 y Lisboa en 1755 son los máximos terremotos registrados, todos con una magnitud m = 8.9 y un número de víctimas estimadas de 700, 143 mil y 30 mil a 60 mil respectivamente.

Colombia cuenta con la Norma NSR-10 sobre diseño y construcción sismo resistente, instrumento que para el efecto aplica un período de retorno de 475 años. Para más allá del 2010 se espera en Caldas otro sismo de magnitud 7, como los de 1962, 1979 y 1995. Estos sismos asociados a la zona de subducción, tienen períodos del orden de los 20 años en la región. Imagen: La figura muestra una estadística y clasificación de los terremotos según su magnitud y energía equivalente, además del número de eventos por año.

Probabilidad de ocurrencia vs. Periodo de retorno

Siendo los sismos fenómenos de comportamiento aleatorio, existe incertidumbre en la distribución de los eventos, tanto en el tiempo como en el espacio. La metodología para evaluar la amenaza sísmica involucra la evaluación probabilística de los siguientes aspectos (Larsson & Mattson, 1987):

• 1. ¿Cuándo ocurre el terremoto? Para el efecto se calcula

su probabilidad de ocurrencia en un tiempo dado.

• 2. ¿Cuál es el tamaño de los terremotos? Se define la máxima magnitud probable en un intervalo de tiempo dado.

• 3. ¿Dónde ocurre el terremoto? Se calcula la distancia de las fuentes sísmicas al sitio bajo investigación.

• 4. ¿Cuál es la influencia del sitio? Se establece una relación de atenuación de las ondas sísmicas.

Los conceptos más importantes para definir la acción sísmica, incluyen el período de retorno de un terremoto y la probabilidad de excedencia. Ambos conceptos son asociados con la vida útil (o vida económica) de las estructuras. Comúnmente, el fenómeno sísmico se idealiza como un proceso en el cual los eventos son independientes entre sí y con respecto al tiempo.

La probabilidad de excedencia (o de ocurrencia) es la probabilidad que al menos un terremoto de ciertas características tendrá lugar en un período de tiempo determinado. Dicho parámetro condiciona el diseño sísmico. La vida útil considerada para construcciones urbanas o industriales están entre 50 y 100 años.

Se consideran dos probabilidades de excedencia de interés: Primero, la del terremoto de magnitud moderada, o terremoto de operación. Segundo, la de un evento de alta magnitud, pero esporádico, o evento accidental.

Mientras para los terremotos de operación, se considera las probabilidades de excedencia entre el 50% y 64%, para el accidental, suele aplicarse un 10% de probabilidad.

En sismología y evaluación de amenaza sísmica, la probabilidad anual (de excedencia) es el inverso del período de retorno (comúnmente representado como Tr). La relación matemática es: Probabilidad anual = 1 /Período de retorno

Por ejemplo, un sismo importante con un período de retorno de 475 años tiene una probabilidad anual aproximada de 1 / 475 (un 0.21%) de ser superado en cualquier año dado.

Veamos cómo se determinan el período de retorno y la aceleración correspondiente, para el espectro de diseño. La fórmula que relaciona la probabilidad de ocurrencia “p” durante un periodo de años “n” con el periodo de retorno “T” es la siguiente:

Un sismo con una probabilidad de ocurrencia del 10% en 50 años, tiene 475 años de periodo de retorno.

$$T=\frac{1}{1-(1-p)^{1/n}}$$

El sismo así definido, es el que se utiliza en el Eurocódigo.

En segundo lugar, con una probabilidad de ocurrencia del 10% en 100 años, al introducir los valores p=0.1 y n=100, se obtiene T=950. Ese es el evento utilizado como sismo de Estado Límite Último en proyectos en California. Similarmente, para un sismo que tiene una probabilidad de ocurrencia del 10% en 10 años, el período de retorno es T= 95 años.

El sismo así definido es el que se utiliza a veces para determinar la acción sísmica a considerar durante la construcción de puentes de gran importancia.

Conocidos ya “a1”, “T1” y “T2”, queda por determinar el valor de la aceleración “a2” que sirve para construir el espectro de diseño.

Un acelerograma es una representación temporal de la aceleración que experimenta el suelo en un determinado punto durante un terremoto. Con T1 tras convertir la probabilidad de ocurrencia (p1) en un tiempo (n1) en periodo de retorno (T1), podemos utilizar el periodo de retorno (T2) así obtenido con la fórmula anterior, para definir la aceleración del suelo (a2), mediante esta fórmula.

$$\frac{a2}{a1}=\left(\frac{T2}{T1}\right)^{k}$$

Obtenido dicho valor a2, se entra a definir el espectro de diseño correspondiente a dicha aceleración del suelo (a2. En esta expresión del Eurocódigo, “k” es un valor que puede variar entre 0.3 y 0.4.

Epílogo

Si bien los desastres suelen clasificarse por su origen en naturales y antrópicos, sus consecuencias reflejan la combinación de factores que evidencian la interacción del ser humano con la naturaleza.

En los 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.

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 prevenir la separación de costos y beneficios en la explotación del suelo; y controlar el modelo de expansión que especula con la plusvalía urbana.

Para los terremotos los factores principales del riesgo son: la influencia de las fuentes sísmicas y la caracterización de las provincias sismo-tectónicamente homogéneas. Allí deben considerase, además de la amenaza, la vulnerabilidad física de las construcciones, asentamientos humanos expuestos en cada contexto, y variaciones en la respuesta dinámica del terreno, ya que los suelos blandos al igual que el relieve agravan la intensidad local del desastre.

En Colombia, además del mapa de sismicidad elaborado por la Red Sismológica Nacional se ha expedido la norma sísmica NSR-10 sobre diseño y construcción sismo resistente,

También, aunque ha habido esfuerzos específicos en materia de microzonificación sísmica en las grandes ciudades y estudios sobre la tipología constructiva, en muchas zonas de amenaza sísmica alta, falta abordar dicha labor; tal es el caso de las poblaciones ubicadas en fallas del sistema Cauca-Romeral, el Margen Llanero y de la región del Pacífico.

****

PAISAJE CULTURAL CAFETERO PCC Y AMENAZA SÍSMICA



Portada: Continuo urbano de Salento-Quindío, en:www.infobae.com

El bahareque es un sistema constructivo tradicional constituido por una estructura tridimensional de madera y guadua, rellena o revestida con materiales locales como tierra, estiércol, paja, cañas y mortero de cemento. En el Paisaje Cultural Cafetero (PCC) —declarado Patrimonio Mundial por la Unesco— representa un valor excepcional como arquitectura vernácula, fruto de la adaptación empírica a la topografía de montaña y a la alta actividad sísmica de la región andina colombiana.

El bahareque no es solo un sistema constructivo secundario en la región, sino que constituye **uno de los 16 atributos valorativos tangibles** definidos en el expediente mediante el cual la UNESCO inscribió al Paisaje Cultural Cafetero (PCC) en la Lista de Patrimonio Mundial (2011).

La UNESCO fundamentó la inclusión del PCC principalmente bajo dos criterios de **Valor Universal Excepcional (VUE)**, en los cuales el bahareque juega un rol estructurante:

- **Criterio (v):** *Ejemplo destacado de un paisaje cultural sustentable y productivo adaptado a un entorno geográfico complejo.*

- **Criterio (vi):** *Asociación directa con tradiciones vivas, ideas, creencias y obras de trascendencia universal (manifestaciones tangibles e intangibles de la cultura cafetera).*

El bahareque se vincula estrechamente con estos criterios y con los atributos patrimoniales de la declaratoria a través de cuatro dimensiones principales:

***

1- La Arquitectura Tradicional Vernácula como Atributo del PCC

En la matriz de evaluación del PCC, la **"Arquitectura regional de bahareque"** es un atributo explícito del patrimonio construido. Representa la síntesis espacial de la vivienda campesina rural (fincas) y del tejido urbano de los centros históricos de la región.

Esta arquitectura no se limita al uso habitacional; define la infraestructura funcional del café: casas de beneficio, patios de secado, casabancos, fondas de camino y beneficiaderos integrados a la vivienda.

Uso Eficiente de Recursos Biológicos Locales (Guadua)

El expediente de la UNESCO resalta cómo la arquitectura vernácula del PCC se adaptó utilizando materiales endémicos o disponibles en el territorio, principalmente la **guadua (*Guadua angustifolia*)** y la caña brava.

- La guadua no solo proveyó la estructura flexible del bahareque, sino que moldeó un ecosistema de saberes constructivos locales sobre el manejo silvicultural, el corte según las fases lunares y la preservación del bambú américa.

Respuesta Adaptativa a la Sismicidad y a la Topografía de Ladera

Uno de los valores fundamentales expuestos a la UNESCO fue cómo la población asentada durante la Colonización Antioqueña resolvió los dos mayores desafíos físicos del territorio: las pendientes pronunciadas de la Cordillera Central y la alta actividad sísmica (por fallas como el Sistema Romeral).

- **Flexibilidad y ligereza:** El bahareque demostró un comportamiento sismorresistente empírico único. A diferencia de la tapia pisada (que colapsó en grandes sismos del siglo XIX), el entramado tridimensional de guadua y madera disipa energía sin venirse abajo violentamente, salvaguardando la vida humana.

- **Asentamiento en pendiente:** La ligereza del bahareque permitió construir estructuras de varios niveles apoyadas en pilotes o zócalos sobre laderas escarpadas sin generar sobrecargas excesivas en el terreno.

Cohesión Cultural e Identidad Estética del Territorio

- El bahareque no es solo una solución ingenieril, sino la base física del paisaje urbano y rural habitado:

-

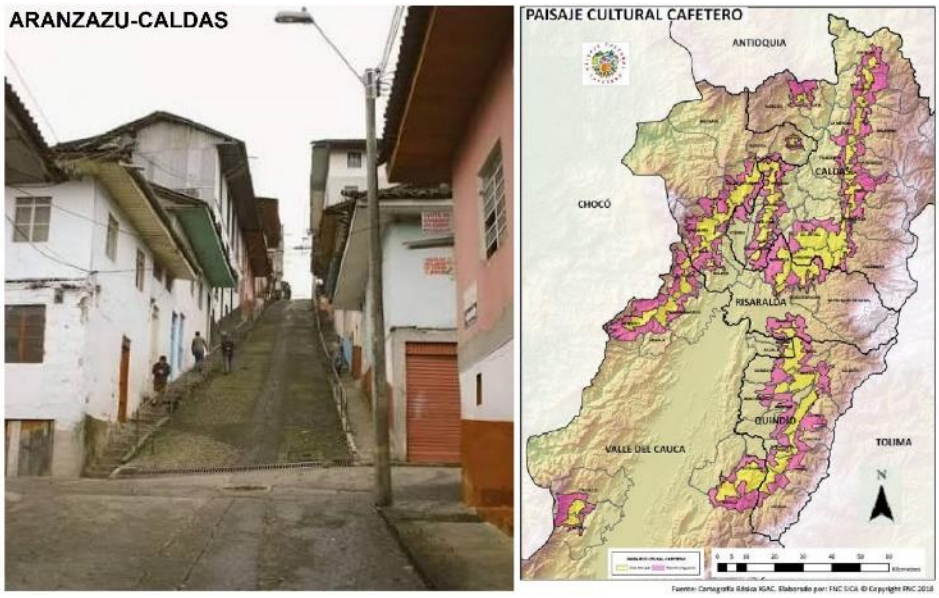


Imagen 01- Calle inclinada en Aranzazu, Viajarenverano.com/ y Mapa Oficial del PCC.

- **Paisaje construido:** Sus fachadas de colores, aleros pronunciados, galerías, corredores y balcones calados en madera sobre muros de bahareque otorgan la uniformidad y estética característica que distingue visualmente a los municipios del PCC (como Salamina, Aguadas, Pijao, Filandia o Salento).

- **Patrimonio Inmaterial asociado:** El proceso constructivo del bahareque fomentó tradiciones comunitarias como el convite o la minga rural para el emboñigado o levantamiento de viviendas, consolidando redes de apoyo social que persisten en la memoria colectiva regional.

- **El territorio como un constructo social e histórico** Pero dadas las disrupciones del PCC, a propósito de la reconstrucción, urge que su **territorio sea declarado Sujeto de Derechos bioculturales.**

***

1- El Bahareque como Arquitectura Vernácula en el PCC

Como manifestación vernácula, el bahareque del PCC no proviene de tratados académicos rígidos, sino de la transferencia de saberes constructivos intergeneracionales durante la Colonización Antioqueña.

- **Comportamiento sismorresistente:** La combinación de entramados flexibiles de guadua (*Guadua angustifolia*) y madera otorga una notable capacidad de disipación de energía ante sismos. Su flexibilidad disipa la vibración sin colapso frágil, convirtiéndolo en un referente histórico de sismorresistencia empírica.

- **Adaptación bioclimática y topográfica:** Es un sistema liviano idóneo para cimentar en laderas empinadas. Ofrece un alto aislamiento térmico y acústico gracias al espesor y porosidad de sus muros.

- **Identidad estética y funcional:** Integró elementos espaciales como aleros anchos (para proteger los muros de la lluvia), corredores, patios interiores, balcones calados y fachadas de colores vivos.

2- Tipos de Bahareque en el Paisaje Cultural Cafetero

En el inventario patrimonial y técnico del PCC se reconocen fundamentalmente tres tipologías según la evolución histórica de sus materiales y técnicas de recubrimiento.

Además de estas tipologías principales por recubrimiento, se distinguen variantes constructivas como el **bahareque de esterilla de guadua** (usado como soporte interior para los revoques) y el **bahareque de caña brava**, dependiendo de la disponibilidad de materiales biológicos en cada subregión de la zona cafetera.

***

3- La Amenaza Sísmica en el área del PCC.

El área del Paisaje Cultural Cafetero (PCC) se encuentra ubicada en una zona de **alta amenaza sísmica** debido a la interacción de complejas estructuras tectónicas en el centro-occidente colombiano. Su evaluación contempla principalmente tres fuentes generadoras y sus respectivos períodos de recurrencia:

Zona de Subducción (Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana)

- **Mecanismo:** Sismos de foco profundo e intermedio situados en el plano de Benioff, originados en la fosa del Pacífico.

- **Magnitudes y efectos:** Eventos con magnitudes cercanas o superiores a Mw 6.5 - 7.0. Producen ondas de frecuencia baja que provocan aceleraciones moderadas en superficie (alrededor del 11% de la gravedad), afectando áreas muy extensas.

- **Período de recurrencia:** Presenta una periodicidad relativamente alta, con sismos fuertes o dobles que se repiten históricamente cada **20 a 30 años** (ejemplos registrados en 1938, 1961-1962, 1979 y 1995).

Sistema de Fallas de Romeral (Sismos Superficiales Locales)

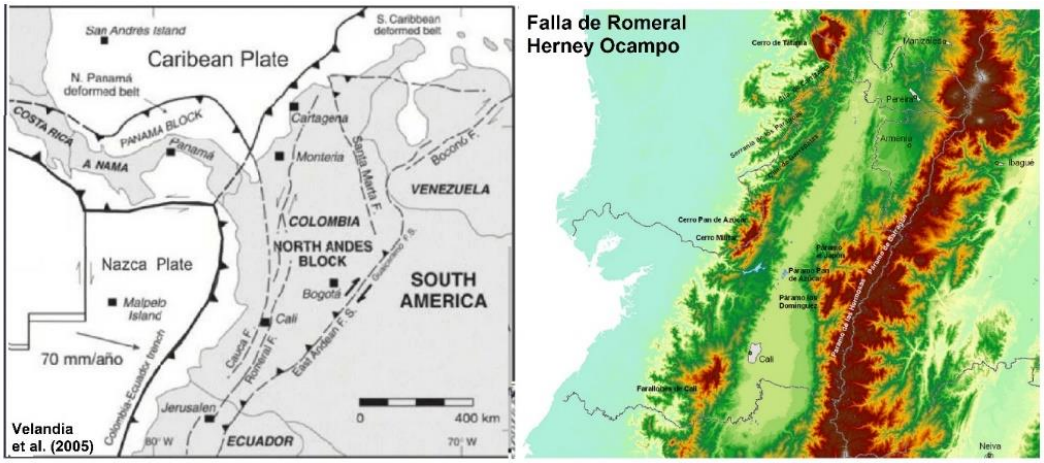


Imagen 02- Marco tectónico de los Andes más Septentrionales, y Relieve Topográfico en el entorno de la Falla de Romeral.

- **Mecanismo:** Fallas geológicas intraplaca de rumbo y tipo inverso que atraviesan longitudinalmente la zona del PCC (como las fallas de Armenia, Navarco, Silvia-Pijao, entre otras del sistema Cauca-Romeral).

- **Magnitudes y efectos:** Aunque generan magnitudes moderadas (Mw 6.0 a 6.5), al tener focos superficiales (< 15 km de profundidad) liberan aceleraciones muy destructivas a nivel local. El sismo del Quindío de 1999 es el caso tipo de esta fuente.

- **Período de recurrencia:** A escala regional para eventos mayores específicos en rupturas concretas del sistema Romeral, los estudios de amenaza sísmica uniforme estiman períodos de retorno más largos, del orden de **500 a 750 años** para rupturas críticas de alta magnitud en una misma falla, aunque el conjunto del sistema registra sismos locales de menor escala con frecuencias de algunas décadas.

Fallas Intraplaca Periféricas (Cordillera Central y Magdalena Centro)

- **Mecanismo:** Estructuras tectónicas asociadas al flanco oriental de la Cordillera Central (como la Falla de Palestina) y a la Fosa del Magdalena.

- **Efectos:** Sismos superficiales que afectan a los municipios situados en las cuencas altas y medias de los ríos Chinchiná, Otún, La Vieja y el oriente caldense/tolimense.

- **Período de recurrencia:** Tiempos de retorno variables, generalmente superiores a los **100 - 300 años** para eventos superficiales significativos.

4- Construcción Sismorresistente



Imagen 03: Pijao, en "The Bahareque made it very well". JER, JFM y GD, 1999.

El **Título G del Reglamento Colombiano (NSR-10)** titulado **"Estructuras de Madera y Estructuras de Bambú"**, contempla de manera explícita, especialmente en los capítulos **G.12** (Estructuras de Guadua) y **G.13** (Casas de uno y dos pisos en Bahareque Encementado), la normativa que rige para el diseño de estructuras en guadua y el **Bahareque Encementado**, garantizando un comportamiento sísmico adecuado para edificaciones de uno y dos pisos.

A continuación, se describen dichas normas y los correspondientes criterios de diseño sismo-resistente, según lo estipulados en el Título G.



Imagen 04- Bahareques Patrimoniales o tembloreros-J- E. Robledo 1993.

A. Sistema Estructural y Requisitos de Redundancia (G.13)

- **Sistema de Muros de Carga:** La estructura debe basarse en un sistema de muros estructurales continuos hasta la cimentación en ambas direcciones principales.

- **Simetría y Regularidad:** Se exige una distribución simétrica de los muros en planta para evitar efectos de torsión sísmica. Si la edificación no es simétrica, debe fraccionarse mediante juntas de dilatación sísmica.

- **Muros de Solicitación Sísmica:** Se especifica una densidad mínima de muros con resistencia a cortante por metro cuadrado de área construida, calculada en función de la zona de amenaza sísmica (alta o intermedia).

B. Elementos del Bahareque Encementado (G.13.3)

El reglamento define técnicamente el sistema de bahareque encementado con los siguientes componentes obligatorios:

- **Entramado:** Estructura interior de madera o guadua constituida por soleras (inferiores y superiores), pies derechos (pies derechos) y diagonales/riostras.

- **Recubrimiento (Recubrimiento y Revoque):** Formado por una esterilla de guadua *Guadua angustifolia Kunth* clavada sobre el entramado, revestida con una capa de mortero de arena y cemento (con un espesor mínimo especificado, típicamente de 20 mm a 25 mm). Se permite el uso de malla electro-soldada o de gallinero para evitar el fisuramiento del mortero.

- **Diagonales de Arriostramiento:** Todos los muros estructurales deben contar con diagonales (en madera o guadua) dispuestas a 45º o en "V" / "X" para garantizar la rigidez ante fuerzas cortantes horizontales causadas por el sismo.

C. Cimentación y Zócalos (G.13.4)

- **Aislamiento de la Humedad:** El Título G exige que el entramado de guadua/madera nunca entre en contacto directo con el suelo ni con agua estancada, ya que la pudrición degrada la capacidad sísmica del sistema.

- **Zócalos en Concreto:** Se requiere una viga de cimentación continua de concreto reforzado y un muro de sobrecimiento (zócalo) en concreto o mampostería con una altura mínima sobre el nivel del terreno de 30 cm.

- **Anclajes:** La solera inferior del muro de bahareque debe quedar fijada rígidamente a la viga de cimentación o al sobrecimiento mediante pernos o anclajes de acero embebidos, capaces de transmitir las fuerzas de cortante y levantamiento sísmico.

D. Conexiones y Amarres (G.12 y G.13)

Las conexiones constituyen el punto crítico en la sismorresistencia del bahareque y la guadua:

- **Inyección de Mortero en Nudos:** En los empalmes de guadua sometidos a tracción o compresión alta, se exige que los entre-nudos se rellenen con mortero de cemento fluído (grout) para alojar pernos pasantes de acero sin aplastar el tallo (culmo) de la guadua.

- **Pernos y Pletinas:** Se prohíbe el uso exclusivo de clavos en conexiones principales. Deben emplearse pernos de acero con arandelas de presión y, cuando sea necesario, pletinas metálicas para garantizar el flujo de cargas hacia la cimentación.

- **Unión Entramado-Cubierta:** El sistema de cubierta (cerchas o correas) debe estar debidamente amarrado a las soleras superiores mediante anclajes mecánicos para asegurar un comportamiento de **diafragma rígido o semirrígido** que distribuya el cortante sísmico a los muros.

E. Criterios de Diseño en Guadua (G.12)

Para el uso de la guadua como elemento estructural (columnas, vigas o pies derechos), el capítulo G.12 establece:

- **Cualificación del Material:** La guadua debe ser madura (entre 3 y 5 años de edad), estar inmunizada contra ataques de insectos y hongos, y presentar un contenido de humedad equilibrado (19 %).

- **Esfuerzos Admisibles:** Fija los valores máximos admisibles de diseño para el bambú tipo *Guadua angustifolia* en flexión, cortante paralelo a la fibra, compresión paralela y perpendicular, y tracción.

- **Limitaciones Geométricas:** Se exige mantener una relación de esbeltez controlada en las piezas comprimidas y verificar los diámetros exteriores y espesores de pared mínimos de los culmos, o sea los tallos de guadua.

***

5- Los terremotos de 1999 y 2026 y El PCC.



Imagen 05- Eje Cafetero. Terremotos de 1999 y 2026

El Eje Cafetero ocupa una zona de alta complejidad tectónica en el occidente colombiano. La vulnerabilidad sísmica de la región quedó marcada dramáticamente por el sismo de 1999 y reevaluada tras los eventos telúricos de agosto de 2026.

Origen Tectónico y Mecanismo Focal.

- **1999 (Sismo intraplaca conspicuo):** Ocurrió el 25 de enero con una magnitud de 6,2 Mw y una profundidad menor a 20 km. Se originó directamente en una falla del **Sistema de Fallas de Romeral**, con epicentro en Córdoba Quindío, e intensidades de nivel VIII a IX en la escala Mercalli Modificada.

- **2026 (Sismo subductivo o intracontinental distante):** Con epicentro en la subducción del Pacífico / Chocó y magnitud 7,4 Mw, en el Eje Cafetero el sismo sacudió fuertemente a Caldas, Risaralda y Quindío, pero también al Valle del Cauca.

Vulnerabilidad del Suelo y Lecciones Aprendidas.

En 1999, la amplificación de onda por depósitos de cenizas volcánicas no consolidadas (Andisoles sobre laderas) y la presencia de llenos antrópicos no controlados, causaron deslizamientos catastróficos y licuación parcial en Armenia y laderas de Pereira y Manizales.

En 2026, la infraestructura respondió bajo la cultura de microzonificación sísmica implementada en las últimas dos décadas. Aunque persistieron afectaciones en viviendas de bahareque tradicional y autoconstrucciones no reforzadas en zonas periféricas, las estructuras modernas resistieron adecuadamente.

La comparación entre 1999 y 2026 confirma que la cercanía a las fallas locales del Sistema Romeral representa la mayor amenaza para la región, mientras que la rigurosidad en las normas de construcción de las últimas dos décadas ha elevado significativamente la resiliencia urbana.

***

6- La Reconstrucción del PCC.

El impacto del terremoto de agosto de 2026 sobre el Paisaje Cultural Cafetero (PCC) trasciende la pérdida material: amenaza el valor universal excepcional reconocido por la UNESCO. Si reconstruir este patrimonio exige equilibrar la conservación técnica, la seguridad sismorresistente y el desarrollo socioeconómico rural, para ordenar la restitución de los ecosistemas que se han degradado y restablecer la cultura local afectada por la gentrificación del territorio, también debe declarase su territorio **Sujeto de Derechos bioculturales.**



Imagen 06- Afectación en vivienda rural de Belén de Umbría- La Patria

Diagnóstico Físico y Social

- **Censo de Daños Integrales:** Evaluación de estructuras en bahareque, madera y tapia pisada, catalogándolas por severidad estructural.
- **Auditoría del Valor Patrimonial:** Distinguir entre pérdida total irreversible y elementos recuperables para priorizar la restauración artesanal sobre la demolición.
- **Caracterización Social:** Mapeo de comunidades caficultoras y artesanas afectadas para evitar el desplazamiento de la población nativa durante la etapa de reconstrucción.

Estrategia Técnica de Intervención

- **Escuelas Taller de Oficios Tradicionales:** Capacitación acelerada para maestros de obra y jóvenes locales en corte, inmunización y ensamblaje de guadua.
- **Participación Comunitaria:** Creación de comités de veeduría en veredas y centros urbanos tradicionales para garantizar que los diseños respeten la identidad local.
- **Simplificación Normativa:** Protocolos prioritarios de licencias de construcción patrimonial con asesoría técnica permanente del Ministerio de Culturas y corporaciones autónomas.

Sostenibilidad y Financiamiento

- **Fondo Mixto de Reconstrucción:** Combinación de recursos estatales, cooperación internacional y líneas de crédito blando para pequeños caficultores. La fórmula de
- **Reactivación Turística Respetuosa:** Apoyo a fincas turísticas para su rehabilitación sin recurrir a falsos históricos ni tipologías ajenas al paisaje.
- **Monitoreo Continuo:** Red de supervisión post-reconstrucción para certificar la estabilidad sísmica y el mantenimiento periódico de las cubiertas y fachadas.
- **UNA PROPUESTA:** Frente a esta amenaza, las autoridades municipales deben implementar un programa de reforzamiento del bahareque patrimonial conforme a la norma sismo resistente, en el que se soporta el PCC como factor ecoturístico, soportado en descuentos del impuesto predial por un periodo de 1 a 3 años.

La reconstrucción debe concebirse no como una simple respuesta a la emergencia, sino como una oportunidad para la prevención y adaptación ambiental como estrategia de resiliencia, para revitalizar la

arquitectura vernácula, fortalecer la mano de obra, asegurar la permanencia del tejido cultural, y resolver además de la gentrificación del territorio las disrupciones del paisaje cultural cafetero con sus frágiles ecosistemas.

…

Documento del IDEA para el OPP de la Cátedra UNESCO de la U.N. de Colombia, en la Conmemoración de los 15 años del PCC. Manizales, 26 de agosto de 2026. **Sobre la microzonificación sísmica de Manizales.**

SOBRE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE MANIZALES

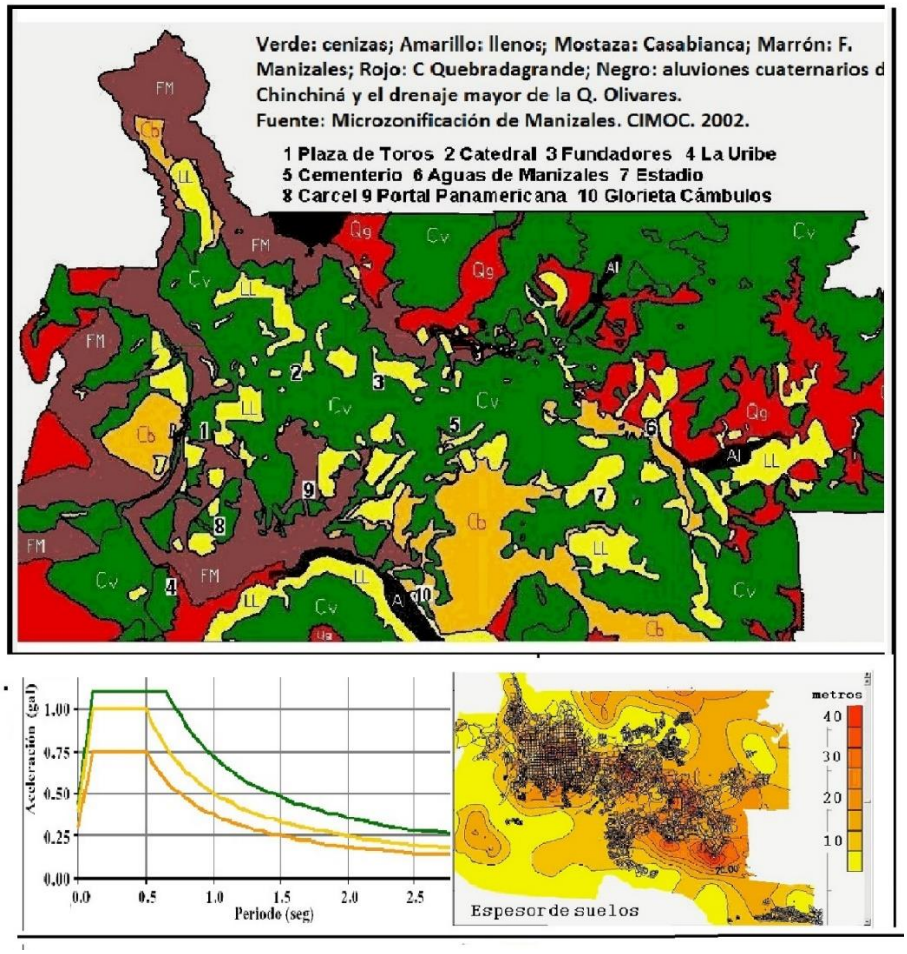


Imagen: Manizales: Microzonificación Sísmica. CIMOC 2002

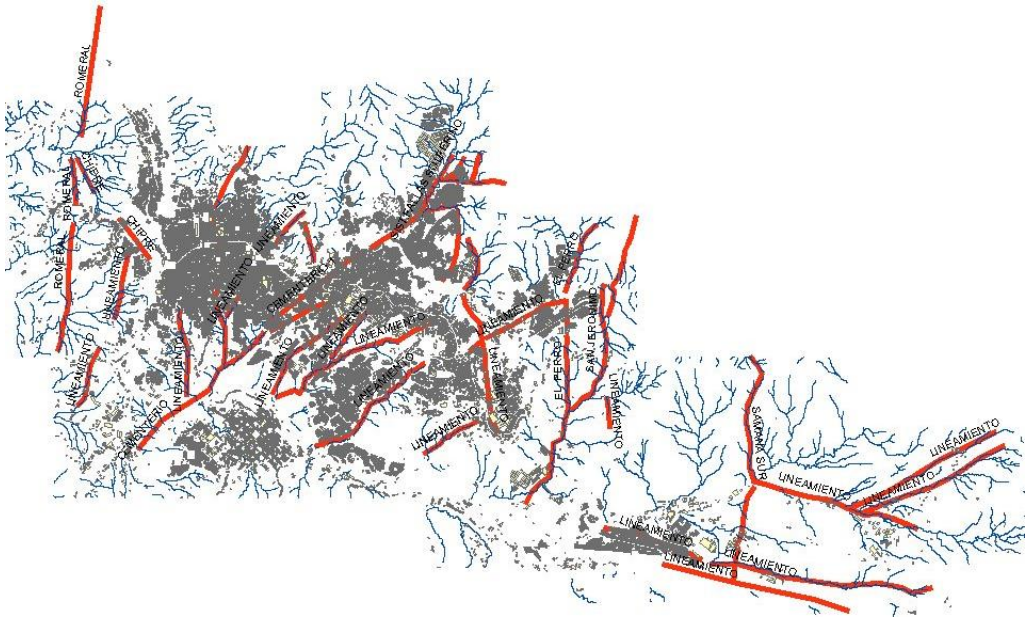
Manizales, asentada sobre empinadas laderas andinas y amenazada tectónicamente por el Sistema de Fallas de Romeral y la subducción de la Placa de Nazca, ha registrado sismos históricos relevantes como los de 1938, 1961-1962, 1979, 1999 y el reciente evento del pasado 10 de agosto. Para mitigar este riesgo reduciendo su vulnerabilidad, la ciudad, consolidada como referente nacional en gestión del riesgo, ha impulsado desde 2002 —junto con el CIMOC de la Universidad de los Andes— estudios de microzonificación sísmica, evolucionando hacia metodologías rasterizadas "metro a metro" mediante herramientas como el programa SISMan, gracias a alianzas técnicas entre la Alcaldía, Corpocaldas y la Universidad Nacional de Colombia.

Pese a lo anterior, el mapa de microzonificación de Manizales requiere tener fuerza de ley para su aplicación efectiva. No basta con exigir normas de sismorresistencia generales si el urbanizador no construye ajustado a la naturaleza real del suelo, situación que ocurre porque las curadurías no aplican dicho mapa, el cual —al señalar los sectores que amplifican las ondas telúricas— exige mayor refuerzo de acero y restringe la tipología

constructiva. En consecuencia, se propone aprobar oficialmente el Mapa de Microzonificación y profundizar los estudios a escala de detalle para blindar a la ciudad de afectaciones graves por amplificación sísmica asociada a suelos blandos y al efecto topográfico del relieve. VER: MAPA

La imagen muestra la Zonificación Sísmica de Manizales y, a la derecha, los espectros de diseño para cada tipo de suelo. En ellos se advierte que la aceleración sísmica es un 30% mayor en cenizas volcánicas (verde) y un 25% superior en rellenos hidráulicos (amarillo) en comparación con la línea naranja, correspondiente a suelos normales con los que habitualmente se diseñan los edificios en Manizales, pese a ser un espectro menos exigente en hierro. En el mapa, los colores rojo y morado representan el basamento rocoso y rígido, el cual no amplifica las ondas sísmicas. Adicionalmente, se presenta el mapa de espesores de suelo de la ciudad.

¿Sabía usted que, en suelos blandos como la ceniza volcánica y los rellenos hidráulicos, así como en las zonas altas de una ciudad de montaña —el caso de la avenida Santander—, se amplifican las ondas sísmicas? Dado que este fenómeno intensifica el movimiento del terreno e incrementa el potencial de daños estructurales, se debe restringir el uso del suelo para edificios altos y esbeltos, construcciones de tierra sin refuerzo (adobe y tapia pisada), mampostería no reforzada, estructuras rígidas y pesadas, y bahareque sin conexiones sismorresistentes.



Lineamientos y fallas geológicas en el área urbana de Manizales.

El desafío central consiste en armonizar la ocupación del suelo urbano con la frágil estabilidad de laderas tropicales alteradas por la intervención antrópica y los estratos de cenizas volcánicas que, al igual que las colinas cordilleranas, amplifican localmente las ondas sísmicas. Asimismo, se requiere sostener y ampliar la red de instrumentación acelerográfica, actualizar de forma continua la modelación ante eventos extremos y garantizar la estricta aplicación de las normas sismorresistentes en la infraestructura. histórica como en los instrumentos de planificación territorial (POT).

Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia. La Patria; Manizales, 19-10-2026. Terremotos y políticas públicas para Manizales.

Fundada en 1849, Manizales una ciudad de 400 mil habitantes ubicada sobre los Andes más septentrionales de América y cerca del Volcán Nevado del Ruiz, deberá enfocar sus políticas ambientales para enfrentar los desafíos propios del trópico andino, donde además del cambio climático y la alta susceptibilidad de sus suelos a los deslizamientos, gravita una amenaza sísmica severa para la cual, pese a los esfuerzos hechos en la ciudad por mejorar su seguridad, emprender su microzonificación sísmica en 2002 y asegurar colectivamente

los bienes, requerimos prepararnos para eventos probables al acecho que pueden alterar significativamente el hábitat.

Manizales está ubicada en una zona donde los movimientos telúricos de 1938, 1961-62, 1979 y 1995, ponen en evidencia una fuente sísmica con eventos cada 15 a 20 años, generadora de terremotos de magnitud cercana a 7 grados y mediana intensidad: es la zona de subducción de la placa de Nazca, que explica el comportamiento sismo-tectónico del occidente colombiano, entre el sur de Antioquia y Nariño, como una provincia homogénea, y la cual nos obliga ahora a tomar las previsiones mínimas en la materia, al ver las fechas señaladas.

ero las fallas del sistema Cauca-Romeral son otra fuente que merece mayor consideración, dadas las devastadoras consecuencias de los terremotos de Popayán 1983 y Quindío 1999, capaz de producir eventos superficiales de magnitud 6 pero de mayor intensidad, para los que falta elevar el nivel de preparación en la ciudad, a pesar de las acciones implementadas por las autoridades municipales de las últimas administraciones. En las sacudidas del Quindío, la aceleración registrada en Armenia varió desde el 58% hasta el 9% de la gravedad, dependiendo de la clase de suelo: en suelos blandos y profundos fue alta y en depósitos de rocas, baja.

La Placa de Nazca es la corteza terrestre de una porción del fondo oceánico del Pacífico occidental frente a Sudamérica, cuya porción norte es la que explica además de una trinchera entre el Chocó y Malpelo, la formación de los Andes colombianos. La trinchera es la frontera de la colisión entre la placa de Nazca y nuestro continente emergido, una y otro desplazándose en direcciones encontradas durante cientos de millones de años, por lo que nuestras cordilleras son la expresión de ese fenómeno geodinámico que explica además de volcanes, fallas y plegamientos: las dos fuentes sísmicas señaladas.

En zonas sísmicas como la región andina de Colombia, cada ciudad debe conocer sus fuentes sísmicas, lo que supone saber de su localización y terremotos característicos con sus períodos de retorno y magnitudes probables, asuntos importantes para la gestión del riesgo donde los planificadores deben decidir conociendo la respuesta dinámica del suelo, por ser fundamento para definir la tipología adecuada y comportamiento de las construcciones, y los usos permitidos del suelo.

Entonces, mientras la historia sísmica en Manizales se circunscribe a los terremotos profundos típicos de la base de la cordillera Occidental de Colombia con profundidad entre 70 y 100 km, ya es hora de evaluar nuestra capacidad de respuesta con eventos superficiales asociados al Sistema de Fallas Romeral que son más destructivos por su profundidad somera, la cual en Popayán 1983 y Quindío 1999 alcanzó 20 km, y cuyo balance habla de 250 muertes y pérdidas por U$500 millones para el primero, y de 1.185 muertes y pérdidas por U$2.000 millones en el segundo.

El POT deberá mirar a escala de mayor detalle, además de la vulnerabilidad de las líneas vitales y sistemas de servicio esenciales, la llegada del gas domiciliario y el uso del suelo en el entorno de fallas con actividad cuaternaria que cruzan el área urbana, además del modelado de nuestras frágiles laderas, los suelos blandos profundos y los altos topográficos, como factores naturales incidentes; pero también los culturales como las prácticas constructivas que mezclan bahareque y cemento, el deterioro de las viejas construcciones de madera y el número de edificaciones altas que demandan reforzamiento sismo-resistente.

Y tras observar que en un centro vital de la ciudad como Santa Sofía el municipio permitió instalar una estación de gasolina en los últimos años, podría insistirse en políticas públicas ambientales e instrumentos de gestión del riesgo que no solo prevengan semejantes errores, sino que permitan implementar un programa de gestión integral para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica con enfoque preventivo, incluyan la componente para la investigación de la amenaza que la U.N. viene desarrollando, mitigue la vulnerabilidad de los sistemas estratégicos, eleve la capacidad de respuesta de las instituciones de emergencia, y emprenda la organización y capacitación de las comunidades para actuar debidamente en caso de un terremoto severo.

Documento del Museo Samoga dfe la U.N. de Colombia; Manizales, 2012-03-05. Por: Gonzalo Duque-Escobar.

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y DESALOJO EN CASO DE SISMO

El siguiente Programa de Seguridad y Desalojo ha sido adaptado de uno similar desarrollado en Venezuela – Bellandi Rullo, Fernado. 1994– para instituciones educativas. Se trata de una metodología útil para proceder a desarrollar simulacros con base en tres (3) actividades, la planeación, la ejecución y la evaluación.

Esta propuesta hace parte del curriculum que el autor desarrolla en el Curso Internacional de Planeación Territorial y Desastres Naturales y en el posgrado de Salud Ocupacional de la Universidad Nacional Sede Manizales.

El Programa de Seguridad y Desalojo es una alternativa a muchos simulacros que se preparan para sorprender a las comunidades sin previo aviso de la circunstancia que enfrenta, y en donde el pánico puede dejar más consecuencias que lecciones útiles. Contrariamente, este Programa se propone, no como un producto de eventual consumo sino como un proceso de largo plazo, susceptible de desencadenar aptitudes y actitudes afines a la cultura de la prevención de los desastres.

Para el efecto, Programa de Seguridad y Desalojo que se presenta, toma como modelo el riego sísmico, pero puede extenderse a la prevención del riesgo por otras amenazas naturales o antrópicas.

1. PLANIFICACION MOTIVACION

Convocar a una reunión para informar y discutir el riesgo sísmico.

Notificar y solicitar apoyo para desarrollar el Programa.

Instalar carteleras para difundir el Programa de Seguridad y Desalojo.

2. PLANIFICACION – COORDINACION

Integrar el Comité Ejecutivo, con funciones educativas, para facilitar el desarrollo del programa.

Conformar unas Brigadas (salvamento y socorro, primeros auxilios, educación, evaluaciones funcionales, estructuras, geotecnia, comunicaciones, etc.) para atender la emergencia.

Preparar el esquema de trabajo, para el Comité y para las Brigadas, especificando todas las acciones que se desprendan del objetivo general del Programa.

Dividir cada una de las actividades y acciones en tareas simples y establecer las estrategias de ejecución.

Asignar funciones y responsabilidades, y elaborar el cronograma de actividades.

3. PLANIFICACION – REVISION

Cuantificar el personal y elaborar un mapa zonificado del escenario de trabajo.

Precisar las amenazas potenciales locales y estimar su nivel de severidad probable y el número probable de personas expuestas en cada zona.

Determinar y caracterizar el estado de seguridad de cada estructura o edificación en la institución y la estabilidad de cada sistema funcional, en caso de sismo.

Inventariar peligrospotenciales y nivel de recursos en caso de emergencia.

Definir áreas de evacuación, rutas de salida, refugios y rutas de acceso y zonas de concentración de evacuados.

Definir e instrumentar puntos de atención y puestos de auxilio dispuestos estratégicamente.

Hacer el estudio de tiempos y movimientos de las personas, a lo largo de las rutas de evacuación.

4. PLANIFICACIÓN – IMPLEMENTACIÓN

Intervenir elementos inseguros y potenciales, señalizar y adecuar rutasde evacuación, y demarcar zonas de concentración y de atención.

Acondicionar y dotar puestos de atención y almacenar depósitos pos desastre.

Instalar sistemas de alarmas, puntos de atención e información.

Hacer reuniones con personal interno y externo (parientes y autoridades) para informarlos acerca del plan.

Diseñar estrategias alternativas y formas redundantes para elevar los niveles de seguridad en el Programa.

5. EJECUCION – SIMULACRO

Establecer cantidad y fecha de los simulacros de desalojo en caso de sismo severo.

Notificar a autoridades, vecinos y parientes sobre la realización del simulacro.

Designar responsables de ambientar, iniciar, controlar y nombrar una Comisiónde observación con personal externo e interno.

Hacer sesionesinformativas cortas tanto con los responsables como con los observadores, antes de los simulacros.

Producir la ambientación adecuada para simular un desastre.

6. EJECUCION – DESALOJO

Activar el sistema de alarma para la emergencia

Ejecutar las normas de protección en caso de terremoto y de desalojo (posterior) del edificio.

Reunir y darle instrucciones al personal en las áreas demarcadas.

Regresar al lugar de trabajo o en su defecto continuar en la zona de concentración hasta que la situación lo requiera.

7. EJECUCION – RESPUESTA

Atender las emergencias presentadas por el mismo y ejecutar individualmente lo que se tenia previsto, por cada comisión.

Efectuar chequeo e inventario de daños estructurales y funcionales y de eventuales lesiones, informando de ello a las autoridades internas y externas para la emergencia.

Brigada por brigada, evaluar con expertos el estado de la edificación, de los sistemas funcionales y de puntos críticos internos (incendios, etc.) y externos (deslizamientos inundaciones) utilizando formularios apropiados.

Establecer la conexión con familiares y autoridades (si es del caso).

Habilitar las zonas de refugio y de atención pos – desastre.

Evaluar la posibilidad de ocurrencia de eventos secundarios y de nuevos daños por réplicas o por el avance de eventos externos (incendios, flujos de lodo, etc.).

8. EVALUACION – ANALISIS

Organizar y computar todos los datos obtenidos en las encuestas, inventarios y planillas y formularios de evaluación.

Analizar el comportamiento de personas y grupos durante los simulacros de desalojo, e identificar nuevas necesidades de entrenamiento y capacitación.

Reunir al personal para determinar losproblemas durante los simulacros para modificar y ajustar el Programa.

9. EVALUACION – REDACCION

Elaborar informe escrito con procedimientos operativos, con base de datos y documentación necesaria para el Programa.

Realizar la actualizaciónperiódica del Programa de Seguridad y Desalojo, incluyendo las modificaciones que se han dado en el personal, la institución y la planta física.

10. EVALUACION – DIFUSION

Discutir internamente el documento o informe escrito que consigna el Programa y su operación, para ajustarlo.

Remitir copia del informe escrito a aquellas instituciones y personas involucradas en el Programa.

Realizar simulacros periódicos de desalojo, para mantener la vigencia del Programa.

Contrastarel Programa con otros programas y con otras experiencias útiles.

Evaluar con sondeos en el personal, sobre el conocimiento del Programa, de las actividades y de las tareas propuestas que están previstas.

*Ref: In: Posgrado Internacional de Planeación Territorial y Desastres Naturales – OEA, ICETEX y U. Nal y Coordinador del Grupo de Ingeniería Sísmica de la Universidad Nacional Sede Manizales Pijao Quindío, 02 de junio de l999

**

PROGRAMA DE RESPUESTA A LA AMENAZA HIDROGEOLÓGICA.

FASES DEL PROGRAMA 1. PLANIFICACION: • MOTIVACION. • COORDINACION • REVISIÓN • IMPLEMENTACIÓN 2. EJECUCION: • SIMULACRO • DESALOJO • RESPUESTA 3. EVALUACION: • ANÁLISIS • SISTEMATIZACIÓN Y REDACCIÓN • DIFUSIÓN Y VALIDACIÓN	

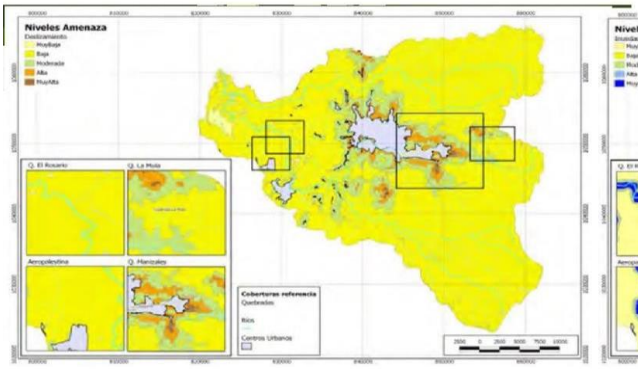
Preámbulo

El siguiente Programa de Respuesta ha sido adaptado de uno similar desarrollado en Venezuela para instituciones educativas*. Se trata de una metodología útil para proceder a desarrollar simulacros con base en tres (3) actividades, la planeación, la ejecución y la evaluación.

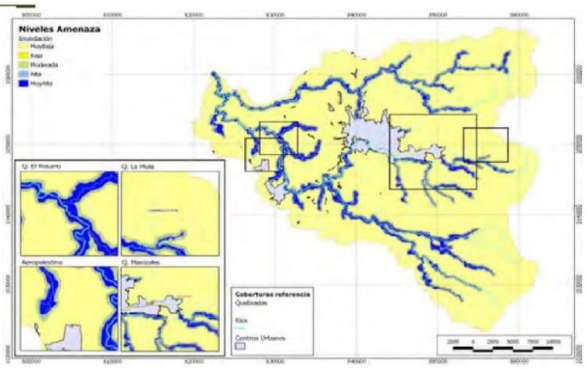
Esta propuesta hace parte del proyecto de Gestión de Riesgo de UGR de La Alcaldía de Manizales – IDEA de la Universidad Nacional de Colombia.

El Programa de Respuesta es una alternativa a muchos simulacros que se preparan para sorprender a las comunidades sin previo aviso de la circunstancia que enfrenta, y en donde el pánico puede dejar más consecuencias que lecciones útiles. El éxito de este Programa depende del carácter participativo y de largo plazo del proceso, para que se puedan desencadenar aptitudes y actitudes afines a la cultura de la prevención de los desastres, en el tema de las amenazas asociadas al cambio climático.

Para el efecto, este Programa de Respuesta que se presenta, toma como modelo el riesgo hidrogeológico, pero puede extenderse a la prevención del riesgo por otras amenazas naturales o antrópicas.



Distribución niveles de amenaza por susceptibilidad de deslizamiento en la cuenca del río Chinchiná. (Cardona, González, Mora et al, 2013)



Distribución de niveles de amenaza por inundación en la cuenca del río Chinchiná. (Cardona, González, Mora et al, 2013)

PLANIFICACIÓN MOTIVACIÓN

Convocar a una reunión para informar y discutir el riesgo hidrogeológico.

Coordinación y Estructuración Institucional del Programa.

Instalar carteleras para **difundir** el Programa de Respuesta.

Elaborar **material didáctico** de **soporte.**

PLANIFICACIÓN – COORDINACIÓN

Integrar el Comité Ejecutivo y Técnico, (comunidad e instituciones participantes) para facilitar el proceso pedagógico y el desarrollo del programa.

Conformar Brigadas (salvamento y socorro, primeros auxilios, educación, evaluaciones funcionales, estructuras, geotecnia, hidrología, comunicaciones) para atender la emergencia.

Preparar el esquema de trabajo, para el Comité y para las Brigadas, especificando todas las acciones que se desprendan del objetivo general del Programa.

Dividir cada una de las actividades y acciones en tareas simples y establecer las estrategias de ejecución.

Asignar funciones y responsabilidades, y elaborar el cronograma de actividades.

PLANIFICACIÓN – REVISIÓN

Cuantificar la población sujeta y el inventario objeto de salvamento,

Elaborar un mapa zonificado del escenario de trabajo (cartografía social).

Precisar las amenazas potenciales locales y estimar su nivel de severidad probable, y el número de personas potencialmente expuestas y de bienes comprometidos en cada zona.

Determinar y caracterizar el nivel de amenaza de cada Sector y la estabilidad de cada sistema funcional, en caso de un evento.

Inventariar peligros potenciales y nivel de recursos en caso de emergencia.

Definir áreas de evacuación, rutas de salida, refugios y rutas de acceso y zonas de concentración de evacuados.

Definir e instrumentar puntos de alerta temprana, de atención y puestos de auxilio dispuestos estratégicamente.

Hacer el estudio de tiempos y movimientos de las personas, a lo largo de las rutas de evacuación.

PLANIFICACIÓN – IMPLEMENTACIÓN

Instalar sistemas de alarmas, puntos de atención e información.

Chequeo funcional del sistema de alerta temprana,

Señalizar y adecuar rutas de evacuación, y demarcar zonas de concentración y de atención.

Acondicionar y dotar puestos de atención y almacenar depósitos pos evacuación o desastre. Además, asignar responsables de apoyo a personas con limitaciones.

Hacer reuniones con personal interno y externo (parientes y autoridades) para informarlos acerca del plan.

Diseñar estrategias alternativas y formas redundantes para elevar los niveles de seguridad en el Programa.

EJECUCIÓN – SIMULACRO

Establecer cantidad y fecha de los simulacros de desalojo en caso de evento sorpresivo y anticipado.

Notificar a autoridades, vecinos y parientes sobre la realización del simulacro.

Designar responsables de ambientar, iniciar, controlar y nombrar una Comisión de observación con personal externo e interno.

Hacer sesiones informativas cortas tanto con los responsables como con los observadores, antes de los simulacros.

Producir la ambientación adecuada para simular un desastre.

EJECUCIÓN – DESALOJO

Activar el sistema de alarma para la emergencia.

Ejecutar las normas de protección en caso de evento sorpresivo o anticipado, y de desalojo del área amenazada.

Reunir, orientar e instruir, a la población sujeto del programa, en las áreas demarcadas como zonas de exposición al riesgo, donde la vulnerabilidad a la amenaza hidrogeológica se ha identificado.

Regresar al lugar de vivienda o de trabajo, o en su defecto continuar en la zona de concentración hasta que la situación lo requiera.

EJECUCIÓN – RESPUESTA

Atender las emergencias presentadas por el evento y ejecutar individualmente lo que se tenía previsto, por cada comisión.

Efectuar chequeo e inventario de daños estructurales y funcionales, y de eventuales lesiones, informando de ello a las autoridades internas y externas para la emergencia.

Brigada por brigada, evaluar con expertos el estado de la zona afectada, de los sistemas funcionales y de puntos críticos internos y externos (deslizamientos inundaciones) utilizando formularios apropiados.

Establecer la conexión con familiares y autoridades (si es del caso).

Habilitar las zonas de refugio y de atención pos – desastre.

Evaluar la posibilidad de ocurrencia de eventos secundarios y de nuevos daños por réplicas o por el avance de eventos externos (deslizamientos y flujos de lodo).

EVALUACIÓN – ANÁLISIS

Organizar y computar todos los datos obtenidos en las encuestas, inventarios, planillas y formularios de evaluación.

Analizar el comportamiento de personas y grupos durante los simulacros de desalojo, e identificar nuevas necesidades de entrenamiento y capacitación.

Informe de Brigadas y análisis de su operatividad.

Reunir a la población y actores estratégicos para determinar los problemas durante los simulacros con el fin de modificar y ajustar el Programa.

Evaluación del desempeño de colaboradores para personas con limitaciones para evacuar.

EVALUACIÓN – REDACCIÓN

Elaborar informe escrito con procedimientos operativos, con base de datos y documentación necesaria para el Programa.

Realizar la actualización periódica del Programa de respuesta, incluyendo las modificaciones que se han dado a la población, los actores estratégicos (comunitarios e institucionales), el escenario amenazado y el Sistema de Alerta Temprana.

EVALUACIÓN – DIFUSIÓN

Discutir internamente el documento o informe escrito que consigna el Programa y su operación, para ajustarlo.

Remitir copia del informe escrito a aquellas instituciones y personas involucradas en el Programa.

Realizar simulacros periódicos de desalojo, para mantener la vigencia del Programa, definiendo líderes y responsables para ello.

Contrastar el Programa con otros programas y con otras experiencias útiles.

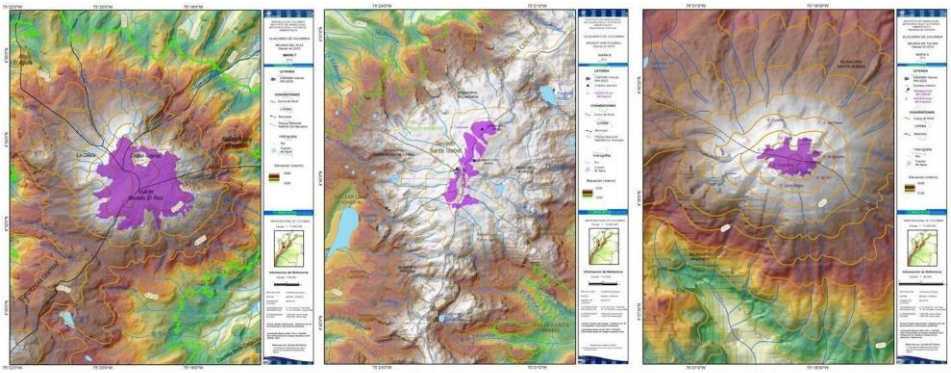
Evaluar con sondeos en la población y demás actores sociales vinculados, sobre el conocimiento del Programa, de las actividades y de las tareas propuestas que están previstas.

*Ref: Documentto preparadop con el equipo de trabajo de la Corporación Aldea Global. Manizales, 18-10-2023.

…..

CAPÍTULO III: ASUNTOS DEL CLIMA

CALENTAMIENTO GLOBAL EN COLOMBIA



Estamos ante una realidad: el cambio climático es hoy la primera causa de migraciones en el mundo; si en 2011 generó el desplazamiento de más de 40 millones de personas por razones climáticas, en los próximos 50 años podrían migrar hasta 1.000 millones de personas, principalmente en los países más pobres.

Además, la polución que encala el cielo, y que desciende sobre la tierra contaminando acuíferos, mares, tierras de labranza y paisajes, es la responsable del 16% de todas las muertes del planeta y tiene un costo que representa el 6,2% de la riqueza planetaria. Las estimaciones realizadas a 2050 sugieren que los costos económicos del cambio climático para América Latina y el Caribe, podrían ubicarse entre el 1,5% y el 5% del PIB regional. Pero también Colombia está enfrentando el cambio climático: ha perdido el 84 % del área del glaciar; sufre el blanqueamiento en los ecosistemas coralinos, la pérdida de playas y la erosión costera; y como consecuencias de eventos climáticos extremos, se repiten los desastres por avenidas torrenciales y sequías; y podría tener en alto riesgo de extinción un 10 % de sus especies, cuando el gradiente de temperatura se incremente en un grado centígrado.

En atención a los eventos climáticos extremos que frecuentemente asolan diferentes regiones del planeta, me he permitido adaptar este material sobre los efectos del Calentamiento global para el caso de Colombia, como una colaboración de la Universidad Nacional Sede Manizales, y en particular para conmemorar el Día Mundial del Medio Ambiente, invitando a reflexionar sobre la importancia de la adaptación ambiental.

Qué es el calentamiento global

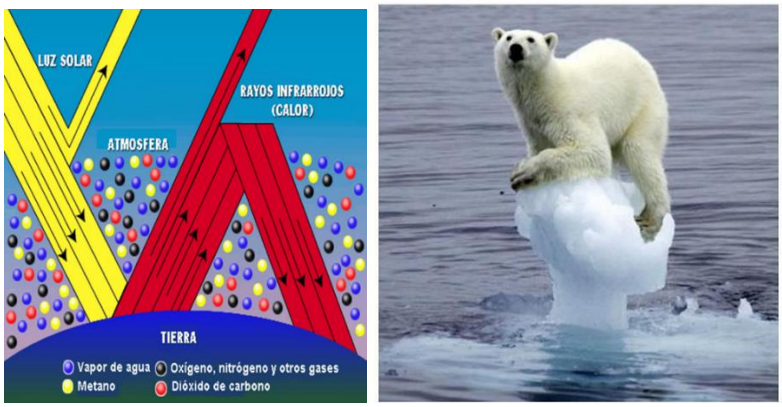


Imagen: Izq. Pérdida de energía de la energía radiante En amarillo se muestra el efecto sobre la luz solar incidente; y en rojo la radiación infrarroja reflejada. En: fvsa.org.ar. Der: Deshielo, en Paperblog.com

Es la teoría que predice el crecimiento futuro de las temperaturas del planeta durante las próximas décadas, a partir del incremento en el valor medio de la temperatura observado en la atmósfera terrestre y en los océanos. Por estándares internacionales (IPCC) el periodo comprendido entre 1976 y 2005 ha sido adoptado como el clima de referencia.

La década de los noventa, fue la más caliente en los últimos mil años. El clima del planeta siempre ha variado, el problema del cambio climático es que el ritmo de estas variaciones se ha acelerado durante las últimas décadas, de manera anómala.

Además del mayor calor específico de la hidrósfera en comparación con las tierras emergidas, también los océanos almacenan mayor cantidad de energía que la atmósfera, porque su capacidad calórica es 4,2 veces superior y su densidad 1000 veces mayor a la del aire.

El efecto invernadero es causado por gases como el vapor de agua (H2O), el dióxido de carbono (CO2), el óxido nitroso (N2O), el metano (CH4) y el ozono (O3), que se encuentran en la atmósfera, y otros más productos de la acción humana.

Estos gases que absorben y emiten radiación dentro del rango infrarrojo, entre los cuales tenemos los que permiten la vida en la Tierra, y los de origen antropogénico como los halocarbonos, capturan parte del calor del Sol que se refleja por el planeta.

De acuerdo con un estudio publicado en 2007, las concentraciones de CO2 y metano han aumentado en un 36% y 148% respectivamente desde 1750.

El Protocolo de Kyoto, además de reglamentar sobre el CO2, el N2O y el CH4, establece normas respecto al hexafluoruro de azufre (SF6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Esto porque sin dicho efecto el calor atrapado por la atmósfera de la Tierra, mantiene la temperatura media global en +15º Celcius; pero si se incrementa ese valor hasta 18ºC, como consecuencia del efecto invernadero, se causan fenómenos nocivos.

Según el IDEAM, los actuales escenarios nos indican que el país en su conjunto estaría afectado por el Cambio Climático; sin embargo, el aumento esperado en la temperatura, así como el comportamiento de las precipitaciones, no será el mismo para todas las regiones de Colombia. Las consecuencias que estos aumentos en la temperatura podrían traer al país, según el IDEAM, entre muchos otros serían, aumento en el nivel del mar, lo que comprometería no sólo la línea de costa en las fronteras, sino también a las poblaciones y ciudades asentadas en dichos lugares; el derretimiento acelerado de los glaciares en nuestros nevados, el retroceso de páramos y ecosistemas altoandino vitales para acueductos en el país; la reducción en la productividad agropecuaria y la exacerbación de los fenómenos climáticos extremos.

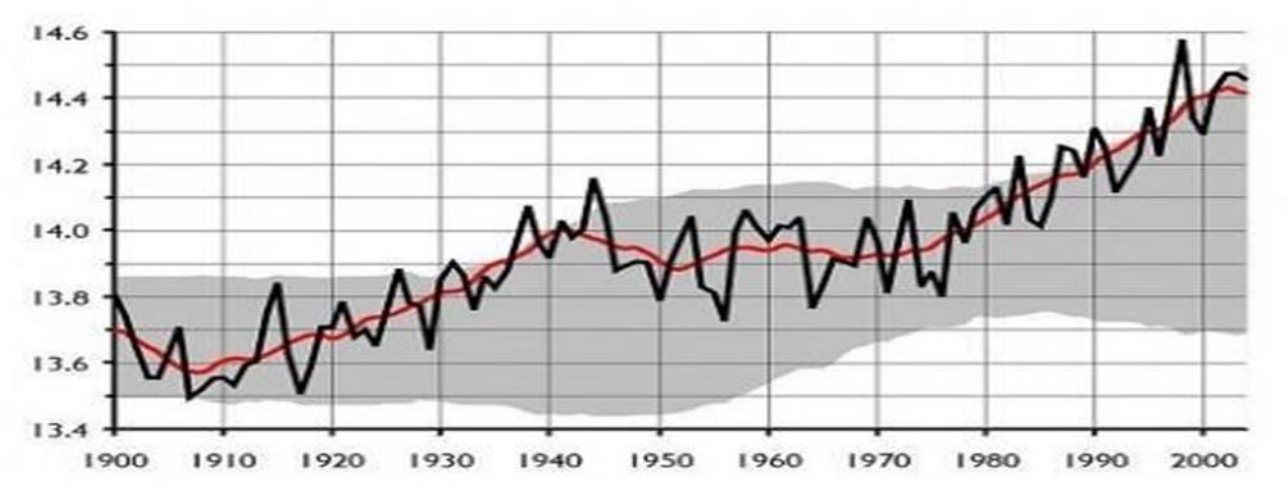


Imagen: Evolución de la temperatura en el Siglo XX, en resiklan.wordpress.com

Igualmente, la penetración de calor es más profunda en los océanos que en los continentes, dado que el agua posee movimientos verticales que le permiten almacenar calor, con lo cual las variaciones de temperatura son menos marcadas en los mares que en los continentes.

A lo largo del siglo pasado, mientras el calentamiento global ha generado un aumento aproximado de 0,6 °C en la temperatura media del planeta, en los océanos, este cambio ha sido de tan solo 0,1 °C

aproximadamente. Y aunque los océanos han respondido con mayor lentitud que los entornos terrestres, las investigaciones científicas han descubierto que los ecosistemas marinos pueden ser mucho más sensibles.

El calentamiento global surgido desde la Revolución Industrial, se puede observar también a principios del Siglo XX, y finalmente en los últimos 50 años.

En los últimos 100 años, la temperatura media de la superficie de la Tierra aumentó en aproximadamente 0,8 °C, dos tercios de los cuales ocurrieron tan solo en las últimas tres décadas. En los últimos 20 años, la quema de combustibles fósiles ha producido alrededor de 3/4 partes del aumento en el CO2 de origen antropogénico. El resto de este aumento se debe principalmente a los cambios en el uso del suelo, especialmente la deforestación.

Aunque los cambios en la constante de radiación solar también pueden causar el calentamiento global, durante los últimos 30 años no se ha registrado un aumento de la energía solar que llegase a la Tierra. La figura muestra valores de la temperatura en grados Celsius, década por década, durante el pasado Siglo XX. El cambio climático reducirá el número de huracanes en el Atlántico, pero estos serán más intensos.

Las aguas profundas de la Antártida se enfriarán y esto hará que América del Norte y Europa empiecen a enfriarse en la próxima década. El derretimiento prolongado de las calotas de hielo (casquetes glaciares), viene contribuyendo a la subida del nivel del mar. Si la capa de hielo Antártica se derritiera, el nivel de los océanos se elevaría 61,1 m; y si se derritiera, el de Groenlandia, los océanos se elevarían 7,2 m.

Otro efecto a largo plazo de la corteza terrestre al derretimiento del hielo y la desglaciación, es el corrimiento de tierras y el aumento de las actividades sísmica y volcánica, del ajuste posglaciar. Los ecosistemas del Mediterráneo y del Caribe, van a ser los más perjudicados a partir de 2020. Las concentraciones elevadas de CO2 podrían reducir la calidad del forraje y los rendimientos de las semillas.

Los científicos han alertado de la decoloración y muerte de los arrecifes de coral, y sobre la migración de plantas y animales debido al aumento de la temperatura global. Si continúan subiendo las temperaturas, para el año 2050, un 30% de las especies de plantas y animales estarían en riesgo de extinción. La acidificación de los océanos, avanza como consecuencia del aumento en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono.

Tendremos un clima más caluroso, aire más contaminado, agua más sucia, inundaciones y sequías más intensas e incendios más arrasadores. La comprensión científica del cambio climático abrupto es en general pobre. Estabilizar la temperatura media global requeriría reducir en más del 80 % las emisiones de CO2, con respecto a su nivel máximo alcanzado. Aunque se detengan hoy las causas, la recuperación del ecosistema tardara décadas y los daños serán irreversibles.

La teoría antropogénica predice que el calentamiento global se relaciona con emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el CO2. Pese a que cerca del 18 % de los científicos ha disentido de la opinión consensuada, el 97% de los investigadores que publican sobre el clima, coinciden en que el actual calentamiento es principalmente de naturaleza antropogénica. En las próximas décadas podría duplicarse el nivel del dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera, con respecto a los niveles que había antes de la Revolución Industrial. Un estudio publicado por Nature Climate Change (2015), dice que “un 18% de las precipitaciones diarias moderadamente extremas en tierra, son atribuibles al aumento de la temperatura observado desde la época preindustrial, el que a su vez es resultado principalmente de la influencia humana. Para 2 °C de calentamiento, la fracción de precipitaciones extremas atribuibles a la influencia humana se eleva a cerca del 40 %”.

Según The New York Times (2015) “en la actualidad alrededor del 75 % de las precipitaciones diarias moderadamente extremas en tierra son atribuibles al calentamiento". El mayor aporte del CO2 proviene de combustibles fósiles como el petróleo, donde Colombia entra como país con recursos energéticos como carbón e hidrocarburos. Esta teoría genera un debate social y político, pero también un consenso en la comunidad científica internacional. La corriente de Humboldt, es una corriente oceánica fría que fluye en

dirección norte a lo largo de la costa occidental de Sudamérica, e interactúa con la corriente cálida del Niño que llega al Perú después de Navidad, proveniente del golfo de Guayaquil,

La corriente del Niño, a su vez, al interponerse entre el continente y las aguas frías de la corriente de Humboldt, acompañada por los vientos del norte, trae consigo calor y lluvias. Desde fines del siglo XIX se ha intentado establecer una relación entre la corriente cálida del Niño y el fenómeno de El Niño relacionado con el calentamiento del Océano Pacífico, como factor detonante que genera lluvias más intensas y frecuentes en los Andes de Chile, Perú y Ecuador. Con el "Niño costero", a lo largo del litoral andino, las lluvias sobre laderas desprotegidas provocan copiosas escorrentías y estas, caudalosos torrentes que erosionan las montañas y llevan importantes sedimentos para verterlos al Pacífico sudamericano. Allí, con las aguas del océano turbias, se reduce la eficiencia de la fotosíntesis, y por lo tanto el volumen de plancton. Esto provoca una notable reducción de la población de peces en los bancos de atún y sardinas, y también en la población de aves guaneras que habitan islas y puntas costeras.

En últimas, como consecuencia del calentamiento global, con el Niño costero, menos pesca y peores cosechas en el Pacífico sudamericano.



Imagen: Colombia, Índice de aridez e Indice de regulación hídrica. IDEAM

Con la incidencia de los fenómenos climáticos extremos ahora exacerbados por el calentamiento global, la posibilidad de tener desplazados es un 60% mayor que hace cuarenta años; según el Consejo Noruego para los Refugiados, a causa de los desastres naturales cada segundo una persona está siendo desplazada; en 2014 los desplazados internos del mundo sumaron 19,3 millones, de los cuales 17,5 lo fueron a causa de siniestros relacionados con el clima.

El cambio climático como factor de riesgo que compromete el suministro de agua en el 63% de las ciudades del planeta y la seguridad alimentaria a nivel global según el Consejo Mundial del Agua (2017), debe ser motivo para reflexionar sobre la necesidad de una cultura que vele por la protección, conservación y restauración de los bosques.

La crisis alimentaria global, que afectará en los próximos 10 años al 15% de la población del planeta, enfrenta causas estructurales como el costo del petróleo y el creciente desarrollo de biocombustibles. Para alcanzar metas deseables en el 2050, la única posibilidad es combinar el uso eficiente de los recursos energéticos con las energías renovables, sin comprometer la seguridad alimentaria. Deberán emplearse a fondo fuentes energéticas como la energía solar, la eólica, la geotermia y la hidroelectricidad. Pero las barreras para

esta revolución, que considera además de las tasas y niveles de consumo, el modelo de desarrollo, son del orden político y no de carácter técnico.

En el plano energético, Colombia depende hoy de carbón y petróleo para su abastecimiento interno y para financiar el presupuesto general de la nación. El país, tiene 24 Distritos de riego de mediana y gran escala ubicados en zonas con alta y muy alta vulnerabilidad al desabastecimiento en el área del Magdalena, Cauca y Caribe. El incremento promedio de la temperatura media podría afectar más al hemisferio norte, que al del sur. Igualmente, el calentamiento esperado sobre los continentes, es en promedio mayor que sobre los mares, donde el polo norte presentaría las mayores dinámicas y cambios significativos.

En Sudamérica, el calentamiento que parece tener menor intensidad sobre el Cono Sur (1º a 2ºC), tendrá un devastador impacto sobre la Amazonía Central (6º a 7ºC). En Colombia se calentarían menos las zonas de relieve montañoso como la Región Andina (2º a 3ºC), y más las planicies y praderas de las regiones llanas, como la Costa norte, la Orinoquía y la Amazonía (3º a 4ºC).

Si por cada grado Celsius de variación en el clima, las zonas de vida sufren un cambio altitudinal de 170 m, como medidas de adaptación ambiental, se deberán intensificar los modelos agroforestales y silvopastoriles, intensificar el desarrollo de corredores de conectividad biológica y recurrir a los sistemas urbanos arborizados, entre otras acciones y estrategias, para paliar las amenazas sobre los sistemas productivos, la biodiversidad, los desastres y la demanda energética.

Aunque las cuantías esperadas son inferiores para nuestra Región Andina de Colombia, habrá que considerar que en esta se demanda el 69% del agua que se usa en el país por los sectores económicos y sector doméstico; es decir, la región que más demanda agua en Colombia, es la del Magdalena-Cauca, y en ella la zona hidrográfica del río Bogotá. El calentamiento global podría exterminar una fracción importante de las especies del planeta. La fusión del hielo en proceso, puede incrementar en decímetros el nivel del mar durante las siguientes décadas, causando erosión costera.

El mapa superior enseña el deshielo de Groenlandia (rojo), ocurrido de 1992 a 2002. El mapa inferior, señala en verde el hábitat costero del Caribe, como uno de los más vulnerables a la devastación. Se prevé el incremento de los desastres asociados al clima: huracanes, sequías e inundaciones y pérdidas causadas en la economía mundial de hasta un 20% del crecimiento. Habrá que desarrollar estrategias para prevenir la erosión costera, como preservación y propagación de los manglares, también vitales en caso de tsunamis.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, la CEPAL y el Fondo Mundial para la Naturaleza, para el año 2050 los desastres naturales podrán ocasionar pérdidas por US$ 100.000 millones. Además, la región, aunque solo contribuye con el 11% de las emisiones globales, por ser altamente vulnerable a los desastres naturales, deberá incrementar de forma sustancial sus inversiones en adaptación al cambio climático y en la mitigación preventiva, durante las próximas décadas.

En el caso de Colombia, el aumento de la temperatura y de las lluvias puede provocar daños cuantiosos en los cultivos de café, con los cuales podría reducirse la producción hasta un 50%. En 2017, la vigesimotercera conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP 23) celebrada en Bonn, Alemania, reconoció la urgente necesidad de implementar una acción oportuna, suficiente y concertada, que permita enfrentar problemáticas como los desastres climáticos y la escasez de alimentos en regiones ambientalmente vulnerables, mitigando el cambio climático como factor de conflictos por el control de la tierra y de los recursos, y como detonante de sequías, incendios, tormentas e inundaciones causantes de crisis migratorias y refugiados.

Aunque estos acuerdos reconocen las causas antrópicas de carácter cultural y tecnológico del cambio climático, como hechos inequívocos y potencialmente irreversibles, consciente de que la falta de acciones significativas frente al calentamiento global en los últimos 25 años, está poniendo en riesgo los ecosistemas, la vida humana y los medios de subsistencia, la comunidad internacional deberá presionar para que algunas naciones, cuyos gobiernos de turno se muestran renuentes, cumplan su compromiso de reducir las emisiones

de gases de efecto invernadero, asumiendo el propósito común de intervenir la principal causa del cambio climático.

Varios expertos en temas climáticos lanzaron alertas, señalando que el acuerdo de la cumbre COP 21 es inconsistente con el objetivo de evitar que la temperatura del planeta no supere los 1,5º C en 2050 . Para lograrlo, la economía mundial debería estar descarbonizada y las emisiones deberían disminuir al menos un 70% en 2050, respecto a los niveles de 2010.

Mientras el colectivo Coalición Clima, un movimiento que reúne 24 organizaciones intersectoriales, propone como metas obligatorias a los países industrializados que conduzcan a acciones verificables sobre la reducción de emisiones respecto de los niveles de 1990, en al menos un 30% para 2020 y de un 80% para 2050, también organizaciones internacionales como ProVeg que promueve la conciencia alimentaria, proponen reducir el consumo de productos de origen animal en un 50% hasta el año 2040, y la Alianza por el Clima aboga por incluir la ganadería en la agenda internacional, argumentando que según la FAO, dicho sector es responsable del 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La Deforestación

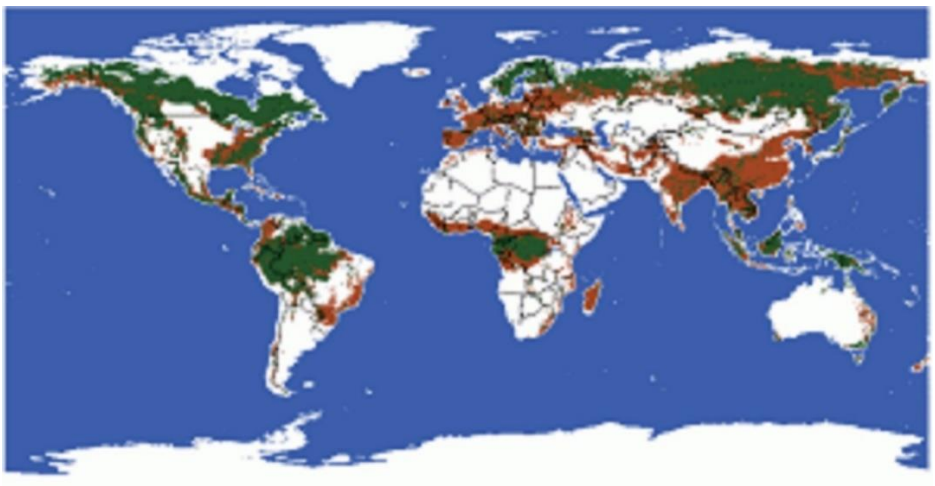


Imagen: La deforestación en el planeta, e Blog Javigarciatec2eso

En los últimos 8000 años, alrededor de la mitad de la cubierta forestal del mundo habría sido destruida. En verde los bosques actuales, y en café los bosques perdidos. A mediados de 2015, la población mundial alcanzó los 7.300 millones de personas. Aunque 1.600 millones de seres humanos en los países más pobres sobreviven por los alimentos, materiales, agua, medicinas, fibras o leña que les provee, también con la deforestación los árboles están desapareciendo de la superficie de la tierra: cerca del 46% de los bosques del mundo, se ha arrasado por el Homo sapiens. Según la Universidad de Yale, aunque tenemos un percápita global de 422 árboles, a través de la explotación forestal y de actividades como la agricultura, la ganadería o la minería, cada año derribamos alrededor de 15 mil millones de árboles, y en el comercio de madera mundial, de conformidad con la WWF, la ilegalidad representa 7.000 millones de dólares al año.

Las especies arbóreas que se estiman en 60 mil a nivel global, 9.600 de ellas en peligro de extinción. Del total, la mayoría, que son tropicales, equivalen 1/5 de todas las especies de plantas terrestres. Brasil es el país con la población arbórea más diversa, con 8.715 especies, por delante de Colombia (5.776), Indonesia (5.142), Malasia (4.993), Venezuela (4.656), China (4.635), Perú (4.439), Ecuador (3.591), México (3.364) y Madagascar (3.234). En cuanto al número de especies endémicas, la clasificación también está liderada por Brasil (4.333), seguido de Madagascar (2.991), Australia (2.584), China (2.149), Malasia (1.520), Papúa Nueva Guinea (1.395), Indonesia (1.372), Nueva Caledonia (1.365), México (1.341) y Colombia (1.282). Si en la década de 1990 Brasil fue el país en el que hubo mayor deforestación, con 22.264 km², y en Colombia, el hábitat natural de algunas se ha reducido el 80 por ciento, cinco de los 10 países que más deforestan en el planeta, son de África. En Colombia las principales causas de la deforestación son la expansión de la frontera

agropecuaria, especialmente para ganadería extensiva, siembra de cultivos ilícitos, tala ilegal, minería e infraestructura, incendios forestales y presión por el crecimiento poblacional.

EL papel de los bosques

Sin bosques, en el invierno las aguas precipitadas pronto se concentran en las quebradas, alcanzando caudales excesivos que erosionan el fondo de las corrientes y desestabilizan las laderas de las montañas. Esto se traduce en deslizamientos y procesos erosivos que destruyen suelos productivos, y en mayor aporte de sedimentos para las corrientes que transitan e inundan valles y llanuras afectando humedales bajos, vitales para la productividad de los ecosistemas. Sin bosques, en el verano las quebradas se secan porque no existirán los manantiales. Esto significa que en los valles los ríos estarán escasos de agua y con los veranos, ahora más intensos, se presentarán sequías e incendios forestales agravando las circunstancias.

Las consecuencias de estas acciones depredadoras, han sido la pérdida del hábitat de especies y ecosistemas, además de caos en la regulación del ciclo del agua, y de erosión del suelo por acción de vientos y escorrentías, lo que se traduce en descontrol hídrico y pluviométrico, desertificación y desastres. Las sequías encarecen los alimentos, escasean el agua, favorecen los incendios forestales y la erosión, y causan inflación y hambrunas

En Colombia, el 83% de las 318 cabeceras municipales identificadas que han presentado desabastecimiento de agua, se proveen de fuentes superficiales sujetas a la variabilidad natural de la oferta hídrica. Según el Estudio Nacional del Agua, mientras los Ríos Prado, Sumapaz, Chicamocha, Negro y Catatumbo, pueden presentar reducciones de hasta un 55% en términos de la escorrentía media; también los Ríos San Juan, Tápias, Guachal, Bajo Cesár pueden alcanzar reducciones hasta del 70% en dicho parámetro.

El informe Estado de la población mundial 2015, un refugio en la tormenta, además de advertir que "Vivimos en un mundo en el que las crisis humanitarias arrebatan una cantidad cada vez mayor de recursos a las economías, las comunidades y los individuos", señala cómo en los últimos 20 años los damnificados por desastres naturales sumaron en promedio cerca de 200 millones por año. A esta cifra habrá que sumar 65 millones de víctimas por epidemias, adversidades tecnológicas y conflictos armados, como el caso de Siria donde 7 millones de desplazados internos y 4 millones de refugiados, expresan la peor crisis humanitaria de la época.

En lo corrido del siglo hasta el 2015, 8 eventos climáticos y 8 telúricos comparten el ranking de los desastres naturales memorables: el Sismo de Nepal en 2014, el Tifón Haiyan de Filipinas en 2013, el paso del Huracán Sandy por el Caribe y Norte América en 2012, el Terremoto y Tsunami de Japón en 2011, la Sequía y hambruna del Cuerno de África en 2011, el Sismo de Haití en 2010, la Ola de calor en Rusia durante el 2010, el Terremoto y tsunami de Chile en 2010, los Huracanes Ike y Gustav por el Caribe y EE.UU. en 2008, el Huracán Nargis de Birmania en 2008, el Terremoto de Sichuan (China) en 2008, el Terremoto de Ika en 2007, el Huracán Katrina por centro América y el Caribe en 2005, el Terremoto de Cachemira en 2005, el Tsunami de Indonesia en 2004, el Terremoto de Bam (Irán) en 2003, y la Ola de calor en Europa el 2003.

Los árboles, como todas las plantas, absorben dióxido de carbono, con lo que contribuyen a la lucha contra el cambio climático. En los ambientes tropicales húmedos, donde los árboles crecen más rápido, los bosques pueden almacenar de 10 a 15 toneladas de carbono por hectárea al año,

Los bosques regulan las aguas: con ellos las aguas lluvias se infiltran y proveen los nacimientos de agua o manantiales, que son los que alimentan las quebradas. En una cuenca reforestada el caudal de un río resulta ser casi el mismo en invierno que en verano.

Pero también, los bosques descargan las nubes: al interior del bosque, el aire es fresco y la humedad contenida en la atmósfera que transita bajo el follaje, se condensa. Sin bosques las lluvias serán torrenciales, y por lo tanto, al descontrol de los ríos se sumaran las lluvias pertinaces.

En Colombia, donde el 42% de la producción total de madera es ilegal, nuestro escenario de riesgos contempla pasivos ambientales por procesos como: sobreexplotación en las selvas, minería ilegal, incendios

forestales y talas intensivas para expandir la frontera agrícola y urbana, o extender potreros, además de plagas de insectos y enfermedades forestales.

Mientras que, por superficie la cobertura de bosques del país llega al 53.5% y la de humedales al 2,7%, cada año deforestamos cerca de 300 mil ha, 100 mil de ellas en la Región Andina de Colombia, que con el 24% de la superficie continental y el 75% de la población del país, solamente posee el 13% de la oferta de agua superficial y subterránea del patrimonio hídrico de agua dulce. Tras haber caído el telón de La Niña 2010/2011 con legiones de damnificados y cuantiosas pérdidas en los medios urbanos y rurales, debe advertirse la urgencia de una reconstrucción que empiece por ordenar las cuencas.

Con precipitaciones anuales promedio de 1.800 mm y unas 720 mil cuencas hidrográficas, Colombia alcanza una oferta de 7.859 kilómetros cúbicos de agua superficial y subterránea, de los cuales el 25% son las aguas de las escorrentías anuales.

Habrá que aceptar la crítica situación causada por el efecto del "pavimento verde" asociado a la grave potrerización de nuestras montañas, y también la problemática de los "pavimentos grises" constituidos por nuestros mayores centros urbanos, cuyas escorrentías no están reguladas.

En los años secos nuestra oferta hídrica ya se ha reducido el 38%, incidiendo con mayor intensidad en áreas hidrográficas de baja eficiencia hídrica como La Guajira y sectores con el mayor factor de aridez en el Caribe y la región Andina.

Para comprender mejor el impacto de haber destruido humedales, talado bosques y ocupado rondas de ríos y quebradas, y entender mejor la necesidad de reponer el bosque como fundamento para la estabilidad del medio biofísico, socioeconómico y cultural de nuestro entorno rural y urbano, habrá que aceptar la crítica situación.

Si bien la Ley ambiental y las políticas ambientales en Colombia, se han acoplado más a los desafíos del mercado que a los retos del desarrollo sostenible, también la Corte Constitucional para proteger las culturas ancestrales y los ecosistemas, ha declarado algunos territorios -caso Atrato mediante Sentencia T- 622 de 2016, y Amazonas mediante Sentencia STC3460 de 2018 -, sujetos de derechos.

El Clima Andino

Tras haber caído el telón de La Niña 2010/2011 con legiones de damnificados y cuantiosas pérdidas en los medios urbanos y rurales, debe advertirse la urgencia de una reconstrucción que empiece por ordenar las cuencas.

Con precipitaciones anuales promedio de 1.800 mm y unas 720 mil cuencas hidrográficas, Colombia alcanza una oferta de 7.859 kilómetros cúbicos de agua superficial y subterránea, de los cuales el 25% son las aguas de las escorrentías anuales.

Habrá que aceptar la crítica situación causada por el efecto del "pavimento verde" asociado a la grave potrerización de nuestras montañas, y también la problemática de los "pavimentos grises" constituidos por nuestros mayores centros urbanos, cuyas escorrentías no están reguladas.

En los años secos nuestra oferta hídrica ya se ha reducido el 38%, incidiendo con mayor intensidad en áreas hidrográficas de baja eficiencia hídrica como La Guajira y sectores con el mayor factor de aridez en el Caribe y la región Andina.

Para comprender mejor el impacto de haber destruido humedales, talado bosques y ocupado rondas de ríos y quebradas, y entender mejor la necesidad de reponer el bosque como fundamento para la estabilidad del medio biofísico, socioeconómico y cultural de nuestro entorno rural y urbano, habrá que aceptar la crítica situación.

Si bien la Ley ambiental y las políticas ambientales en Colombia, se han acoplado más a los desafíos del mercado que a los retos del desarrollo sostenible, también la Corte Constitucional para proteger las culturas

ancestrales y los ecosistemas, ha declarado algunos territorios -caso Atrato mediante Sentencia T- 622 de 2016, y Amazonas mediante Sentencia STC3460 de 2018 -, sujetos de derechos.

Veamos las amenazas climáticas para Colombia:

Nivel de Amenaza	**Nivel Alto**	**Nivel Medio a Bajo**
Inundaciones súbitas	Todos los Departamentos Andinos y de la Sierra Nevada de Santa Marta	Regiones con torrentes del relieve menor
Inundaciones lentas	Chocó, Cundinamarca, Antioquia, Santander, Nariño, San Juan, Atrato, Magdalena Medio, Valle del Cauca, Sabana de Bogotá, Bajo Antioquia, Bajo Santander, Costas de Cauca y Nariño, Bajo Cauca, Bajo Magdalena, Sinú-San Jorge.	Eje Cafetero, Tolima, Valle, Santanderes, Huila, Cauca, Nariño, Boyacá
Deslizamientos de tierra o roca	Todos los Departamentos Andinos y Sierra Nevada de Santa Marta.	Regiones con laderas del relieve menor.
Huracanes Fuertes **Grado 3 a 5.**	Archipiélago de San Andrés y Providencia. Región continental del Caribe.	Santanderes, Boyacá, Antioquia, Chocó.
La Niña y El Niño	Todos los Departamentos Andinos, Regiones del Pacífico y continental Caribe	Archipiélago de San Andrés. regiones de la Amazonía y Orinoquía
Incendios forestales	Santanderes, Cauca, Cundinamarca, Boyacá, Huila, Nariño, Valle, Tolima, Eje Cafetero.	Regiones del Pacífico, Amazonía, Orinoquía y Caribe (insular y continental).

Amenazas Climáticas para Colombia

En lo Social… educación ambiental orientada al conocimiento y empoderamiento del territorio y la participación de las comunidades desempeñándose con compromiso ciudadano, reducción de la pobreza como factor de vulnerabilidad, e implementación de acciones coordinadas entre los actores sociales estratégicos.

En lo Ambiental… resolver conflictos entre uso y aptitud de suelos, implementar acciones para la regulación hídrica como reforestar en áreas rurales e implementar estructuras hidráulicas especiales en zonas urbanas, y extensión de las prácticas y acciones amigables con el medio ambiente.

En lo Económico… reconversión de procesos productivos con propósitos de producción limpia aplicando políticas e instrumentos que incorporen Ciencia, Tecnología y Saberes, y abatir el modelo de consumo que promueve el uso ilimitado e irresponsable de los recursos.

Nota: Los actuales planes de desarrollo, deberán implementar las políticas de ciencia y tecnología imbricadas con la cultura, para resolver la brecha de productividad que sume en la pobreza los medios rurales.

Para el IDEAM: el gran reto del Cambio Climático, es que la sociedad entienda no sólo los cambios en la temperatura y precipitación, sino también su relación con las transformaciones que estamos generando en el planeta Tierra. Añade además, que cada grado más de incremento en la temperatura, implicará que debamos adaptarnos a las nuevas circunstancias climáticas.

La Ley 46 de 1988 crea el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres SNPAD, y señala sus lineamientos y directrices, que el Decreto Ley 919 de 1989 desarrolla, al señalar funciones y responsabilidades, para que actuando como una red institucional logre el cumplimiento de esta función.

Armero 1985, Armenia 1999, Villatina (Medellín) 1987, Popayán 1983, Tumaco 1979 y Mocoa 2017, son los lugares en donde han sucedido las peores tragedias por causas naturales en la historia reciente en Colombia.

Los impactos ambientales socioeconómicos asociados al ENOS (El Niño y La Niña), pueden tener características de desastres. Según la CAF, los daños en Colombia por El Niño de 1997-1998 ascendieron a 554 millones de dólares.

La nueva Ley Orgánica del Ordenamiento Territorial (2011), incorpora la Gestión Integral del Riesgo, lo que facilita su manejo sistémico sin sesgar las acciones a la fase de emergencia, y por lo tanto considerando la planeación preventiva y la reconstrucción previsiva.

Igualmente, el Estado, ha incorporado un instrumento de mayor capacidad, creando un Departamento adscrito a la Presidencia de la República, tal cual lo es Planeación Nacional, en sustitución de la Dirección de Gestión del Riesgo para la Prevención y Atención de Desastres.

Eventos extremos El 2010 ha sido el año después de 2008 con más precipitaciones en los últimos diez años. El fenómeno de La Niña ha sido la causa de los innumerables desastres ocasionados por las lluvias e inundaciones del período 2010- 2011, catalogadas como las peores en los últimos 40 años en Colombia.

Mientras el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) identificó, cuantificó y publicó en un primer reporte, que el área inundada era de cerca de 764.033 ha, el Ministerio del ramo, totalizó en 275.569 las viviendas dañadas y en cerca de 2 mil las destruidas; la mayoría de ellas en zonas pobladas.

Al observar las dos últimas Niñas 2007/8 y 2010/11, pese a su condición intrínseca similar y moderada, los efectos dejan ver una dinámica creciente del calentamiento global, que anuncia consecuencias cada vez mayores, tal cual lo advertimos al observar la Sabana de Bogotá convertida en una “Venecia” y la lista de 30 municipios colombianos como Gramalote que, afectados por las pasadas olas invernales de la segunda Niña, requieren reasentamiento.

Mientras en la primera Niña se afectaron solo 100 municipios y decenas de miles de colombianos, en la segunda Niña fueron 400 los municipios y millones los que resultaron damnificados.

Para el IDAM, de continuar el incremento en los niveles de emisiones globales de GEI, la temperatura media anual del país podría incrementarse gradualmente para el fin del Siglo XXI en 2.14ºC. Los mayores aumentos de temperatura para el periodo 2071 – 2100, se daría Arauca, Vichada, Vaupés y Norte de Santander (+2,6ºC). Igualmente, señala el IDEAM, que para dicho período, se espera que la precipitación media disminuya entre 10 a 30% en cerca del 27% del territorio nacional (Amazonas, Vaupés, sur del Caquetá, San Andrés y Providencia, Bolívar, Magdalena, Sucre y norte del Cesar).

•

**

PERDIDA DE GLACIARES Y REGULACIÓN HÍDRICA

En la región Andina de Colombia, donde los actuales escenarios de cambio climático para el 2026 muestran una transición crítica para pasar de esa temporada de lluvias intensas asociadas a frentes fríos y una Niña, que dejó más de 600 emergencias por inundaciones y deslizamientos, hacia otra temporada con sequías extremas que se espera para el segundo semestre, de darse el Fenómeno de El Niño que se anuncia.



Imagen: Quedan 6 glaciares en Colombia. Deshielo del Santa Isabel (2010 a 2022). Map-Biomas y El Espectador.

Tras el paso a un ENSO Neutral entre abril y mayo, con el 68% de probabilidades se tendría El Niño entre junio y agosto, aunque la intensidad potencial sigue siendo incierta según el Centro de Predicción Climática de la NOAA: la probabilidad de que sea 'fuerte' es de una entre tres para octubre-diciembre, lo que se traducirá en altas temperaturas y severa reducción de precipitaciones. Esta amenaza puesta en evidencia con el retroceso de glaciares andinos que aún continúan perdiendo masa crítica, ya que Colombia enfrenta una crisis acelerada, asociada a la pérdida de más del 60% de su cobertura en las últimas cuatro décadas, dado que actualmente sólo quedan aproximadamente 30 km² de hielo, de ellos menos de 5 en el PNN Los Nevados, para una pérdida anual del 4% que los afectará.

Los sistemas glaciares como reservas naturales de agua en los andes colombianos, mediante la infiltración regulan caudales en períodos secos y sostienen ecosistemas estratégicos aguas abajo. Pero con su retroceso como fenómeno irreversible que pone en riesgo los ecosistemas de páramo y la biodiversidad de alta montaña, sumado a la contaminación de las fuentes hídricas y al aumento de eventos climáticos extremos, se está comprometiendo la seguridad hídrica.

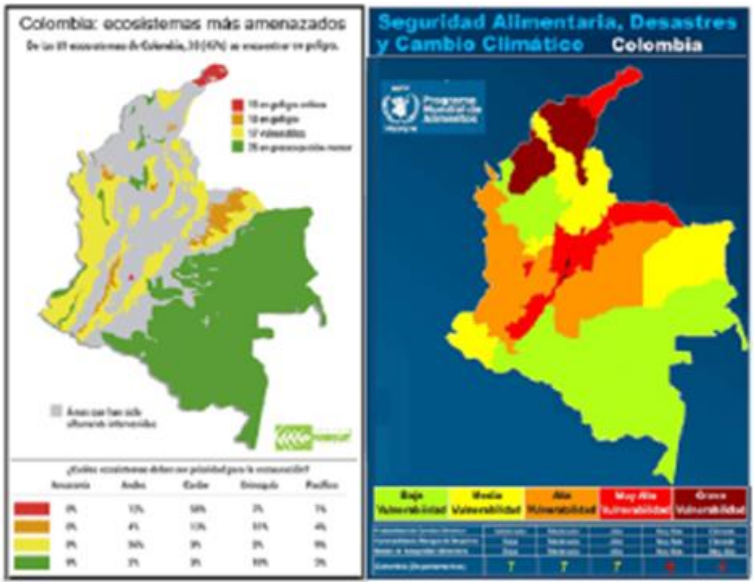
La seguridad hídrica no depende solamente de estos sistemas nivales y de los páramos, sino también de la integridad de los ecosistemas de alta montaña, donde entran los bosques altoandinos situados entre los 2.800 y 3.800 m.s.n.m. que actúan como "fábricas de agua" abasteciendo a más del 70% de la población del país, razón por la cual, a largo plazo con la pérdida del suministro de agua, están quedando comprometidas estas comunidades. Queda entonces que, para la regulación hídrica, además de los glaciares, también los bosques altoandinos y páramos asociados como sistemas que almacenan agua con su vegetación densa y luego la infiltran, garantizando así un suministro hídrico constante no sólo durante el invierno, sino también en temporadas secas, gracias a un proceso vital para mantener los acuíferos que son la fuente que nutre el caudal de los ríos que nacen en la alta montaña.

En el país, así como Bogotá depende de Chingaza y Sumapaz, en la ecorregión cafetera contamos con el PNN Los Nevados que en sus 58.000 hectáreas reúne el 42% del páramo en la región y los glaciares que

desaparecen, lo que se suma a la pérdida de los ecosistemas de bosques altoandinos como parte del cinturón de protección hídrica de la ecorregión, necesario para abastecer de agua a más de 3 millones de personas de Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima.

**

COLOMBIA: RIESGOS GEODINÁMICOS Y HÁBITAT



Portada: Colombia – Ecosistemas amenazados (IAvH) y Vulnerabilidad al cambio climático (WFP)

Las ciudades cada vez más, están expuestas al riesgo de desastres naturales asociados a eventos hidrogeológicos y sismos. Las grandes ciudades deberán enfrentar, además de la falta de agua, la polución y los desastres naturales, sismos intensos en regiones sismotectónicamente activas, y en el caso de eventos climáticos extremos como consecuencia del cambio climático, incendios forestales y sequías, o también deslizamientos y riadas en ambientes de montaña, e inundaciones, y huracanes o procesos erosivos ocasionados por cambios en el nivel del mar, en medios costeros.

Más allá de terremotos y erupciones, el conjunto de amenazas de relevancia para el medio rural en la zona andina de Colombia, debe contemplar los fenómenos climáticos, de movimientos de masas e hidrometeorológicos. Si las amenazas climáticas deben abordarse desde la perspectiva de las cuencas y microcuencas, las corporaciones regionales deben intensificar las medidas correspondientes de cara a la protección de los ecosistemas estratégicos, al aseguramiento de las fuentes de agua y a la prevención de las amenazas hidrogeológicas.

Además, si bien la reducción de la expansión de las fronteras agrícolas en el medio rural andino a causa de los procesos de urbanización y transformación del medio natural, ya no son problema, también es cierto que el medio rural presenta desequilibrios profundos asociados al uso intensivo de la componente tecnológica.

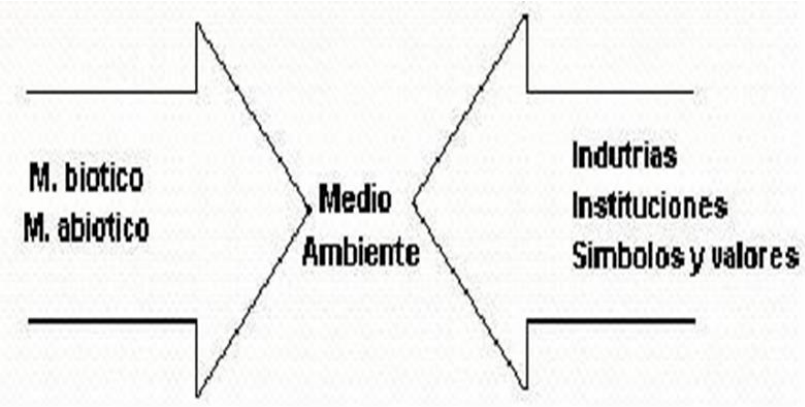
Con el calentamiento global, en temporadas invernales y de La Niña, o frente a los huracanes que puedan abatir la Región Caribe, habrá que hacer frente a amenazas geodinámicas e hidrológicas, mediante procesos y estrategias de carácter participativo, para resolver los conflictos entre uso y aptitud del suelo y emprender el ordenamiento y reforestación de cuencas.

Al implementar las diferentes las acciones que demandan las zonas en alto riesgo para sortear sus problemáticas ambientales, además de combatir la deforestación y la contaminación del suelo y el agua, se deberán implementar desarrollos hidro-geotécnicos, y emplear modelos tecnológicos agroforestales y silvopastoriles.

Tras la erupción del Ruiz y la desaparición de Armero en 1985, el Gobierno instauró el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) que institucionaliza la gestión del riesgo, ya que esa falencia gravitó como causa fundamental del desastre.

Aunque inicialmente se diseñó una dependencia del Ministerio de Gobierno para atender las fases de emergencias, luego a raíz del terremoto del Eje Cafetero de 1999 se implementó la fase de reconstrucción creando el FOREC, y finalmente tras las Niñas 2007/8 y 2010/11, el SNPAD pasó a un plano de mayor desarrollo al ocuparse también de la prevención y mitigación de los desastres, al tiempo que se creó el Fondo Nacional de Calamidades.

El medio ambiente



El Medio ambiente que inicialmente es un medio fundamentalmente natural, gracias a la cultura, puede ser transformado y constituirse finalmente en un medio paranatural, ecológicamente sólido.

Amenazas en Colombia

- Sismos y Volcanes activos
- Desajustes Atmosféricos
- Inundaciones y Movimientos masales
- Erosión e Incendios Forestales

La Región Andina de Colombia, que con cerca de 300 mil km2, es la zona más poblada del país. En ella habita el 74% de su población; en la región Caribe un 20%, mientras en el Pacifico y en la Orinoquia y Amazonia, escasamente el 6% restante. Pero adicionalmente, Colombia ha pasado de ser un país rural a ser un país cuya población se concentra en las ciudades. Amenazas Naturales son los peligros para el hombre y su medio ambiente, asociados a las dinámicas propias del medio ecosistémico.

Los órdenes:

Primer orden: sismos, huracanes, volcanes y lluvias. Segundo orden: deslizamientos, maremotos, inundaciones. Tercer orden: aludes y avalanchas. Los órdenes de las amenazas naturales se establecen en función de las relaciones de causalidad entre los eventos: las de primer orden, son causa de las siguientes. Igualmente, un alud puede surgir tras una lluvia o un sismo, que genere deslizamientos. Pregúntese, además, si en el caso de tales deslizamientos, la lluvia o el sismo sólo fueron un detonante o un factor contribuyente, y la causa real de tales eventos la deforestación, dado que de esto depende la gestión adecuada del riesgo.

Otros aspectos a considerar, son los Riesgos ambientales urbanos donde el espacio público brilla por su compleja problemática: es el caso del centro de Manizales, donde el espacio público y el patrimonio arquitectónico se han venido degradado; La Contaminación hídrica y de los suelos urbanos y rurales, por altos niveles de concentración de vertimientos industriales y agroindustriales, lugares donde se permite incluso la ocupación conflictiva del territorio en zonas de alto riesgo e interés ambiental; La Alteración severa de los

ecosistemas y áreas de interés ambiental, por no prevenir los efectos antrópicos de una expansión urbana inconveniente, consecuencia de una planificación que no propenden por una ciudad más verde y amigable; y La Guetificación de la ciudad, consecuencia de un modelo de ciudad inequitativa y excluyente, concebida más para el transporte motorizado que para las personas, y para la especulación de la renta por plusvalía generada de la renovación urbana.

Los objetivos:

- a) La previsión a corto plazo que atañe a la instrumentación de los fenómenos geodinámicos, las alertas tempranas y la modelación de los eventos probables.

- b) La previsión general de los desastres donde resultan vitales los mapas de amenaza para resolver la ocupación conflictiva del suelo e implementar los modelos de exposición al riesgo.

- c) Medidas de prevención tanto con mejoras físicas o estructurales, como de gestión eficiente de los sistemas estratégicos y líneas vitales.

- d) Medidas de preparación asociadas a la planificación de acciones rápidas y eficaces, para restaurar los servicios y controlar o mitigar los daños al sistema y al ambiente.

- e) El plan general que debe diseñarse en función del riesgo de cúmulo, de importancia para las autoridades.

- f) El plan operativo diseñado en función del riesgo específico que dé respuestas a las inquietudes locales, pero coordinado con el anterior.

- g) La educación para una cultura ambiental que propenda por la apropiación social de la gestión del riesgo, y por la prevención de los desastres por la vía de la planificación y del ordenamiento del territorio.

Las fases:

- Identificación de la amenaza: recopilar y analizar información, identificación preliminar del riesgo y de las medidas urgentes.

- Evaluación de la susceptibilidad: Estudios cartográficos, hidrológicos, geológicos, agrológicos, de erosión, uso y manejo del suelo, zonificación de susceptibilidad, caracterización geotécnica de materiales, evaluación de estabilidad y susceptibilidad.

- Estudio de eventos detonantes de la amenaza: climatológicos, hidrológicos, sismológicos, de erosión o sobrecargas naturales, y efectos antrópicos. Se puede dar deslizamiento con lluvia y con sismo, deslizamiento sin ellos o con uno de ellos. La probabilidad final será la suma las probabilidades de cuatro situaciones diferentes.

- Estudio del riesgo: evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y del riesgo.

- Medidas: sistemas de observación y alarmas, reducción de la exposición, reducción de la amenaza, incremento de la resistencia, y jerarquización de prioridades y estudios.

- Estudios económicos: análisis de las funciones de costo esperado, que es la suma del costo usual y el costo de falla. También de la probabilidad de falla. El costo de falla involucra pérdidas, reposición, interrupción, lucro cesante y efectos sociales, el costo usual involucra estudios, control, construcción y mantenimiento.

Un Programa de Seguridad y Desalojo planificado, es una alternativa a muchos simulacros que se preparan, no para sorprender a las comunidades sin previo aviso, ni como un producto de eventual consumo, sino como un proceso de largo plazo y planificado, susceptible de desencadenar aptitudes y actitudes afines a la cultura de la prevención de los desastres. Sus fases son:

1- PLANIFICACION - MOTIVACION. 2- PLANIFICACION – COORDINACION. 3- PLANIFICACION – REVISION. 4- PLANIFICACIÓN– IMPLEMENTACIÓN. 5- EJECUCION – SIMULACRO.	6- EJECUCION – DESALOJO. 7- EJECUCION – RESPUESTA. 8- EVALUACION – ANALISIS. 9- EVALUACION – REDACCION DEL PLAN 10- EVALUACION – DIFUSION DEL PLAN.

La política pública

Estamos urgidos de una política pública ambiental, que apunte a objetivos estratégicos coherentes y viables, entre ellos la gestión integral del riesgo, mediada por procesos sociales de carácter participativo, para alcanzar la sostenibilidad de los procesos de cambio. Estamos urgidos de decisiones democráticas, sobre derechos civiles expresados en el plan de desarrollo, y en unos usos no conflictivos del suelo espacializados en el plan de ordenamiento territorial, y concertados y socializados con los actores del territorio, incluidas las comunidades de base.

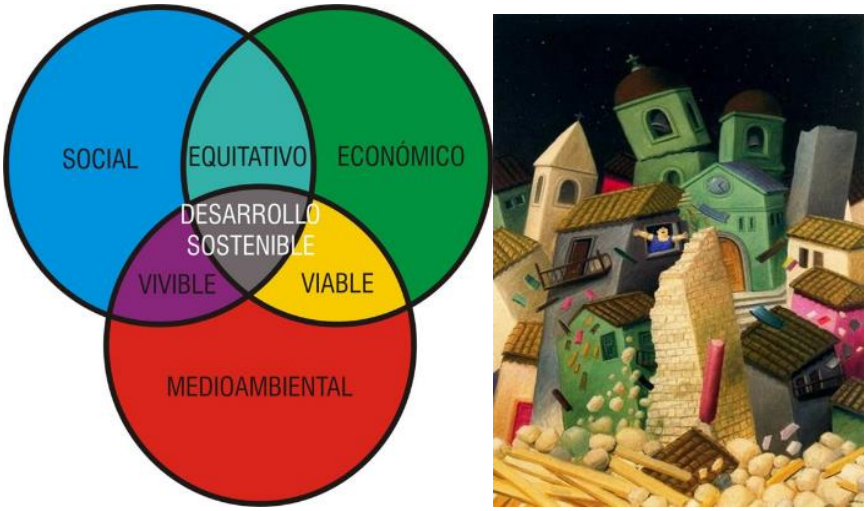


Imagen: Izq, Desarrollo Sostenible, en: Consciencia-global. Der: Terremoto. De Fernando Botero.

Si bien en los medios rurales, el ordenamiento de las cuencas pasa por la solución de dichos conflictos, también en la ciudad deben prevenirse la especulación y los usos conflictivos del suelo, como factores de la exposición al riesgo. Existen normas generales, pero en la práctica los suelos no están espacialmente normados, a la escala debida. Dichos procesos deberán tener expresión en políticas públicas, ser incluyentes y considerar las dimensiones social, ambiental y económica, con perspectiva de futuro, para resultar sostenibles.

Se debe implementar una pedagógica popular ambiental para la apropiación social de los procesos de cambio, como estrategia que posibilite el empoderamiento del territorio, para una construcción participativa con el concurso de los actores sociales. El conocimiento de la amenaza y su monitoreo en tiempo real, al igual que la función social y ecológica de la propiedad, resultan fundamentales. Para el efecto las Instituciones deberán ajustar sus objetivos organizacionales y misionales, para garantizar el papel del Estado en la prevalencia del interés y beneficio común y en la asignación equilibrada de cargas y beneficios.

Un enfoque final

Si bien los desastres suelen clasificarse por su origen en naturales y antrópicos, sus consecuencias reflejan la combinación de factores que evidencian la interacción del ser humano con la naturaleza. Tras una historia urbana signada por desastres como la erupción del Ruiz en 1985, los terremotos profundos de 1961/62, 1979 y 1995 o el sismo superficial de 1999 de importancia para el Eje Cafetero, y ahora las Niñas 2007/8 y 2010/11 con su enorme impacto para nuestra conectividad vial y frágiles laderas y para el suministro del agua de esta ciudad del trópico andino, si en algo pareciera existir consenso entre los manizaleños es que, entre los asuntos públicos después de la corrupción, nuestro principal problema se relaciona con la ausencia de una política pública ambiental que abrigue, entre otros aspectos socioambientales, la problemática del riesgo asociado a los fenómenos naturales.

Pero igualmente, las amenazas naturales en Colombia, y en particular las asociadas al cambio climático y a los sismos, demandan acciones estructurales a nivel urbano y rural, relacionadas no solo con la planeación, la normatividad y el manejo de los desastres, sino también con el modelo de ocupación del suelo y la apropiación social del territorio. Para reducir la probabilidad de desastres, además de institucionalizar la gestión del riesgo buscando incrementar la capacidad de las ciudades para adaptar el hábitat a las amenazas naturales y otras demandas del medio ambiente, se deberá propiciar una cultura ambiental del riesgo para aumentar la resiliencia, además de proteger a los más vulnerables a los impactos negativos de las amenazas.

Ref: Documento UN Manizales para alumnos de Tecnología V, del Programa de Arquitectura de la U.N. de Colombia sede Manizales. Manizales, miércoles 21 de Febrero de 2018.

**

COLOMBIA: RETOS Y DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El calentamiento global, predice el crecimiento de las temperaturas del planeta durante las próximas décadas, tal cual lo estamos observando en Colombia con el deshielo de nuestros glaciares, al igual que en los registros del valor medio de la temperatura observado en la atmósfera terrestre. Aunque el clima del planeta siempre ha variado, el problema es que el ritmo de estas variaciones que han surgido desde la Revolución Industrial, se puede observar también a principios del siglo XX, y se ha acelerado de manera anómala durante las últimas décadas. Aunque el fenómeno puede tener entre sus causas la mayor actividad solar, también es el resultado del aumento de concentraciones de gases de invernadero asociados a la acción antrópica.

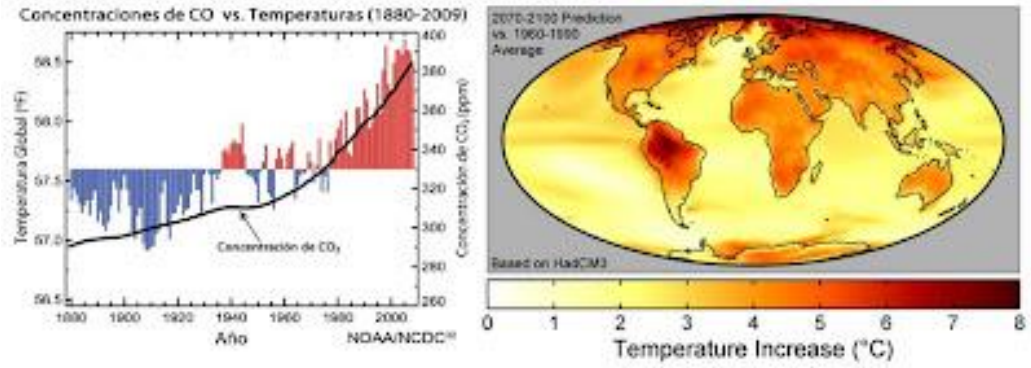


Imagen: Amenaza por cambio climático 1960-1990

Con el cambio climático, El ENSO, un patrón climático que consiste en la oscilación de los parámetros meteorológicos del Pacífico ecuatorial, como fenómeno cíclico que consta de dos fases: la cálida o de El Niño, y la fría o de La Niña y que, por su comportamiento errático, aunque se ha intensificado por el calentamiento de la Tierra no se predice, sino que se pronostica.

En el caso de Colombia, además de facilitar durante El Niño la ocurrencia de incendios forestales y exacerbar las tormentas y ciclones, y de comprometer la seguridad alimentaria y el suministro del agua, también con La Niña trae temporadas invernales acompañadas de fenómenos extremos y menos huracanes. Para Perú, los impactos del ENSO, de conformidad con la posición de la ZCIT, son los contrarios.

¿Y Colombia qué'?

Las consecuencias del cambio climático para Colombia, serán letales por los pasivos ambientales fruto de la desproporcionada intervención humana: mientras que la migración de las zonas de vida en 170 m de altitud por grado centígrado conforme el clima varíe, en un escenario de ecosistemas fragmentados pasará factura a cientos de especies amenazadas que están quedando en riesgo de colapso en el 86% del patrimonio natural de la región andina según el IAvH, al tiempo que el aumento en el nivel del mar incrementará la erosión en nuestras costas y litorales, habrá riesgo de desabastecimiento de agua en 235 cabeceras según la Defensoría del Pueblo, y mayores desastres por avenidas torrenciales e inundaciones.

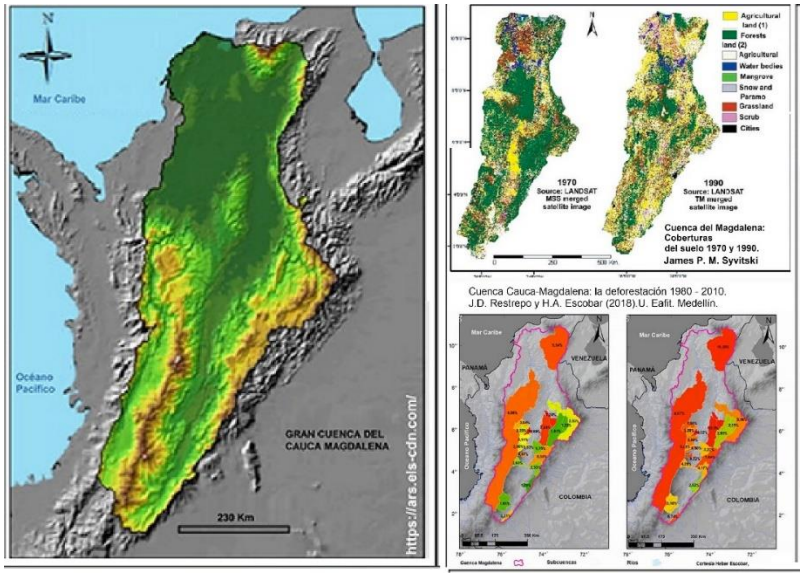


Imagen: Gran Cuenca Magdalena-Cauca- Izq. Relieve. Der. Coberturas vegetales y Subcuencas. (Ars-elscdn.com y J. D. Restrepo.).

El efecto negativo para la ecología del país relacionado con la dinámica del cambio gradual del clima, y para las comunidades vulnerables a las amenazas de eventos climáticos extremos, al estar exacerbado por la explotación insostenible de recursos presionando la estructura ecológica en diversos territorios de la geografía nacional, pone en entredicho el quehacer de las fuerzas del mercado privilegiando el crecimiento económico sobre los temas ambientales y sociales, lo que se revierte en crecientes costos ambientales que se socializan para soportar un modelo de desarrollo en el que los beneficios de instrumentalizar la naturaleza se privatizan en beneficio del confort de élites consumistas y del incremento de las rentas para empresas y países desarrollados.

Tras haber reducido los bosques de niebla al 25% y los bosques secos al 8% de Colombia, y arrasado las rondas hídricas, dada la vulnerabilidad asociada al descontrol hídrico y pluviométrico, preguntémonos que ocurrirá con algunas especies con baja tolerancia a las variaciones del clima. Según el Instituto Carnegie de Ciencias, la Institución Central Clima y la Universidad de California, la velocidad a la cual los ecosistemas tendrán que adaptarse durante los próximos 100 años, las velocidades en metros por año para diferentes ecosistemas, son: en bosques de coníferas tropicales y subtropicales, 80 m; en bosques templados de

coníferas, pastizales y matorrales de montaña, 110 m; en zonas más llanas, incluidos desiertos y matorrales áridos, 710 m; en manglares, 950 m; y en pastizales inundados y sabanas, 1.260 m.

Estrategias y acciones

Para valorar el daño ambiental que hemos ocasionado, basta señalar que desde que se creó Cormagdalena (1991), como consecuencia de la deforestación y pérdida de complejos de humedales, sumadas a la contaminación por aguas vertidas y no tratadas desde centros urbanos, y por 1200 minas de aluvión que usan mercurio, la pesca en el principal río de Colombia se ha reducido al 10%, se han blanqueado el 80% de los corales entre Cartagena y Santamarta, y propiciado el desbordamiento del río reclamando el espacio perdido en la Depresión Momposina, situaciones que obligan a preguntarnos qué proyectos de magnitud existen en Colombia que velen radicalmente por la protección del medio ambiente y la preservación de sus ecosistemas estratégicos.

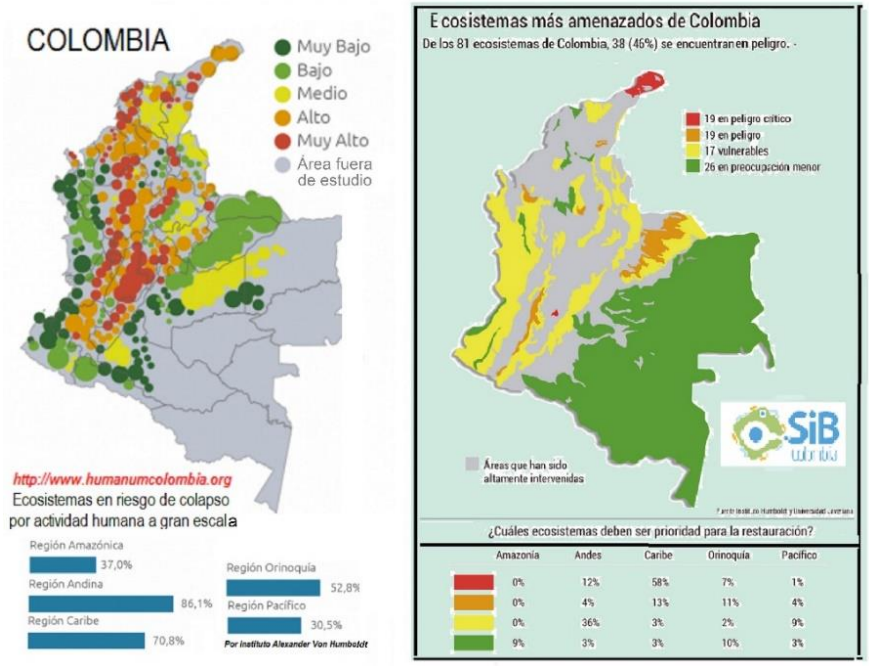


Imagen: Colombia: ecosistemas amenazados y vulnerabilidad al ¿Cambio Climático (IAvH y PMA)

Sabemos que Colombia, país que se ha comprometido con una reducción del 51 % en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero al 2030 para aportarle a la acción climática global, además de corregir las prácticas culturales con el fin de modificar comportamientos y actividades antrópicas que degradan el medio ambiente, también requiere de otras estrategias como desarrollar energías renovables alternativas de viento y sol, y acciones como derrotar la deforestación y resolver los conflictos entre uso y aptitud del suelo, restablecer las rondas hídricas fundamentales para la conectividad biológica y recuperar áreas degradadas, máxime cuando la erosión afecta tres cuartas partes de la región andina, lo que explica el grave impacto de los sedimentos del río Magdalena estudiados por Juan Darío Restrepo de EAFIT.

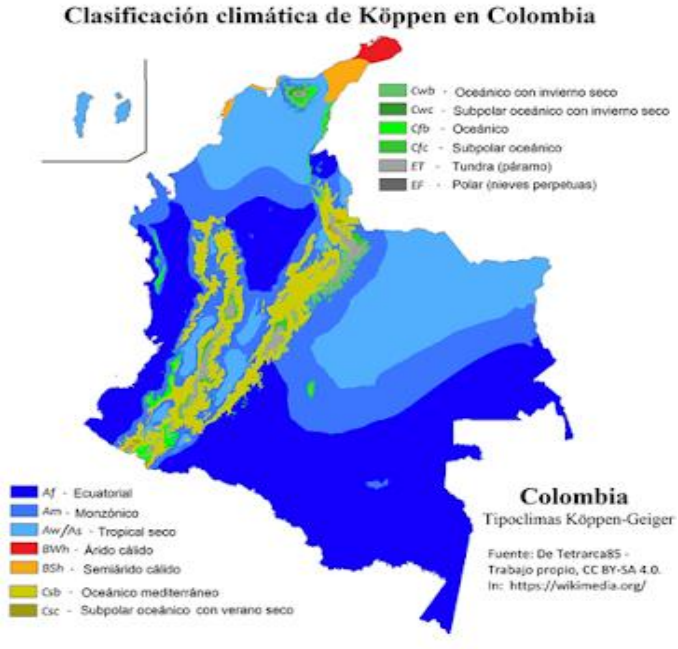
Ahora, dada la condición del país en vía de desarrollo y vulnerabilidad al factor climático por su condición tropical, y con una economía basada principalmente en la agricultura, considerando la fragilidad y estado de nuestros suelos, a lo que se suma la fragmentación social y espacial del territorio y exposición a las amenazas hidrogeológicas de multitud de poblados, la necesidad de resolver la precaria capacidad de respuesta y adaptación de nuestras ciudades y campos, exige generar información de detalle con el concurso de la academia, para tomar decisiones confiables y apropiadas, mediadas por una investigación que priorice los derechos bioculturales en las regiones y lugares más vulnerables de cada territorio.

Lo anterior invita a revisar las políticas públicas y estrategias sectoriales, donde la clave estará en implementar programas y acciones de largo plazo para avanzar en la adaptación al cambio climático y viabilizar el aprovechamiento de nuestros recursos estratégicos con un enfoque biocéntrico, mediante procesos ambientales y sociales participativos. Esto, buscando entre otros objetivos: convertir las rentas de los recursos primarios en capacidades humanas, fortalecer el quehacer de las instituciones ambientales y la sociedad civil, ordenar las cuencas para blindar el patrimonio hídrico y la biodiversidad en áreas estratégicas, construir paisajes resilientes en los ecosistemas, y fortalecer los procesos culturales endógenos para proteger las comunidades rurales y artesanales de agresiones industriales, enclaves mineros y actividades extractivas ilegales.

Ref: In: U.N. Periódico. Agosto 1 de 2022.

***

DINÁMICAS DEL CLIMA ANDINO COLOMBIANO



Portada: Tipo-Climas Köppen para Colombia, Tetrarca85 (2019). En Wikipedia.org

Resumen

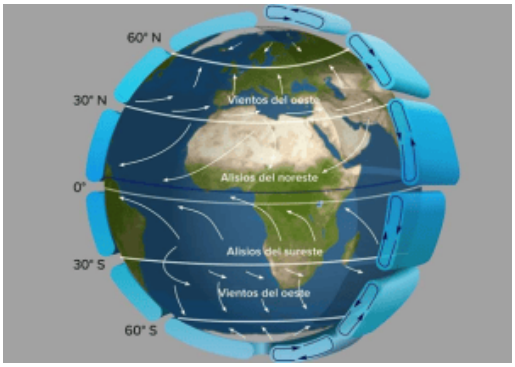


Imagen1: Vientos planetarios y circulación atmosférica: Vientos Alisios, Vientos del Oeste y Vientos Polares. In: https://nauticaformacion.es/

En la zona tropical ubicada entre las latitudes 30°N y 30°S, las corrientes de vientos alisos, sometidos a la fuerza de Coriolis se van calentando e incorporan humedad mientras transitan por la superficie, al ir desde las zonas de alta presión subtropical hacia las de baja presión en la región ecuatorial. Al converger dichas corrientes cerca del Ecuador, el aire cálido asciende y se enfría por expansión, dándose el desarrollo de nubes de gran desarrollo vertical al favorecerse la condensación de la humedad incorporada en dicho recorrido.

Esta zona nubosa de inestabilidad atmosférica que deriva a lo largo del año, que se altera con la Oscilación Sur de las temperaturas del Pacífico como factor del Niño y La Niña, en la que se presentan frecuentes e intensas lluvias y en la que convergen los vientos alisios del noreste y del sureste, es la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). Este movimiento del aire formando celdas de circulación atmosférica, que explica el por qué los desiertos de la Tierra se localizan en los 30° N y 30° S, y el carácter lluvioso del Ecuador, también enseña el por qué los Polos N y S son desiertos y la concentración del cinturón de bosques húmedos en las latitudes de 60° N y S.

La ZCIT

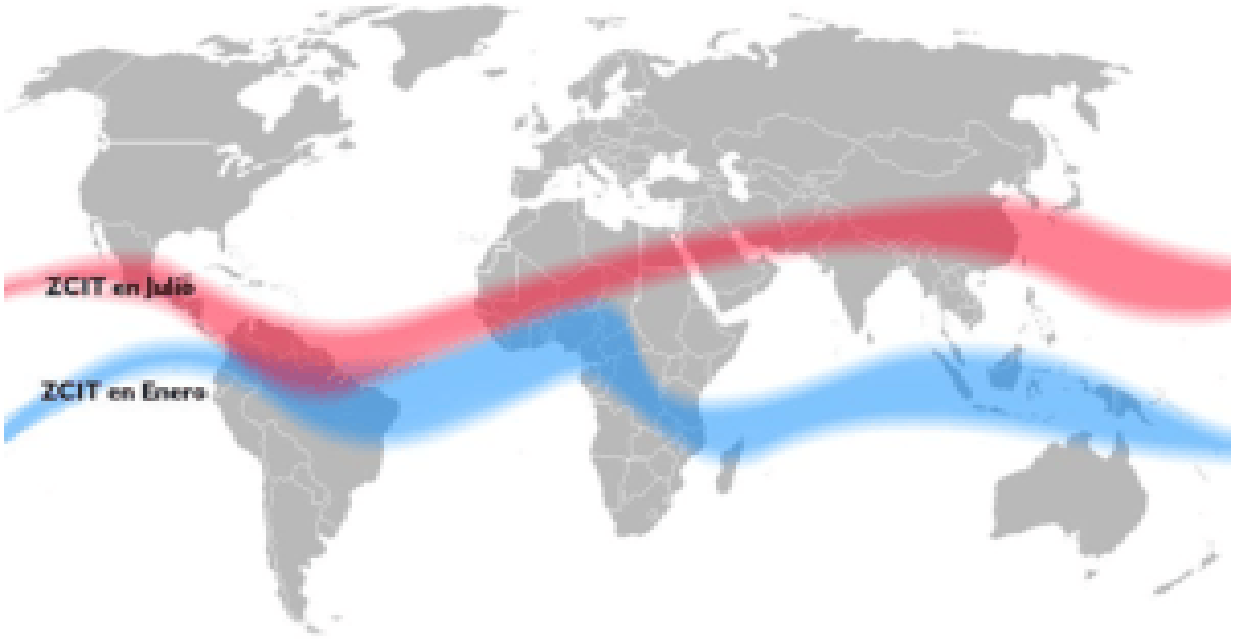


Imagen2: Zona de convergencia intertropical -ZCIT, donde convergen los Alisios del noreste y del sureste, para luego ascender y regresar a los 60° de latitud en cada hemisferio. Fuente: https://nauticaformacion.es/

Para la Región Andina colombina cada Navidad, con el solsticio de verano concluye el segundo período de lluvias de cada año: nuestro clima bimodal está regido por las posiciones relativas de la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT, ese ecuador meteorológico que, en cada solsticio, el de Jun 21 y el de Dic 22, pasa a ubicarse al sur de nuestro ecuador geográfico, para regresar de nuevo durante los dos equinoccios en Mzo 21 y en Sep 22, al costado norte del Ecuador para traernos las lluvias. (Ver Imagen).

Lo anterior no aplica en nuestras Costas ni en el Oriente colombiano donde el clima es monomodal: resultando seco en la Orinoquía y parte del Caribe, donde al año sólo llueve tres meses; o en la Amazonia y parte del Pacífico donde al año son dos inviernos, uno más húmedo que el otro. (Ver mapa de climas en la portada)

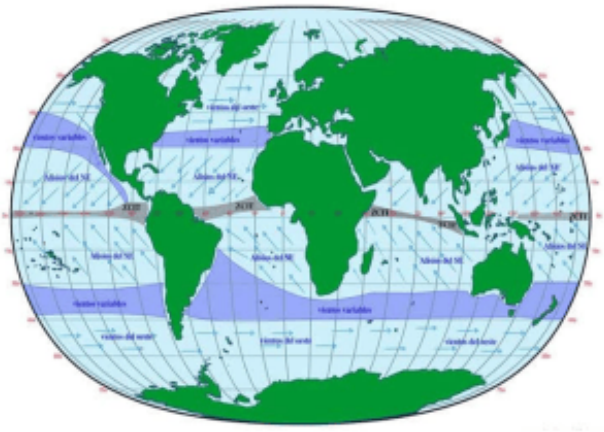
Gracias a la inclinación del Eje terrestre estimada en 23° 27' respecto a su plano orbital -o si se quiere a la Eclíptica-, además de las cuatro estaciones de naturaleza cíclica e invertida entre un hemisferio y otro, se da este movimiento oscilatorio de la ZCIT

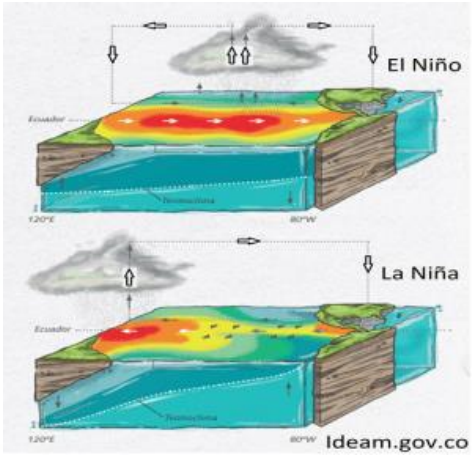
**

El ENSO

Pero las anomalías de temperatura del Océano Pacífico, que se constituyen en freno para el desplazamiento natural y regular de la ZCIT, generan desórdenes en el clima: el Niño y la Niña, un fenómeno del Pacífico Sur conocido como el ENSO, reto para la ciencia y la historia.

Sus causas reales van más allá de los factores naturales asociados a sus ciclos de 2 y de 7 años, y a su duración media del orden de los 12 a 18 meses, porque también la mano del hombre ha podido penetrar exacerbando el desorden que muestra el funcionamiento de la máquina atmosférica del planeta.





Imágenes 3 y 4: Izq. En las latitudes de 0 a 30º, en los hemisferios Norte y Sur, la rotación de la Tierra hace que los vientos alisios se desplacen hacia el Oeste. In: https://nauticaformacion.es/ Der: La termoclina del Pacífico, que es la capa donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad del mar, al condicionar la temperatura de la atmosfera y con ello el flujo del aire desplazándose desde las zonas de alta presión a las de baja presión, genera El Niño o La Niña. Fuente IDEAM.

El ENSO como patrón climático con dos fases, una seca y otra húmeda que trae grandes consecuencias climáticas en gran parte del mundo, asociado a la oscilación de los parámetros meteorológicos del Pacífico ecuatorial cada cierto número de años, es al tiempo una oscilación de la temperatura oceánica y atmosférica con un acoplamiento entre ambos fenómenos.

**

El Niño y La Niña

Esta oscilación cíclica pero no periódica denominada ENSO, que se inicia en Australia e Indonesia y se extiende hasta América del Sur, tanto en el caso de El Niño y de La Niña, se explica por la fuerza del gradiente de presión que resulta entre un sistema de alta presión sobre el Océano Pacífico oriental y un sistema de baja presión sobre Melanesia.

Aún están en nuestra memoria las 30 mil víctimas del desastre de diciembre de 1999 en el Estado de Vargas, Venezuela, fenómeno que pudo tener correlación con el Niño y la Niña, aunque la intensidad del evento océano-atmosférico no haya sido una de las más destacadas.

El patrón ENOS, por ser una oscilación entre la presión atmosférica entre el Pacífico oriental y el occidental, que se manifiesta principalmente en variaciones importantes de la temperatura en diferentes regiones llamadas “Niño”, pueden producir diferentes fenómenos, así:

Eventos globales, o ENOS tradicional o canónico, el que afecta la temperatura del Pacífico ecuatorial central, pero en especial el oriental, por lo que también se le llama ENOS del Pacífico oriental; 2- Eventos modoki que no alcanzan a las regiones costeras y que también se llaman ENOS del Pacífico central o ENOS de la Línea de fecha; y 3- Eventos costeros, si corresponden al Pacífico oriental costero, por lo que se manifiesta en el mar de Perú y Ecuador, y no estarían directamente relacionados con la Oscilación del Sur.

**

Temperatura del Mar y Clima

En los períodos de El Niño, las temporadas de invierno y verano del año son más secas para la zona andina colombiana, y más frecuentes e intensos los huracanes del Caribe. Durante La Niña, ocurre lo contrario: temporadas más húmedas a lo largo del año, con menos tormentas tropicales. Cuando la diferencia de temperatura del mar con las condiciones promedio supera +0.5° Celsius (áreas rojas), se da el fenómeno de El Niño. Cuando dicha diferencia es inferior a -0.5 Celsius (áreas azules), se da la "fase fría de La Niña; entre +05° y -05° C, son condiciones normales del ENSO.

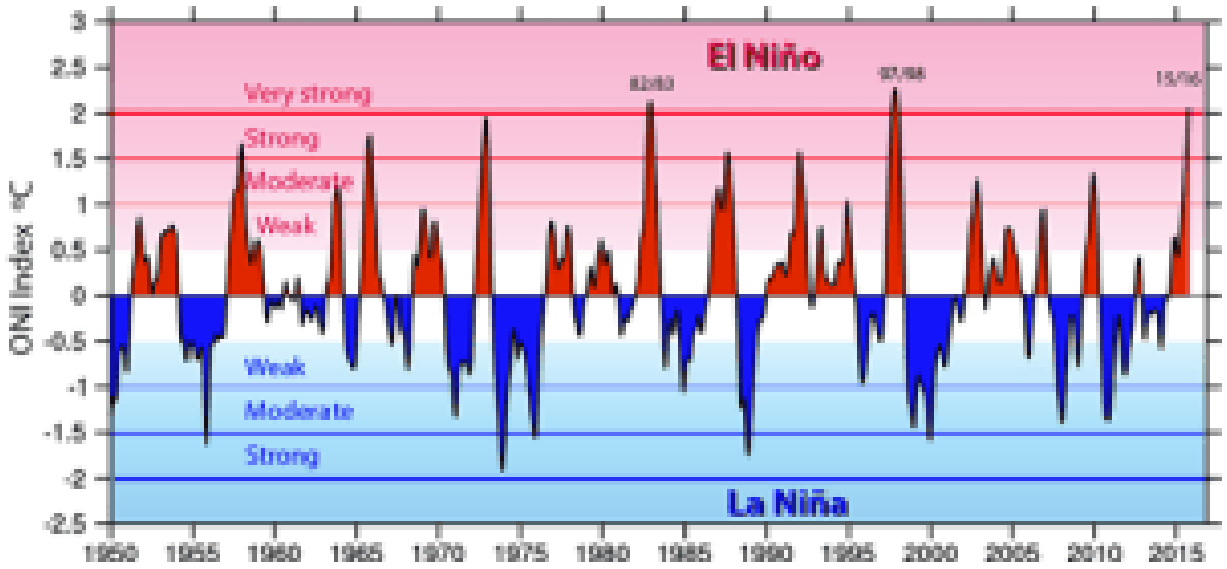


Imagen5: Índice ONI según las anomalías TSM de 1950 a 2015 observadas en el Pacífico ecuatorial central, según el International Research Institute for Climate and Society – IRI. Se puede advertir el comportamiento cíclico y errático del ENSO. Fuente: Kevin E. Trenberth.

Según observaciones hechas desde 1925, donde sobresalen los efectos de las temporadas 1940/41, 1972/73, 1982/83, 1986/87, 1990/94, 1997/98 y 2015/16, los impactos del ENSO son de enorme importancia para la actividad humana: sequías e inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo, epidemias e incendios forestales, trastornos en la agricultura, en la pesca, en el transporte, en la salud, etc. Para una medición estandarizada y más precisa, se ha dividido al Pacífico ecuatorial en las siguientes regiones Niño: 1- Regiones oceánicas: de su medición se deduce la presencia de El niño o La Niña propiamente dichos, o más específicamente de El Niño o La Niña globales; y 2- Regiones costeras: situadas en aguas próximas a la costa sudamericana, justo al sur de la línea ecuatorial. De su medición se deduce la presencia del Niño costero o de la Niña costera.

**

Calentamiento global en Colombia

Según el IDEAM (2015), el aumento de la temperatura media en Colombia entre 1971 y 2000, sería de 0.13°C/década. El modelo del IDEAM prevé escenarios de cambio climático respecto a dicho período de referencia así: en la temperatura promedio, 1.4°C para el 2011-2040, en 2.4°C para 2041-2070, y en 3.2°C para el 2071-2100; y en precipitación, mientras los volúmenes decrecerían entre un 15% y 36% en zonas de las regiones Caribe y Amazónica, aumentarán más del 20% en la Región Andina y parte de la Región Pacífica. Igualmente, la humedad relativa que disminuiría especialmente en La Guajira, Cesar, Tolima y Huila, aumentaría en áreas cafetaleras, dado el incremento en humedad y temperatura.

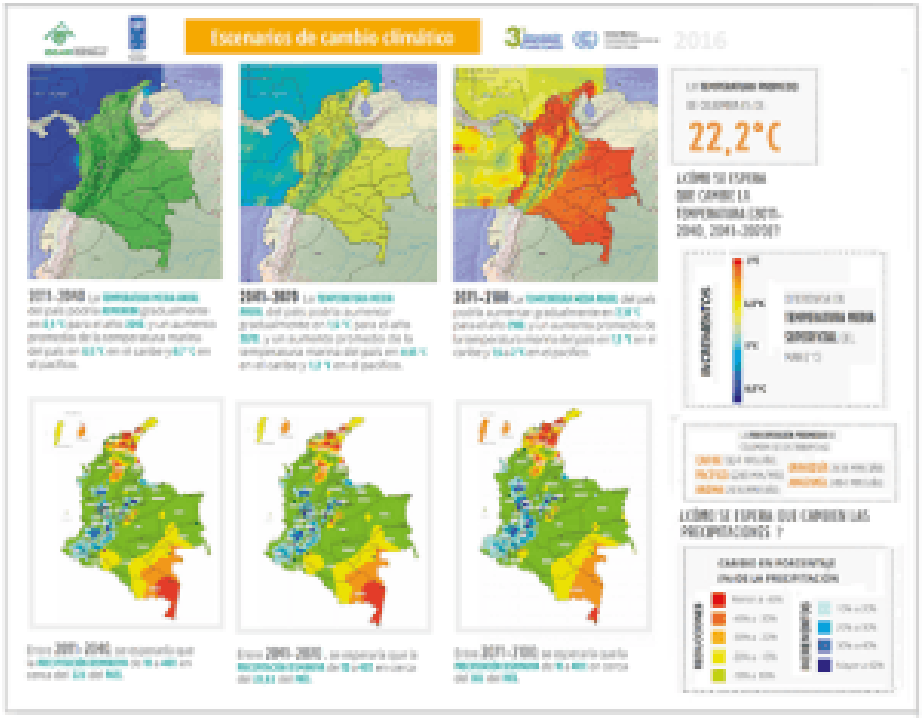


Imagen6: Colombia: escenarios de cambio climático al 2040, 2070 y 2100. Ideam (2015)

Teniendo en cuenta que con el cambio altitudinal para las zonas de vida de 170 m por cada grado centígrado, y que el país no ha resuelto los problemas de pérdida de conectividad biológica, al tiempo que la deforestación, la degradación de ecosistemas, la minería- Caso Santurbán y Toldafría-, y la expansión urbana en perímetros urbanos –caso RFP Río Blanco y Van der Hammen- como graves amenazas presionado áreas estratégicas de interés ambiental, aún persisten, requerimos estrategias de adaptación al cambio climático, que prevengan dichos conflictos en el territorio.

**

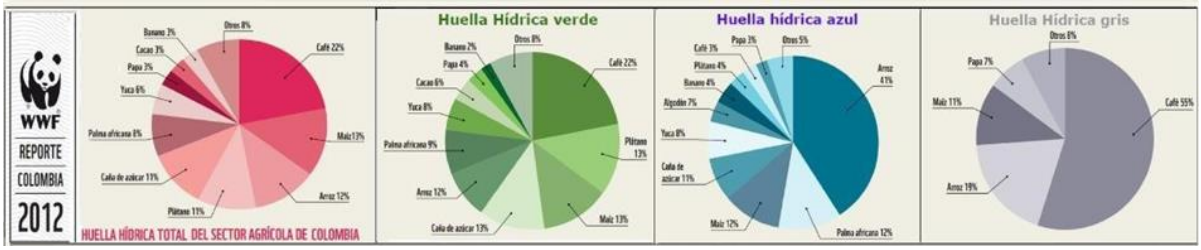
Enfrentando el Cambio Climático

Colombia debe insistir en una gobernanza forestal soportada en la legalidad y en políticas públicas orientadas a la sostenibilidad. Los ecosistemas boscosos propios de nuestros andes tropicales, pese a su valor para la biodiversidad y como reguladores del ciclo hídrico y fuentes de estabilidad climática, podrían desaparecer en Colombia, país donde se talan entre 150 mil y 200 mil hectáreas por año.

Además, el cambio climático, la minería y comercio ilegal de madera, sumados al modelo conflictivo de ocupación del suelo asociado a la ganadería y en especial al urbanismo -como factores que atentan contra la frágil estructura ecológica y vulnerables ecosistemas-, no sólo son la gran amenaza, sino que también siguen siendo factores determinantes que diezman nuestros bosques y selvas: si de 12 millones de hectáreas (ha) de guadua que teníamos en el Siglo XIX, sólo restan 50 mil ha; igualmente en el caso de los bosques nublados sólo queda la cuarta parte de 9,7 millones de ha, y de nuestros bosques secos el 8% de una extensión que superaba 9 millones de ha.

Lo anterior explica la razón por la cual, debemos preocuparnos por una adaptación al cambio climático, que además de recuperar la conectividad biológica priorice la preservación de nuestros bosques, o de lo contrario, además de un ecocidio sin precedentes, estaremos poniendo en alto riesgo sus invaluables servicios ambientales y generando escenarios de riesgos hidrogeológicos, al degradar el clima propiciando el descontrol hídrico y pluviométrico, como factores de amenaza para las poblaciones vecinas y las especies que albergan.

Epílogo



Huella Hídrica del sector agrícola de Colombia WWF

Más allá de entender las dinámicas de la Zona de Confluencia Intertropical y del ENSO, o de informar sobre los escenarios del cambio climático para Colombia, lo que interesa es conocer las determinantes ambientales relacionadas con el clima y su relación con el patrimonio hídrico y la biodiversidad, para poder corregir el uso conflictivo del suelo, y desde la perspectiva ecológica reducir el gradiente térmico, restablecer la conectividad biológica, asegurar los servicios ambientales de los ecosistemas, y blindar la seguridad alimentaria, hídrica y ambiental que demandan las comunidades vulnerables del país rural y urbano.

Lo anterior exige entre otras estrategias y acciones, replantear el modelo agroindustrial implantando la agroforestería y prácticas silvopastoriles, implementando de forma participativa las políticas de ciencia y tecnología previstas en los diferentes Planes de Desarrollo Institucional imbricadas con la cultura, dándole coherencia a las políticas públicas y a los programas ambientales y sociales, donde además de incluirse el tema del calentamiento global, se deben considerar otros factores como la contaminación, la deforestación, la minería, el transporte, el diseño de infraestructura y el modelo de expansión urbana.

**

Ed. Circular de la Red de Astronomía de Colombia *RAC* N°237, de junio de 2003 (Act 2020). *.

****

DEL ANTROPOCENTRISMO AL BIOCENTRISMO…



Antropocéntrico y Biocentrico. Fuente: http://www.transicionsostenible.com

RESUMEN: *Más allá de la Filosofía, la Teoría General de Sistemas y las Matemáticas como ciencias Generales, aparecen las "Ciencia Naturales" donde nos ocupamos de las Ciencias Físicas y de la Vida", y las "Ciencias Sociales y del Comportamiento" en las que conocemos, entre otros temas de la Antropología y la Sociología, y por lo tanto las "Ciencias Humanas": Ambos sistemas complejos, el natural y el social, obligan a resolver de forma transdisciplinar e interdisciplinar los paradigmas de las visiones tradicionales antropocéntrica y biocéntrica, para formular otras miradas que permitan proponer alternativas frente a los retos y desafíos socioambientales del mundo actual.*

Dado que hoy 22 de mayo, se celebra el día de la biodiversidad, en virtud de la amenaza antrópica a la cual se exponen muchos seres vivos y varios ecosistemas, podemos hacer alguna referencia a la necesidad de conocer y proteger la amplia y variada biota de Colombia, amenazada por procesos antrópicos relacionados con el modelo de desarrollo, conflictos ambientales en los territorios y acciones que demandan más presencia del Estado. En un modelo de desarrollo donde la dinámica de crecimiento económico que acarrea el

capitalismo, se da a costa de los derechos bioculturales de un territorio, la catástrofe ambiental inspirada en un enfoque antropocéntrico que se expresa en la generalización de la pobreza y la cultura del despilfarro

Nuestra biodiversidad es consecuencia de la variedad de climas y regiones naturales que ofrecen: el medio andino tropical, las cálidas aguas del Caribe, la compleja corriente de Humboldt, nuestras islas y regiones costeras, y la Orinoquia y Amazonía colombianas.

Todos estos patrones naturales que las conforman, son el resultado de miles de millones de años de Evolución natural, lamentablemente ya intervenida de forma negativa por la posterior pero definitiva influencia de la creciente actividad humana. Entre otros desafíos para Colombia, donde habrá que resolver la desestructuración del tejido social y desequilibrios regionales en NBI, enfrentar la amenaza del cambio climático resolviendo los conflictos de uso del suelo y la vulnerabilidad socioambiental

Para empezar, preguntémonos por la salud de nuestros suelos afectados por agroquímicos, pesticidas y fungicidas, por la calidad del agua de nuestros ríos donde se vierten aguas servidas y desechos industriales líquidos y sólidos, y por las características del aire donde se expresa la inestabilidad del clima mediante el calentamiento global cuyos factores son variados y complejos. Como referente, los modelos estándar de la teoría del crecimiento, se soportan en el papel del ahorro como motor central del proceso de acumulación, donde el ahorro en la teoría keynesiana, es la contraparte de las decisiones de inversión y la acumulación derivada de la demanda efectiva.

El Medio ambiente, que inicialmente es un medio fundamentalmente natural, gracias a la cultura puede ser transformado para constituirse en un medio paranatural o construido, ecológicamente sólido y compatible con la cultura. Si bien, la extinción de las especies es un fenómeno histórico y usualmente de carácter natural, la evolución cultural de la especie humana conduce a procesos industriales donde los beneficios se privatizan, pero no los costos resultado de variar inconvenientemente y de forma sistemática y estructural dichos ritmos, para que la sociedad los asuma y sufra las consecuencias a través del deterioro del medio ambiente.

Si en lugar de un enfoque antropocéntrico que nos autoerige como especie privilegiada con dominio sobre los derechos de otras especies y formas de vida, optáramos por una visión biocéntrica, podríamos comprender mejor la vida en el planeta, la respetaríamos y cambiaríamos esa actitud nuestra que raya con esa vocación casi suicida de la especie humana.

Si nuestra pertenencia como humanos a la “madre tierra”, es una verdad que nos impide ver más allá de su contundencia expresiva, y que nos dice que el Hombre es el heredero y aprendiz en todas las cosas, esa situación entra en conflicto con los conceptos de Progreso, Desarrollo y Globalización que instrumentalizan la naturaleza al reducir su condición a la de un recurso objeto del mercado.

Desde el OAM, Ed RAC 516 de Mayo 22 de 2009. (Ajustado en Enero 28 de 2018).

***

EL CUIDADO DE LA CASA COMÚN: AGUA Y CLIMA



Las cuencas hidrogeológicas más utilizadas en el país son las ubicadas en el Valle del Cauca, Valle Medio y Superior del Magdalena, y cordillera Oriental. Siguen en importan-cia por su uso, las del golfo de Urabá, golfo de Morrosquillo y departamentos de Bolívar, Magdalena, Cesar y La Guajira.

Dinámicas del Clima andino

Sabemos que en la región andina de Colombia el clima es bimodal: cada año tenemos dos temporadas secas que parten desde los equinoccios (junio 21 y diciembre 22), y dos húmedas a partir de los solsticios (marzo 21 y septiembre 22).

El fenómeno meteorológico del ENSO conocido como de El Niño y La Niña se explica por anomalías de temperatura en el océano Pacífico que se constituyen en freno para el desplazamiento natural y regular de la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT, esa franja de bajas presiones en la zona Ecuatorial que con su dinámica explica el clima bimodal colombiano.

En los períodos de El Niño, las temporadas de lluvia y las temporadas secas del año son más secas para la zona andina colombiana, y más frecuentes e intensos los huracanes del Caribe. Durante La Niña ocurre lo contrario, temporadas más húmedas a lo largo del año con menos tormentas tropicales.

Aunque el desarrollo del ENSO es de carácter cíclico y comportamiento errático, a largo plazo la fuerza de este fenómeno puede cambiar como consecuencia del calentamiento global generando eventos climáticos extremos como inundaciones o sequías en diferentes regiones del Planeta.

Astrónomos y geofísicos, sustentados en correlaciones, pueden afirmar que cuando el Sol está tranquilo la Tierra permanece fría, aunque no sabemos el porqué de los cambios de la actividad del Sol.

Hubo una “pequeña glaciación” asociada a un periodo frío ocurrido entre 1550 y 1850 en el que se presentaron tres picos fríos (1650, 1770 y 1850); dicha pequeña edad del hielo acompañada de lluvias coincidió con un período de baja actividad en las manchas solares. Para entonces, la superficie de los glaciares del Parque Nacional Natural Los Nevados, que hoy apenas supera 10 kilómetros cuadrados, alcanzó cerca de 100 kilómetros cuadrados.

Al observar las dos últimas Niñas 2007/8 y 2010/11, pese a su condición intrínseca similar y calificación de sus niveles como moderados, los efectos dejan ver una dinámica creciente del calentamiento global que anuncia consecuencias cada vez intensas, tal cual lo advertimos en la segunda Niña al observar la sabana de Bogotá convertida en una “Venecia” y la lista de 30 municipios colombianos como Gramalote, que afectados por las olas invernales requieren reasentamiento, 20 de ellos fuera de su jurisdicción.

Cambio climático: dónde y cuánto

Al subir la temperatura del Planeta este siglo, entre 1,8º y 4º C de acuerdo con las características que presenten diferentes zonas como consecuencia de la fusión de los glaciares, también se incrementará el nivel medio de los océanos entre 18 y 59 centímetros dependiendo de la gravimetría de cada lugar.

Además de un incremento alto del nivel del mar en el Caribe, las cuantías del calentamiento esperadas para Colombia son del orden de +3º C en la región Andina y de +4º C en nuestras regiones costeras y de la Orinoquia y la Amazonia; cada variación en 1ºC en el régimen de temperatura media altera la base climática de los ecosistemas en 170 metros de altitud.

Para no exceder el límite de 2°C antes del 2050 habrá que reducir a nivel mundial el 80% del carbón, la mitad del gas y un tercio del petróleo que se destina como combustible. Ahora, en razón al calentamiento global, solo tenemos 40 años para explotar nuestro carbón aprovechando que nuestras reservas estimadas en 7.000 millones de toneladas medidas están constituidas por un mineral abundante y de calidad que tendría uso preferencial en industrias de alto consumo energético: es un carbón duro, de alto poder calorífico y bajo contenido de azufre.

El país tiene severos problemas de calidad en la mitad del patrimonio hídrico dado el vertimiento de 9.000 toneladas de materia orgánica contaminante por año, que llegan a los acuíferos y cuerpos de agua provenientes del sector agropecuario y residencial, a las que se suman otras sustancias como las 200

toneladas anuales de mercurio provenientes de la actividad minera. Colombia con una producción de 56 toneladas de oro por año, que con sus pretensiones legales ha venido amenazando los ecosistemas de páramo en que el 80% proveniente de una minería ilegal emplea malas prácticas, ocupa por volumen producido el puesto decimocuarto en el orden mundial y el segundo en Sudamérica.

Mientras que por superficie, la cobertura de bosques del país llega al 53.5% y la de humedales al 2,7%, cada año defores-tamos cerca de 300.000 ha, 100.000 de ellas en la región Andina que con el 24% de la superficie continental y el 75% de la población, solamente posee el 13% de la oferta de agua superficial y subterránea del patrimonio hídrico de agua dulce del país.En Colombia, según la Defensoría del Pueblo, de 1.122 municipios, 521 consumen agua sin tratamiento alguno, el 70% de ellos con riesgo para la salud y el 21% sanitariamente inviable.

Humedales

Según el Instituto Alexander von Humboldt, en 20 millones de hectáreas equivalentes a cerca del 17% de nuestra superficie continental tenemos 31.702 humedales, de los cuales el 48% está en nuestras Orinoquia y Amazonia. Pero cerca del 93% de estos ecosistemas, al estar amenazados por acciones antrópicas y por el cambio climático, requiere figuras de conservación.

Al observar el mapa preliminar de hume-dales de Colombia, por la escala no se visibilizan turberas y otros humedales de páramo y bosques andinos que regulan los caudales de las regiones más pobladas de Colombia y que contribuyen a las dinámicas del clima.

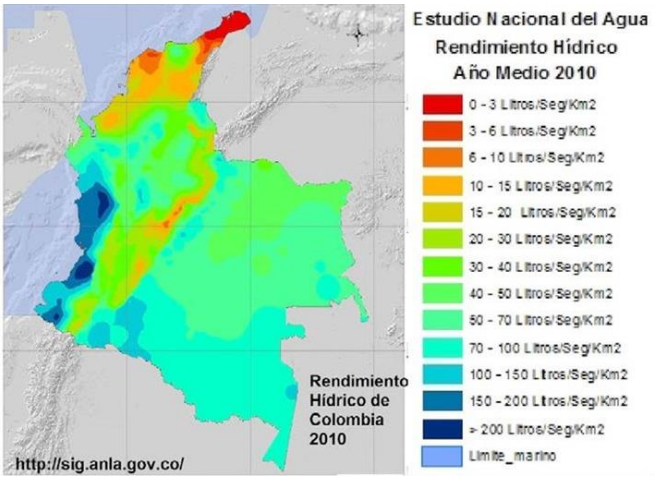


Imagen. Rendimiento hídrico en Colombia, cuyas cuantías entre la alta Guajira y bajo Atrato, varían de 1 a 200 litros por segundo por kilómetro cuadrado. ENA Himat. http://sig.anla.gov.co

Sobresalen por su extensión varios reservorios, como marismas y manglares en la costa del Pacífico desde el sur de Tribugá hasta el río Mira, y en especial sobre el delta del Patía donde aparece Tumaco; o ciénagas y madreviejas en corrientes de meandros como las comprendidas entre el río Meta y el piedemonte de la cordillera Oriental; o las rondas del río Guaviare y en parte del Vichada e Inírida; además de las vaguadas del Putumayo, Caquetá y Vaupés; y el valle del Atrato aguas abajo de Vigía del Fuerte, y en parte del San Juan; o en regiones como el Magdalena Medio y Bajo y el Bajo Cauca, donde a pesar de ecocidios agroindustriales, mineros, etc., sobresalen, además de la Ciénaga Grande de Santa Marta, La Mojana, la Depresión Momposina y el área del Sinú-San Jorge.

Las cuentas del agua

Mientras en grandes regiones como Australia y EE.UU. el 60% del agua utilizada proviene del subsuelo, en Colombia, donde el 31% del agua dulce está con-tenida en acuíferos y la Ley ha tenido que legislar para proteger los páramos, hace falta garantizar el carácter patrimonial y de bien público del agua subterránea.

Aunque en el país las cuencas hidrogeológicas con posibilidades de aprovechamiento abarcan el 74% del territorio, según el estudio "Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia" del IDEAM (2005), mientras el 56% de dicha área corresponde a la Orinoquia, Amazonia y costa Pacífica y el 31,5% a la región Caribe e Insular, únicamente el 12,5% está en la región Andina que es la más densamente poblada.

La gran cuenca del Magdalena – Cauca (24% del área total del territorio) que es la que presenta la mayor afectación ambiental, con solo el 10,6% de la oferta hídrica nacional debe soportar el 70% del PIB y el 75% de la población. En 2008 la participación del agua en el PIB nacional fue del 10% (incluido un 2% por la hidroelectricidad), además los costos eco-nómicos de la contaminación hídrica ascendieron al 3,5% del PIB; y según el Banco Mundial el costo oculto de la mala calidad del agua y de los servicios de saneamiento podría ascender al 1% del PIB.

Agua y bosques

Según Corpocaldas, de una extensión de 744.000 Ha, las coberturas verdes del departamento en 2010 eran: 163.000 Ha en bosques (22%), 265.000 Ha en cultivos (36%) y 300.000 Ha en pastos y rastrojos (40%), tres cuantías que cubren el 98% de su escarpado y deforestado territorio.

Todavía más: en la ecorregión cafetera, mientras las superficies aptas para pastos y bosques son en su orden del 4% y 54%, según Alma Mater las coberturas actuales en dichos usos llegan al 49% y 19% respectivamente. En cuanto al sistema subterráneo de Caldas sobresalen las zonas de recarga de páramo y de la gran cobertura boscosa de la alta cordillera, o del extenso Valle del Magdalena y las regiones del oriente caldense, donde la copiosa precipitación explica un recurso hídrico excedentario susceptible de aprovechamientos hidroenergéticos responsables.

Igualmente, como acuíferos están el gran acuífero del Magdalena, el valle del Risaralda y el sector de Santágueda. Mientras en el oriente caldense el patrimonio hídrico es abundante, al norte de Irra resulta deficitario dado el carácter impermeable de las rocas, la baja precipitación, la inexistencia de acuíferos y el estado de deforestación de las cuencas.



Imagen. Izq. La guadua, planta emblema de Cal-das, en Villegas Editores. Der. Loro Multicolor, ave emblema de Caldas, en ornitologiacaldas.org

El patrimonio hídrico más comprometido del departamento es el de la cuenca del río Chinchiná para el caso de la subregión Centro-Sur; pero también a nivel municipal existen potenciales problemas asociados al riesgo para el suministro de agua en Marmato, Riosucio, Salamina, La Merced y Filadelfia. Dicha vulnerabilidad asociada al déficit severo de agua, amenaza igualmente a Quinchía, Marsella, Apía, Balboa y Cartago, de conformidad con la información de Alma Mater y el SIR.

Epilogo

Señala el Papa Francisco en su Encíclica Laudato Si', que "El clima es un bien común, de todos y para todos… La humanidad está llamada a tomar conciencia de la necesidad de realizar cambios de estilos de vida, de producción y de consumo, para combatir este calentamiento". El Desarrollo de dichas políticas públicas

ambientales será fundamental para enfren-tar la problemática del riesgo asociado al del cambio climático, y a la crisis del agua que se expresa en descontrol hídrico y pluviométrico, y en sequías y desabaste-cimiento de agua.

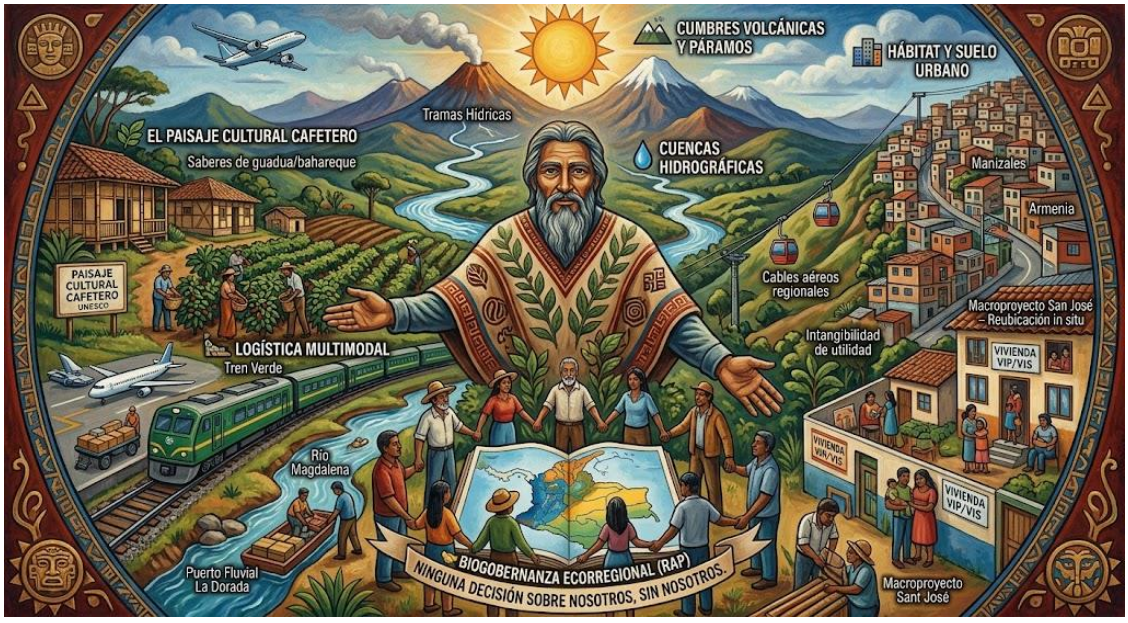
En la ecorregión se deberán emprender políticas públicas para darle coherencia a las acciones ambientales y sociales del Paisaje Cultural Cafetero incluyendo el tema del calentamiento global. Para corregir el uso conflictivo del suelo, y en particular para resolver la enorme problemática de la deforestación y potrerización; el sector agropecuario deberá implantar la agroforestería, y el ganadero debe emplear las prácticas silvopastoriles.

El Nuevo Ordenamiento Territorial, en cada Plan de Desarrollo, deberá implementar políticas de ciencia y tecnología imbrica-das con la cultura, para resolver la brecha de productividad que sume en la pobreza a los medios rurales que en el caso de Caldas suma 270.000 habitantes. Dice la encíclica papal Laudato Si', que "El agua potable y limpia representa una cuestión de primera importancia porque es indispensable para la vida humana y para sustentar los ecosistemas terrestres y acuáticos." Habrá que hacer ajustes y trazar nuevos enfoques en las políticas públicas del país y en el ordenamiento territorial en materia de adaptación al cambio climático, dotándolas de una orientación socio-ambiental, y redefiniendo el verdadero carácter del agua, el suelo y la biodiversidad, erróneamente considerados un recurso y como tal un objeto de mercado y no un patrimonio inalienable. De lo contrario, además de hacer inviable el territorio, en uno o dos siglos como máximo, en nombre de un modelo de desarrollo deshumanizado y centrado en el crecimiento económico, y por lo tanto en el consumo, en virtud de las falencias de un Estado débil y de una sociedad indolente y no previsiva, habremos agotado la biodiversidad del país.

Boletín Ambiental 135 del IDEA; febrero de 2017.

***

HACIA UNA ECORREGIÓN CAFETERA SUSTENTABLE, INCLUYENTE Y RESILIENTE



Propuesta integral para la resolución de las disrupciones socioambientales y económicas en el territorio del Centro-Occidente Colombiano

INTRODUCCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL TERRITORIO

La Ecorregión Cafetera de Colombia —conformada territorial y culturalmente por los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y el norte del Valle del Cauca, junto con sus zonas de influencia ecorregional en el Tolima y Chocó— atraviesa una severa crisis multidimensional. Esta subregión andina, caracterizada por

su extraordinaria biodiversidad, su geomorfología de alta montaña volcánica y su valioso patrimonio cultural, enfrenta disrupciones estructurales que amenazan la sostenibilidad de su modelo de vida y desarrollo.

El profesor Gonzalo Duque-Escobar, académico de la Universidad Nacional de Colombia y reconocido observador de las dinámicas territoriales del Eje Cafetero, ha diagnosticado de manera sistemática que los problemas de la región no son sucesos aislados, sino manifestaciones de un modelo de ocupación territorial desarticulado, extractivista y vulnerable a las amenazas naturales y climáticas.

Entre las **principales disrupciones** identificadas se destacan:

1. **Disrupción Ambiental y Climática:** Inestabilidad de laderas, pérdida acelerada de cobertura boscosa, deforestación en cuencas altas, severa fragmentación de ecosistemas estratégicos (bosques de niebla y páramos), contaminación hídrica por vertimientos agrícolas y urbanos, y una vulnerabilidad extrema frente al cambio climático manifestada en eventos destructivos (deslizamientos, avenidas torrenciales y sismos).

2. **Disrupción Socioeconómica y Agraria:** Crisis estructural de la economía cafetera tradicional, migración juvenil rural hacia las ciudades, reprimarización de la economía local, desempleo, informalidad laboral, pérdida de soberanía alimentaria y sustitución del mosaico campesino por monocultivos a gran escala (como el aguacate Hass y la ganadería extensiva).

3. **Disrupción Urbana e Infraestructural:** Crecimiento urbano desordenado, expansión no planificada sobre zonas de amenaza y laderas frágiles, segregación socio-espacial, privatización del suelo público, desarticulación de los sistemas de transporte regional, desaprovechamiento de la hidrovía del río Magdalena y del ferrocarril, y proyectos de infraestructura desconectados de las dinámicas ambientales.

4. **Disrupción Político-Institucional y Deconstrucción del Paisaje:** Pérdida de la identidad del Paisaje Cultural Cafetero (PCC) reconocido por la UNESCO, centralismo departamental que margina a las zonas rurales y municipios menores, y falta de gobernanza ambiental integrada por cuencas hidrográficas.

Frente a este panorama, las propuestas de Duque-Escobar plantean un cambio de paradigma: pasar del extractivismo y la planeación mecanicista hacia un enfoque de **Ecorregión Territorial**, centrado en la **biogobernanza**, la **adaptación al cambio climático**, el **ordenamiento del territorio alrededor del agua** y el **desarrollo humano sostenible**.

I. EJE AMBIENTAL Y GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

La dimensión ambiental es la piedra angular de la propuesta de Gonzalo Duque-Escobar para la Ecorregión Cafetera. Dada la compleja geología andina —marcada por fallas activas como el Sistema de Fallas de Romeral y la presencia del Complejo Volcánico de los Nevados—, la gestión del riesgo debe dejar de ser una respuesta reactiva ante los desastres para convertirse en un determinante del ordenamiento territorial.

[ECOSISTEMA DE ALTA MONTAÑA (Páramos y Bosque de Niebla)]

|

(Protección estricta y conectividad)

▼

[CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y CORREDORES BIOLÓGICOS]

|

(Bioingeniería, control de erosión y retención)

▼

[NÚCLEOS URBANOS Y LADERAS HABITADAS (Microzonificación y reubicación digna)]

1. Ordenamiento Territorial Alrededor del Agua y las Cuencas

La cuenca hidrográfica debe constituirse en la unidad fundamental de planificación. Se propone la reestructuración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) municipales y los POMCA (Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas) bajo un enfoque ecorregional interdepartamental:

- **Protección estricta de las cuencas abastecedoras:** Blindar jurídicamente y restaurar ecológicamente las partes altas de las cuencas de los ríos Chinchiná, Otún, La Vieja, Tapias, Guarinó y Risaralda, estableciendo pagos por servicios ambientales (PSA) para los propietarios campesinos que conserven los nacimientos de agua.

- **Saneamiento básico integral:** Construcción prioritaria de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) urbanas e industriales para detener la degradación hídrica que afecta a las cuencas medias y bajas del territorio.

2. Gestión Adaptativa del Riesgo de Desastres

Para abordar la susceptibilidad a los deslizamientos y avenidas torrenciales en el terreno montañoso:

- **Estrategia de adaptación basada en ecosistemas:** Implementar soluciones de bioingeniería (uso de vetiver, guadua y vegetación nativa de raíces profundas) para la estabilización de taludes y laderas, en lugar de depender exclusivamente de obras rígidas de concreto que alteran la dinámica hidrológica.

- **Microzonificación sísmica y de amenaza por ladera:** Actualizar las evaluaciones de riesgo utilizando tecnologías avanzadas de monitoreo, integrando esta información en normas urbanísticas estrictas que prohíban la urbanización en zonas de alto riesgo no mitigable.

- **Reubicación digna e in situ:** Promover la reubicación de asentamientos humanos vulnerables en suelo urbano seguro dentro de los mismos entornos comunitarios, respetando las redes de articulación social y garantizando vivienda con estándares sismorresistentes.

3. Conectividad Biológica y Conservación de Páramos

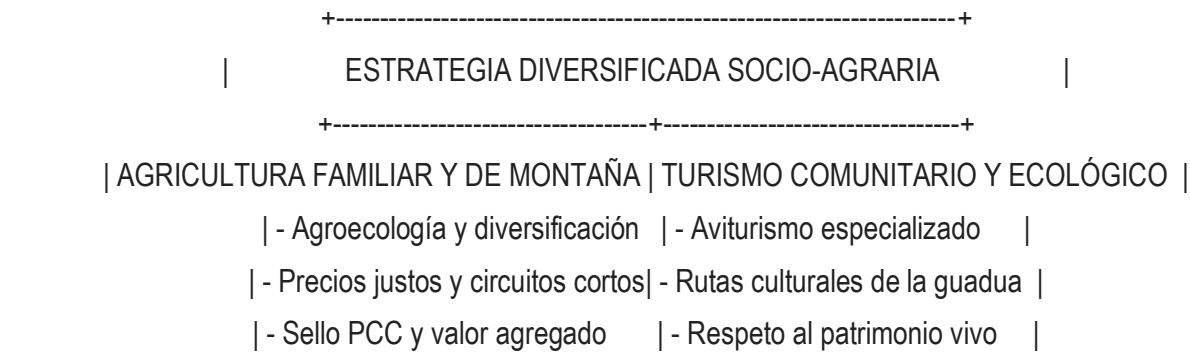
El Parque Nacional Natural Los Nevados y los bosques de niebla adyacentes sufren un estrés térmico y trófico severo. Se propone:

- **Corredores biológicos altitudinales:** Crear y conectar franjas de conservación continua que vayan desde el valle del río Cauca hasta los páramos, permitiendo el flujo genético de especies de flora y fauna amenazadas.

- **Freno a la frontera agrícola en el páramo:** Detener la expansión de cultivos intensivos y ganadería en zonas por encima de los 3.000 metros sobre el nivel del mar, mediante programas de reconversión productiva sustentable para las comunidades de alta montaña.

II. EJE SOCIOECONÓMICO, AGRARIO Y RURAL

La crisis estructural de la economía tradicional exige la transición hacia un modelo diversificado que proteja al campesinado, añada valor agregado a los productos del campo y conserve el entramado socio-cultural del Paisaje Cultural Cafetero.



+----------+----------+

1. Transformación Agroecológica y Reconversión del Campo

Duque-Escobar critica la mono-especialización productiva y la dependencia de los insumos químicos sintéticos. Su propuesta socio-agrícola se fundamenta en:

- **Diversificación de cultivos y sombrío:** Retornar al sistema tradicional de café con sombrío (plátano, cítricos, maderables), el cual no solo protege el suelo contra la erosión y la radiación solar extrema, sino que mejora la calidad del grano y proporciona soberanía alimentaria a las familias recolectoras y propietarias.
- **Agroecología y reducción de la huella de carbono:** Sustituir gradualmente los fertilizantes nitrogenados y plaguicidas sintéticos por bioperparados locales, aprovechando la materia orgánica del beneficio del café para restaurar los suelos volcánicos.
- **Mercados locales y circuitos cortos:** Fomentar la comercialización directa entre el productor rural y el consumidor urbano, eliminando la intermediación parasitaria mediante plazuelas campesinas y plataformas logísticas públicas.

2. Puesta en Valor del Paisaje Cultural Cafetero (PCC)

El reconocimiento de la UNESCO no debe limitarse a un eslogan publicitario o turístico; debe actuar como un instrumento vivo de desarrollo socioeconómico:

- **Diferenciación de origen y cafés especiales:** Apoyar a los pequeños caficultores para que accedan al mercado internacional de cafés de alta especialidad (cafés de origen, orgánicos y de comercio justo), garantizando que el mayor valor agregado quede en manos del productor directo.
- **Protección del hábitat y arquitectura vernácula:** Preservar las técnicas tradicionales de edificación en **bahareque, madera y guadua**, no solo por su valor histórico, sino por su demostrada flexibilidad y comportamiento sismorresistente frente a movimientos telúricos.
- **Fomento del Turismo Comunitario y Aviturismo:** Reemplazar el turismo masivo y depredador por un modelo sustentable enfocado en la naturaleza, la ornitología (aprovechando la inmensa diversidad de aves endémicas de la ecorregión) y la vivencia de la cultura campesina local.

3. Fortalecimiento de la Economía Campesina y Freno a los Monocultivos

Frente al avance de la gran propiedad para el cultivo intensivo de aguacate Hass y pino:

- **Regulación del uso del suelo rural:** Definir fronteras agroecológicas claras para evitar que la tierra apta para la seguridad alimentaria sea acaparada por monocultivos de exportación que demandan volúmenes desproporcionados de agua y deforestan bosques nativos.
- **Jóvenes rurales y renovación generacional:** Implementar centros educativos técnicos territoriales enfocados en la innovación tecnológica sustentable, la botánica, la agroindustria limpia y la gestión ambiental para incentivar el arraigo de la juventud en el campo.

III. EJE URBANO, INFRAESTRUCTURA Y MOVILIDAD INTERMODAL

La Ecorregión Cafetera cuenta con una posición geográfica privilegiada en el centro del triángulo de oro de Colombia (Bogotá - Medellín - Cali). Sin embargo, su infraestructura de transporte y sus centros urbanos operan de manera inconexa y costosa. Gonzalo Duque-Escobar argumenta que la competitividad regional depende de la articulación logística multimodal y de la planificación urbana justa.

Sistema de Transporte	Propuesta de Integración Ecorregional	Impacto Socioambiental y Económico
Ferrocarril del Occidente	Reactivación del tren de carga y pasajeros cruzando el valle del río Cauca y conectando con el Puerto de Buenaventura.	Reducción dramática de costos logísticos, disminución de emisiones de CO2 y descongestión de la red vial.
Hidrovía del Río Magdalena	Integración del oriente caldense (La Dorada) con el Caribe mediante navegación fluvial continua.	Multimodalidad real; conexión del Eje Cafetero con los puertos marítimos del norte a costos eficientes.
Cable Aéreo Ecorregional	Expansión del transporte por cable aéreo urbano y rural para zonas de ladera (Manizales, Pereira, zonas de montaña).	Movilidad limpia, menor consumo de suelo frágil, adaptación topográfica y eficiencia energética.
Integración Aeroportuaria	Complementariedad operativa entre Aeromatecaña, El Edén y el proyecto de Aeropuerto del Café (La Nubia/Palestina).	Eficiencia en transporte de pasajeros y carga perecedera de exportación sin duplicidad de funciones.

[HIDROVÍA DEL RÍO MAGDALENA]

▲

│ (Puerto Multimodal La Dorada)

▼

[RED VIAL DE MONTAÑA / CABLES] ◄──► [FERROCARRIL DEL OCCIDENTE] ◄──► [PUERTO DE BUENAVENTURA]

1. Sistema de Transporte Multimodal y Logística Eficiente

La dependencia casi exclusiva del transporte de carga por carretera mediante camiones es insostenible ambiental y económicamente. La propuesta logística de Duque-Escobar exige:

- **Reactivación del Tren del Occidente:** Conectar la Ecorregión Cafetera con el Océano Pacífico a través de la vía férrea que discurre por el valle del río Cauca, conectando con el Puerto de Buenaventura.

- **Impulso al Puerto Multimodal de La Dorada:** Convertir al oriente de Caldas en el nodo logístico de articulación entre el centro del país, la hidrovía del río Magdalena y los ferrocarriles nacionales, permitiendo reducir los costos fletes de exportación e importación hasta en un 40%.

- **Complementariedad del Aeropuerto del Café (Aerocafé):** Concebir la infraestructura aeroportuaria regional no como una disputa parroquial de fronteras departamentales, sino como un sistema integrado donde los aeropuertos asuman roles específicos (pasajeros, turismo de naturaleza y carga agroindustrial de alto valor agregado).

2. Movilidad Urbana Sustentable y Adaptada a la Topografía

Las ciudades de la ecorregión (Manizales, Pereira, Armenia) crecen sobre paisajes quebrados donde la infraestructura vial tradicional destruye laderas y genera caos vehicular:

- **Movilidad por Cables Aéreos:** Consolidar el sistema de cables aéreos no solo como solución de transporte público masivo urbano en ciudades de ladera como Manizales, sino como alternativa para la conectividad de comunidades rurales aisladas en la montaña, minimizando el impacto ambiental sobre el suelo.

- **Sistemas Integrados de Transporte Público (SITP) limpios:** Priorizar la electromovilidad, los corredores peatonales y las redes de ciclorrutas urbanas frente a la construcción desmedida de infraestructura para el automóvil privado.

3. Renovación Urbana Justa e Intangibilidad del Suelo Social

Frente a las intervenciones urbanas que desplazan comunidades históricas vulnerables bajo el pretexto de la renovación urbana (como en el Macroproyecto San José de Manizales):

- **Respeto a la utilidad pública original:** Garantizar que el suelo expropiado o adquirido por el Estado para fines de interés social y reubicación de familias en alto riesgo se mantenga de forma **intangible** para la edificación de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Vivienda de Interés Social (VIS) in situ.

- **Prohibición de la especulación inmobiliaria:** Impedir que terrenos de función social recuperados por el Estado sean privatizados o transferidos a desarrolladores comerciales privados No-VIS, evitando procesos de gentrificación y despojo urbano.

IV. EJE SOCIO-CULTURAL, INSTITUCIONAL Y BIOGOBERNANZA

Resolver las disrupciones de la Ecorregión Cafetera requiere transformar las estructuras de gobernanza local, descentralizar el poder y fortalecer el tejido socio-cultural comunitario.

1. Construcción de una Biogobernanza Territorialmente Integrada

Superar la fragmentación político-administrativa entre Caldas, Risaralda, Quindío y municipios aledaños es una tarea urgente. Se plantea:

- **Integración ecorregional real:** Fortalecer la Región Administrativa y de Planificación (RAP) del Eje Cafetero, trascendiendo el plano burocrático para convertirla en un órgano de planificación ecorregional vinculante con participación ciudadana.

- **Gobernanza participativa y comunitaria:** Adoptar el principio "Ninguna decisión sobre nosotros, sin nosotros", garantizando que las comunidades locales, campesinas e indígenas tengan voz deliberativa en la formulación de los POT, estudios de impacto ambiental y licencias de megaproyectos.

2. Fortalecimiento de la Identidad y la Educación Ecorregional

El desarrollo territorial es inviable sin la reconstrucción del sentido de pertenencia y el conocimiento del entorno natural:

• **Educación ambiental y sismológica territorial:** Incorporar en los currículos escolares y universitarios de la región el estudio de la geología, la ecología de montaña, la prevención del riesgo y la historia ambiental del Eje Cafetero.

• **Apropiación social del conocimiento científico:** Establecer puentes entre la academia, las redes universitarias de la región (como el Sistema Universitario del Eje Cafetero - SUEJE) y las organizaciones comunitarias para co-diseñar soluciones adaptadas a cada microterritorio.

3. Preservación del Patrimonio Cultural Material e Inmaterial

• **Salvaguarda de la tradición constructiva:** Promover escuelas taller para la enseñanza y actualización técnica del uso de la **guadua** y el **bahareque**, garantizando que las construcciones tradicionales cumplan las normas de resistencia sísmica sin perder su valor estético y ecológico.

• **Defensa de la cultura cafetera campesina:** Proteger la figura del pequeño caficultor, la recolección manual, la gastronomía local y las manifestaciones musicales y orales como elementos constitutivos del bienestar social.

SÍNTESIS DE LA MATRIZ DE ACCIONES RECOMENDADAS

Para materializar estas propuestas y resolver las disrupciones de la Ecorregión Cafetera, se sintetiza la siguiente hoja de ruta estratégica:

[PLAN DE ACCIÓN INTEGRAL]

[GESTIÓN DEL RIESGO]	[RECONVERSIÓN AGRARIA]	[MOVILIDAD MULTIMODAL]	[DERECHO A LA CIUDAD]
- Bioingeniería en laderas	- Sombrío y agroecología	- Tren del Occidente	- Respeto a fin social del suelo (VIP/VIS)
- Protección de cuencas altas	- Diversificación	- Puerto La Dorada	- Biogobernanza y participación
	- Detener monocultivos de exportación	- Cables aéreos urbanos/rurales	

******

MISIÓN DE SABIOS DE CALDAS: ENCUESTA



A continuación, las respuestas a las preguntas formuladas, en la Encuesta de participación, por la Misión de Sabios de Caldas, en los cinco temas de la Misión. 27-11-2020.

—

Misión 1: Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa.

¿Cuáles son las debilidades y amenazas de las agendas públicas en el objetivo bioeconomía y Economía naranja?

1- Persiste el modelo educativo anacrónico que, pensado para la sociedad industrial de ayer, en un escenario de bajo nivel de escolaridad: 10,5 años urbana y 4,5 años rural, por estar centrado solo en Matemáticas-Ciencias-Lenguaje, no desarrolla el talento humano. 2- No es incluyente con la Caldas profunda dado que en las políticas y los planes y no se diferencian lo artesanal y rural, de lo industrial y agroindustrial. 3- Dado que el conocimiento debe reconocer la existencia de comunidades de base y que el territorio es una construcción social e histórica, los instrumentos de Ciencia y Tecnología, no están imbricados con la cultura local, para incorporar los saberes ancestrales.

¿Cuáles son las fortalezas y oportunidades de las agendas públicas en el objetivo bioeconomía y economía naranja?

Se acoge el Paisaje Cultural Cafetero, donde el potencial está en su desarrollo bajo los preceptos de la declaratoria, relacionados con la agricultura autárquica tradicional, y no con la agricultura de base química y monocultivos. 2- El territorio que es biodiverso y pluricultural, consta de 4 escenarios diferenciados; las bio-regiones minera del occidente y la magdalenense del oriente, ambas asociadas a los tiempos de la Colonia con biomas diferentes; y las bio-regiones cafetera y de las altas cordilleras, relacionadas con los procesos de colonización del siglo XIX y con sus correspondientes biomas que las caracteriza.

Misión 2: Agua y cambio climático.

¿cuáles son las principales brechas que se presentan referente a la gestión del agua y el cambio climático en Caldas y cómo estás podrían superarse?

1- Ambiente contaminado con fuerte presión sobre la estructura ecológica, ya para las zonas urbanas de Centro-Sur por el modelo expansionista del urbanismo y por presencia de industrias -en especial las de alimentos-, y por lixiviados llegando al acuífero de Santágueda asociados al relleno sanitario-, ya por minería en vecindades de áreas mineras, caso Marmato. 2- Para el Oriente, paisajes con un patrimonio hídrico excedentario susceptible de aprovechamientos ambientales más responsables y que no operen como enclaves económicos. 3- Para el Norte y Noroccidente, paisajes deficitarios en un medio montañoso y de rocas impermeables cuya deforestación asociada a la minería y ganadería extensiva agrava el riesgo de suministro de agua. 4- Paisajes con fuerte presión -sobre todo por obras de urbanismo- sobre los bosques de niebla para Centro Sur, y sobre los bosques secos – en particular por la ganadería- en la zona Magdalenense. 5- Deficiencias en conectividad biológica a lo largo de las rondas hídricas, incidiendo en la vulnerabilidad frente al cambio climático asociada a la fragmentación de ecosistemas. 6- Existe una brecha de conectividad digital, -como factor de acceso a salud, a educación y a oportunidades económicas-, entre la capital caldense (66%) y la provincia, la que también se clona entre los medios urbanos con (50%) y los medios rurales del departamento (2% al 5%).

¿En términos hídricos qué oportunidades o ventajas estratégicas (incluido conocimiento) ha identificado en su territorio; la variabilidad y el cambio climático le aportan o restan a estas? ¿Cómo potenciar tales fortalezas?

1- Agendas con productores para desarrollar una reconversión productiva intensiva en modelos agroforestales y silvopastoriles, sin monocultivos, e intensivos en C&T imbricada con la cultura – incluyendo café por su enorme huella hídrica y aguacate dada su expansión e impacto sobre el agua y la biodiversidad, y zonas ganaderas extensivas en potreros-, lo que aportaría una solución estructural a las deficiencias en regulación hídrica, calidad del agua (erosión) y fragmentación de ecosistemas. 2- Expandir las figuras de conservación, el bioturismo y aviturismo, y el empleo de pago de servicios ambientales para blindar páramos y bosques

altoandinos en cuencas abastecedoras. 3- Declarar PNN las reservas Forestales Protectoras en la Cuenca alta del Chinchiná, dado que esa figura de mayor jerarquía blinda mejor el escenario de la cuenca más degradada, más amenazada y más poblada de Caldas. 4- Intensificar acciones en la Zona de Amortiguamiento del PNN contemplando una franja con un ancho de 1 km, valor recomendado para estos efectos de conformidad con el estudio de la Fundación Grupo HTM (2014). 5. Empleando los instrumentos de Ley y de ser posible una declaratoria de emergencia en áreas de alta amenaza a eventos hidrogeológicos, recuperar la conectividad biológica de las rondas hídricas de los cuerpos de agua en cuencas abastecedoras con población en riesgo de suministro o ecosistemas estratégicos altamente vulnerables.

Misión 3: Colombia hacia un nuevo modelo productivo, sostenible y competitivo.

En su territorio (municipio o región de caldas) ¿Qué problemas identifica para la conformación y el crecimiento empresarial en pro de la productividad?

1- Para no palidecer frente a las acciones metropolitanas de Cali y Medellín que con la conectividad ya se acercan, a{un no se ha concertado a nivel del Eje Cafetero como estrategia una revolución urbana conformando la Ciudad Región del Eje Cafetero, soportada en áreas metropolitanas, en territorios que complementen sus economías en lugar de competir, y en proyectos estratégicos de conectividad para ganar en masa crítica científica y política, y lograr un mercado ampliado y más competitivo.

2- No existe integración entre Planes de Desarrollo y Planes de Gobierno con planes sectoriales de sectores estratégicos y relevantes, tanto empresariales como la academia en sus funciones misionales de CyT. Aún más, los Planes de Desarrollo al no contemplar condiciones regionales y de vecindad, son insulares.

3- La articulación suprarregional, pasa por la hidrovía del Magdalena y el Ferrocarril del Pacífico integrando a Urabá y Buenaventura, y con la conectividad vial con el Sur de Antioquia y Nor-Occidente de Tolima.

En su territorio (municipio o región de caldas) ¿Que consideran que falta para ser competitivos?

1- No existe una Agenda Regional de Ciencia y Tecnología, concertada a nivel del Eje Cafetero, así se tengan a nivel departamental instrumentos similares, aunque de niveles o alcances asimétricos, con mejor desarrollo en Risaralda. La idea central, debe ser priorizar y acoplar la oferta y demanda de conocimiento, con visión estratégica y de forma concertada.

2- Las principales opciones, que estarían en las TIC, la Biotecnología y la economía Naranja, exigen en su mayor conectividad con alcance rural y un desarrollo empresarial basado en la robótica e inteligencia artificial, masa crítica científica para poder tener empresas ancla, y apalancar el PCCC y el sector agroindustrial con un aeropuerto de alcance transoceánico.

Misión 4: Conocimiento e innovación para la equidad.

¿Cuáles son las barreras para lograr equidad en el Departamento de Caldas en cuanto a la generación y la apropiación del Conocimiento?

1- Mayor informalidad por la pandemia, agravada con la migración venezolana donde 6 de 10 son migrantes no registrados, y Menores tasas de empleo que han llegado a con valores superiores al 20% con mayor incidencia en contra de la mujer y los jóvenes, situación que sólo se podrá revertir en varios años.

2- Un Gini de la tierra superior al 0,8% en 2009, cuando el de Colombia fue de 0,88% según informe de Desarrollo Humano; todo esto a pesar de que la estructura de la tenencia de la tierra tiene que ver con el café que es un cultivo de pequeña superficie.

3- Poblaciones indígenas y afrodescendientes, centenariamente afectadas por la carencia de tierra sobre todo en Riosucio y Supía – caso Guamal y La Montaña-, lo que explica por ejemplo que se hable de “barrios emberas” en Pereira.

¿Cuáles serían las oportunidades para lograr equidad en el Departamento de Caldas a través de propuestas innovadoras que conduzcan a la generación y la apropiación del Conocimiento?

1- Con el plan de reactivación post-pandemia, se pueden desarrollar políticas y herramientas para favorecer el empleo temprano y con perspectiva de género incluyendo criterios de contratación pública incluyente.

2- Con la política del gobierno priorizando la economía verde y las TIC, se debe avanzar en una revolución educativa que empiece por ajustar los contenidos educativos contemplando, además de la conectividad y la virtualidad, el emprendimiento y la innovación social en áreas como la cultura y el arte.

3- Emplear estrategias como la apropiación social del medio local entendido como un constructo cultural, para apalancar las acciones ambientales y los proyectos de desarrollo a partir de la oferta natural y cultural del territorio.

Misión 5: Educar con calidad para el crecimiento, la equidad y el desarrollo humano.

¿Qué dificultades y necesidades percibe en la educación actual que se presenta en el departamento?

Más que la calidad -asunto de por sí necesario, debe replantearse estructuralmente el modelo educativo de cara a la sociedad del conocimiento, dado que, con el advenimiento de la cuarta revolución educativa, muchos oficios cambiarán y muchas personas quedarán desprendidas.

Si en sus manos estuviera transformar la educación, ¿qué propondría y qué posibilidades encuentra en el departamento para hacerlo realidad?

Los programas educativos deberán contextualizarse, con una visión local que reconozca lo global, en función de las estrategias de programas como Escuela Nueva, Escuela Activa Urbana y Universidad en el Campo, para poder aprovechar el potencial natural y cultural de cada territorio.

—

*Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia y Miembro de la SMP de Manizales. Manizales, 27-11-2020. Imagen de portada: Museo Interactivo Samoga.

***

EL CALENTAMIENTO GLOBAL ARRECIA… ¿Y LAS HELADAS QUÉ?

Los pronósticos

Los pronósticos de la Organización Meteorológica Mundial y organismos como el *International Research Institute for Climate and Society* (IRI) o el *Climate Prediction Center* (CPC) del gobierno de Estados Unidos siguen pronosticando “normalidad” – o “condiciones del “El Niño-Southern Oscillation” (ENSO) de carácter neutral durante el verano del hemisferio norte.

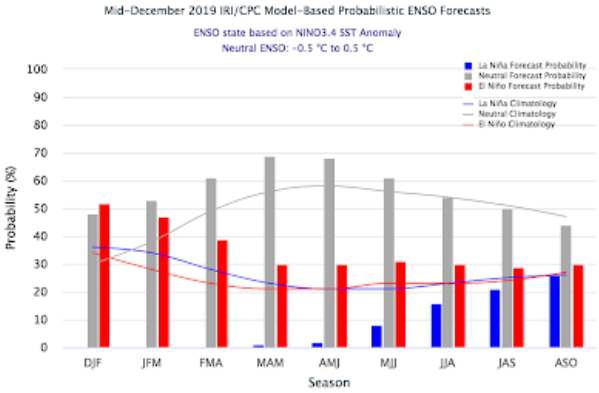


Explicación comprensible de por qué y dónde se producen las heladas – y de qué se puede hacer para atenuar o prevenir sus daños-.

En Colombia sin embargo se han presentado sequías intensas y además fuertes heladas en ciertas partes del Altiplano Cundiboyacense – cuya extensión, 220 mil hectáreas, es igual a la del fértil valle del río Cauca-.

Aunque los modelos habían anticipado escenarios climáticos "neutrales" para este verano, hoy se estima que dichas condiciones podrían cambiar hacia un episodio de El Niño para finales del año en curso (Ver grafica siguiente).

Pronóstico ENSO de diciembre de 2019, mostrando las tendencias inciertas para la temporada de septiembre



Fuente: CPC-IRI.

El problema

Después del riesgo de inundaciones y deslizamientos en temporadas invernales -que coinciden con la fase húmeda del ENSO conocida como La Niña- Colombia enfrenta el riesgo de las sequías que se asocian con El Niño -un fenómeno atmosférico exacerbado por el cambio climático-.

De aquí a su vez tienden a resultar las heladas en los altiplanos andinos, que ocupan el 7% de la superficie agropecuaria colombiana y conllevarían pérdidas económicas para 1.758.000 habitantes expuestos (3,6% del total nacional), particularmente en actividades como la producción de leche en praderas, y los monocultivos a cielo abierto de cereales, hortalizas, frutas, flores, papa y otros perecederos.

Factores de las heladas

Una helada climática se produce cuando el termómetro marca menos de 0°C en los dos primeros metros sobre el terreno, así existan temperaturas ligeramente superiores en el subsuelo de labranza o en el entorno inmediato de las plantas.

Estas heladas pueden resultar de una corriente de aire frío, o pueden ser mayores si resultan de un estado de alta presión atmosférica con vientos en calma. También existen heladas de irradiación térmica, sobre todo en altiplanos, cuando el terreno se enfría durante la noche porque el calor ha subido hacia la atmósfera sin presencia de nubes, lo cual intensifica las heladas en la madrugada.

Ahora bien, para valorar el grado de exposición a las heladas hay que tener en cuenta:

▪ La altitud del territorio, ya que la temperatura disminuye 6°C por cada mil metros sobre el nivel del mar (msnm), de modo que el riesgo es Alto sobre los 3000 msnm, Moderado entre 2800 y 3000 msnm, y Bajo entre 2500 y 2800 msnm;

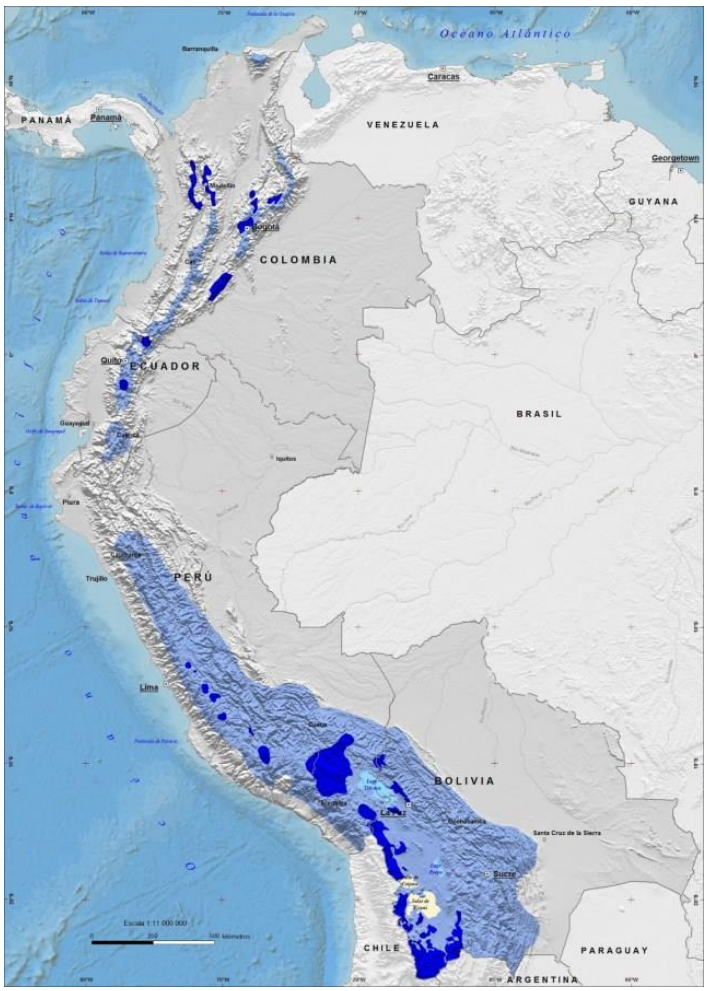
▪ La morfología del terreno, donde planicies y hondonadas presentan condiciones de exposición Alta, los terrenos ondulados nivel Moderado, y las llamadas "formas dómicas" nivel Bajo;

▪ La compacidad del suelo, siendo Alto el nivel de susceptibilidad en suelos granulares sin finos, Medio en suelos granulares semicompactos o con pocos finos, y Bajo en suelos compactos y densos;

▪ La cobertura vegetal. Mientras que los pastos limpios y sabanas, al igual que los cultivos menos densos ofrecen un grado de exposición Alto, y los mosaicos de cultivos arbustivos con pasturas y matorrales ofrecen exposición Moderada, en las coberturas boscosas o arbóreas altas y densas, el grado es Bajo;

▪ Y finalmente, la cercanía a cuerpos de agua, donde la distancia a ríos y lagos mayor de 3 Km se califica con exposición Alta, entre 1 y 3 Km como Moderada, y menor de 1 Km como Baja.

Antecedentes en la región y en Colombia



Mapa: Zonas Susceptibles a las Heladas. Fuente: *http://www.comunidadandina.org*

Pero el fenómeno no es nuevo.

Según la Comunidad Andina, entre 1970 y 2007 se reportaron 639 casos de heladas en la región con diversos niveles de pérdidas en población, cultivos y ganadería, distribuidos así: 553 eventos corresponden a Perú -dada la mayor extensión territorial y población expuesta-, 35 a Bolivia, 40 a Colombia y 11 a Ecuador (Cuadro adjunto).

Comunidad Andina – Las heladas	
	Superficie agropecuaria expuesta – Miles de Kilómetros cuadrados

Parte I	Área total	Área expuesta	% Área
Bolivia	269	100	37
Colombia	533	37	7
Ecuador	115	25	21
Perú	256	193	75
Comuni. Andina	1 173	355	30
Población expuesta a heladas. Miles de habitantes			
Parte II	Población total	Población expuesta	% Pobla.
Bolivia	9 427	2 922	31
Colombia	45 000	1 758	3,6
Ecuador	13 215	2 470	19
Perú	27 254	5 669	21
Comuni. Andina	94 896	12 819	14

Fuente: Cuando hiela. Comunidad Andina, en http://www.comunidadandina.org/

Las heladas en Colombia afectan áreas localizadas a más de 2500 msnm -como el Altiplano Cundiboyacense, la sabana de Túquerres-Ipiales y tierras frías de Antioquia y la Cordillera Central-, principalmente en los meses

secos del año. Estas heladas han ocasionado pérdidas cuantiosas en cultivos de flores, maíz, papa y hortalizas, y para productores de leche.

Entre 1978 y 2007, los municipios más afectados según el número total de heladas fueron Sogamoso (200 heladas), Tenjo (270), Zipaquirá (240), Sopó (200), Mosquera (100) y Sesquilé (100). En febrero de 2007 las heladas en Cundinamarca y Boyacá llegaron a registros por debajo de -8° Celsius y afectaron cerca de 160 mil hectáreas.

¿Qué hacer?

El pronóstico cuantitativo de las heladas puede hacerse con métodos estadísticos distintos, como decir los métodos de Katz, Murphy y Winkler (1982) y el método de Allen (1957). Este último estima la Temperatura mínima en función del punto de rocío y porcentaje de humedad relativa, medidos dos horas antes de la puesta de Sol. El método anterior permitiría pronosticar la temperatura mínima para las noches de heladas con cielo despejado y viento en calma. Es importante el pronóstico para poner en marcha los métodos activos de protección contra las heladas, entre ellos:

▪ Los riegos por aspersión cerrando el día para bajar las temperaturas en el predio; Los riegos por inundación para mantener el suelo húmedo y reducir considerablemente el riesgo; El calentamiento del aire y la plantación para mantener los tejidos vegetales por encima de la temperatura letal; La ventilación del predio para reducir el efecto de radiación al homogenizar la temperatura del aire; El aislamiento térmico de los cultivos, empelando materiales comunes en el mercado.

Hay por supuesto que evaluar el costo- beneficio de las opciones anteriores, pero además hay que pensar en las medidas preventivas, entre las cuales se destacan:

▪ Elección de especies y variedades cuya producción no coincida con el período de heladas; Emplazamiento del cultivo, evitando depresiones topográficas y ocupando zonas convexas del terreno por ser dispersoras de aire frío; Eliminar la floración precoz para que no coincida con la época de heladas, usando productos químicos o técnicas de enfriamiento como la aspersión de agua; Utilizar cercas de plantas para evitar los flujos de aire frío sobre el cultivo; Manejo adecuado en la fertilización y mínimo laboreo del suelo para disminuir la pérdida de energía; y Técnicas de cultivo como la compactación del terreno para sacar el aire contenido en la masa de suelo que favorece la helada.

***

* [Razón Publica. Bogotá, 2020-01-27] Imagen de Portada. Helada en la Sabana. El Espectador.

***



Es evidente que frente a la crisis económica, ambiental y social cafetera, agravada por la pérdida de valores que aqueja a nuestra sociedad, se reclama, además de procesos participativos y de un liderazgo colectivo anclado en la civilidad como valor supremo de la cultura urbana, una propuesta política soportada en dos ejes: un nuevo modelo educativo para la época del saber, y un modelo rural y periurbano sustentable más acorde con nuestra economía agraria de minifundios deforestados y empobrecidos y de urbes cafeteras tercerizadas donde se concentra el PIB, para ocupar dignamente la fuerza laboral de una población con precarias competencias laborales.

Tras décadas de violencia, narcotráfico y corrupción como fenómenos colombianos que gravitan exitosamente en el Viejo Caldas y región circunvecina, podría reflexionarse sobre sus problemáticas y conflictos más relevantes, partiendo de las consecuencias de un modelo cafetero soportado en formas de producción primaria para un sistema de mercadeo insostenible, que se expresa en el deterioro de los términos de intercambio del sector y la actual crisis de una de nuestras instituciones más fundamentales, como lo es la propia Federación Nacional de Cafeteros creada en 1927, tan ajena ahora al quehacer de sus comités e incapaz de canalizar las reclamaciones de sus asociados.

De ahí que debamos preguntarnos desde la región cafetera más tradicional de Colombia, sobre cuál es el nivel de cultura política y a qué se le debería apostar en este territorio con raíces históricas y culturales centenarias asociadas a los procesos de colonización antioqueña: a esperar un caudillo carismático de origen cafetero con "conciencia de clase", claridad política y voluntad suficientes para asumir como causa suya la de esta comunidad laboriosa, además de propender por una caficultura amigable con el ambiente y de valor agregado que exprese nuestra identidad cultural; o contrariamente al líder convencional no cafetero, con refinados instrumentos y medios que siempre le han permitido seducir al gremio, gracias al concurso cómplice de hipócritas aduladores que le facilitan traficar con la conciencia de los asociados, para satisfacer intereses de terceros sin importar la dimensión ambiental y menos la dignidad de nuestros campesinos y su patrimonio cultural y económico.

Los enfoques de "desarrollo y crecimiento", donde inicialmente la apuesta era el asistencialismo cuando sólo interesaba el ingreso percápita que enmascaraba los desequilibrios o a la redistribución del ingreso entre las regiones cafeteras prósperas y vecinas marginales aplicadas a economías de subsistencia, debe ser ahora una política sectorial orientada a cerrar la brecha de productividad de unos y otros con el concurso del Estado y de la Federación para prevenir los desequilibrios del mercado e implementar estrategias como la expansión de las capacidades humanas para acceder a la innovación en los municipios cafeteros. Para estos retos además de metas y procesos y formas de reconvertir el sector para transformar los recursos por los propios cultivadores mirando productos, sectores y mercados en el escenario de la nueva sociedad, se obliga a implementar además de otro modelo educativo, un nuevo ordenamiento territorial y organizacional dotado de tecnología, para que los productores encuentren oportunidades accediendo al tema de la innovación donde encaja el Paisaje Cultural Cafetero PCC.

A manera de ilustración, veamos algunos de los principales desafíos de nuestra ecorregión en el marco de un desarrollo sustentable: en lo social, el surgimiento de una crisis organizacional que exige liberar el establecimiento para ajustarlo y ofrecer alternativas de verdadero desarrollo para los productores rurales, como estrategia necesaria para la construcción de un territorio de paz. En lo ambiental, atender la degradación y deforestación de las cuencas cafeteras a partir de una gestión sostenible de fuentes hídricas, recuperación del sombrío y ecosistemas estratégicos, como también de una infraestructura para la competitividad soportada en equipamiento tecnológico y acciones para mitigar la amenaza del calentamiento global y las dinámicas periurbanas, en el marco del PCC. Y en lo económico, aplicar reformas estructurales para corregir las disfunciones de un aparato productivo, reconvirtiendo el clúster cafetero a partir de estrategias de innovación en la cadena productiva diversificada, y de políticas de fortalecimiento democrático que ubiquen a los productores rurales en el centro del desarrollo.

Para finalizar antes que sembrar en el imaginario de los agremiados la esperanza del surgimiento de un caudillo que represente sus ideales y actúe en un complejo contexto internacional donde las fuerzas de la globalización imponen condiciones, la fórmula para enfrentar la compleja crisis cafetalera sin depender de un hecho tan fortuito y escaso como ese, debería ser consolidar el liderazgo colectivo ejercido por los productores en una apuesta política que opte por la gobernanza y la reconversión sectorial, e incluso el control político y celosa vigilancia del patrimonio del gremio, si es que este no se ha dilapidado en aventuras empresariales impropias a la actividad.

Ref: Universidad Nacional de Colombia Manizales, 2013-03-18. ImagenEl Café; Blog SMP Panizales..

CAPÍTULO IV: VULCANISMO ANDINO

DESAFÍOS DEL COMPLEJO VOLCÁNICO RUIZ TOLIMA



Imagen Volcanes nevados del Complejo Volcánico RuizTolima, y Cerro Bravo. Gustavo Wilches Cháux, en: http://wilchesviajerofrecuente.blogspot.com/

Introducción

La subregión Centro Sur de Caldas, habitada por 500 mil habitantes de cinco municipios: Chinchiná, Manizales, Neira, Palestina y Villamaría, se ubica sobre el flanco nor-occidental del segmento volcánico más septentrional de la Cordillera Central de los Andes colombianos, donde aparecen los volcanes Cerro Bravo, Nevado del Ruiz, Nevado de Santa Isabel, Nevado del Tolima y Machín.



Imagen 2- Parque Nacional Natural de los Nevados, PNNN: al norte, Nevado del Ruiz; Al sur, Nevado del Tolima, en el centro, Nevado de Santa Isabel. Fuente, Cambio climático y turismo en Colombia.

Consciente de la amenaza volcánica para la subregión Centro Sur, asociada a los tres primeros dada su mayor cercanía, y en particular al Cerro Bravo y al Ruiz, la UN ofrece esta actividad como parte de un programa de gestión integral del riesgo, para invitar a definir con acierto el modelo de ocupación del suelo en dicho territorio.

El planeta tierra

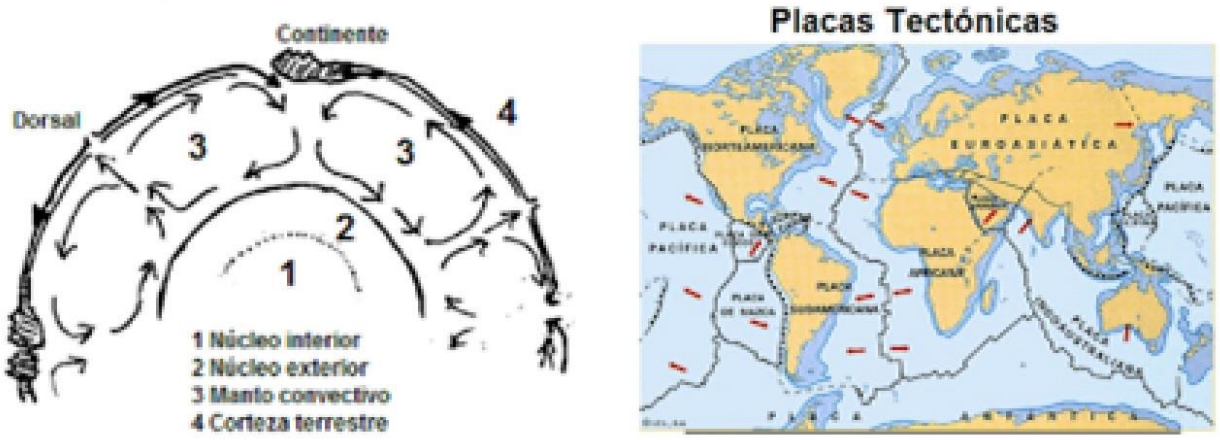


Imagen 3- Arriba, la estructura del planeta. Abajo, Placas Tectónicas, en www.profesorenlinea.cl

La Tierra posee un núcleo casi tan caliente como la superficie del Sol, sólido en su centro y fluido en su periferia.

Por lo anterior, el manto que envuelve el núcleo terrestre está en un movimiento plástico de corrientes de convección, gracias al cual la corteza muestra sus dinámicas y en ella los continentes derivan y se transforman.

La corteza externa, fría y delgada, es la piel de la tierra que conforma placas tectónicas que mutan y que contienen los continentes, quienes cabalgando sobre los fondos oceánicos se exponen a la atmósfera y erosionan.

En la corteza se diferencian los fondos oceánicos siempre jóvenes con sus dorsales, y los continentes más antiguos emergidos con sus cordilleras.

La danza de los continentes

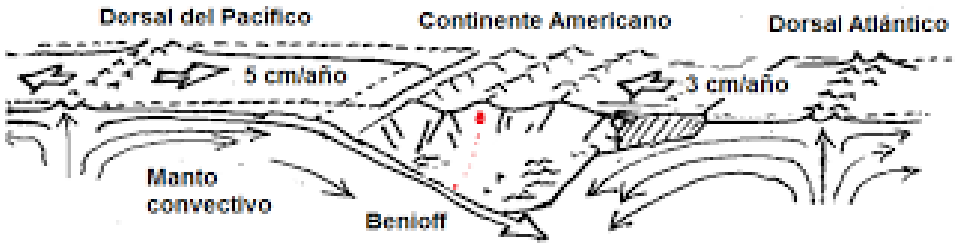


Imagen 4- En el borde destructivo de las placas tectónicas, el magma que se genera en el plano de Benioff, sube alcanzando las raíces profundas de las cordilleras que se explican por la teoría de la isostasia, hasta la cámara magmática donde se prepara la erupción. Fuente propia.

La corteza de la Tierra, se regenera y destruye, conforme se mueve a modo de banda transportadora, impulsada por las corrientes de convección del manto plástico.

Las rocas de los fondos oceánicos de alto contenido en Fe y Mg son más pesadas y poseen un punto de fusión alto, por lo que los continentes constituidos de materiales pétreos ricos en Si y Al, con rocas de bajo punto de fusión, al resultar más livianos cabalgan las anteriores que las subducen y les permite permanecer en el tiempo, expuestas a la intemperie, sobre la corteza de la Tierra.

Las placas tectónicas surgen en las dorsales y se destruyen en las zonas de subducción, donde regresan al manto para fundirse de nuevo. De ahí que su antigüedad a lo sumo llegue a 150 millones de años, mientras los continentes alcanzan edades de miles de millones de años.

En su deriva la corteza arrastra los continentes, forma montañas y volcanes, e igualmente se deforma y fractura, causando los terremotos, en lugares donde eventualmente los volcanes también acechan.

Vulcanismo efusivo y explosivo



Imagen 5- Borde constructivo de la corteza (Izq) y borde destructivo de la corteza (Der). En los continentes, el magma básico asciende por mecanismos de fusión y reemplazamiento, lo que le permite contaminarse de fluidos y ganar en contenido de sílice. Fuente propia.

Existen sismos en los bordes destructivos de las placas tectónicas, que se relacionan con la fricción en el Plano de Benioff en el contacto de la Placa Tectónica de Nazca con la Sudamérica, cuando la primera regresa para fundirse en el manto de la Tierra, o por tensiones acumuladas del empuje del continente sudamericano hacia el Pacífico.

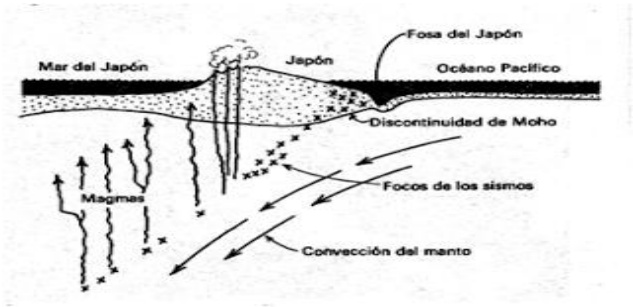


Imagen 6- Vulcanismo en zona magmática interplaca. El ploteo de los focos sísmicos permite inferir el fenómeno de subducción, en Japón. Tomado de ¿Qué es la Tierra?, Takeuchi, Uyeda y Kanamori. En: Manual de geología para ingenieros.

Dichos sismos Interplaca, típicos de la base de la Cordillera Occidental de Colombia, con profundidad entre 70 y 100 km, tienen gran energía (magnitud) aunque por resultar profundos el efecto en superficie (intensidad), es tenue pero extenso: se sienten en toda Colombia. El mapeo de estos sismos permite inferir el plano de Benioff y los procesos de generación del magma.

Procesos magmáticos fundamentales



Imagen 7- Procesos magmáticos fundamentales, en: Manual de geología para ingenieros.

El efusivo. Caracterizado por la efusión y derramamiento de lava sobre la superficie, para formar mesetas y escudos volcánicos.

El explosivo. Donde se da el lanzamiento con violencia y a gran presión de magma pulverizado y fragmentos de roca; como evidencia de éstos, los conos cineríticos y los estratovolcanes (ej. El Tolima), cuando el mecanismo se alterna con el anterior.

El extrusivo. Proceso que explica domos volcánicos por el estrujamiento de magma viscoso, sólido o semisólido, que se exprime a la superficie. Estos edificios volcánicos no poseen cráter (ej. el otero de San Cancio).

El intrusivo. Cuando el magma penetra los pisos del subsuelo para solidificarse en el interior de la corteza y por debajo de la superficie, quedando depósitos en forma mantos, diques, etc.

Mecanismos eruptivos

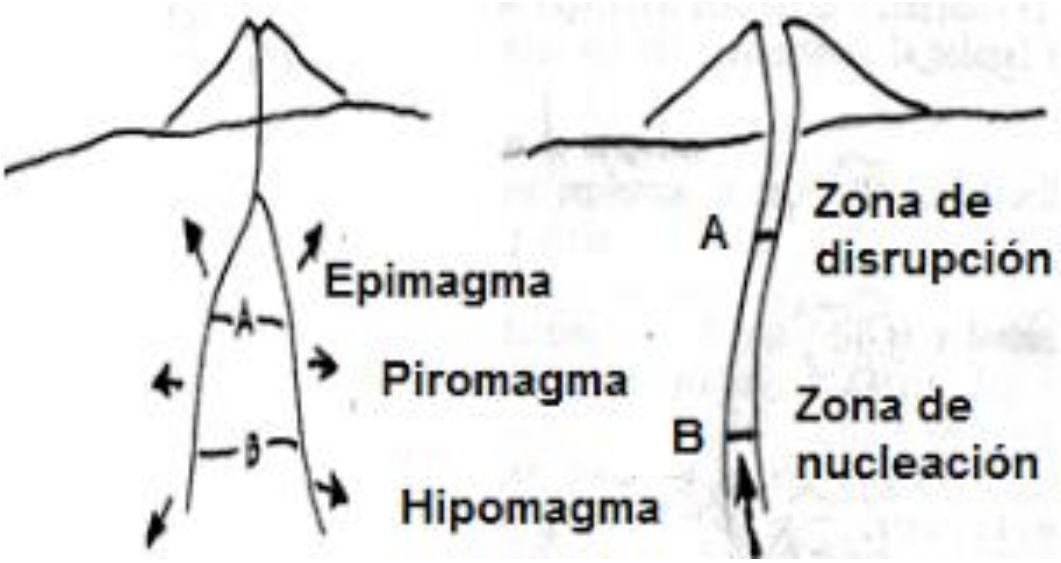


Imagen 8- Modelos eruptivos estático (Izq) y dinámico (Der). Epimagma, Piromagma e Hipomagma, son zonas que definen entre A y B una región en la que el magma se desgasifica y transforma en una espuma de lava, cuya evidencia es la piedra pómez. En: Manual de geología para ingenieros.

Modelos Estático y Dinámico:

El Modelo Dinámico, es característico de volcanes con prolongados procesos de calma volcánica. Inicialmente (A) es la frontera que separa la lava (por arriba) del magma (por abajo); pero puede despresurizarse la cámara magmática trasladándose hacia abajo dicha frontera hasta (B); entre (A) y (B) la nueva porción de magma se desgasifica, y cayendo la presión se forman burbujas, porque entre A y B los volátiles pasan de la fase líquida a la gaseosa; luego, las burbujas fruto de la desgasificación, por menos densas y ayudadas por movimientos convectivos, ascienden hasta la espuma que está por encima de (B) para nutrirla, hasta cuando su colapso produzca la erupción.

El Modelo Dinámico, es típico de volcanes con actividad eruptiva frecuente o magmas fluidos. Suponga un conducto profundo y a través suyo, una porción de magma en ascenso (imagen derecha); cuando el magma alcanza el nivel (A) se forman burbujas porque la presión de gas iguala a la presión confinante. (A) es la zona de nucleación; luego entre (A) y (B) las burbujas, ganan energía potencial de deformación, pues no podrán ganar volumen por la viscosidad del fundido, aunque la presión vaya disminuyendo durante su ascenso. Pero a partir de B, las burbujas explotan produciéndose la erupción.

Estructura general de un volcán

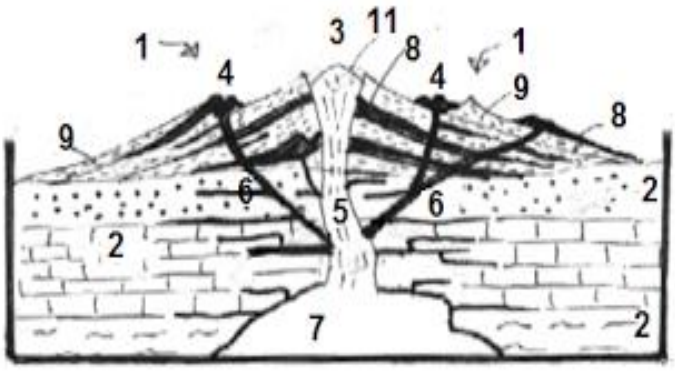


Imagen 9- El Volcán: 1. Edificio volcánico, 2. basamento, 3. cráter principal, 4. cráter secundario, 5. chimenea principal, 6. respiradero, 7. cámara magmática, 8. derrames lávicos, 9. capas de piroclastos, 11.cúpula extrusiva. Imagen adaptada de Geología Estructural, V. Belousov.

El Ruiz presenta dos cráteres secundarios, la Piraña y la Olleta, cuyas edades podrían ser de cien mil años, dos estructuras adventicias alineadas con el cráter Arenas y ubicadas a 4 km por ambos costados, anunciando una falla que corta la falla Palestina, rasgo estructural principal sobre la cual se ha dado el vulcanismo del complejo Volcánico.

La presencia de domos volcánicos con edades del orden de los 150 mil años y dispuestos en forma areal entre Cerro Bravo y el Ruiz, (Santana p. e.) parece anunciar un fracturamiento bidimensional del basamento (Stock de Manizales); también, el alineamiento de domos volcánicos al este de San Cancio, se correlaciona con la falla Villa María-Termales del Ruiz, sobre la cual aparece el volcán Tesorito.

Fenómenos volcánicos

Columnas eruptivas, flujos, oleadas y erupciones laterales dirigidas: son eventos cuyas características varían en función del coeficiente explosivo de volcanes, asociado a la naturaleza de los magmas.

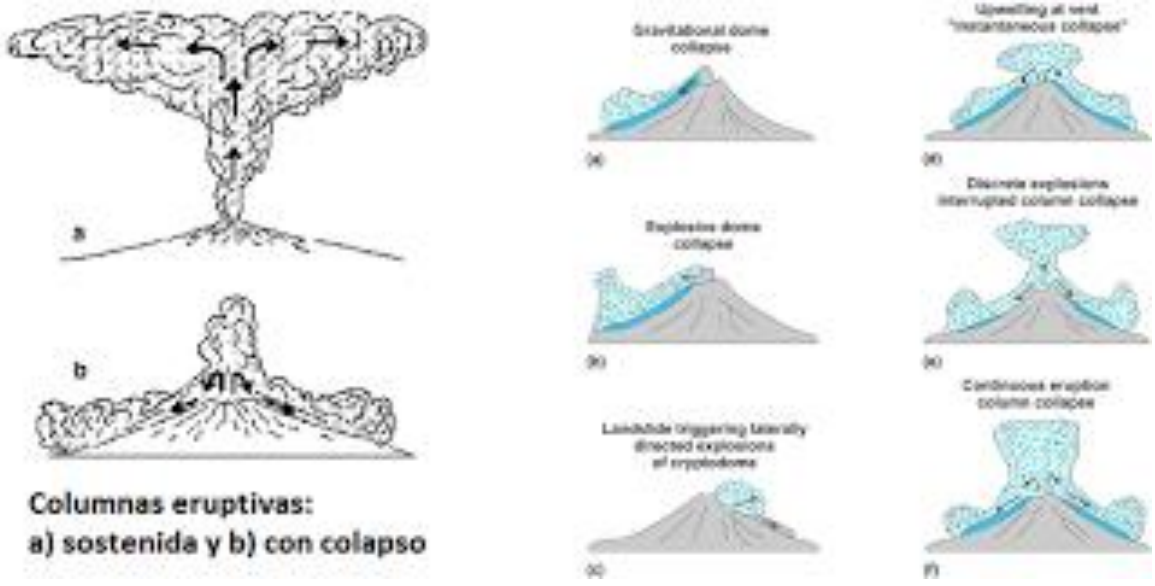


Imagen 10- Columnas eruptivas: Izquierda columnas verticales y de colapso, en http://www.insugeo.org.ar Derecha colapsos de columnas y blast (c), en http://accessscience.com/---

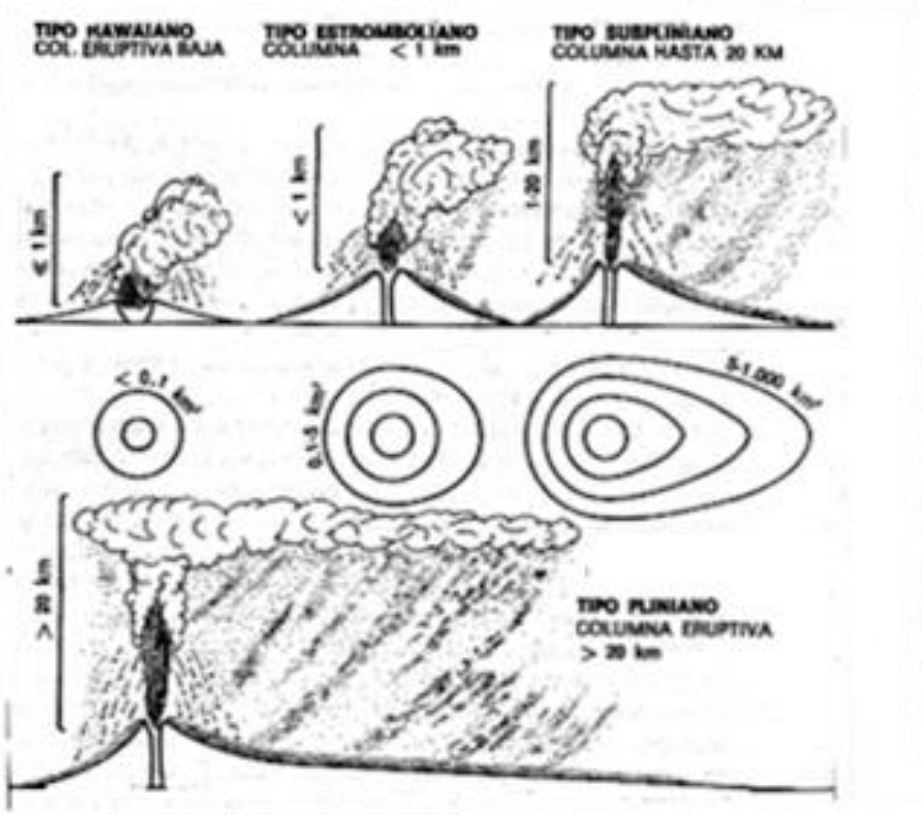


Imagen 11- Erupciones plinianas y subplinianas; tomado de Booth y Fitch, La inestable Tierra.

Los flujos piroclásticos, dada su elevada temperatura y carga en suspensión, pueden producir asfixia, enterramiento, incineración, abrasión con chorros de arena, y trituración por impacto físico.

Las zonas más amenazadas suelen ser las laderas y vaguadas profundas en las proximidades del volcán. Esto explica el riesgo sobre los primeros 10 km en el entorno de un cráter, y a mayor distancia para volcanes de mayor coeficiente explosivo, donde la columna eruptiva suele colapsar.

Formación de una Caldera

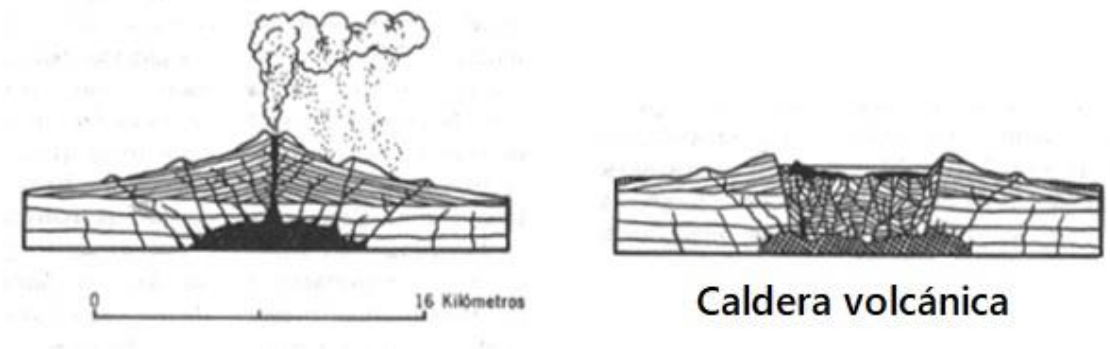


Imagen 12- Por el vaciado una cámara magmática superficial (arriba), se dan el vacío inferior y el crecimiento en peso del edificio volcánico; así, a la erupción pliniana le sucede el paroxismo volcanotectónico, que explica la caldera (abajo), tomado de Booth y Fitch, La inestable Tierra.

Las Calderas son por lo tanto grandes depresiones circulares u ovaladas; a diferencia del cráter, el diámetro supera su profundidad; es un elemento destructivo del relieve; los hay de cuatro tipos:

- De colapso. Llamada estructura vulcano-tectónica, si es el resultado del hundimiento a partir de un importante vaciado de una cámara magmática superficial y el consecuente aumento en tamaño y peso del edificio, con lo cual el colapso es inminente, ejemplo, Cerro Bravo.

- Explosivas. Cuando la pérdida del edificio, y en su sustitución la formación de una depresión, se explica por un paroxismo tras el cual los fragmentos de la estructura se han disipado con violencia, ejemplo, el Machín.

- De Erosión. En donde los procesos erosivos son los responsables de la destrucción y pérdida de la acumulación.

- De impacto. Depresiones ocasionadas sobre la superficie por la caída impetuosa de meteoros con gran energía. Posteriormente puede surgir una erupción como evento secundario.

Órdenes de las amenazas

Una lluvia puede generar un deslizamiento, y éste un flujo de lodo. El orden de las amenazas permite establecer la secuencia de los eventos, y según éste, normalmente suelen darse los fenómenos con un nivel de precedencia que responde a esta clasificación:

· **Primer orden**: sismos, huracanes, volcanes y lluvias.

· **Segundo orden**: deslizamientos, maremotos, inundaciones.

· **Tercer orden**: aludes y avalanchas.

Tabla 1. Las erupciones volcánicas, aunque de moderada frecuencia, suelen presentar diferentes eventos de alta siniestralidad:

Orden:	Muy alta	…. alta	…moderada	…. baja
Siniestralidad:	Meteoritos	Erupciones	Sismos	Inundaciones
Frecuencia:	Inundaciones	Sismos	Erupciones	Meteoritos

Tabla 2- Magnitudes de la Amenaza y del Desastre, en caso de erupciones volcánicas:

Volcán y año	**Volumen km3**	**Volcán yaño**	**Muertes**
Tambora , 1915	100	Tambora ,1915	56000
Cosiguina ,1935	25	Krakatoa ,1883	36400
Krakatoa ,1883	18	M. Pele, 1902	30000
M. Katmal,1912	16	V.N. del Ruiz, 1985	23000
Paricutín,1943	12	Sta María, 1902	6000

Erupciones Volcánicas

En la siguiente imagen (13); Izquierda: Volcán Redoubt de Alaska y Volcán Mayon de Filipinas, mostrando una columna vertical y otra colapsada originando flujos, en: http://es.wikipedia.org

Centro: nubes ardientes, del V. Pinatubo (1991) en Indonecia, en http://www.coolgeography.co.uk y del V. Monserrat (1997) en Centro América, en http://www.mnh.si.edu

Derecha: Blast del V. Santa Helena (1980) y su impacto a unos de 25 km sobre un bosque de abetos, en http://elplanetaextremo.blogspot.com



Imagen 13- Columnas eruptivas, nubes ardientes y erupción explosiva de ángulo bajo (blast). Fuentes citadas.

Las lavas de Islandia y Hawái son fluidas, por lo que ese vulcanismo no es explosivo como si lo es el vulcanismo andino, tal cual ocurre con el del complejo volcánico Ruiz - Tolima. En la imagen anterior (14), a la Izquierda, arriba y abajo, se ilustra el vulcanismo explosivo. No toda erupción se acompaña de tormentas eléctricas, fenómeno asociado a la generación de cargas electrostáticas, muy probables durante erupciones explosivas.

En la Imagen 14, al lado derecho, se muestra el vulcanismo efusivo, propio de los bordes constructivos de placas tectónicas, con dos imágenes de erupciones en Islandia, así: Arriba: Eldfell, un cono volcánico de unos 200 m de altura que se formó en la erupción de 1973, generando una crisis que casi provocó la evacuación permanente de la ciudad de Heimaey. La ceniza volcánica llevada por el viento a un costado de la isla, en virtud de su enorme espesor destruyó cerca de 400 casas, mientras del otro lado del volcán un flujo de lava avanzó hacia el puerto amenazando su infraestructura y la flota pesquera, obligando a una operación exitosa de bombeo del agua del mar que lo refrigeró y pudo detenerlo. Imagen 14, parte de Abajo: derrame lávico del Surtsey, volcán que se formó inesperadamente a partir de una erupción volcánica que se inició a 130 m por debajo del nivel del mar, y que emergió a la superficie el 14 de noviembre de 1963. La erupción duró hasta el 5 de junio de 1967, momento en el que la nueva isla alcanzó su tamaño máximo, de 2,7 km2 (270 ha).

En la erupción del Eyjafjallajökull (2010): el tráfico aéreo sobre el mar entre Escocia, Noruega, el norte de Suecia, Gran Bretaña y el norte de Finlandia, resultó limitado, a causa de la ceniza expulsada a la atmósfera, tras la erupción de este volcán de Islandia. La nube de cenizas de la erupción del volcán chileno Puyehue (2011), se extendió a toda la Patagonia norte, lo que provocó interrupción del tránsito en rutas, suspensión de clases y actividades. En Buenos Aires y en Villa La Angostura a 30 km del volcán Puyehue, se cerró el aeropuerto.

Ante la situación el CPE reiteró medidas de prevención, como la utilización de barbijos o trapos humedecidos para proteger las vías respiratorias, de anteojos o antiparras para los ojos, evitar lentes de contacto, permanecer a resguardo, proteger a las mascotas y el alimento que consumen; y de requerirse, donde la capa de ceniza lo permitía, manejar con precaución.



Imagen 14- Erupciones volcánicas: Vulcanismo andino de tipo explosivo (Izq), y de dorsal o de tipo efusivo en Islandia (Der) Fuentes citadas.

Igualmente, hubo afectación en pasturas y fuentes de agua, que generaron efectos a corto y mediano plazo para el ganado, a mediano y largo plazo para las cosechas y la vida acuática en lagos y ríos de la zona afectada Alpha



Imagen 15- Las cenizas volcánicas: A la derecha, incidencia de la dirección del viento en la columna eruptiva de un volcán de Islandia y en la del Monte Santa Helena (1980). A la izquierda, efectos de las cenizas del Puyehue en Chile.

La dirección de los vientos resulta definitiva para el manejo de una emergencia volcánica, dado que genera un sesgo espacial que condiciona los planes operativos a la ubicación precisa del escenario afectado. Para nuestro caso, de presentarse tormentas eléctricas, se deben tomar las previsiones del caso teniendo especial cuidado en el diseño de planes de contingencia para mitigar el impacto en las fuentes abastecedoras de agua, e igualmente preparando a la comunidad para sortear eventos asociados a amenazas hidrogeológicas, en caso de presentarse lluvias torrenciales que puedan desencadenar flujos de lodo o deslizamientos de tierra.

El riesgo volcánico

-Riesgo: Posibilidad de afectar significativamente las vidas o bienes a causa de un evento peligroso fuerte, dentro de un período de tiempo y con una probabilidad determinada. Amenaza: evento perjudicial con un cierto nivel de magnitud y alcance espacial, que tiene una probabilidad de ocurrencia significativa en un período de tiempo dado.

La relación entre amenaza y riesgo se establece por medio de la expresión:

Riesgo = Amenaza x Vulnerabilidad

Siendo la vulnerabilidad el factor de riesgo que tiene en cuenta la fragilidad de las personas y de los bienes expuestos. La vulnerabilidad puede ser física, cultural y socioeconómica.

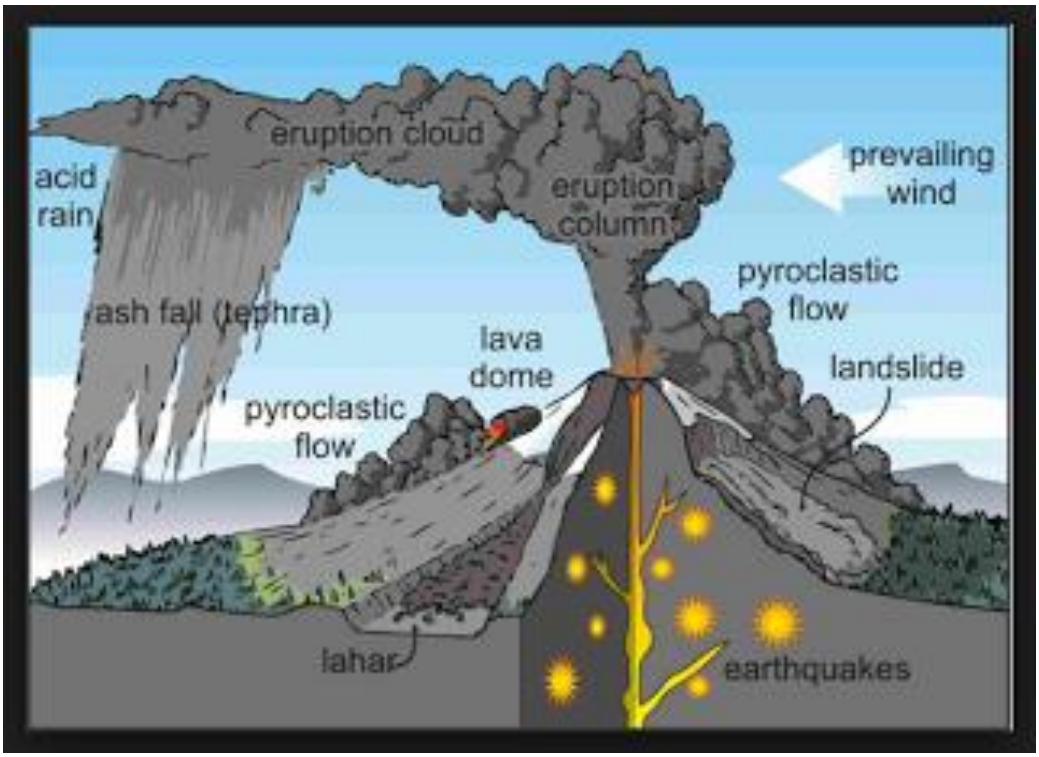


Imagen 16- Peligros asociados a las erupciones volcánicas: Eventos: Caída de ceniza, caída de proyectiles lávicos, flujos de lava, flujos de lodo y nubes ardientes, lluvia ácida, deslizamientos de tierra y gases, . Imagen, en: http://newgeography.weebly.com/hazards.html

En sismos, erupciones y deslizamientos, por el caracter incierto y aleatorio de los eventos, se obliga a establecer pronósticos. Esto a diferencia de los eclipses, que se pueden predecir.

Cuatro conceptos clave

1- Métodos para atenuar los efectos adversos del desastre. Las medidas de prevención: como mejoras físicas o estructurales, organización eficiente del sistema de su operación y de mantenimiento. Las medidas de preparación: como planificación de acciones rápidas y eficaces para restaurar los servicios y controlar o mitigar los daños al sistema y los efectos al ambiente.

2- Los factores que definen el estilo eruptivo de un volcán, son: las características de la cámara y del magma, los contactos magmático-hidrotermales, la estructura y morfología del volcán, y la intensidad de los procesos endógenos y exógenos.

3- Dos clases de riesgo: El Riesgo local o específico, que es de importancia para una persona o elemento expuesto. El Riesgo total o de cúmulo, que es el de interés para la autoridad territorial.

4- Dos niveles del Plan de Emergencias. El Plan Estratégico: a nivel nacional o regional, que debe diseñarse en función del riesgo de cúmulo. Los Planes Operativos: a nivel local, que deben diseñarse en función del riesgo específico y coordinarse con el anterior.

Colombia y sus volcanes

En Colombia, el 70% de la población habita la zona andina y el 10% está sometida al riesgo por amenaza volcánica, dado que existen cerca de 15 volcanes activos, entre cerca de medio centenar de estructuras bien identificadas. Nuestros Volcanes aparecen agrupados en tres segmentos: el del sur localizado en Nariño, donde sobresalen el Galeras y el Azufral; el del centro ubicado en jurisdicción de Cauca y Huila donde se destacan el Nevado del Huila y el Puracé; y el segmento norte, denominado Complejo Volcánico Ruiz - Tolima.

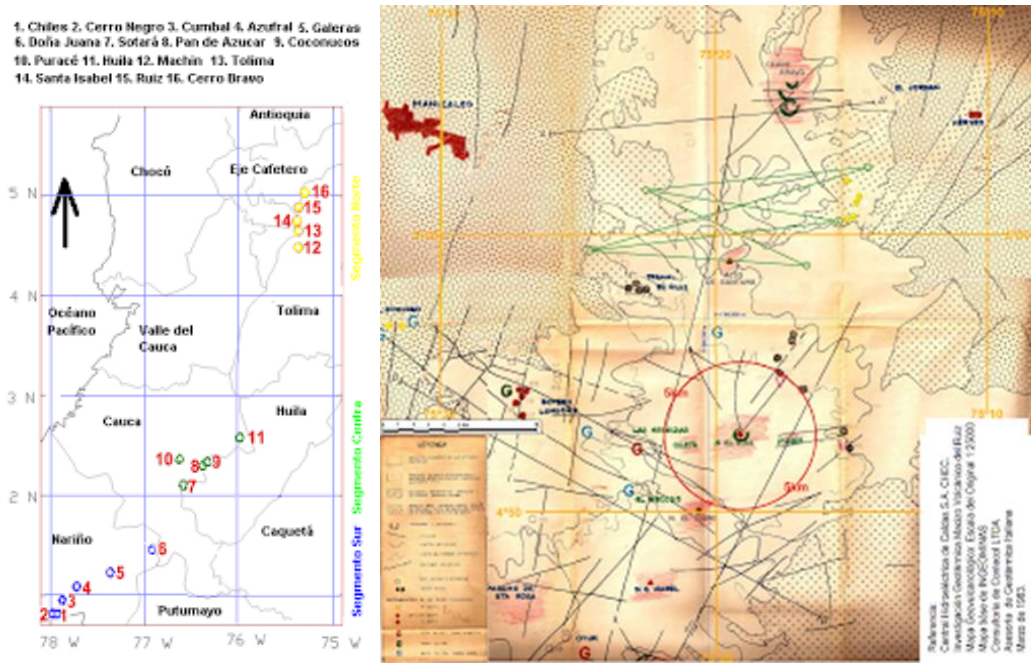


Imagen 17- Izq: Segmentos volcánicos de Colombia, según Ingeominas. Der: - Basamento granítico al norte del Ruiz y en Cerro Bravo, con lavas de cobertura.

Por lo general, el monitoreo volcánico consta de 4 actividades fundamentales cuyo objeto es el pronóstico temporal de los eventos y de su magnitud. Eso mediante: la observación directa de los fenómenos y alteraciones del cráter; la instrumentación sísmica que permitir obtener señales de diferente naturaleza (sismos y tremores); la instrumentación geoquímica para valorar especies gaseosas de diferente nivel de volatilidad (Carbono, Azufre y Cloro), y la medida geodésica de pendientes y deformaciones en el edificio volcánico.

El Complejo Volcánico Ruiz - Tolima

La actividad del complejo volcánico Ruiz-Tolima se puede calificar de moderada. Entre los eventos registrados se destacan erupciones plinianas menores de 2 Km3 del Tolima (10.000 aC) y el Quindío (9.000 aC); menores de 1 Km3 del Tolima (1.600 aC) y el Ruiz (1.200 aC y 1.595 dC); la excepción es un flujo piroclástico Holoceno de 5 Km3 asociado al Machín.

Según Thouret, Murcia, Salinas y Cantagrel, Ingeominas 1.991, las últimas erupciones prehistóricas de tipo pliniana y de flujos piroclásticos datadas, son del Cerro Machín, Cerro Bravo, Tolima y Ruiz (900 dC, 1.250 dC y 1.600 dC, en su orden).

Aunque la amenaza del Ruiz no resulte significativa para la ciudad frente a una erupción pliniana comparable a los eventos históricos de 1595 y 1845, salvo una erupción lateral dirigida similar a la contemplada hacia el NE en su mapa de amenazas oficial, como evento poco probable, habrá que empezar a tomar acciones de largo plazo y extremada urgencia frente a la amenaza volcánica de Cerro Bravo, aprovechando su período de calma.



Imagen 18- Panorámica del Complejo Volcánico Ruiz Tolima, desde el sur. En primer plano, el Nevado del Tolima; al fondo el Nevado del Ruiz, el Cráter La Olleta y el Nevado Santa Isabel. Autor, Gustavo Wilches Cháux, en: http://wilchesviajerofrecuente.blogspot.com/

Las lavas de Cerro Bravo y Machín, son de coeficiente explosivo moderado alto, mientras las del Ruiz, Tolima y Santa Isabel son lavas del tipo moderado bajo. De ahí que las columnas erupción tengan diferente tendencia: columnas de colapso en el primer caso, o verticales sostenidas en el segundo.

El volcán Cerro Bravo

En Cerro Bravo, al interior de la caldera, el nuevo edificio muestra varios cráteres de tamaño decreciente en el tiempo, lo que permitiría abrigar la esperanza de que la actividad eruptiva del nuevo edificio volcánico de edad holocénica (post-glacial), resultado del vaciado importante de la cámara magmática tras el paroxismo vulcano-tectónico, pueda estar atenuándose.

De este volcán activo y en reposo, localizado a 20 km del aeropuerto La Nubia y a 25 km del centro de Manizales, se han identificado 7 erupciones plinianas de los últimos 4000 años, cuyas fechas, estimadas las edades por radiocarbono, son: 1720 ± 150, 1330± 75, 1050 ± 75, 750 ± 150, 730 ± 75 aC, 1050 aC ± 200, 1310 ± 150 aC, 4280 aC ±150.

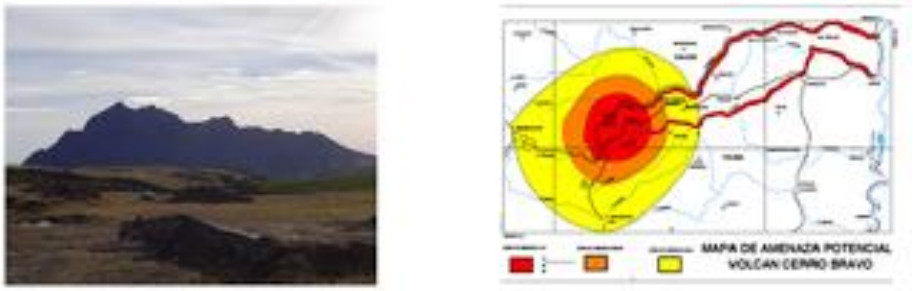


Imagen 19- A la Izq. el edificio de Cerro Bravo visto desde el poniente, mostrando en el perfil, de sur a norte tres niveles de cráteres cada vez menores, donde el emplazamiento de los últimos en los precedentes, permite advertir una actividad reciente que decreció en volumen. Fuente http://www.ingeominas.gov.co/

Según Ingeominas, estas son las amenazas de Cerro Bravo:

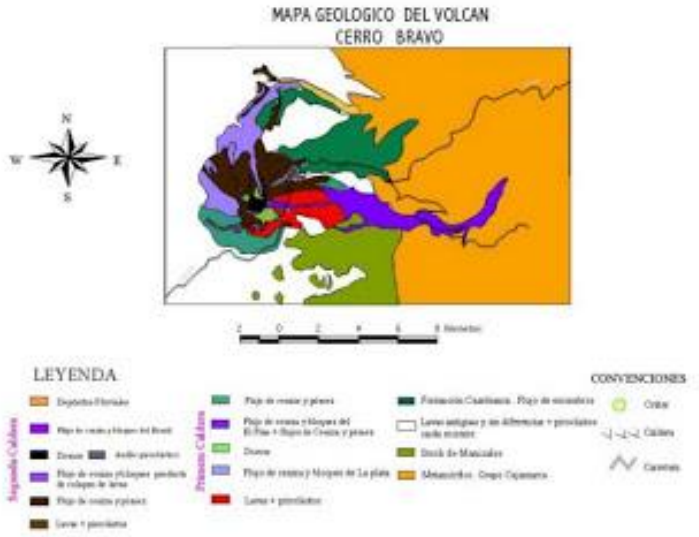


Imagen 20- Geología del Volcán Cerro Bravo, mostrando la primera y segunda caldera. El basamento de Cerro Bravo, es el Stock de Manizales. En negro, vía Manizales-Fresno a lo largo de la diagonal del recuadro, transitando por el costado Este del Volcán, y vía Delgaditas-Herveo. Fuente http://www.ingeominas.gov.co/

1- Productos balísticos de caída: Las bombas volcánicas corteza de pan, se encuentran hasta 3 km alrededor de los cráteres del volcán, mientras los fragmentos balísticos de hasta 7cm de diámetro, asociados a eventos plinianos, llegan a 12Km del volcán. La zonificación señala un radio de 8 Km, a partir del cráter para la amenaza alta, y 12 km para la amenaza media.

2- Amenaza por piroclastos de caída: La zona de amenaza alta, hasta una distancia de 14Km, con dirección preferencial sur-suroeste; en una erupción futura pueden acumularse espesores entre 20cm y 400cm, de material piroclástico, en menos de dos horas. La zona de amenaza media comprende un área hasta 18Km, en dirección sur-suroeste, que puede ser afectada por espesores entre 20cm y 10cm.

3- Flujos de lodo: Los Ríos Aguacatal, afluente del Gualí, y Perrillo, afluente del Guarinó, presentan eventos probables que comprometen al Gualí y al Guarinó, hasta sus desembocaduras en el Magdalena. En el Gualí, el depósito del flujo de lodo, se establecería desde Mariquita, y en el Guarinó el depósito final, con una potencia de entre 3 y 5 metros de espesor, se establecería entre la vereda el Llano (Victoria) y la vereda Horizontes ubicada en la desembocadura del Magdalena.

4- Flujos piroclásticos: La pluma eruptiva tiene tendencia al colapso. Se han reconocido al menos nueve flujos de ceniza y pómez (igneslumitas), y tres flujos de ceniza y bloques (ignimbritas). Los depósitos de estas dos clases de nubes ardientes, se observan a distancias que varían entre 6 y 18Km.

El Volcán Nevado del Ruiz

El Edificio volcánico de este estratovolcán, que se ha construido desde el inicio del Pleistoceno, muestra tres cráteres controlados por una fractura que corta la gran Falla Palestina de dirección N15ºE, alineados de este a oeste, así: La Piraña, el cráter Arenas (Principal) y La Olleta.

El Ruiz suele generar erupciones plinianas, que producen flujos piroclásticos, y estos a su vez lahares (flujos de lodo y flujos de escombros), como los que explican el desastre de Armero, ocurrido en 1985. Dicha erupción del 13 de noviembre de 1985, apenas alcanzó un volumen de 1/10 de kilómetro cúbico de magma, cuantía ínfima en comparación con los eventos históricos de 1595 y 1845, donde el volumen de magma superó entre 10 y 20 veces esa magnitud; pero estos, con flujos de lodo mayores a los de 1985.

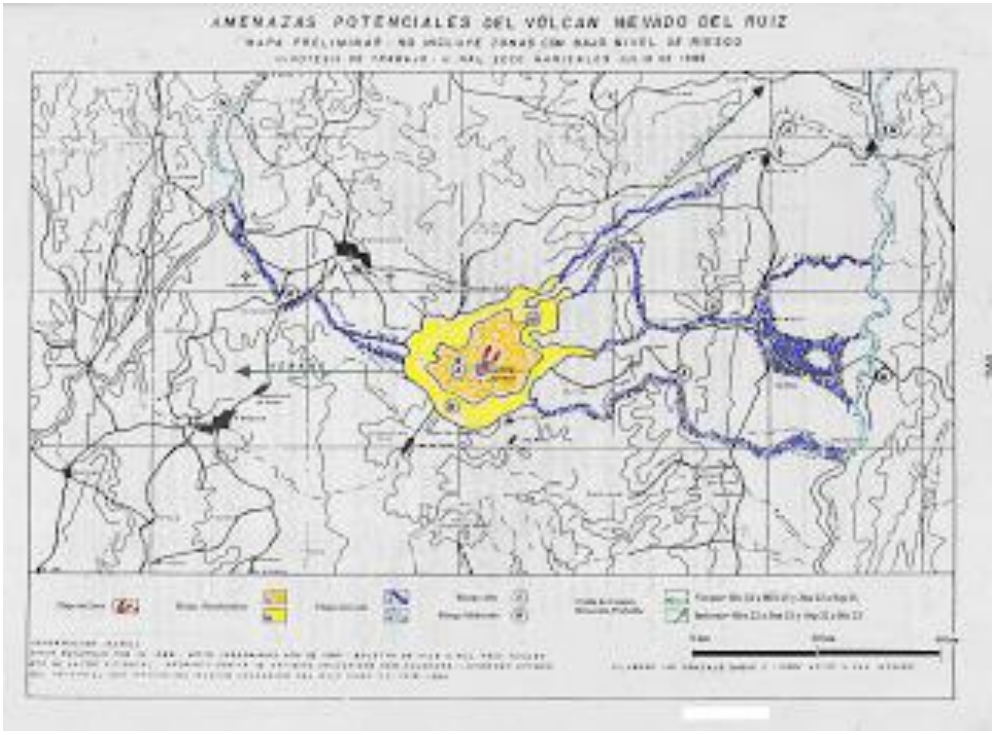


Imagen 21- Mapa de amenazas potenciales del volcán Nevado del Ruiz, no oficial. En Rojo, flujo de lava; en Amarillo, Flujos piroclásticos; en Azul Flujos de lodo; A, nivel alto; B, Nivel moderado. Flechas: Cenizas al NE luego de los equinoccios (Invierno), y al W luego de los Solsticios (Verano). Fuente: http://godues.wordpress.com

El mapa de amenazas señala la probabilidad de ocurrencia de lahares, por los ríos Gualí, Azufrado, Lagunillas, Molinos, Rio Claro-Chinchiná y Recio. También contempla caída de cenizas, asi: hacia el NE, lo que resulta probable en invierno, y hacia el Oeste en el verano de la región andina colombiana, cuando la dirección de los vientos cambia.

Este mapa, no oficial, no contempla la erupción lateral de ángulo bajo dirigida (blast) hacia el NE, del mapa de Ingeominas, dado que se trata de un evento poco probable.

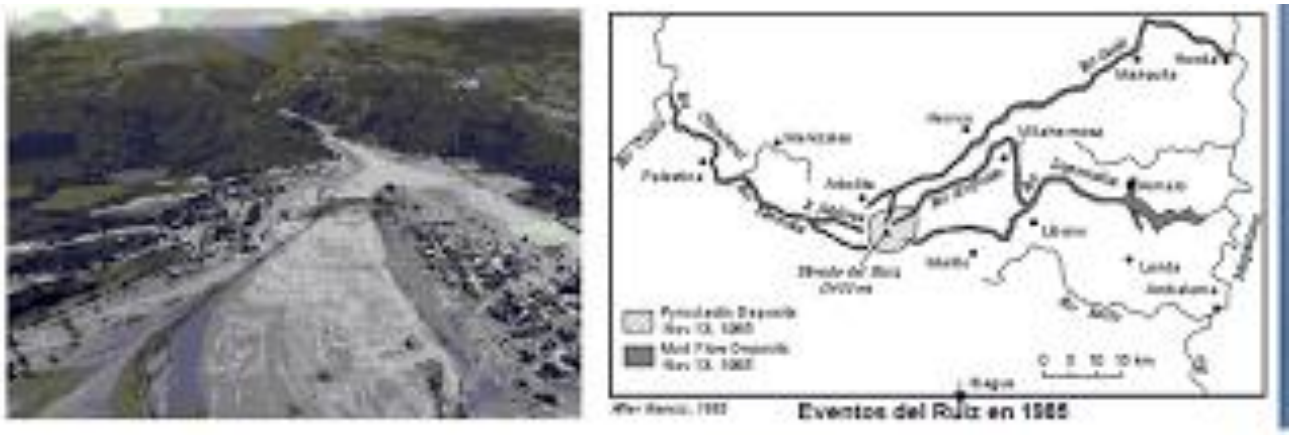


Imagen 22- El desastre de Armero: cerca de dos horas tardaron los flujos de lodo en alcanzar esta población tolimense, ubicada donde el río Lagunillas encuentra el valle de salida, tras recorrer decenas de km anunciándose con ruido en las poblaciones cordilleranas vecinas. www.geology.sdsu.edu

En 1985 la magnitud de los lahares del Ruiz, estimados en cien millones de metros cúbicos, se incrementó por los deshielos dada la fusión de glaciares ocasionada por riadas gaso-piroclásticas y por vertimiento de piroclastos: allí agua y sólidos participaron casi por partes iguales, para conformar flujos de lodo como los que

arrasaron a Armero, donde se vertieron 60 millones de metros cúbicos sobre 30 kilómetros cuadrados. Como resultado de la imprevisión, 23 mil personas perdieron la vida.

Volcán Santa Isabel

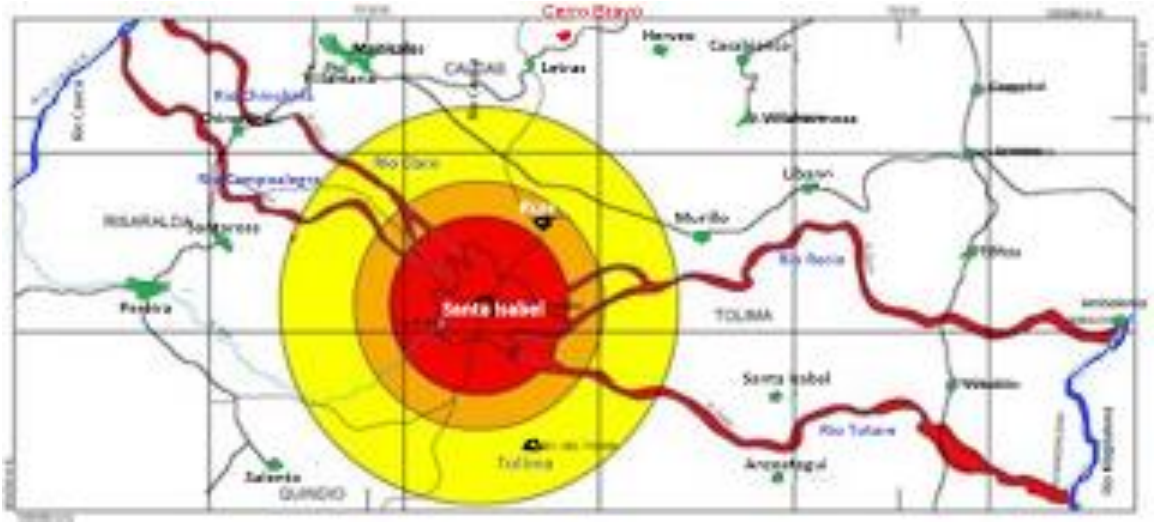


Imagen 23- Mapa de amenazas del volcán Santa Isabel. La distancia Manizales-Pereira es 34 Km y Manizales-Herveo 39 km. Obsérvense el volcán del Tolima al Sur, y los volcanes Ruiz y Cerro Bravo al norte. Fuente: (adaptado) http://www.ingeominas.gov.co/

En el Santa Isabel un volcán de estructura dómica, la amenaza más significativa son los flujos de lodo, tema igualmente importante en el caso del Ruiz y del Tolima; pero igualmente la caída de ceniza con sus fenómenos y consecuencias colaterales.

Las erupciones típicas esperadas serían plinianas a subplinianas, de columna vertical. Los ríos afectados, por el oeste, el Río Claro y Campoalegre, afluentes del Chinchiná; y por el este el Totare y el Recio, llegando los eventos hasta el Magdalena.

Volcán Nevado del Tolima

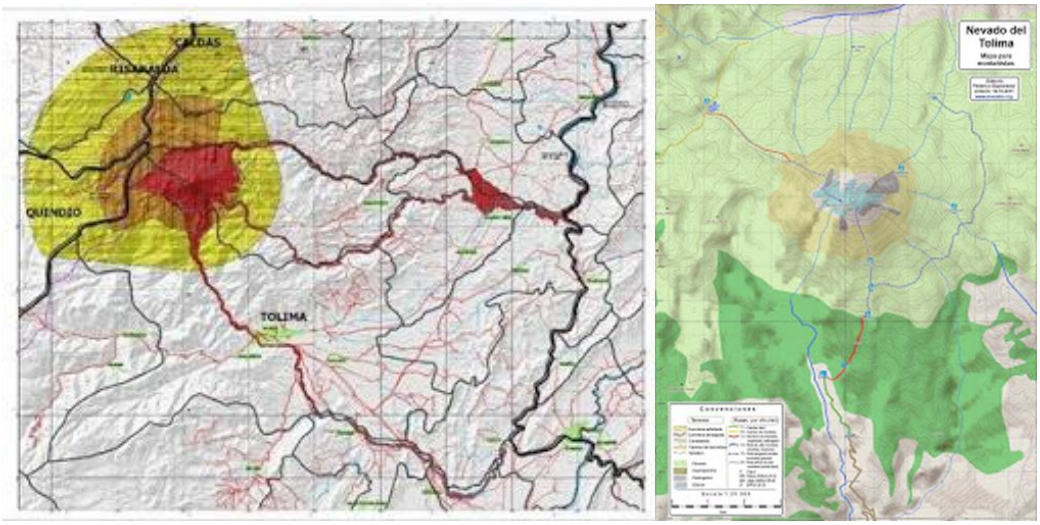


Imagen 25 y 26- Izq: Mapa de amenazas volcánicas del Tolima. En amarillo quemado y claro, los niveles de amenaza alta y media relacionados con caída de piroclastos. Fuente http://www.ingeominas.gov.co/ Der: Volcán Nevado del Tolima; versión para montañistas, en: http://www.nevados.org

Señala Ingeominas que tanto el Tolima antiguo de estructura caldérica, como el Tolima moderno cono truncado de andesitas, fueron construidos en el Cuaternario. Mientras el primero se ha construido desde el

mio-pleistoceno, el Tolima moderno tiene una edad mayor de 14.000 años similar a la del Cerro Bravo actual. La erosión de los glaciares que abandonaron los 4000 msnm hace 14.000 años, ha permitido diferenciar las estructuras más recientes.

Las erupciones inferidas por Ingeominas, han sido del tipo pliniana con intensidades entre moderada grande a grande, y columnas eruptivas entre 10 y 18 km de altura. Aunque se prevé la amenaza de lava en la zona proximal (parte alta del edificio volcánico), la mayor amenaza del Tolima se asocia a la ocurrencia de flujos de lodo en la zona distal del Volcán, (más allá de los 9 km a partir del cráter), así:

Por el costado sur del Volcán Nevado del Tolima, el cañón del río Combeima afluente del Coello, es el que presenta mayor amenaza por flujos de lodo. Por el costado norte, el drenaje principal es el río Totare, río por el cual se prevén lahares hasta el río Magdalena.

Por el rio San Rumualdo, flujo que continúa por el río La China, a partir de la desembocadura del San Rumualdo. Por el rio Combeima y luego por el rio Coello, a partir de la desembocadura del Combeima. A la fecha, este estratovolcán activo, se encuentra en estado de reposo o estado OFF.

Volcán Cerro Machín

A los 25 años del desastre de Armero asociado a la erupción del Volcán Nevado del Ruiz, Colombia ha tenido avances, pero igualmente enfrenta retos como la amenaza volcánica del Cerro Machín, que gravita fuertemente en poblados como Cajamarca y otros más del Tolima: ¿qué hacer y cómo hacerlo?

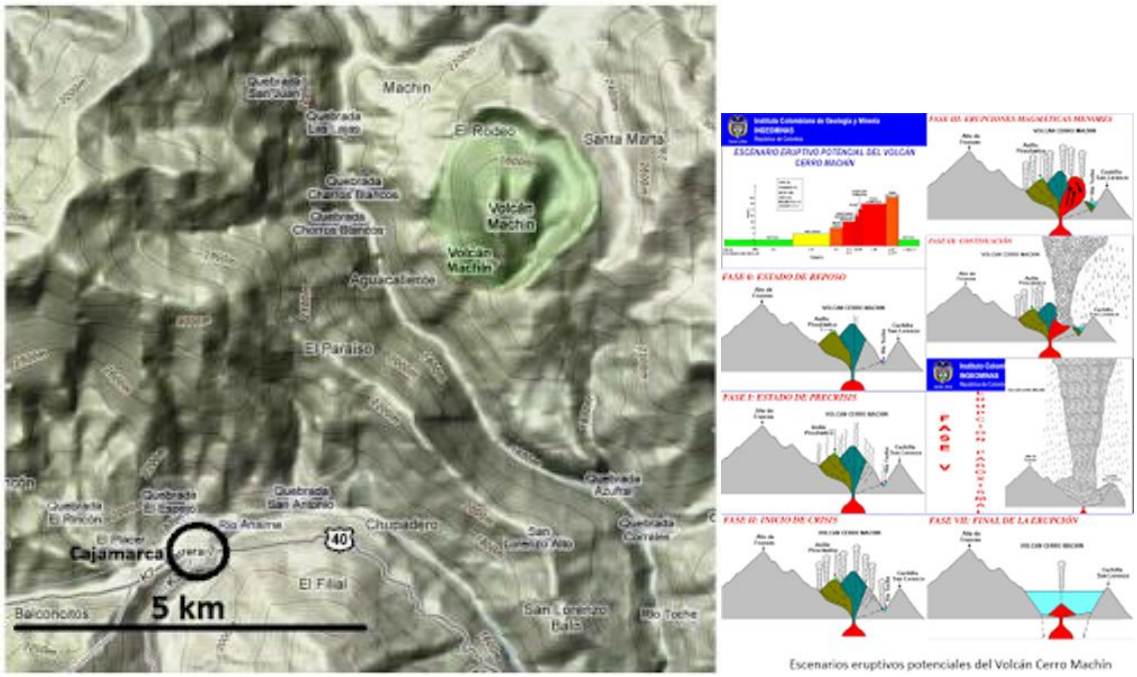


Imagen 27 y 28- Izq. Volcán Cerro Machín. Su última erupción fue hace unos 800 años, pero también registra un flujo piroclástico Holoceno asociado a un evento de 5 Km3 de magma. Imagen de Googol Earth (adaptada) Der: Escenarios eruptivos potenciales del Volcán Cerro Machín, según Ricardo Arturo Méndez, Gloria Patricia Cortez y Héctor Cepeda. Ingeominas. Fuente, http://www.slideshare.net

Colombia ha priorizado tres posibles desastres naturales como objetivos de una estrategia de prevención: la erupción del Cerro Machín, un terremoto en Bogotá, y un tsunami del Pacífico. El Volcán Machín, se encuentra en la ladera oriental de la Cordillera Central, al sur del complejo volcánico Ruiz - Tolima, y a una distancia en línea recta: de 7 Km al nororiente de Cajamarca, de 17 Km al noroccidente de Ibagué, y de 32 Km al suroriente de Armenia. Cajamarca se localiza sobre la vía Ibagué Armenia.

La mayor amenaza volcánica de Colombia, está en el Cerro Machín, donde los poblados vecinos de Cajamarca y Anaime quedarían sin opción frente a eventuales flujos piroclásticos, de conformidad con lo que señala el mapa de amenazas elaborado por Ingeominas. En caso de erupción, la columna eruptiva sería de colapso como en el caso de Cerro Bravo, dado el coeficiente explosivo intermedio alto de su magma. A lo anterior se suma el alcance espacial de los flujos de lodo del volcán tolimense, que llegarán al valle el Magdalena, así éste volcán de lavas explosivas, no tenga nieve. La caída de ceniza proveniente del Machín, probablemente afectaría el sector occidental, alcanzando varios municipios del Quindío, como Armenia, Pijao y Salento, entre otros.

Epílogo: por una sostenibilidad con la vida

La subregión Centro Sur de Caldas habitada por 500 mil habitantes de cinco municipios, se localiza en el entorno NW del segmento volcánico más septentrional de la Cordillera Central de los Andes colombianos, donde aparecen los volcanes Cerro Bravo, Nevado del Ruiz, Nevado de Santa Isabel, Nevado del Tolima y Cerro Machín.Como respuesta al valioso aporte de los científicos del Observatorio Vulcanológico de Manizales adscrito al Ingeominas, el modelo de ocupación del territorio en esta fracción de la ecorregión cafetera, debe responder ejemplarmente a los desafíos ambientales por el riesgo volcánico que aquí se presenta.

Las acciones de prevención y mitigación del riesgo volcánico, deben ir de la mano con una gestión integral del riesgo, en la que entren los temas fundamentales del medio tropical andino. Aunque se reconocen los esfuerzos hechos por mejorar la seguridad de Manizales y de los municipios en el área de influencia del Volcán Nevado del Ruiz, frente a una eventual erupción, definitivamente no estamos preparados para un sismo superficial similar al de Popayán (1983) o el Quindío (1999), y menos para enfrentar los desafíos por la amenaza volcánica de Cerro Bravo.

Lo anterior demanda, además de velar por la solución estructural de los usos conflictivos del suelo en las cuencas, y el reforzamiento sísmico de líneas vitales y edificios públicos, dos escenarios donde se han dado acciones importantes, iniciar un plan de exposición al riesgo volcánico frente a la amenaza de Cerro Bravo. Parra todo esto, urge intensificar acciones en el marco de una política pública ambiental que considere la gestión integral del riesgo a partir de la planificación anticipada, donde se contemplen además de la amenaza por el calentamiento global y la mitigación de la vulnerabilidad a las amenazas sísmica y volcánica, la investigación e instrumentación de las amenazas naturales, y las acciones para elevar la capacidad de respuesta de las instituciones y de la propia población, partiendo de la capacitación de las comunidades para los asuntos ambientales y el empoderamiento del territorio.

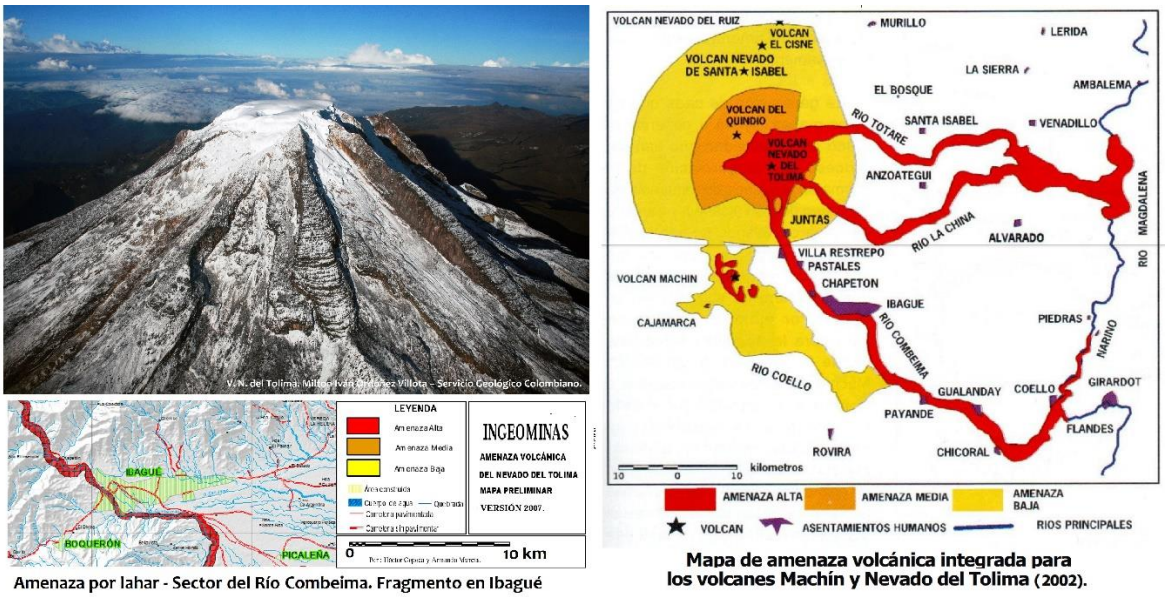
Ref:. Conferencia presentada en Colrosario Neira. Celebración del Día del Medio Ambiente; Neira, 5 de Junio de 2013.

**

VOLCÁN NEVADO DEL TOLIMA: DE LA AMENAZA A LA GESTIÓN TERRITORIAL

Generalidades

El Volcán Nevado del Tolima, con medio km cuadrado de glaciares que están en proceso de extinción, se localiza en la Cordillera Central de los Andes de Colombia sobre los 4°39'N y 75°22'W, en jurisdicción de los municipios tolimenses de Anzoátegui e Ibagué; y hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados, un área protegida del trópico andino húmedo dotado de un clima bimodal, junto con los volcanes Nevado de Santa Isabel y Nevado del Ruiz que, al igual que el Quindío, Cerro Bravo y Cerro Machín, hace parte del segmento volcánico más norte de los Andes. La ubicación del Volcán es de: 142 km al oeste de Bogotá, 28 km al NW de Ibagué y 43 km al sureste de Manizales.



Amenaza por lahar - Sector del Río Combeima. Fragmento en Ibagué

Mapa de amenaza volcánica integrada para los volcanes Machín y Nevado del Tolima (2002).

Portada: V.N. del Tolima, panorámica y Mapa de amenazas volcánicas del, Ingeominas 2007.

Este cono andesítico truncado que se encumbra hasta los 5280 m snm y de edad cuaternaria, donde hay presencia de fumarolas volcánicas que anuncian un volcán en actividad, cuenta con un cráter de 180 metros de diámetro y otro secundario vecino. Los ríos que allí nacen, drenan todos hacia la vertiente oriental de la cordillera Central, directamente a través de los drenajes del río Totare por el norte y que recibe al San Romualdo, y del río Combeima por el sur y que recibe al Toche. Unos y otros pertenecen a la cuenca del río Magdalena.

Geología

El Tolima, cuenta con tres fases de construcción: un volcanismo pre-caldérico, el volcán antiguo y el volcán moderno de edad holocena e histórica, que creció dentro de la caldera, constituido por domos y extrusiones con brechas de chimenea que se elevan sobre las laderas norte, este y sur. El estrato volcán que se erige unos 1400 m sobre la altillanura volcánica basáltica y cuyo modelado glaciar es heredado de la glaciación pleistocénica, por la cobertura piroclástica evidencia una actividad eruptiva Holocena e histórica. La actividad histórica que se correspondería con erupciones explosivas de VEI 2 o pequeñas, probablemente freatomagmáticas y de una misma crisis, son cuatro eventos reportados en noviembre de 1822; marzo 2 de 1825; mayo de 1826 y junio 17 de 1826.

Ya en detalle, para los investigadores como J. C. THOURET et al (1985), este estratovolcán muestra una doble morfología que se caracteriza por: 1- Sistema compuesto del cráter actual, con domos explosivos sobre las vertientes norte, oeste y este, además de derrames lávicos de hasta 5 km hacia el sur por el río Combeima. 2- Estructuras inferiores complejas que comprenden una depresión volcano-tectónica cuasi-caldérica al suroeste, además de domos-coladas al norte con patrón anular al oeste, y una fisura eruptiva de azimut N-S con chimeneas y diques. A diferencia del Cerro Machín cuyas erupciones son de tipo peleano o de colapso, las del Tolima y del Ruiz son plinianas o de columnas vertical sostenida.

La Amenaza

El mapa de Amenazas Potenciales del Volcán Nevado del Tolima de Ingeominas elaborado en 1988 por Cepeda y Murcia, y que cuenta con una versión actualizada en 1994 y otra de 2007, hace la evaluación de peligros y muestra la extensión espacial de los fenómenos que pueden esperarse de una erupción volcánica, al tiempo que consigna en su explicación los efectos previsibles evento por evento, ocasionados principalmente sobre la población de su área de influencia y la infraestructura de servicios públicos. Estos valiosos estudios se soportan en la identificación en campo de varias evidencias específicas aún existentes

en las áreas amenazadas, toda vez que la erosión suele degradar los depósitos de poco espesor y baja consolidación.

La amenaza considera erupciones plinianas de moderadas a eventualmente grandes, con caída de cenizas y bloques, y la ocurrencia de lahares, flujos piroclásticos y derrames de lava. Si bien las barreras topográficas impiden la propagación de los flujos piroclásticos hacia el Este, y la mayor proyección de caída de piroclastos se da en el cuadrante N-E, los mayores flujos de lodo se presentarían por el Combeima y Totare, razón por la cual la zona de mayor riesgo sería la ribera poblada de Ibagué sobe la margen del río Combeima, a donde los lahares que pasarían por Juntas, Villa-Restrepo y Pastales, tardarían casi una hora.

Epílogo

Así como nos preguntamos qué nos puede hacer el volcán, deberíamos reflexionar sobre lo que nos ha dado: en primer lugar, si el espesor de las lavas sobre el cinturón paleozoico de la Cordillera Central es de 800 m a 1 km en la Laguna del Otún, por el vulcanismo que se remonta a unos 2 millones de años, tenemos páramos en el PNN de los Nevados, y con ellos agua, biodiversidad, paisaje y servicios ambientales desde este territorio. Y en segundo lugar, los suelos asociados a las cenizas volcánicas depositadas en los últimos 20 mil años, le aportan fertilidad a la zona cafetera y a la alta cordillera -caso San Félix, Murillo y Roncesvalles-. Lo anterior, gracias a la dispersión de los fragmentos piroclásticos transportados por el viento y depositados para conformar varias capas que se encuentran en regiones tan remotas como Yarumal, Antioquia.

¿Por qué no declarar la zona amortiguadora del PNN estimada en 1 km según el estudio de la Fundación Grupo HTM elaborado para Corpocaldas en 2014?. Esto para restablecer los derechos bioculturales del PNN de los Nevados vinculando a las comunidades vecinas para que se apropien de los procesos de adaptación ambiental y conservación del territorio, apalancados en un ecoturismo comunitario no extractivista, que en lugar de explotar el medio ambiente como recurso o mercancía, lo coseche como bien patrimonial que se debe heredar; entendiéndolo y comprendiéndolo gracias a la sabiduría ancestral que permite hacer de los fenómenos naturales huéspedes condicionantes de acciones y beneficios, con lo cual en lugar de sufrir las agresiones del medio sin comprenderlas, respetarían el territorio del volcán y velarían por la preservación de los ecosistemas.

*. Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, abril 25 de 2023.

****

ACTIVIDAD DEL VOLCÁN PURACÉ EN CAUCA

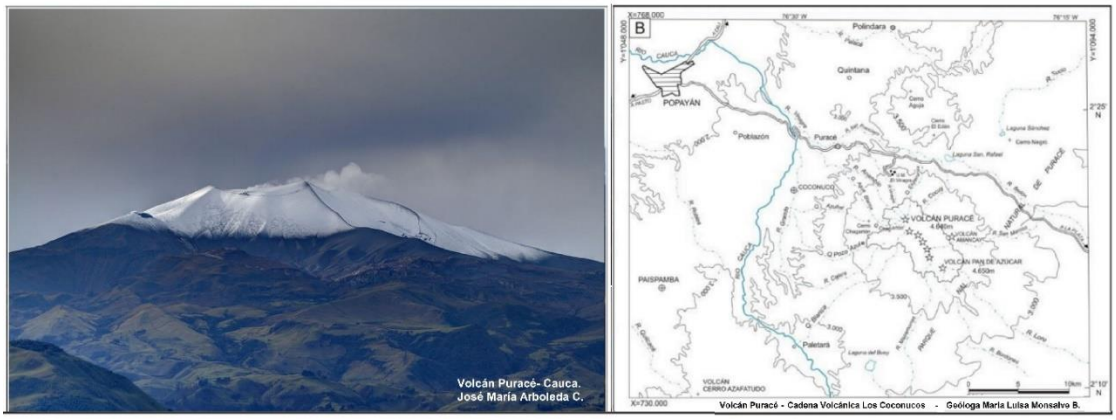


Imagen: El Puracé: Panorámica de JM Arboleda, y Cadena de los Coconucos, por M.L. Monsalve.

El Puracé en la Cadena Volcánica de los Coconucos (CVLC), volcán que incluye el Curiquinga y que es el más activo de la cadena, y que ha emitido una columna de ceniza de 1,7 kilómetros de altura, pese a las amenazas de lahares, flujos piroclásticos, caída de bloques y cenizas, para la gestión del riesgo en su área de influencia por fortuna cuenta no sólo con la vigilancia del Observatorio Vulcanológico del Puracé desde 1987, sino también con importantes investigaciones.

El estratovolcán dotado de un cráter de 500 m de ancho y 4640 m altitud, ubicado en límites de Cauca y Huila, y a 27 Km al S-E de Popayán, si durante los últimos 150 años ha presentado cinco períodos eruptivos, el más reciente nos remonta primero al paroxismo de 1849 cuando se destruyó la cima del volcán y a la erupción del 4 de octubre de 1869 reportada por el New York Times, registrando además de muerte en su vecindad un lahar que elevó el nivel del Río Cauca en un pie.

En este territorio donde tienen asiento comunidades indígenas ancestrales de los resguardos Kokonuco, Puracé, Paletará y Poblazón, los 15 centros eruptivos de la CVLC muestran características explosivas al N-W y efusivas o de derrames lávicos al S-E; en el grupo de los explosivos se encuentra el Puracé, construido con lavas andesíticas y productos piroclásticos sobre los remanentes del volcán Pre-Puracé, según estudios que han permitido estimar el inicio de su actividad hace aproximadamente 10.000 años antes del presente.

De la CVLC, se reporta la erupción más reciente en el Puracé asociada a la actividad entre noviembre de 2022 y noviembre de 2023, donde la sismicidad presentó eventos volcano tectónicos, de largo período, híbridos y tremores, al tiempo que a los valores máximos de dióxido de azufre medidos semanalmente que oscilaron entre 259 y 5854 toneladas por día entre noviembre de 2022 y abril de 2023, se sumaron ocasionalmente emisiones blancas de vapor de agua y de gases.

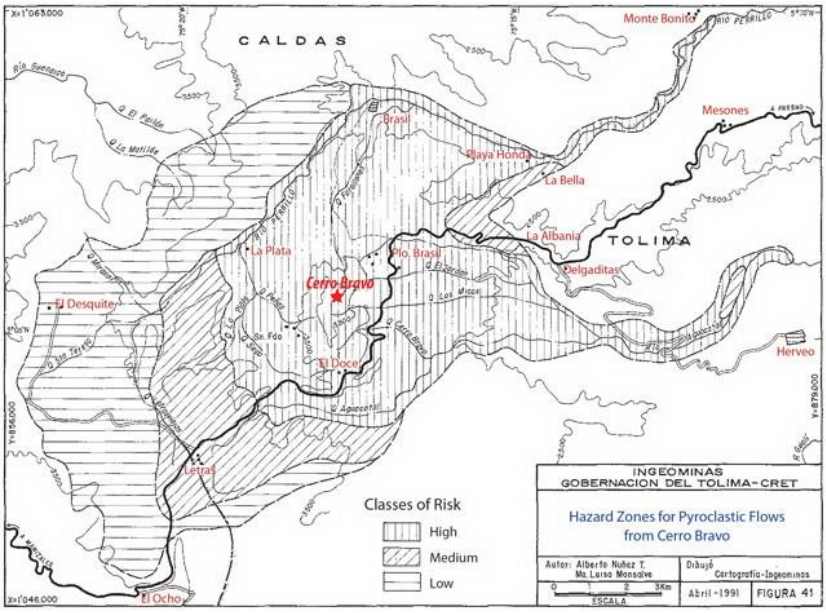
Pero en la mañana del 25 de noviembre de 2025, nuevamente se registró un aumento significativo de la sismicidad durante varias horas, caracterizada por temblores y sismos de largo período ubicados bajo el cráter a profundidades de 1 a 4 km, donde estas señales acompañadas por columnas de gas que se elevaron hasta 1,7 km por encima de la cima , se desplazaron al suroeste con pequeñas cantidades de ceniza en los pulsos de la columna eruptiva, pese a lo cual el nivel de alerta se mantiene en amarillo.

El mapa de riesgo del Puracé delimita tres zonas de amenaza, la de mayor riesgo que incluye los centros volcánicos Puracé y Curiquinga, también comprende las cuencas volcánicas norte y sur; la de riesgo moderado que abarca gran parte de la cadena volcánica Coconucos y se extiende al noroeste hasta el pueblo de Puracé; y la zona de menor riesgo que se avanza al noroeste incluyendo a Popayán y hasta el sur del poblado de Paletará.

*****

CERRO BRAVO, TRAS TRESCIENTOS AÑOS DE CALMA VOLCÁNICA

Veamos el Mapa de amenazas volcánivas:



Imagen, Mapa de Amenazas de Cerro Bravo, por Alberto Núñez T. y Maria Luisa Monsalve.

Sobre el eje cordillerano al norte de Tolima, en jurisdicción de Herveo aparece Cerro Bravo, una reciente estructura del segmento volcánico más septentrional de los Andes sudamericanos, con 4000 metros de altitud y cuya edad se remonta a tan solo unos cincuenta mil años, según Ingeominas, lo que también se infiere, entre otros elementos que lo diferencian del edificio volcánico del Ruiz, por la presencia de lavas más recientes a juzgar por la morfología fresca de las estructuras petrificadas, anunciando que no fueron afectadas por los procesos erosivos del modelado de los hielos en la última glaciación, cuando estos cubrieron cerca de 800 kilómetros del Complejo Volcánico Ruiz-Tolima.

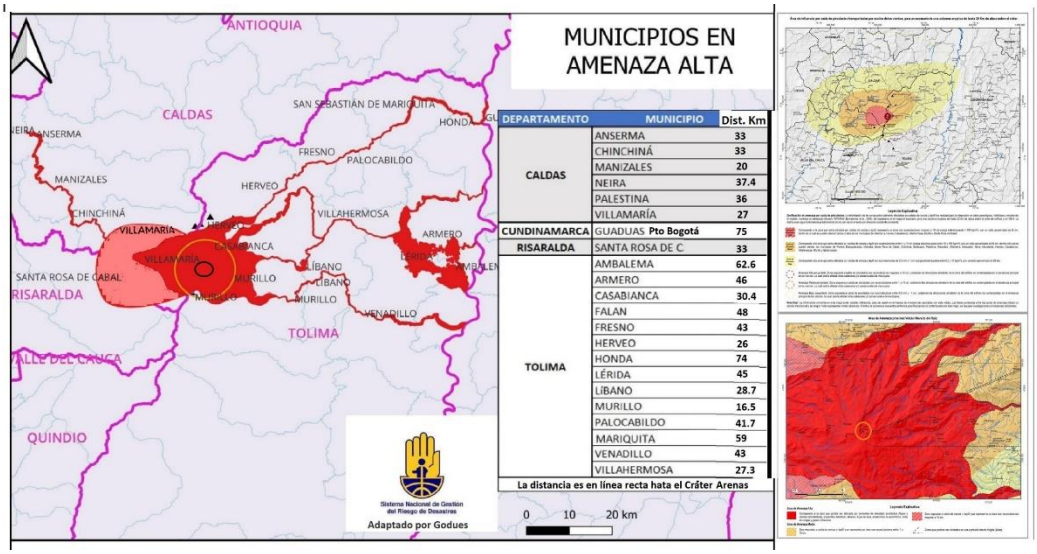
Aunque no existen registros históricos (anotaciones), los investigadores le han asignado a este estrato-volcán erupciones explosivas de características similares a las del Vesubio ocurrida en el año 79 de nuestra era y narrada por Plinio el joven- en la que se destruyen Pompeya y Herculano- cuyas fechas estimadas por radiocarbono con errores de entre 150 y 75 años, son de los años 1720, 1330, 1050 y 750. Las evidencias de estas erupciones violentas, que parecen sucederse cada cuatro siglos y de los cuales Cerro Bravo lleva unos tres en reposo, son varios de los estratos que conforman las capas de nuestros suelos sobre la geografía circundante de Cerro Bravo, dispersos sobre un radio que supera ampliamente las decenas de kilómetros medidos a partir del Cráter.

Aunque las erupciones del Ruiz y del Cerro Bravo tienen en común un carácter explosivo, mientras las del Ruiz han sido de nivel moderado bajo con presencia de columna eruptiva preferiblemente vertical sostenida (salvo la de 1845), las de Cerro Bravo ya mencionadas han mostrado un nivel moderado alto y con un mayor nivel de dispersión, lo que se explica por lavas más viscosas propiciando columnas eruptivas de colapso. En ambos casos, las manifestaciones violentas se acompañan de grandes volúmenes de gas volcánico y ceniza, con fragmentos de pómez cuya expulsión a gran velocidad y temperatura forma las citadas columnas eruptivas, de las cuales pueden surgir riadas gaso-piroclásticas a alta temperatura, acompañadas de tormentas eléctricas y de lluvias torrenciales generadoras de flujos de lodo, así Cerro Bravo no tenga glaciares.

La imagen que ilustra esta nota es el mapa con una de las amenazas potenciales de Cerro Bravo, el de las nubes ardientes, juiciosamente elaborado por los científicos del Observatorio Vulcanológico de Manizales adscrito al Ingeominas, entidad que también ha establecido centros similares para la vigilancia de los segmentos volcánicos vecinos al Huila y al Galeras, donde igualmente existen varios sistemas activos y comunidades vulnerables habitando sus territorios, que por estar en riesgo deben aplicar la información de dichos mapas en el ordenamiento territorial, y la del monitoreo volcánico en la administración de las eventuales crisis eruptivas, dado que ambas actividades las viene abordando esta prestigiosa Institución, así la mayoría de los volcanes estén en reposo temporal, como ocurre con Cerro Bravo. Solo que dado el período típico y la incertidumbre en su estimación, habrá que tomar en serio esta amenaza.

De conformidad con el mapa y la información suministrada para el mismo, entre las amenazas volcánicas de Cerro Bravo, habrá que contemplar, además de caída de ceniza volcánica, flujos de lodo por los ríos Aguacatal afluente del Gualí y por el río Perrillo afluente del Guarinó, llegando con pocos metros de espesor hasta el Magdalena; además de los flujos piroclásticos que podrían superar los 10 kilómetros de extensión avanzando por dichos drenajes e incluso por las cabeceras del Rio Blanco y del Guacaica, vecinos a Manizales de conformidad con el mapa anexo, consecuencia ello de una erupción importante en volumen dado que la columna eruptiva de dicho volcán, por su mayor coeficiente explosivo en comparación con el Ruiz y el Tolima, tiende al colapso como también lo haría una erupción del Cerro Machín vecino a Cajamarca. Para información del lector, mientras Herveo está localizado a 14,2 km, el centro de Manizales se encuentra ubicado a 25 km y la Enea a 20 km, de Cerro Bravo.

Refencia: In, Revista Eje 21. Manizales, 215-05-24]



DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	Dist. Km
CALDAS	ANSERMA	33
	CHINCHINÁ	33
	MANIZALES	20
	NEIRA	37.4
	PALESTINA	36
	VILLAMARÍA	27
CUNDINAMARCA	GUADUAS Pto Bogotá	75
RISARALDA	SANTA ROSA DE C	33
TOLIMA	AMBALEMA	62.6
	ARMERO	46
	CASABIANCA	30.4
	FALAN	48
	FRESNO	43
	HERVEO	26
	HONDA	74
	LÉRIDA	45
	LÍBANO	28.7
	MURILLO	16.5
	PALOCABILDO	41.7
	MARIQUITA	59
	VENADILLO	43
	VILLAHERMOSA	27.3

Imagen: La Amenaza del Ruiz. SGC & UNGRD.

La prehistoria geológica del volcán Nevado del Ruiz se remonta al Pleistoceno, es decir a 1,8 millones de años. Se trata del período ancestral que dura entre 0,8 a 1,0 millones de años, en el que tienen lugar las primeras erupciones y en el que se forma un complejo de grandes estratovolcanes que colapsan y forman calderas de entre 5 y 10 km de diámetro. Sigue otro período antiguo que dura más de medio millón de años durante el cual se desarrollan grandes estratovolcanes sobre el paisaje caldérico; y que durante los últimos 150 mil años cierra con la formación de calderas explosivas en sus cumbres y con el desarrollo del actual edificio volcánico y de los otros conocidos en el entorno a través del emplazamiento de domos andesíticos y dacíticos. La Olleta y La Piraña, son dos cráteres parásitos alineados con ochenta mil y cien mil años de antigüedad en su orden, los que revelan parte de esa historia.

El edificio volcánico es un estratovolcán de 2035 m de altura perteneciente al segmento volcánico más norte de los Andes, y emplazado sobre el cinturón cristalino paleozoico de la Cordillera Central de Colombia, segmento que se denomina Complejo Volcánico Ruiz-Tolima. Hasta aquí la prehistoria geológica, porque entrando a la historia geológica reciente, durante los últimos 11 mil años el Ruiz ha tenido cerca de 12 etapas de actividad eruptiva explosiva, con múltiples eventos conexos y destrucción parcial de los domos volcánicos.

Así como conocemos de la historia geológica más antigua del Ruiz por la morfología de las estructuras volcanotectónicas, también podemos saber de su actividad reciente mediante la datación de suelos orgánicos bajo las capas de cenizas, y de otras evidencias geológicas por erupciones de los últimos miles de años, así: desde concluido el Holoceno y ya en el Antropoceno o “edad de los humanos”, en el 6660 a. C., 1245 a.C±150 años, cerca del 850 a. C. y 200 a.C±10 años, así como del año 350 d.C±30 años y del 675 d.C±50 años.

Los del Pleistoceno, se retiraron 14 mil años atrás dejando como evidencia los valles glaciares y las morrenas hasta los 3500 m snm, además de depósitos fluvioglaciares como los que llenan las cuencas bajas del drenaje mayor. Pero, aunque no tenemos historia en Cerro Bravo, también se han datado erupciones de los años 1720 ± 150, 1050 ± 75 y 750 d. C. ± 150, años, y podemos observar los depósitos poligénicos de nubes ardientes en las cabeceras de los ríos Aguacatal y Perrillo.

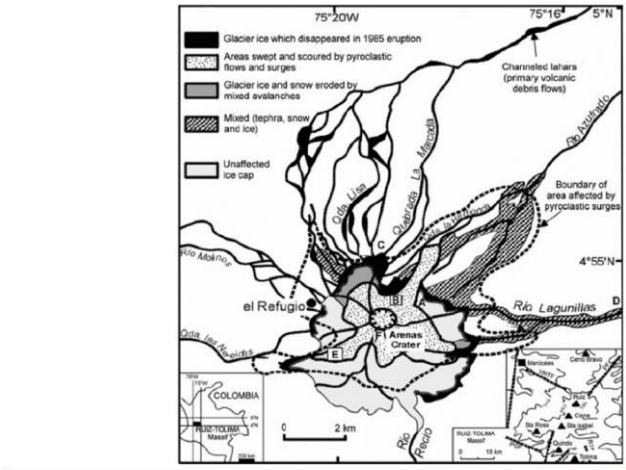
Aunque las erupciones del Ruiz y del Cerro Bravo tienen en común un carácter explosivo, mientras las de Cerro Bravo han mostrado un nivel moderado alto y con un mayor nivel de dispersión de las riadas gasopiroclásticas, las del Ruiz han sido de coeficiente explosivo de nivel moderado bajo, con presencia de una columna eruptiva preferiblemente vertical sostenida, aunque se presenten pequeños flujos piroclásticos relacionados con riadas que emergen del cráter o por desprendimientos de la pluma eruptiva. A modo de

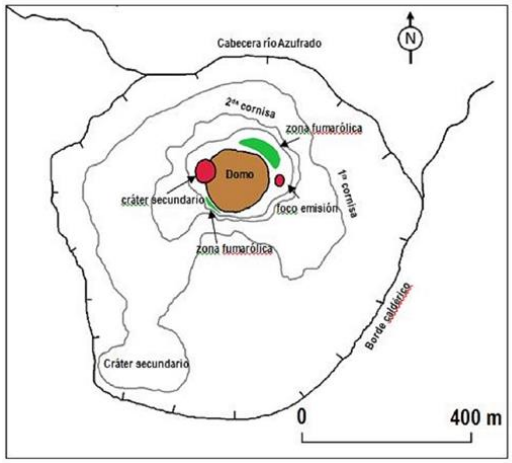
ejemplo, en 1985, uno de estos eventos secundarios denominados “surge”, arrasó el refugio del Nevado del Ruiz.

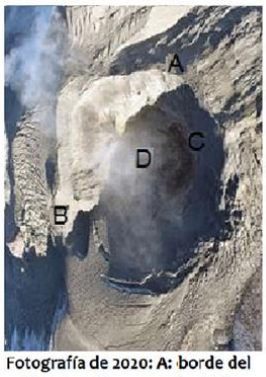
Así no se tenga algo escrito en la historia porque habitamos este territorio del segmento volcánico más septentrional de los Andes, aunque poco sabemos de las corrientes humanas migratorias asiáticas que hace 12 o 14 mil años entraron a las Américas por el estrecho de Bering, luego pasaron por Colombia y posteriormente bajaron hasta la Patagonia, tardando 1000 años en ocupar el continente, ni podamos explicar las pinturas rupestres de unos 20.000 años en Chiribiquete; lo anterior para advertir que los antecedentes históricamente no registrados de eventos importantes, se pueden conocer mediante la datación de horizontes orgánicos sepultados bajo las tefras.

Erupciones históricas y prehistóricas del Ruiz

Ya desde el descubrimiento de América y la conquista, sabemos también de las erupciones históricas de los años 1595, 1845 y 1985, con presencia de lahares repitiéndose donde ahora se destruye Armero. Los dos primeros coinciden con la pequeña glaciación de 300 años ocurrida entre 1550 y 1850, época en la que el volcán del Quindío al igual que el del Cisne era nevados, quedando como evidencia de esta neoglaciación los actuales arenales del Ruiz.







Fotografía de 2020: A: borde del cráter, B: cráter secundario de 150 m de diámetro localizado al Oeste, C: cornisas interiores, D: nuevo domo de lava. Fuente: Ingeominas.

Imagen: Izq. Extensión de los flujos piroclásticos de 1985, afectando cerca del 20% de su superficie y del 10% del volumen glaciar del Nevado del Ruiz. Imagen de Carlos A. Vargas. Der. Nueva morfología del Cráter del Ruiz, semiobstruido. Croquis del cráter e imagen de sus nuevos rasgos morfológicos. O V del SGC en Manizales, 2020.

Igualmente, tras un sismo ocurrido en la mañana del 19 de febrero de 1845 surge un flujo de lodo por el valle que alcanza a Armero cobrando la vida de mil personas, y partiéndose en dos: la mayor proporción que alcanza el Magdalena lleva bloques de hielo, y la pequeña que va al norte alcanza a represar el río Sabandija.

Como hipótesis, el que no se reporten cenizas en 1845, podría argumentarse la ocurrencia de un gran evento de ángulo bajo., que en magnitud supera las erupciones de 1595 y 1985.

Finalmente, desde finales de 1984, luego de un incremento en el nivel de la actividad sísmica cerca del Ruiz y del depósito de azufre en la cumbre del volcán, posteriormente se da el aumento de la actividad fumarólica, lo que desemboca primero en una pequeña erupción freática con expulsión de ceniza el mediodía del 11 de septiembre de 1985, y luego en el paroxismo del 23 de noviembre de 1985 cuando se produce la erupción magmática con los lahares que ocasionan el desastre de Armero.

Si la erupción de 1845 fue de unos 2 Km3 de magma que se habría acumulado en 250 años, y la de 1985 tan solo fue de 0.1 a 0.2 km3, el Ruiz después de 150 años aún tendría un acumulado de 1 km3 de magma disponible para un evento tipo pliniano de magnitud similar al de 1595, cuando el cráter al igual que ahora no presentaba taponamiento.

En sus “Noticias historiales de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales”, Fray Pedro Simón relata: la erupción del Nevado del Ruiz ocurrida el domingo 12 de marzo 1595, aludiendo a tres truenos sordos que se oyeron más de 30 leguas por toda su circunferencia, y a crecientes por el Lagunilla que cobraron la vida de unos 600 indígenas Gualíes y que dejaron media legua de peñascos, entre ellos uno mayor que un cuarto de casa. Añade que, en Cartago además de oscurecerse el cielo del medio día, las cenizas cubrieron los pastizales con una capa que superó un palmo con su espesor, por lo cual las vacas no dieron leche hasta que las lluvias de los días siguientes lavaron tanta pestilencia.

Igualmente, tras un sismo ocurrido en la mañana del 19 de febrero de 1845 surge un flujo de lodo por el valle que alcanza a Armero cobrando la vida de mil personas, y partiéndose en dos: la mayor proporción que alcanza el Magdalena lleva bloques de hielo, y la pequeña que va al norte alcanza a represar el río Sabandija. Como hipótesis, el que no se reporten cenizas en 1845, podría argumentarse la ocurrencia de un gran evento de ángulo bajo., que en magnitud supera las erupciones de 1595 y 1985.

Finalmente, desde finales de 1984, luego de un incremento en el nivel de la actividad sísmica cerca del Ruiz y del depósito de azufre en la cumbre del volcán, posteriormente se da el aumento de la actividad fumarólica, lo que desemboca primero en una pequeña erupción freática con expulsión de ceniza el mediodía del 11 de septiembre de 1985, y luego en el paroxismo del 23 de noviembre de 1985 cuando se produce la erupción magmática con los lahares que ocasionan el desastre de Armero.

Si la erupción de 1845 fue de unos 2 Km3 de magma que se habría acumulado en 250 años, y la de 1985 tan solo fue de 0.1 a 0.2 km3, el Ruiz después de 150 años aún tendría un acumulado de 1 km3 de magma disponible para un evento tipo pliniano de magnitud similar al de 1595, cuando el cráter al igual que ahora no presentaba taponamiento.

Aunque después de Armero, como evidencia de que la inestabilidad del sistema volcánico ha sobresalido por dos pequeñas erupciones ocurridas en 1989 y 2012, el cráter Arenas ahora con 300 m de profundidad, muestra justo en el fondo el surgimiento de un domo localizado al Oeste del gran cráter y de más de medio centenar de metros de altura, tras la extrusión de lava al lado del cráter secundario de 150 m de diámetro.

Por último, habrá que señalar que además de los flujos de lodo o lahares como amenaza ya conocida del Ruiz, además de las riadas gasopiroclásticas que afectarían algunos kilómetros contados en las inmediaciones del cráter donde también caerían pequeños bloques o clastos, tendríamos caída de arena y ceniza con importante afectación para el ganado, las fuente de agua y la florescencia en un área vecina, además de su impacto en las rutas aéreas y descargas eléctricas y lluvias pertinaces que acompañan el fenómeno; y respecto a las pequeñas emisiones continuas o frecuentes, habrá problema para la salud si no se protege la vista o las vías respiratoria, o por la exposición prolongada para las personas con afectaciones cardio-pulmonares, bronquitis crónica y asma preexistente. A modo de ejemplo tenemos la ocurrencia de flujos de lodo catastróficos asociados a la erupción del Volcán Nevado del Huila del 18 de abril de 2007, sin que se hayan dado víctimas humanas mortales como evidencia no solo de la importancia de la vigilancia volcánica, sino también de la capacidad de una comunidad indígena sólida y organizada apropiada del territorio, y a los

beneficios pedagógicos asimilados y recursos materiales provistos tras la reconstrucción física del desastre del Páez de 1994.

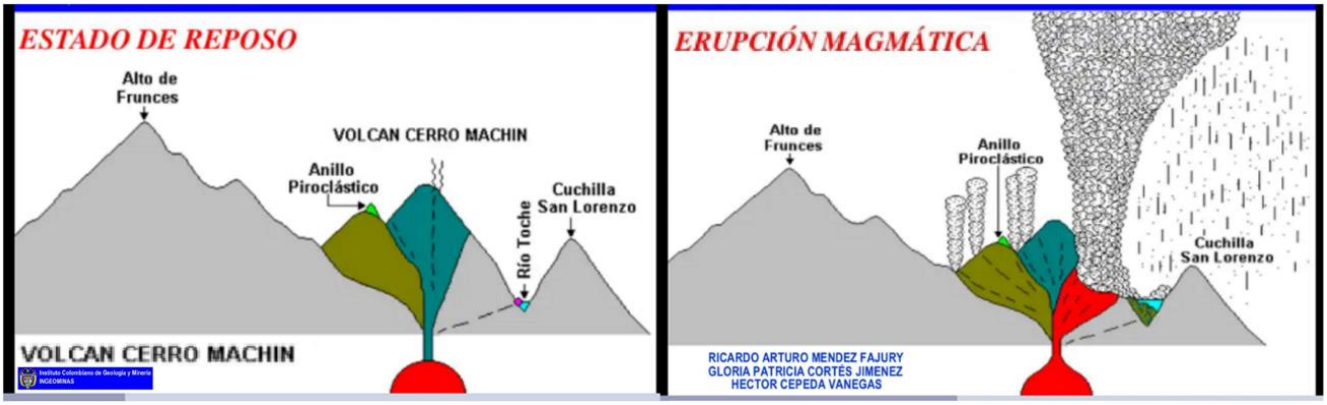
Allí, se puso en evidencia que, tras la destrucción de carreteras, puentes y decenas de hectáreas de cultivos ribereños del cañón del río Páez arrasados, aunque la crisis volcánica continuó bajo el imperativo de un enorme potencial de amenaza, gracias a la valiosa información científica del orden geofísico y vulcanológico suministrada por el INGEOMINAS, también en el caso del Ruiz con el OVM funcionando de modo continuo para alertar oportunamente en caso de generase la amenaza, con el concurso de la comunidad y el apoyo institucional el riesgo puede mitigarse asumiendo un evento similar al de 1595 por el volumen de magma que podría estar involucrado, aunque el tema que queda por resolver sería la dirección imperante del viento y con ello la zona afectada por caída de ceniza.

Colombia cuenta con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), creada en noviembre 3 de 2011 a través del Decreto 4147 con la misión de coordinar el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SNGRD. Como antecedentes, si tras el terremoto de Popayán (1983) se había creado el SNGRD, sólo a raíz del desastre de Armero por la erupción del Ruiz (1985), con la Ley 46 de 1988 y el Decreto 919 de 1989 se institucionaliza el sistema, aunque tras el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de 1998, tardíamente se formuló la Política Nacional de Gestión del Riesgo gracias a la Ley 1523 de 2012, previendo la repetición de eventos como el desastre de Gramalote causado por La Niña 2010-2011.

Actualmente, el SNGRD, ha evolucionado y se ha fortalecido con el Fondo de Calamidades, como fideicomiso estatal de creación legal administrado por la UNGRD. Habrá que añadir que, inicialmente el SNGRD sólo atendía "la fase de emergencia" y operaba sin recursos adecuados ni estructura propia, y luego con el terremoto del Quindío (1999) consolida la fase de reconstrucción poniéndose en evidencia la importancia de ocuparse de "el después", fue sólo con La Niña 2010-2011 que el SNGRD incorpora a la gestión de los desastres "el antes" -o fase preventiva-, con lo cual la institucionalidad toma forma al expedirse la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial LOOT 1454 de 2011-, en la cual el factor del riesgo por desastres naturales entra a la planificación.

**

LA AMENAZA VOLCÁNICA DEL CERRO MACHÍN



Portada: Modelo eruptivo del Cerro Machín - Fase de Reposo y Erupción Magmática- Ingeominas.

El Machín, es un volcán activo en estado Off, con coordenadas geográficas 4º 29'N y 75º 22'W, una altitud de 2750 msnm, y una estrutura que muestra un cráter de 2,4 km de diámetro y en cuyo interior han surgido dos domos de 250 m y 150 m de altura, donde se presentan actividad fumarólica sobre los domos, y fuentes termales dentro y fuera del edificio volcánico, fenómenos que sumados a su sismicidad esporádica, dan merito a considerar una nota de la Fundación Ecológica Cosmos de 2008, donde definiera con una frase en cierto modo cierta al Machín, como la mayor amenaza volcánica de Colombia, para aludir a dicha problemática sobre la que añade que: "Estamos pues en mora de que se tomen medidas efectivas para prepararnos y

prevenir un desastre. Es cierto que no hay manera de saber cuándo ocurrirá, pero sí sabemos que ocurrirá y dónde." Ahora, el problema estaría no sólo en que no se podría señalar con exactitud lo que ocurrirá en un momento dado, tal cual se puede advertir en dicha nota, sino también en el espacio, ya que podría darse una erupción futura en el Machín que podría tener magnitud e intensidad impredecible, en un escenario del centro del país donde habita cerca de 1 millón de personas. Como referente, en este volcán que registra un flujo piroclástico Holoceno asociado a un evento de 5 Km3 de magma, la última erupción ocurrió hace 800 años, según Ingeominas.

Así y todo, el evento de trabajo para la gestión integral del riesgo relacionada con el Machín en su territorio, mismo que aquí se presenta con el alcance señalado en los mapas, debe y puede asumirse para enfrentar dicha amenaza, dado su notable potencial eruptivo sumado a otros factores inconvenientes, como el coeficiente explosivo intermedio alto de su magma para este volcán Holocénico de composición dacítica con seis erupciones en los últimos 5000 años, y evidencia de grandes eventos con columnas eruptivas de colapso, hechos que le ameritan un Índice de Explosividad Volcánica VEI = 5 que acentúa la amenaza, así no existan glaciares en su cumbre, máxime si su baja altitud de 2750 msnm se traduce en mayor energía potencial a causa de la menor altura como resistencia para el ascenso del magma. Y en cuanto al riesgo, Ingeominas hace importantes consideraciones al categorizar las áreas y alcances según los diferentes eventos volcánicos, lo que invitan a reflexionar sobre la inconveniente exclusión del riesgo asociado al Machín hecha en el Plan de Desarrollo del Quindío, con el irresponsable argumento de no afectar la actividad turística. Como referente, en el Tolima y el Ruiz, gracias a un magma andesítico menos explosivo, las plumas eruptivas son verticales sostenidas y no de colapso.

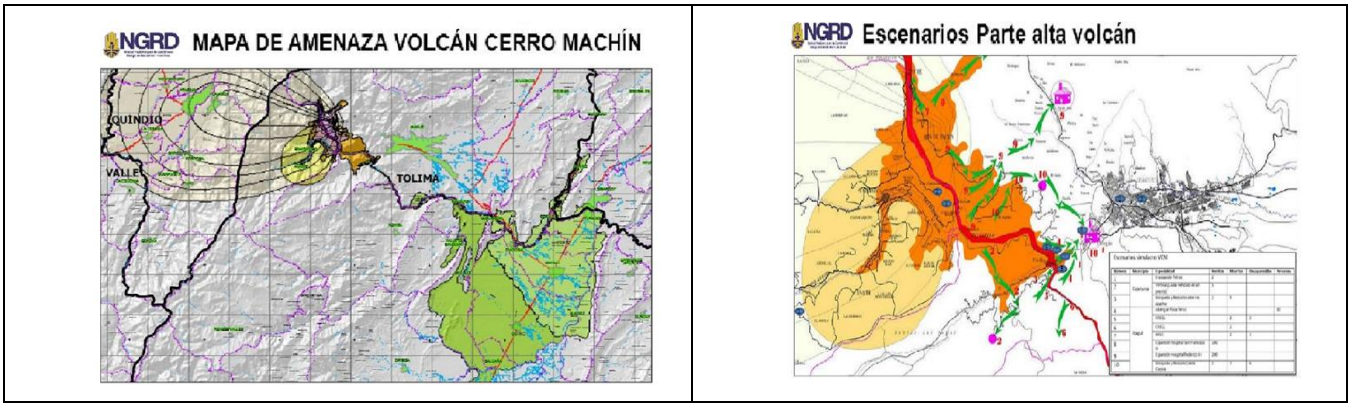


Imagen: Mapa de Amenaza del Volcán Machín elaborado por Ingeominas. Arriba: mapa general, abajo detalle en la parte alta. Fuente, Ingeominas.

De conformidad con el Mapa de Amenazas potenciales del Volcán Cerro Machín anexo, estas son las previsiones: primero, los flujos piroclásticos o nubes ardientes huracanadas de material volcánico incandescente, que sería la amenaza volcánica con mayor potencialidad de daño y donde las áreas amenazadas que cubren 240 km2, incluyen poblados como Cajamarca, Anaime, el Corregimiento de Coello, Toche y Tapias. Siguen por su severidad, los lahares o flujos de lodo que se desplazan por las quebradas y ríos del drenaje hasta sus valles de salida; para estos eventos que afectarían más de 1000 km2, la amenaza se extiende a lo largo del río Coello y el alcance llega hasta la planicie del Magdalena, entre Saldaña y Nariño. Tercero, está la amenaza por caída de productos piroclásticos donde se diferencian caída de piroclastos transportados por el viento y de piroclastos por proyección balística, dos fenómenos con diferente alcance, siendo mayor el del primer fenómeno, y donde la amenaza cubre un área de 2000 km2 localizados hacia el poniente, lugar donde se afectarían poblaciones tolimenses como Cajamarca, Anaime y Toche, y del Quindío desde Salento y Filandia, hasta Pijao y Buenavista, pasando por Calarcá y Armenia.



Imagen: Escenario eruptivo potencial del Cerro Machín. Ingeominas.

Ahora, siendo el Machín un volcán de características muy explosivas y antecedentes eruptivos de gran magnitud, p.e. un evento del Holoceno de 5 km3 de volumen, probablemente el evento al que habrá que atender entre todos los posibles, exige actuar anticipadamente sobre el poblado de Cajamarca y sobre los pequeños asentamientos de su vecindad, como El Toche, con mayor intensidad, haciendo del lugar un objeto de planificación con enfoque preventivo y participativo, y por lo tanto actuando con la propia comunidad como sujeto de ella, para definir en conjunto el nivel de riesgo que se desea y puede asumir. Cosa similar debe hacerse en el Cerro Bravo, otro volcán de catastróficas erupciones pasadas y vecino a las localidades de Letras, Puerto Brasil y Delgaditas, así sus manifestaciones actuales no resulten equiparables y el probable vulcanismo futuro relacionado con una actividad postcaldérica, parezca continuar muy atenuado según se advierte de los depósitos y morfología de sus últimos eventos.

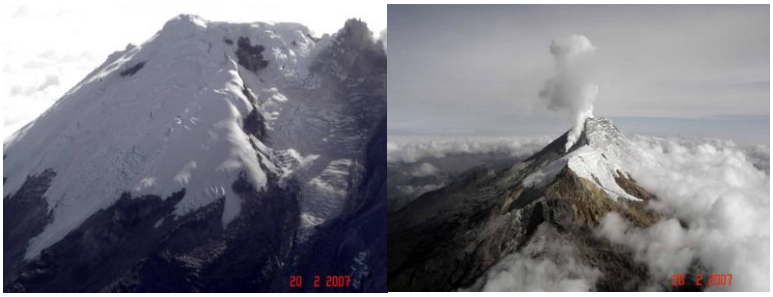
Para el efecto, en zonas de riesgo volcánico y durante los períodos de calma se deben tomar acciones de planificación anticipada para la debida ocupación del territorio, mientras en las temporadas de crisis deben propiciarse acciones previas propias de una fase de emergencia, y en ambas existen componentes educativos complementarios.

Por fortuna, gracias al trabajo de los científicos del Servicio Geológico Colombiano, así existan incertidumbres espaciales sobre el alcance y tipo de erupción, el mapa de amenazas volcánicas de Machín señalando lo que resulta sensato atender y su estación de monitoreo básico para dar las alertas oportunas, ya existen; también existe un valioso y capacitado grupo humano con recursos que deben mantenerse y sobre todo mejorarse, en el Observatorio Vulcanológico de Manizales adscrito al Ingeominas.

Documento para la Red Ambiental de Caldas. Manizales, diciembre 4 de 2021.

+*

A PROPÓSITO DE LA REACTIVACIÓN DEL V.N. DEL HUILA



Se ha reactivado el Volcán Nevado del Huila. localizado en la Latitud: 2,93°N (2° 56' N) y Longitud: 76,03°W (76° 2' W) y cuya cúspide alcanza la Altitud de 5365 m (17601 pies), por lo que se trata del volcán activo de mayor altura en los Andes colombianos, y en cuya cumbre se alberga un manto glaciar elongado. La más reciente emergencia en la zona se presentó a mediados de 1994, cuando un sismo causó una avalancha en el río Páez, que dejó unos 1.100 muertos. Las imágenes de satélite confirmaron una erupción el 19 de febrero de 2007, cuya nube de la ceniza alcanzó una altitud de 6.1 kilómetros (20.000 pies). Como consecuencia del fenómeno, el lunes siguiente Colombia declaró en alerta a una amplia región del suroeste del país, ordenó cerrar carreteras y evacuar a los habitantes de las riveras de varios ríos por la amenaza de avalanchas tras la erupción del Volcán Nevado del Huila. Durante los días 2 y 3 de marzo, INGEOMINAS reportó tremores volcánicos, y emisiones de gas y cenizas. Los expertos de INGEOMINAS consideran posible que una erupción afecte localidades de los departamentos del Huila, Tolima, Cauca y Valle del Cauca.

El Nevado del Huila es un edificio volcánico construido entre los 2.600 y los 5.365 m.s.n.m, sobre un basamento de edad precámbrica a mesozoica, y por lo tanto cristalino, y que se ha emplazado sobre un sistema de fallas NNE que se cruza con otro sistema transversal. Se trata de un volcán compuesto de naturaleza andesítica-dacítica y por lo tanto de explosividad intermedia, construido dentro de una caldera 10 de km y conformado por flujos de lava, algunos domos y depósitos de flujos piroclásticos y de lodo. El volcanismo en Nevado del Huila ha emigrado de sur a norte, produciendo seis conos volcánicos alineados con el sistema de fallas principal. La primera erupción histórica de este volcán fue una pequeña erupción explosiva ocurrida a mediados del siglo XVI, entre los años1550 y 1560.

Además de las actividades de la Comisión Técnica del Comité Regional para la Prevención y Atención de Desastres, se ha instalado equipo de monitoreo sísmico para fortalecer la red de vigilancia volcánica en el lugar bajo la coordinación del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán, y se ha desplazado personal hacia la Laguna de Páez ubicada en el sector norte del volcán, mientras el IDEAM mantiene sus observaciones de los caudales del río Páez en las estaciones de Inzá en el Cauca y de Paicol en el puente de Los Ángel. Sin duda, poco a poco iremos sabiendo cómo evolucionará el fenómeno a partir de las señales que se van dando en el volcán y en su entorno. También se conoce de la elaboración del mapa de amenazas de este escenario volcánico, cuya segunda versión se presentó hace más de una década, anunciando amenaza por flujos de lodo con extenso recorrido hacia el drenaje sur y la mayor susceptibilidad de los flancos laterales Este y Oeste, a la ocurrencia de otros eventos.

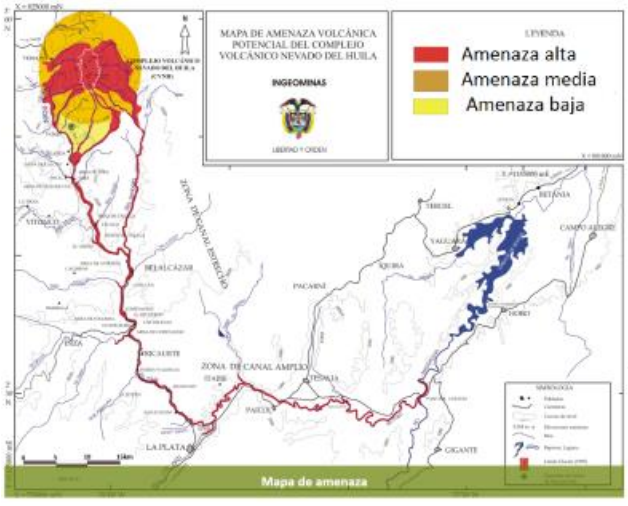


Imagen: Mapa de amenazas del VN del Huila. SGC. A la Izq. Belalcazar, y a la derecha, Betania.

Pero a modo de reflexión, permítanme decir que hay una historia que contar y tener en cuenta, y es la de Armero: el Ruiz inició su reactivación 11 meses antes del desastre de 1985. Hubo científicos, instrumentos, señales del volcán e incluso mapa de amenazas elaborado antes del evento del 13 de noviembre señalando las poblaciones en riesgo, pero esos mismos escenarios se sembraron de muerte y dolor. Propongo esta

hipótesis para la gestión del riesgo en el Huila, que era la misma sugerida hace más de 20 años en el Ruiz: en el volcán del Huila, la actividad fumarólica va trabajando de forma gradual el conducto del cráter, hasta que finalmente se facilite la caída de presión en el reservorio de magma, ubicado a profundidad. Después de siglos de haber permanecido el sistema en estado OFF y entrar al estado ON, entonces cuando los fluidos magmáticos pasen de la fase líquida a la fase gaseosa, y rompan las diafragmas de lava que los controlan, al desgasificarse de forma súbita el reservorio a causa de la caída de la presión, se produce la erupción, que se expresa por la salida impetuosa de los gases arrastrando las telas de las diafragmas lávicas ya rotas en forma de chorros, coágulos y goteras, y con ella la generación de los flujos de lodo a partir de la nieve que se funda por los flujos piroclásticos y riadas de fragmentos lávicos asociados a la pluma eruptiva.

Volviendo al Huila, si queda bien claro que en los asuntos relacionados con la vigilancia vulcanológica se ha avanzado de forma inequívoca, gracias al aporte científico del INGEOMINAS. Y quisiera ahora decir lo mismo en otros frentes que son fundamentales en la estructura del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de Colombia, y que son los que tienen que ver con la gente del volcán.

Mitigar el riesgo supone la gestión en torno a la amenaza y a la vulnerabilidad; por ejemplo en el sector del resguardo Wila sobre la quebrada Dublín, como en todos los escenarios expuestos a la amenaza de las nubes ardientes y los flujos de lodo, ¿cómo está la gente?, ¿participa ella de las acciones de prevención como actor de su propia suerte?, ¿cuenta la comunidad con los recursos, teóricos, metodológicos, instrumentales, económicos y organizacionales para hacer frente a la emergencia con acierto y decoro?

A propósito de esto, es un deber casi moral y sobre todo estratégico, retomar la valiosa experiencia del abogado caucano Gustavo Wilches-Chaux forjada en los procesos de reconstrucción comunitaria del hábitat de Tierradentro y de Popayán, afectados separadamente por los terremotos de 1983 y 1994. Wilches-Chaux, además de un humanista y catedrático, es uno de los más consolidados ambientalistas de Colombia con solvencia en la gestión y administración pública de los desastres naturales. Habrá que comprender y atender esa otra dimensión, la de la gente del volcán, mucho más compleja e importante.

Ref: Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, 9 de Marzo de 2007. Act. 2025.

¿DÓNDE ESTÁ LA GESTIÓN PLANIFICADORA DEL RIESGO VOLCÁNICO?



Interesantes las medidas del Comité Técnico Nacional para la Prevención y Atención de Desastre previstas desde inicios del año y puestas en marcha por el Ministerio de Comunicaciones el pasado 10 de noviembre, en relación con la coyuntura volcánica del Cerro Machín, vecino a Cajamarca, Tolima, cuando en la madruga del 9 la ocurrencia de enjambres de sismos en su entorno hizo temer una eventual erupción: desde el ministerio se ha instruido a las emisoras comunitarias de interés público y comercial con presencia en la zona, transmitir únicamente los mensajes oficiales que expida el Comité Nacional o Local de Emergencias, para evitar falsas alarmas y orientar adecuadamente a la comunidad en momentos de crisis, quien cuenta con sirenas de mediana potencia para recibir una eventual alertar en caso de emergencia, relacionada con la ocurrencia de eventos sorpresivos o la anticipación de uno considerado probable.

Pero frente a esta que es la mayor amenaza volcánica de Colombia, y a la que se enfrenta en otros escenarios como el del Volcán Nevado del Huila, se pone en evidencia la falta de previsión de los políticos, los planificadores y la autoridad ambientales que aún no se anticipan a estas situaciones de riesgo, previstas y soportadas en juiciosos estudios de amenazas elaborados por el Ingeominas y que hacen viable el análisis de vulnerabilidad que les corresponde hacer para decidir acertadamente, antes de semejantes crisis, sobre las dinámicas de ocupación del territorio y sobre la exposición al riesgo.

Sea esta la oportunidad para reclamarles a dichos actores sociales, actuar desde las épocas de calma volcánica con la responsabilidad y gravedad que estas situaciones les demanda, y volver de nuevo sobre los planes de desarrollo del orden nacional y departamental y sobre el ordenamiento del territorio, donde la gestión del riesgo volcánico no aparece. Que esta advertencia sirva para no descargar el peso de semejante responsabilidad sobre las instituciones que sí han cumplido, entre ellas el Ingeominas, la Cruz Roja y la Defensa Civil.

Desde el OAM, Ed RAC 493 de November 14, 2008

Imagen: Obra expuesta en el Museo de Arte del Tolima, en: Elnuevodia.com.co

***

CONVIVIENDO CON EL VOLCÁN



Imagen: Erupción en el Nevado del Ruiz. Fuente: Eltiempo.com

Para el tema que nos ocupa, el de la convivencia con el volcán Nevado del Ruiz, resulta importante señalar que el 35 % de los colombianos vivimos en zonas de amenaza sísmica alta y el 20 % en zonas con algún grado de amenaza volcánica. ¿Esto por qué? la geología de los tres segmentos volcánicos de Colombia: el del Galeras, el del Huila y el del Ruiz, se relaciona con el denominado “cinturón de Fuego del Pacífico”, una región activa del planeta que en Colombia se expresa con tres cordilleras, donde se presentan unos 15 volcanes activos o potencialmente activos, pero también con varios corredores de fallas geológicamente activas cuyas fuentes sísmicas han ocasionado grandes terremotos, como los sismos de Cúcuta (1875), Popayán (1983), Páez (1994) y Quindío (1999).

El Nevado del Ruiz, también conocido como Mesa de Herveo, y en la época precolombina como Cumanday, con 5.321 m s.n.m. es un volcán activo cuya cubierta glaciar –en proceso de desglaciación– apenas supera los 8 km2. Aunque se contempla un evento menor ocurrido en 2016, sus erupciones históricas datan de 1595, 1845 y 1985. Los lahares de 1985 que destruyeron a Armero y ocasionaron relevantes daños en Chinchiná, Villamaría y Mariquita, cobraron cerca de 25 mil vidas. •

Algo de prehistoria: según las investigaciones de Ingeominas en el Pleistoceno, hace 1,8 millones de años, inicia el período ancestral del Ruiz que dura entre 0,8 a 1,0 millones de años, con grandes estratovolcanes que colapsan quedando calderas de entre 5 y 10 km de diámetro. Continúa el período antiguo que dura entre 0,8 a 0,2 millones de años, en el que se desarrollan grandes estratovolcanes; y luego entre hace 0,2 y 0,15 millones de años, se formaron calderas explosivas en el lugar.

Finalmente, según el Ingeominas, si en los últimos 150.000 años, se desarrolla el actual paisaje volcánico del Ruiz con el emplazamiento de domos andesíticos y dacíticos, en medio de las viejas calderas, durante los últimos 11.000 años, el Ruiz ha tenido cerca de 12 etapas eruptivas con flujos piroclásticos y lahares, en las que se destruyen parcialmente los domos de la cima. Concluido el Holoceno y ya en el Antropoceno, las erupciones importantes datadas por radio carbono 14, son del 6660 a. C., 1245 a.C ±150 años, cerca del 850 a. C. y 200 a.C ±100 años, así como del 350 d.C ±300 años y del 675 d.C ±50 años, según Ingeominas.

Las cenizas volcánicas, cuyo nombre técnico es piroclasto o tefra, son partículas de roca de un diámetro menor a 2 mm. Se trata de goteras de magma que se ha solidificado, antes o después de ser expulsado por un volcán, ya sea en una erupción magmática, en una erupción freatomagmática o en una erupción freática. Cuando el magma se aproxima a la superficie terrestre, el gas contenido en el fundido se expande, produciendo la fragmentación del material en partículas finas o en goteras; pero también cuando el magma entra en contacto con agua subterránea, su fragmentación explosiva lo convierte en cenizas volcánicas.

Aunque los sismos y las erupciones volcánicas no se pueden predecir como sí los eclipses, ambos se pueden pronosticar, señalando espacialmente el tipo de eventos probables con su alcance, y su probabilidad de ocurrencia para una magnitud dada y en un lapso de tiempo dado. Sabemos el temor que se siente al ver humeante el Ruiz, por tratarse de un volcán en cuya área de influencia habitan más de 500 mil personas, y cuya erupción de 1985 se constituye en la mayor tragedia mortífera de Colombia, después del Covid-19.

Una vez más durante el primer trimestre del año 2022, en Manizales hemos sentido sismos como el de magnitud 3,4 con profundidad de 4 km localizado a 18 km de Murillo y en jurisdicción de Villa María: se trató de un evento ocurrido el 27 de marzo a las 17h 24m, asociado con el Volcán Nevado del Ruiz. A pesar de la precaria intensidad de los sismos volcánicos, su vigilancia impone desafíos como la optimización de estrategias para la gestión del riesgo, no sólo por la ocurrencia de enjambres con cientos de eventos, sino por la intensidad de los más fuertes con magnitud cercana o mayor a 5 en la escala de Richter que, además de ocasionar eventuales deslizamientos o caída de muros en lugares vecinos al volcán, se pueden sentir en el centro del país.

En el Nevado del Ruiz, algunas de las diferentes fuentes sísmicas detectadas, aunque con diferentes grados de actividad, pueden anticipar importantes emisiones de cenizas. La energía liberada por los enjambres y la tipología o morfología de los sismos, al igual que la actividad volcánica general (tremores, emisiones de cenizas y gas, y deformaciones), como actividad premonitoria de una erupción volcánica, facilita la interpretación e identificación del fenómeno, en el proceso de vigilancia y pronóstico al equipo de vulcanólogos responsable de anunciar el nivel de alerta en el caso del Ruiz.

No todas las cenizas tienen el mismo potencial de afectación para la salud humana, como si la tienen las oleadas de ceniza meteorizada, y sobre todo la ceniza caliente de un flujo piroclástico o nube ardiente, que por su alta temperatura causa asfixia, e incluso la muerte por quemaduras según el caso. Además, en una erupción de un volcán de características explosivas como el Ruiz, las erupciones se acompañan de nubes de vapor con cenizas, lo que se traduce en lluvias torrenciales y tormentas eléctricas. Ahora, aunque tras una erupción importante, la acumulación de ceniza puede causar el colapso estructural de techos, bloquear vías y causar inundaciones, una cenizada en el aire puede afectar el tráfico aéreo, y también traen perjuicio severo para el ganado, para las fuentes de agua y pérdida de cosechas.

Y en cuanto a la salud humana, la exposición prolongada a las cenizas y sin protección, además de perjuicios para ojos, nariz y garganta, trae consecuencias severas para quienes padecen de bronquitis crónica, enfermedades cardiopulmonares o asma preexistente. Finalmente, en el caso del Ruiz, gracias al clima bimodal de la región andina, durante las temporadas secas que empiezan en Junio 21 y Diciembre 22, las cenizas van preferencialmente hacia el Corredor del Cauca –caso Pereira y Manizales-; y durante las temporadas invernales que empiezan en Marzo 21 y Septiembre 22, hacia El Nor-Noreste -Caso Fresno y Manzanares-.

Ref: Notas para el Programa Civismo en Acción de la SMP Manizales, Manizales, abril 9 de 2022. Act. 2026.

EL VOLCÁN Y EL DESATRE DE ARMERO

:



Portada: Fotografía de Armero, https://caracol.com.co/

Hipótesis para el prefacio

Una vez más estas notas para conmemorar una dolorosa fecha como la destrucción de Armero, con la intención de hacer una lectura de la coyuntura previa a la erupción del Ruiz del 13 de noviembre de 1985, de la que se deriven lecciones a partir de las experiencias científicas en torno a un desastre que según mi convicción pudo ser por lo menos mitigado, a pesar de que para entonces el Estado no contaba con políticas ambientales ni de planificación ligadas a la dimensión de los riesgos, que nuestra sociedad tampoco había desarrollado esa cultura que demanda la apropiación del territorio buscando su adaptación a las amenazas naturales, y sobre todo: que no existía institucionalidad, razón por la cual Colombia, a raíz de la tragedia creo el SNGRD.

Al estar desprovistos de instrumentos que proveyeran la capacidad efectiva de intervenir, antes, durante y después de un potencial desastre, se dejó a su suerte a decenas de miles de pobladores expuestos y en sumo grado vulnerables, sobre un escenario severamente amenazado por una erupción claramente anunciada, y donde las acciones locales y nacionales de los diferentes actores sociales, resultaron asimétricas, fraccionadas e insuficientes.

Si bien ese es el fundamento de la hipótesis que presento, a mi juicio existieron otros factores contribuyentes, cuya intervención pudo desmovilizar o neutralizar de forma oportuna los precarios activos del Estado dispuestos para prevenir la tragedia.

Entre ellos, las ideas que me asaltan, discutibles si se quiere por quedar en el plano de las impresiones, es que pudieron más los intereses locales de quienes preocupados por la economía, reclamaban la "desgalerización" de la ciudad – término ahora aplicado en Pasto frente a las crisis del volcán Galeras-, y la irresponsabilidad de funcionarios claves justificándose en flacas y tardías acciones que desatendieron las oportunas recomendaciones de calificados expertos de UNDRO.

Erupción freática

Lo anterior, para terminar calificando de apocalíptico el clamor de notables líderes locales, entre otros factores que finalmente restringieron al ámbito académico las inequívocas señales del volcán, tales como la cenizada del 11 de septiembre de 1985, además de la información obtenida de la historia eruptiva del volcán y del mapa preliminar de amenazas elaborado un mes antes de los acontecimientos, entre otras tareas así provinieran de

un grupo inexperto del que hicimos parte al lado de varios compañeros que hoy faltan, tras haber entregado su vida en acciones científicas al servicio de la sociedad.

En dicha historia, la del volcán, el insigne investigador Jesús Emilio Ramírez S.J. en su obra Historia de los Terremotos de Colombia (1983), describía las erupciones del Ruiz de 1595 y 1845, dando cuenta de sendos flujos de lodo que se esparcen en el valle de salida del Lagunilla, hechos que coincidirán con lo acaecido en 1985, sólo que para entonces no existía la población de Armero, la que fuera fundada en 1895.

Los trabajos de Darrel Herd (1974), sobre vulcanismo y glaciación del complejo volcánico sumados a los de Franco Barberi para la investigación del proyecto geotérmico del cual participé, definitivamente le daban cimientos a las proyecciones del riesgo derivadas del reconocimiento histórico del Padre Ramírez.

Si bien el motivo que nos congrega en cada efemérides es reflexionar para construir como colectivo, mi aporte partirá de lo que ya he consignado desde 1995, en fechas notables posteriores para similar propósito en "Las lecciones del volcán del Ruiz a los 20 años del desastre de Armero", en "El desastre de Armero a los 30 años de la erupción del Ruiz", y de nuevas reflexiones hechas a partir de la lectura de los desastres naturales que continúan surgiendo en la geografía de nuestro convulsionado país, además de las experiencias ya vividas con la coyuntura volcánica en los dramáticos sucesos de 1985, e incluso las acumuladas desde el año 1979 cuando participaba de las investigaciones del potencial geotérmico del complejo volcánico Ruiz Tolima.

Complejo volcánico Ruiz-Tolima

Pero para avanzar en la materia, a esta altura, resulta necesario señalar que El Ruiz, llamado por los indígenas Quimbayas Cumanday, ubicado al sur del Páramo de Erbé o Mesa de Herveo como se denominara el territorio en épocas de la Colonia, es una de las estructuras volcánicas activas más conocidas de Colombia, cuya cumbre de lavas andesíticas ubicada a los 4°53'N y 75°19'W, llega a los 5330 msnm, y cuya prehistoria geológica se remonta al Pleistoceno, es decir a 1,8 millones de años. Se trata del período ancestral que dura entre 0,8 a 1,0 millón de años, en el que tienen lugar las primeras erupciones, y en el que se forma un complejo de grandes estratovolcanes que colapsan y forman calderas de entre 5 y 10 km de diámetro.

Sigue otro período antiguo que dura más de medio millón de años, durante el cual se desarrollan grandes estratovolcanes sobre el paisaje caldérico; y que durante los últimos 150 mil años cierra con la formación de calderas explosivas en sus cumbres y con el desarrollo del actual edificio volcánico y de los otros conocidos en el entorno, a través del emplazamiento de domos andesíticos y dacíticos. La Olleta y La Piraña, con ochenta mil a cien mil años de antigüedad revelan parte de esa historia. Hasta aquí la prehistoria geológica, porque entrando a la historia geológica reciente, durante los últimos 11 mil años el Ruiz ha tenido cerca de 12 etapas de actividad eruptiva, con múltiples eventos conexos como corrimientos de tierra, flujos piroclásticos y lahares, en las que se ha dado la destrucción parcial de los domos de la cima.

El alba de la coyuntura



Imagen: Cráter Arenas del Volcán Nevado del Ruiz. Ingeominas hoy SGC.

Para empezar, un poco de historia sobre los antecedentes, correspondiente a un primer período de esas inequívocas señales entregadas por el volcán, el de los meses previos a la erupción freática del 11 de septiembre de 1985, y en especial a la erupción magmática del 13 de noviembre de 1985.

La reactivación del Volcán Nevado del Ruiz se anuncia desde el 22 de diciembre de 1984 con ruidos y sismos locales, olores a azufre y manchas amarillas en la nieve, y las primeras advertencias llegan a Ingeominas iniciando 1985 con las recomendaciones de John Tomblin como responsable de la entonces Oficina de las Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastres -UNDRO-, invitado para el caso a Colombia. Dos meses después se publica la noticia en el diario local La Patria, donde se dan a conocer los hechos, advirtiendo que la actividad de las fumarolas no era motivo de alarma.

El 23 de marzo de 1985 realizamos un seminario abierto y concurrido en el Aula Máxima de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, en el que se informa sobre una reactivación del Volcán, sus erupciones históricas y los riesgos, y los posibles eventos esperados frente a una erupción.

Todo esto se consigna en el Boletín de Vías y Transportes Nº53, donde se publica el resultado de una labor científica previa adelantada en el volcán por nuestro grupo de trabajo, compuesto por expertos voluntarios, profesores de las universidades Nacional y de Caldas, y miembros del Departamento de Geotermia de la Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC, labor cuyo propósito era mapear el cráter activo, describir la actividad fumarólica, generar una información adecuada para dar respuesta a las crecientes inquietudes de la comunidad y sugerir lo que fuera del caso.

Evidencias de actividad volcánica

En mayo se recibe la visita del científico Minard Hall como delegado de UNDRO, quien reclama de nuevo la atención a las anteriores recomendaciones de dicha organización, expresa su preocupación por la persistente actividad del Ruiz, y de paso señala la necesidad de acometer una gestión para la atención oportuna del riesgo priorizando las zonas habitadas, tras mostrarnos en el lugar el potencial de flujos de lodo del edificio volcánico, asociado a la presencia de los glaciares y materiales de arrastre disponibles.

En julio, cuando ya se empieza a percibir el olor a azufre en Manizales, luego de intentar infructuosamente durante los meses precedentes obtener unos sismógrafos para iniciar el monitoreo del Volcán, y de haber recurrido al Cuerpo Suizo de Socorro para conseguirlos por otra vía gracias a una gestión iniciada por Hans Meyer, se establece Ingeominas aportando los cuatro sismógrafos y justificando su tardanza en la dificultad que tuvo para conseguir las piezas de repuesto; el hecho en sí y la precaria justificación permiten mostrar la importancia que se le daba al asunto en Bogotá.

En agosto llega el científico Bruno Martinelli como respuesta del Cuerpo Suizo de Socorro a una solicitud del Gobernador de Caldas y del Alcalde de Manizales, tras un mes de preparativos en el cual se decidió desarrollar la tecnología buscando adaptar los sismógrafos para operar en ambientes a temperaturas bajo cero grados, lo que suponía hacer uso de la electrónica militar. Indudablemente estos meses perdidos al lado de la inexperiencia que nos asistía, será una de las causas más relevantes en el trágico desenlace de los acontecimientos.

Para información de ustedes, varios de los que actuábamos éramos de algún modo parte del equipo organizado desde 1979 por Ariel César Echeverri, con la misión de investigar el potencial geotérmico del Ruiz; la mayoría ingenieros con 500 horas de instrucción en Geofísica entre los años 1983 y 1984 impartida por eminentes profesores de las escuelas italianas de Nápoles y Pisa, y dos entre los miembros del grupo, con estudios de posgrado en Geotermia.

Del equipo hacíamos parte entre otros, Néstor García Parra QEPD, la geóloga Marta Lucía Calvache y Bernardo Salazar Arango como miembros del Departamento de Geotermia de la CHEC, además del grupo de geoquímica de aguas termales de la Universidad Nacional liderado por la Profesora Adela Londoño Carvajal y del Montañista Luis Fernando Villegas QEPD.

Luces y sombras de la tragedia



Imagen: Actividad fumarólica en el Ruiz. Fuente, https://app.emaze.com/

Estando presto a salir Bruno Martinelli para Suiza quien un mes antes había cambiado un volcán de África, el Niragongo, por el Ruiz, este geofísico de enorme dimensión humana debió esperar para la evaluación de la información sismológica recogida en los entornos del antiguo refugio del Ruiz donde se hospedaba, porque al medio día de ese 11 de septiembre se produce una erupción freática en el cráter Arenas, cuyas cenizas llegan a Manizales para despejar las dudas de los más escépticos.

Las erupciones, pueden ser freáticas cuando se trata de la acción de fluidos calientes asociados a procesos de desgasificación del magma con emisión de material preexistente, magmáticas si se trata de la salida de lava (efusión - extrusión o explosión), y freatomagmáticas cuando se combinan ambos fenómenos al darse la salida de material juvenil fundido interactuando con aguas freáticas.

Confieso que, si bien desde 1979 estábamos investigando el tema de los volcanes, el evento nos llevó a esa extraña dimensión que señala Lévi Strauss en Tristes Trópicos, porque frente a semejante fenómeno estábamos como quien cree saber de un extraño lugar porque colecciona sus imágenes, al que no ha viajado para sentir su compleja naturaleza y experimentar su carácter.

Igualmente, Ingeominas informa de un represamiento del Lagunillas en la vereda El Cirpe, consecuencia de actividades mineras, un elemento aislado pero fundamental porque vinculará al imaginario de esos pobladores la amenaza temida con la suerte de Armero, así la magnitud de tal represamiento con tan solo 200.000 m3 no compitiera en tamaño y alcance espacial con los voluminosos lahares históricos.

Tras el evento, se crea el Comité de Estudios Vulcanológicos de la Comunidad Caldense, bajo la coordinación de Pablo Medina Jaramillo con la secretaría científica de José Fernando Escobar Escobar como coordinador de Ficducal, fundación que reunía a las cinco universidades de Manizales y cuyas actas juiciosamente recolectadas dan testimonio de las actividades y esfuerzos de diferentes instituciones y autoridades de la ciudad, buscando darle buen trámite a una preocupante crisis que no encontraba el eco esperado en el gobierno nacional. Como ilustración: cuatro meses antes de la catástrofe aparece la famosa carta de la Jefe de la Oficina de Relaciones Internacionales del Ministerio de Educación, ofreciendo su mediación al gobernador de Caldas para que se le solicite por ese conducto a la Unesco “evitar que el volcán del Ruiz se reactive”.

A finales de septiembre, además del histórico debate del parlamentario caldense Hernando Arango Monedero, calificado de apocalíptico en una respuesta del Ministerio que justifica con un pálido balance sus acciones insustanciales, el citado Comité que también recibe las advertencias de UNDRO sobre la posible ocurrencia de flujos de lodo por el río Chinchiná, entre otros eventos de menor relevancia para Manizales, conoce del Censo efectuado por Corpocaldas a lo largo del drenaje de sus tributarios, y revisa una carta del Gobernador de Caldas para solicitarle al gobierno central acciones para atender la problemática. En ese estado de cosas, recuerdo haber solicitado incluir en ella tareas de preparación para la comunidad expuesta en las zonas de alto riesgo y llamar la atención al gobierno para proveer lo que se requiriera para atender los evacuados, incluyendo entre ellos los que moran dentro de un radio de 10 Km y los pobladores de Armero, además de los censados.

Para entonces, los temidos tremores del volcán como señal sísmica que pone en evidencia fluidos volcánicos en movimiento identificados finalmente por Martinelli y reportados ahora por el equipo de sismología, a juicio de éste resultaban preocupantes razón por la cual había que identificar la naturaleza de otras señales sísmicas sentidas; la columna de vapor alcanzaba alturas sostenidas que superaban los 10 km, y se implementaban estrategias informativas que hacían uso del manual de UNDRO para el debido manejo de las emergencias volcánicas. Además, la ya visible exacerbación de la actividad fumarólica era interpretada por nuestro grupo de geoquímica, como evidencia de que se empezaban a generar los efectos decisivos previstos por W. Giggembach sobre el tapón del cráter Arenas, y con ellos una posible reducción en la presión del sistema que conduciría a la erupción.

El estado de la previsión

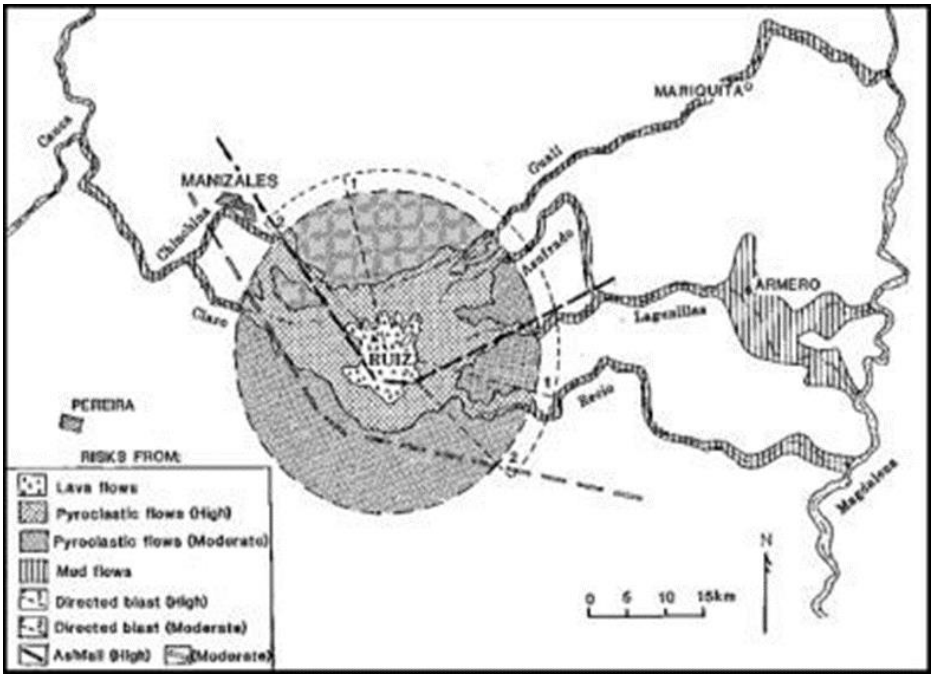


Imagen: Versión preliminar del mapa de amenazas de octubre de 1985. Ingeominas y U. de Caldas.

Entrado octubre, aunque en tan corto tiempo son notables los avances alcanzados en la confección del mapa de riesgos encomendado al equipo de geólogos de Ingeominas y de la Universidad de Caldas, y por la implementación del modelo metodológico y teórico propuesto por el Neo Zelandés W. Giggembach, útil para la evaluación de la dinámica pre-eruptiva en función de la volatilidad variable de los componentes gaseosos de los fluidos volcánicos – según su composición dependiese de carbono, azufre o cloro -, entre otros logros, también faltaba monitorear la topografía del edificio volcánico para advertir las posibles deformaciones causadas por incrementos en el campo de esfuerzos de darse el ascenso del magma.

Entonces se concretan gestiones en el Comité para satisfacer las deficiencias e incertidumbres sobre un proceso urgido de complementos instrumentales y conceptuales, como son traer hasta Manizales a Franco Barberi desde Italia, a Rodolfo Van der Laat desde Costa Rica y a Minard Hall desde Ecuador. Esto se logra, obteniéndose además de las observaciones necesarias al mapa recalcando la severidad de la amenaza relacionada con los lahares por parte del científico italiano, una concurrida conferencia de Darrel Herd del Servicio Geológico de EE UU, en el Teatro 8 de Junio de la Universidad de Caldas en la que desestima la ocurrencia de un desastre en caso de erupción, a pesar de haber señalado en el Comité la importancia de las tareas que hacíamos en virtud del riesgo existente.

Iniciando la segunda semana de octubre, aparece la versión preliminar del Mapa de Riesgos Potenciales del Volcán Nevado del Ruiz, donde además de consignarse la historia del Volcán se señalan las amenazas, entre las que se incluyen: riadas gasopiroclásticas a alta temperatura de alguna severidad con una probabilidad de 2/3 y alcance hasta los 20 km; flujos de lodo de hasta medio centenar de metros de potencia dependiendo del nivel de riesgo de las zonas, asignándoles una probabilidad del 100% en caso de erupción importante, riadas que alcanzaban en dicha cartografía todas las zonas que efectivamente se bañaron de lahares, entre ellas Armero.

Y también caída de cenizas con igual probabilidad extendiéndose solamente sobre una zona orientada hacia el noreste del cráter, y que por lo tanto excluía de caída de estos piroclastos transportados por el aire a sectores del occidente, omisión para la que sugerimos considerar esa posibilidad por el cambio de la dirección de los vientos regionales entre el verano y el invierno relacionado con la dinámica del clima bimodal andino, lo que se comprobaba con las cenizas del 11 de septiembre anterior y las que alcanzaron a Cartago en 1595.

Aunque hubo discrepancias sobre las características de los flujos piroclásticos, relacionadas no solamente con la distribución y alcance de los eventos, sino también con la inclusión de una erupción dirigida de ángulo bajo o blast, inclusión soportada en un depósito asociado a una erupción de alta energía que se observa sobre el talud de la vía a Murillo, por ser a nuestro juicio un evento poco probable que ameritaría otro tipo de manejo, siempre se consideró probable una erupción de entre 1 y 2 km3, con una columna eruptiva vertical y no de colapso, dado el coeficiente explosivo de nivel moderado bajo del magma andesítico del Ruiz, a diferencia de lo que puede esperarse de uno dacítico de nivel moderado alto como el de Cerro Bravo o el Huila, donde la columna eruptiva típica es de colapso, y por lo tanto con nubes ardientes de mayor alcance.



Imagen: Extensión espacial de los eventos del V. N. del Ruiz en 1985. Fuente: www.tulane.edu

Entre tanto mientras las labores del monitoreo rudimentario continuaban, seguíamos confiados en que a falta de un sistema telemétrico el volcán se anunciaría a distancia y en que uno de nuestros miembros que permanecía en el lugar: el Ingeniero Bernardo Salazar Arango, exponiendo su vida para observar los sismógrafos allá, informaría en tiempo real por radio sobre cualquier evento de carácter sorpresivo: ambos, volcán y hombre, cumplieron a cabalidad, pero la última señal no fue suficientemente interpretada, como tampoco las que ya había dado el volcán anticipadamente desde horas de la tarde.

Hasta aquí la corta extensión espacial y temporal del monitoreo sismológico y geoquímico, donde gravitaba la falta de observaciones de otras variables físicas, como las deformaciones que dependían de medidas geodésicas no implementadas, y de unas observaciones morfológicas, que al no ser sistemáticas a causa de las dificultades y condiciones ambientales, resultaban insuficientes: todo este acerbo impedía generar una línea base para el volcán, necesaria como instrumento para un diagnóstico adecuado y con suficiente aproximación, para calificar el grado de anormalidad de los fenómenos observados.

Recuerdo cómo un día antes de la erupción, el grupo de geotermia descendió una vez más y por última vez al fondo del cráter Arenas, para tomar otra muestra de los gases intentando capturarlos en las fumarolas antes de que emergieran y entraran en contacto con la humedad del aire, para malograrse. En esta riesgosa expedición que incluía la tarea adicional de observar las eventuales dinámicas morfológicas, no se reportaron cambios significativos del cráter.

Pero al día siguiente, el de la erupción del 13, siendo las 7:30 PM cuando procedíamos a dar inicio al análisis geoquímico en el Laboratorio de la Universidad Nacional, observábamos las muestras obtenidas, con un aspecto turbio inquietante, asunto éste que sumado a los eventos preeruptivos del día, permite calificar la imposibilidad que teníamos de aventurar un pronóstico.

Noche de muerte y destrucción



Imagen: Armero 1985. armeroguayabal-tolima.gov.co

Y a los pocos días de haber concluido la elaboración del mapa de amenazas, a pesar de la caída de cenizas que desde horas de la tarde afectaba a Armero, de las llamadas al cuerpo de bomberos de la "Ciudad blanca" efectuada desde uno de los municipios cordilleranos, de haberse informado el inicio de la erupción por la doble vía que se esperaba: la del volcán y la del hombre, los flujos de lodo estimados después en 100 millones de metros cúbicos, que descendieron raudos desde los glaciares del volcán nevado por las dos vertientes cordilleranas, avanzaron arrasándolo todo hasta alcanzar los poblados ubicados en los valles de salida de los ríos, pero la población no fue evacuada.

Por la vertiente del Cauca las riadas de lodo tardaron más de una hora hasta río Claro y parte de Chinchiná, y por la del Magdalena unas dos horas hasta Armero, transitando por la cuenca del Lagunillas, y dos horas

hasta las partes bajas de Mariquita primero, para seguir luego a Honda por el Gualí. En Armero los lahares, masas donde participaron agua y sólidos casi por mitades, cubrieron con 2 m de lodos unos 30 km2 del valle, en varias direcciones incluida la del río Sabandija por el norte, ajena a este drenaje.

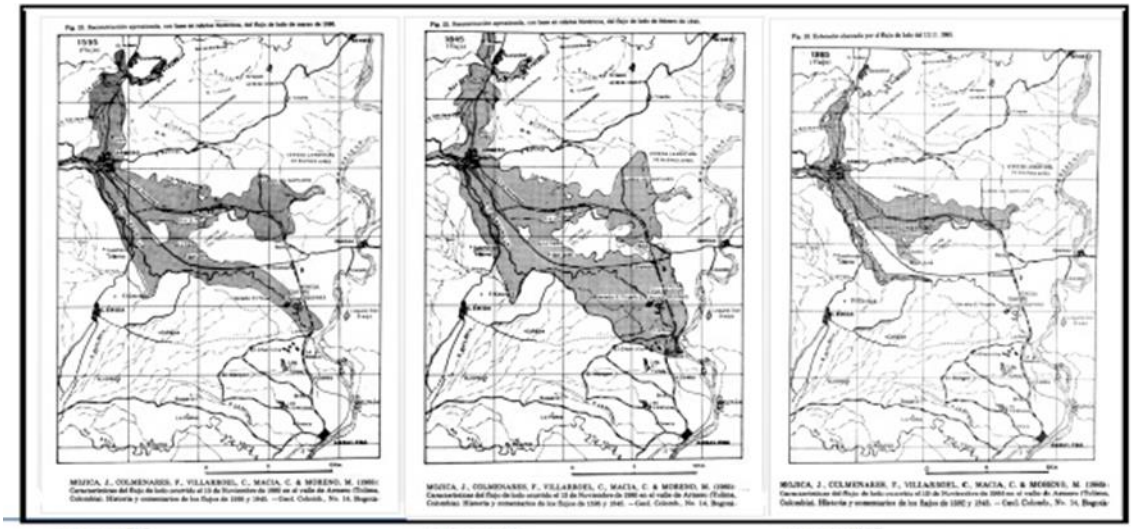
Y como me he preguntado ahora: ¿por qué antes del 13 de noviembre no se produjo ninguna acción ante la advertencia expresa de que en caso de una erupción, Armero sería borrado por una avalancha? – esto de conformidad con lo que el mapa oficial mostraba desde su primera versión del 8 de octubre de 1985, así fuese preliminar -.

Posiblemente el trabajo que emprendimos a la fecha fue tomado como un simple ejercicio académico, o también la sistemática preocupación por la información que se daba en la prensa, dudosamente calificada de alarmista, terminó con sus voces por apagar las luces de sensibles periodistas, y por desmantelar una estrategia que pudo contribuir a la necesaria apropiación social del territorio para lograr la prevención del desastre.

Calificados expertos de varios países, después de recopilar la información sobre los antecedentes y analizar los hechos, coincidieron en denominar lo ocurrido como "una catástrofe anunciada", mientras aquí unos y otros rompían sus vestiduras amparados en la imposibilidad de predecir el comportamiento de un volcán, para decir que la suerte padecida por unos 25.000 colombianos fue culpa de la indómita naturaleza y olvidando de paso que los desastres no son naturales, así lo sean los eventos que los generan.

La erupción de 1595, tiene como antecedentes de importancia para estimar la duración de las fases preeruptivas del Ruiz, que la identificación del volcán por los conquistadores, se hizo varias decenas de años antes del paroxismo: hacia 1540 en crónicas desde Anserma y Cartago y hacia 1553 en un mapa desde Victoria Caldas y Mariquita.

Flujos de lodo del Ruiz



Flujo de 1595 Flujo de 1845 Flujo de 1985

Flujos de lodo cuaternarios relacionados con la actividad del Volcán Nevado del Ruiz en la región de Armero-Guayabal-Mariquita (Tolima)Fuente: http://www.bdigital.unal.edu.co/31455/

Imagen: Lahares del Ruiz, de 1595, 1845 y 1985, en Armero. Fac. de Ciencias de la U.N. de Colombia.

Al comparar los eventos históricos del Ruiz acaecidos en Armero en 1595, en 1845 y en 1985, la segunda entre las tres erupciones históricas parece haber generado los mayores flujos de lodo, y la de 1985 no solo fue la de los lahares más modestos sino también la erupción de menor magnitud por volumen de lava erupcionado. Si por volumen la erupción del 19 de febrero de 1845, con unos dos km3 acumulados y vertidos tras 250 años de calma volcánica, pudo duplicar el volumen erupcionado en 1595, para la actual erupción después de 140 años de calma, el volcán podría disponer de al menos 1 km3 de magma, dado que lo vertido ha sido solo una fracción menor de dicha unidad.

Respecto a la erupción de 1845, esto: la gran extensión de la fase de calma que le antecede, el tipo y característica de la erupción, al tratarse de un evento de mayor volumen, pero orientado y sin columna vertical notable, sumado a que el volcán no se anuncia con una actividad preeruptivas visible a distancia desde principios del siglo XIX, son hechos que permitirían inferir un taponamiento del cráter por aquella época, situación que no ocurre ahora donde el conducto del cráter Arenas funciona adecuadamente según lo ocurrido en el Ruiz desde 1985. No obstante, la presencia de un domo casi taponando el actual cráter, muestra la posibilidad así sea pequeña de un evento de esta naturaleza

En cuanto a los ambientes glaciares, mientras las dos primeras erupciones citadas se dieron durante una pequeña glaciación ocurrida entre 1550 y 1850, con picos fríos en 1650, 1770 y 1850, lo que se explica por una baja actividad solar, habrá que tener en cuenta el actual deshielo, donde los 29 km2 del manto de hielo del PNNN existente en 1979 se han reducido a unos 12 km2, como consecuencia del calentamiento global, fenómeno donde inciden factores antrópicos (emisión de gases de invernadero y deforestación) y causas naturales (el incremento actual de la actividad solar).

Además, si bien la erupción de 1985 fue calificada de subpliniana o de nivel 3, al haber cobrado unas 25.000 víctimas mortales queda la lección para no subestimar estos eventos, dado que la del Ruiz (1985) con apenas 1/10 de km3 de magma vertido al que se suma otro tanto con el nuevo domo de ahora, por el número de vidas cobradas se ubica en el tercer lugar entre los desastres volcánicos más catastróficos del siglo XX, después del Tambora (1915) con 56.000 y del Krakatoa (1883) con 36.400 víctimas. Esto es, hace 30 años a pesar del compromiso de la comunidad científica que asumió tareas, del esfuerzo de la Cruz Roja y de la Defensa Civil locales en materia de prevención, queda pendiente pagar un saldo que únicamente se liquida sin volver a repetir la tragedia de Armero. Y lo digo porque antes de la erupción del 13 de noviembre de 1985, previo al paroxismo de las 9:20 de la noche hora local, desde las 3:05 de la tarde hubo emisiones de ceniza, y antes del anochecer a modo de señal premonitoria la arena volcánica y fragmentos de pómez caían sobre el poblado tolimense, en un ambiente enrarecido por un extraño olor azufrado.

Todo, porque allí como en otros lugares se carecía de una instrucción precisa, de unos medios mínimos y de unos procesos previos de preparación adecuados, para que la población evacuara frente a un evento sorpresivo, el que también daba tiempo al menos para mitigar la desgracia. Esto es, la insuficiencia de la información gravitó, ya que no resultó suficiente la historia y que el mapa no se socializó; también faltaron las instrucciones y el protocolo para evacuar, señalando el por qué, cuándo, cómo y a dónde ir, por lo menos, e incluso, los simulacros del caso como parte de la información intangible.

Una cultura volcánica



Armero antes y después del desastre, en http://historico.unperiodico.unal.edu.co

Luego de los sucesos de Armero, cuando se dan las frecuentes noticias sobre las crisis de los volcanes Galeras, Huila y Cerro Machín, además de las del Ruiz, no dejamos de preocuparnos a pesar de saber que nuestros científicos de Ingeominas están altamente capacitados, que se hayan hecho estudios sobre el riesgo, y que se tienen mapas de amenaza y un eficiente sistema de monitoreo. Esto porque a pesar de la existencia de un Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres que ha hecho grandes esfuerzos, el que se ha consolidado y reestructurado gracias a las lecciones aprendidas con el FOREC en el terremoto del Quindío (1999) y con Colombia Humanitaria, siempre quedan como preguntas: ¿por qué las personas no evacuan y qué falta en términos tangibles e intangibles?

Como evidencia de lo primero, antes del terremoto del Quindío, el Comité Local de Emergencias del pequeño municipio de Pijao, epicentro del sismo, no sólo se reunía periódicamente y producía sus actas, sino que contaba con presupuesto y tomaba sus propias decisiones, tal cual lo hizo el 25 de enero de 1999 y días siguientes, a pesar de quedar incomunicado el poblado y desarticulada su comunidad del contexto regional y nacional. La "galerización", término extraño para entonces y para quienes no saben del Galeras, refuerza la dialéctica del discurso como herramienta estratégica para entender la problemática que existe en Pasto, donde se repite lo que se hizo en Manizales cuando se desdibujó una estrategia comunicativa, con expresiones como "aquí todos éramos vulcanólogos" cuya perversa intensión era detener el proceso de aprendizaje popular, para satisfacer los intereses del mercado.

También, porque lo de haber "galerizado a Armero", posiblemente habría salvado a muchos armeritas de la hecatombe, del mismo modo que lo han hecho las comunidades indígenas de Belalcazar, Inza, Tesalia y otros asentamientos menores de Huila y Cauca cuando aprendiendo de los eventos del Volcán Nevado del Huila en Abril de 2007, tras la erupción de 2008 donde se generaron lahares que llegaron al Magdalena, arrasando a su paso cultivos, vías y puentes por el cañón del río Páez, y dejando 120 casas semidestruidas, gracias a la gestión participativa del riesgo soportada en la organización comunitaria, se logró la evacuación de 12.000 personas, quedando como saldo 1.500 damnificados registrados y únicamente 10 víctimas mortales.

La dimensión social, política, cultural y económica de los desastres en Colombia, podría darnos esas respuestas que espero no se resuelvan con nuevos acontecimientos como los que se han vivido fruto de la imprevisión, por no comprender la naturaleza socioambiental de los conflictos en la construcción social del territorio, como lo ha sido el del proceso que explica el desastre de Armero.

Con las leyes de la Cultura, del nuevo Sistema Ambiental y de la Reforma Urbana, y en particular con la nueva Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, la LOOT (2011) que pasa del enfoque municipal al de regiones y asociaciones de municipios, contemplando aspectos estructurales como la gestión integral del riesgo y el manejo responsable del medio ambiente, hoy se contempla la dimensión de los desastres y se consagra el derecho de la participación ciudadana; pero urge implementar la gestión del riesgo, primero, asegurando las acciones misionales de institutos como el Ingeominas y las de complemento de las autoridades ambientales; segundo, avanzando con los procesos de ordenamiento del territorio previendo los usos conflictivos del suelo; y tercero, fortaleciendo los procesos pedagógicos de apropiación social soportados en la participación comunitaria y de la sociedad civil.

Al respecto, mientras la Previsión a corto plazo que se relaciona con los procesos geodinámicos y afines, incluye las tareas de observación sistemática de variables físicas y el desarrollo de modelos, tal cual lo hace ahora el Observatorio Vulcanológico de Manizales, para la Previsión general que se materializa en mapas de amenaza para estudiar los riesgos naturales y asegurar el uso sostenible del suelo, en materia de cartografía y de acciones de las autoridades territoriales, aún encontramos profundas deficiencias, al igual que en los procesos del ordenamiento del territorio por no ser concebidos con enfoques del orden socioambiental.

Esta loable y muy difícil labor para el caso de los volcanes activos, la han desarrollado oportunamente los científicos de INGEOMINAS – Hoy Servicio Geológico Colombiano- en los tres segmentos de los Andes colombianos con sus observatorios de Pasto, Popayán y Manizales; pero en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, y de ordenamiento ambiental de cuencas, sabemos hoy se obliga a contemplar la dimensión regional y a aplicar los mapas de amenaza durante los extensos períodos de calma sísmica y

volcánica, para proceder con una ocupación no conflictiva del suelo, en términos de exposición a la amenaza y mitigación de riesgos de esta naturaleza.

Me temo que, con una visión de corto plazo y la baja propensión a las acciones estructurales señaladas, estaremos desaprovechando el esfuerzo de muchas instituciones del país, como la de nuestros observatorios vulcanológicos y sismológicos que han perdido algunos de sus miembros, comprometiendo la suerte de la Nación y exponiendo a varias comunidades vulnerables de Colombia en lugares donde el riesgo no resulta racionalmente mitigable. Finalmente, los desastres que de forma sistemática abaten a Colombia, hacen imperioso volver sobre las amenazas que afectan al país, en particular las relacionadas con los fenómenos climáticos y geodinámicos, y sobre las medidas a adoptar para hacerle frente a los riesgos conexos.

La apropiación del territorio



Imagen: Armero, un campo santo. Colprensa. Noviembre 2017.

Como referente, en Colombia donde las víctimas de desastres naturales a lo largo de su historia suman mas de 35 mil víctimas, de ellas 25 mil por la erupción del Ruiz, según la UNGRD cerca del 87% de la población se encuentra expuesta a amenaza sísmica alta e intermedia, más de 82% está expuesta a amenaza alta por movimientos en masa, el 14.5% a amenaza por tsunami y más de 0.7% a amenaza volcánica alta y media.

Si tras la erupción del Ruiz y la desaparición de Armero en 1985, Colombia instauró el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) mediante el cual se ha institucionalizado la gestión del riesgo, adaptándolo para atender las fases de reconstrucción luego del terremoto del Eje Cafetero y para ocuparse de la prevención y mitigación de los desastres al expedir la LOOT 2011 tras la Niña y 2010/11, al tiempo que se crea el Fondo Nacional de Calamidades, sólo quedará pendiente el desarrollo de una cultura ambiental soportada en una visión biocéntrica, donde el Estado se fortalezca frente al mercado, la economía se humanice y reoriente hacia el interés público, y las comunidades se apropien de sus territorios, entendiendo estos como una construcción social e histórica.

Que sirva entonces esta notable capacidad de Colombia, para enfrentar con acierto la actual crisis del coronavirus, que por su complejidad y dimensión no tiene antecedentes en la historia del país, y la del cambio climático pasando factura a la deforestación, a la cultura del consumo excesivo y a la degradación de la estructura ecológica, dos situaciones diferentes aquellas, que mirando hacia la post-pandemia invitan a convocar a un gran pacto nacional para un proyecto a 12 años, que permita una reconstrucción integral de país, con enfoque biocéntrico y concertada, entre el Gobierno, la Empresa, el Tercer Sector y la Academia.

CAPÍTULO V: DE LA TIERRA DEL CAFÉ

EL TERRITORIO DEL GRAN CALDAS, "LA TIERRA DEL CAFÉ"



A continuación dos notas para resaltar el carácter de un territorio biodiverso, triétnico y pluricultural, ubicado en el centro occidente de Colombia, cuya historia que parte del desmantelamiento casi total de nuestros ancestros precolombinos en tiempos de la conquista y la ocupación española, pasa por el valioso aporte cultural del esclavo africano, y se forja durante la colonización antioqueña del siglo XIX con el poblamiento del territorio y el desarrollo de la cultura cafetera a lo largo del siglo XX.

La identidad del territorio caldense (1)



Caldas urge del desarrollo de una identidad cultural orientada a la construcción de sinergias territoriales, y de proyectos de ciencia y tecnología articulados a un modelo educativo profundo, para cerrar la brecha de productividad entre su capital donde se concentra el PIB caldense, y la provincia donde pobreza y falta de oportunidades contrastan con su potencial natural y cultural, aún inexplorado e inutilizado.

Debemos fortalecer y valorar el carácter heterogéneo de nuestro territorio, que emulando la cosmogonía Aristotélica lo constituyen cuatro escenarios: por el "elemento tierra" el occidente minero con sus raíces indígenas y afrodescendientes, cuya historia se remonta a la provincia del Cauca; por el "elemento agua" el oriente caldense, que se expresa en el potencial de la navegación del Magdalena y recursos hidroenergéticos en La Miel y el Samaná; por el "elemento fuego" la alta cordillera de fértiles tierras, recursos geotérmicos y ecosistemas de páramos, con sus volcanes de la Mesa de Herveo; y por el "elemento aire" el aroma del café por los dos corredores de la colonización antioqueña, establecidos por sendos flancos cordilleranos.

Primero, respecto a la subregión del "elemento tierra" cuyos referentes culturales fundamentales como la cultura Umbra y el aporte de comunidades de mineros afrodescendientes a la caldensidad, parten de la Colonia cuando la Nueva Granada producía el 40% del oro del mundo y Quiebralomo era la primera mina del orbe, se debería rescatar a Marmato previniendo el traslado de su cabecera en respuesta a las políticas mineras, y aprovechar los 9,8 millones de onzas de oro de sus entrañas, implementando una minería integral con desarrollos artesanales del preciado metal, en lugar de permitir un enclave minero que arrase el poblado y la montaña, y desestructure dicho territorio mediante una actividad extractiva sin valor agregado.

Segundo, en la tierra del "elemento agua" donde los íconos son la navegación del río, subiendas, ranchos de hamacas y la Botánica de Mutis, poseemos un potencial energético cercano a dos millones de kilovatios, cuyas regalías contribuirían a la viabilidad de los municipios cordilleranos del naciente caldense, y la posibilidad de una reducción significativa de costos del transporte hacia y desde el Caribe por el Magdalena, dos factores que harían viables varias industrias químicas de base minera contempladas en el respectivo plan sectorial de Caldas 2006-2016, gracias a un trascendental estudio de Gabriel Poveda Ramos que contiene

perfiles de proyectos donde las materias primas provendrían de yacimientos cercanos de carbón, calizas, sal y arenas silíceas.

Tercero, el ecosistema del "elemento fuego" en la alta cordillera de feraces suelos y paisajes de nieves y volcanes, donde los símbolos de la identidad son empalizados, cóndores, frailejones, la ruana de Marulanda, el sombrero aguadeño y el pasillo; allí la primacía debe ser cuidar el agua como fuente de vida y el frágil ecosistema de humedales y páramo, y atender la amenaza volcánica como determinante, pues de sur a norte aparecen Santa Isabel, Ruiz, Cerro Bravo y Romeral.

Y cuarto, para el "elemento aire" en la tierra del café, donde el Paisaje Cultural Cafetero realzando el bahareque de guadua, cultivos diversificados con sombrío y la música de carrilera, obliga a replantear un modelo de producción soportado en agroquímicos y monocultivos que expresa en sumo grado el deterioro de los términos de intercambio, consecuencia de haber reprimarizado la producción, olvidando la transformación y el comercio del café colombiano.

Al revisar los grandes desafíos de la época, además de priorizar la formación del capital social sobre el crecimiento económico, urge recuperar cuencas hidrográficas para preservar agua y biodiversidad; prevenir el aislamiento de Manizales; conurbar la subregión Centro Sur con Pereira; gestionar acertadamente proyectos como Aerocafé, Miel II, la Transversal Cafetera y la navegación del Magdalena; extender las acciones del Paisaje Cultural Cafetero a Aguadas, Salamina y Manzanares; desarrollar las TIC y el transporte rural en Caldas; resarcir pueblos coloniales de secular mísera "sembrados" en oro como Marmato, Riosucio, Supía y Anserma; desarrollar estrategias para que el Oriente caldense aproveche el potencial industrial derivado del recurso minero-energético y la multimodalidad en el puerto doradense, además de desarrollar las opciones agropecuarias del valle magdalenense, de la alta cordillera y de la zona cafetera.

El carácter amable, pujante y laborioso del cafetero (2)



En términos generales caldenses, risaraldenses y quindianos, compendian el carácter de la sociedad cafetera de Colombia, cultura que va más allá de una fusión con variados matices de comunidades que han participado en la definición del verde y quebrado territorio: primero como la colonización antioqueña que vino por el norte para mezclarse en el oriente con asentamientos del Tolima Grande y Cundinamarca e incluso del altiplano en la alta cordillera; y segundo con el principal frente de esa colonización que bajó por Manizales para hacer lo propio con poblaciones del Estado Soberano del Cauca, y que fundaron pueblos paisas por el poniente, centro y medio día del Gran Caldas.

Pero las capitales cafeteras, máxima expresión urbana de la proeza colonizadora paisa, pueden ser el referente inequívoco para la tesis de que en el centro occidente colombiano poseemos una cultura donde inciden, además de determinantes de la caucanidad y la antioqueñidad, procesos dialécticos consecuencia de la construcción social e histórica de este territorio, cimentado en la economía cafetera de los primeros setenta años del siglo XX. Otrora el Cauca que abarcaba el fértil valle del Cauca y penetraba hasta Marmato, dominaba el litoral y las selvas del Pacífico, mientras Antioquia se reducía a las montañas más septentrionales de la cordillera Central desde Manizales, y zonas del Magdalena medio, bajo Cauca y Urabá.

En la Colonia, la Nueva Granada se erigía como productor de oro en el mundo, casi todo proveniente de la economía minera del Cauca y Antioquia, una y otra diferenciadas por sus modos de producción social: la

caucana soportada fundamentalmente por esclavos africanos y la antioqueña mayoritariamente por el trabajo del minero independiente. Este hecho que gravita en la clase de sociedad que se forjará en cada provincia, también explica diferencias étnicas como la mayor proporción afrodescendiente en el Chocó como apéndice del Cauca, y más mestiza en Antioquia donde la actividad se inicia en regiones bajas como Remedios y llega a las tierras altas de Santa Rosa de Osos.

Aislada por dos siglos en tiempos de la Nueva Granada, Antioquia que se aplicaba a una economía extractiva, donde la agricultura de subsistencia se condicionaba por la ubicación del yacimiento dada la baja productividad de las tierras, o por el dominio del terrateniente, tras el crecimiento demográfico y agotamiento de las minas se generan esos frentes migratorios que pueblan el centro-occidente colombiano. Después de las guerras civiles que cierran el siglo XIX y de la guerra de los Mil Días, surge un nuevo modelo cafetero de pequeña superficie y alto efecto redistributivo del ingreso, que acentúa y moldea el carácter definitivo del cafetero al crearse una sociedad igualitaria, poseedora de una cultura que se nutre gracias al comercio del café, industria exportadora que le genera excedentes de capital; entre tanto al sur, el Cauca soporta su economía en las grandes haciendas del fértil valle con sus masas de campesinos asalariados y sin tierra, basada en un modelo de servidumbre que culmina tras la implantación de los ingenios azucareros que se plantan para el bloqueo capitalista a la economía de la revolución cubana.

No obstante, a pesar de haberse abatido el espíritu del caucano, primero por el yugo de la esclavitud y luego con el régimen de servidumbre, en la clase media de esta sociedad se forja un carácter librepensador que marca diferencia con la mentalidad sacralizada de la sociedad antioqueña de las primeras décadas de la República, tan proclive al pensamiento conservador. Como evidencia, las guerras de 1860, 1876 y 1885 entre los estados soberanos de Antioquia y Cauca, donde contrastan las ideologías de los actores proclives a imaginarios cristianos o franceses según el bando, cuando esta aldea llamada Manizales funge como teatro de los acontecimientos. Así entonces, en la cultura cafetera no sólo converge el carácter emprendedor del antioqueño *mostrado por Carlos E.Pinzón*, sino también la mente abierta del caucano de clase media, quien encuentra en el comercio un espacio de desempeño económico, que no entra en conflicto con los intereses del terrateniente ni del campesino desposeído y agobiado por la gran hacienda.

El espíritu más abierto de ese caucano, de quien Francisco José de Caldas es digno representante, se debe a una apertura cultural muy temprana que no conoce Santafé y menos Antioquia: en Popayán se recibe información proveniente de la Provincia de Panamá adscrita a la Capitanía de Guatemala cuando se explota el oro de Barbacoas, del Virreinato del Perú dado que Popayán depende de Quito, quien a su vez se administra desde Lima, y de la Nueva Granada con quien finalmente se comercia en una época en la que la actividad mercantil a gran escala estaba condicionaba por la Corona a que se hicieran con España.

1 [Ref: La Patria, Manizales, 2013-07-08] Imagen: Mosaico con créditos en cada imagen.

2 [Ref: La Patria, Manizales, 2012-06-11] Imagen de escritores caldenses: Otto Morales Benítez, Blanca Isaza de Jaramillo (Nacida en Abejorral y criada en Manizales), Silvio Villegas Hoyos y Bernardo Arias Trujillo.

Ref: Revista Civismo Nº 458 de 2014, SMP Manizales.

*****

A RECUPERAR LA CUENCA DEL RISARALDA

El Río Risaralda, cuya cuenca con una extensión de 1261.5 Km2 se ubica en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental y en jurisdicción de Risaralda y Caldas, desde su nacimiento en el alto Paramillo sobre los 3200 msnm, recorre en dirección norte-sur cerca de 126 km a través de un valle de gran biodiversidad, hasta desembocar en el Río Cauca a 900 msnm. Sus vertientes alimentadas por un régimen climático bimodal, con una pluviosidad media anual de 2086 mm y lluvias que varían entre 1800 y 2400 mm/año, alimentan afluentes representativos como los ríos Chápata, Guarne, Guática, Totuí, Apía y Mapa, y las quebradas Mampuy, San Luis, Arrayal y Dosquebradas.



Al zonificar el territorio que baña el río con un caudal final de unos 17 m3/seg, la cuenca alta tiene un cubrimiento del 34%, la cuenca media participa con el 26%, y la cuenca baja con el 16%, quedando el 23% restante para el río Mapa. Si en la parte alta sobresale Riosucio fundado en 1819 sobre territorios indígenas de La Montaña, Cañamomo y Quiebralomo; en la cuenca media el referente es Anserma que fuera fundado como Santa Ana en 1539 por Jorge Robledo; y en la cuenca baja estaría La Virginia que, habiendo surgido como poblado en 1905 donde habitaron los indígenas Sopinga, fuera erigido municipio en 1959, mientras que en el Río Mapa el referente es el municipio de Apía fundado en 1886.

Si por el departamento de Risaralda el río que discurre recibiendo el drenaje de la vertiente oriental del Cerro del Tatamá que se levanta desde los 1000 hasta los 4150 msnm, baña en el 60% de su cuenca a diez municipios: Apía, Balboa, Belén de Umbría, Guática, La Celia, La Virginia, Mistrató, Pueblo Rico, Quinchía y Santuario; también sobre el 40% restante de su territorio el río transita por jurisdicciones de seis municipios de Caldas, así: Anserma, Belalcázar, Risaralda, Riosucio, San José y Viterbo. Además, dado que mientras la temperatura media en el cerro Tatamá es de 6 C° pero en el valle del río se eleva a 24 C°, la cuenca del Risaralda presenta todos los pisos térmicos, desde el muy frío hasta el cálido.

Ahora, entre las problemáticas de su territorio, además de la creciente amenaza del cambio climático con un horizonte creciente de precipitaciones, en el que al 2100 las lluvias crecerán hasta un 30% según el IDEAM, y de la presión antrópica que se ejerce sobre su estructura ecológica, están los usos conflictivos del suelo asociados a procesos de deforestación por actividad minera y ganadera, además de la contaminación antrópica por vertimientos y residuos sólidos en áreas rurales y cabeceras, a lo que se suma la erosión en las cuencas abastecedoras desnudas de coberturas boscosas, como factor que incrementa la sedimentación, la pérdida de calidad del agua, y el riesgo de inundaciones y deslizamientos.

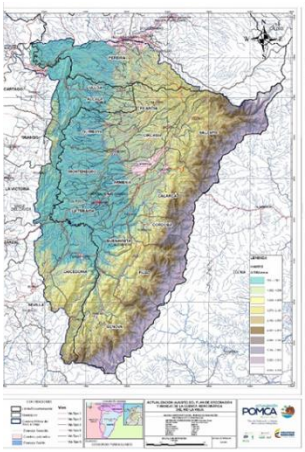
Y aunque en la cuenca alta sus riberas todavía conservan coberturas naturales protegiendo rondas hídricas, esto no ocurre en la zona media -sobre todo en Riosucio, Mistrató y Guática-, por la explotación forestal, ni en la zona baja dados los usos agroindustriales o pecuarios del suelo, como problemáticas de esta notable corriente, a las que se suma la contaminación del vital patrimonio por diferentes causas, como lo son el beneficio del café, el uso y manejo de plaguicidas, las actividades pecuarias y mineras, y el cultivo y transformación de la caña de azúcar, además del vertimiento de aguas residuales municipales y de actividades agropecuarias, y la disposición final de residuos sólidos en cabeceras y sectores rurales.

Finalmente y por fortuna, las apuestas coordinadas de las CARS -Carder y Corpocaldas, quienes comparten la cuenca del río Risaralda y son conscientes de la problemática, contemplan programas coherentes con las líneas de acción que demanda la compleja situación, como lo son: a) la gobernanza para el fortalecimiento institucional y la acción participativa con los actores sociales del territorio; b) la gestión del conocimiento y la investigación; c) la gestión integral del patrimonio hídrico mediante el ordenamiento territorial y el saneamiento ambiental; d) la adaptación al cambio climático considerando la gestión del riesgo y pervivencia de los ecosistemas; y e) el desarrollo rural para el crecimiento verde y sustentable en el territorio.

*; Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia. Agosto 28 de 2023. Imagen del POMCA del Río Risaralda. Carder; y Río Risaralda, Fickr 2008.

******

LA CUENCA DEL RÍO "DE LA VIEJA"







La cuenca con un área aproximada de 2.880 km² se encuentra entre las latitudes 4°04' N y 4°49' N y las longitudes 75°24' O y 75°57' O. El rio con un rendimiento hídrico de 34,34 l/s/km², y una oferta anual de aproximadamente 2.975,74 Mm³, baña una cuenca que se distribuye entre Quindío (68%), Valle del Cauca (22%) y Risaralda (10%), y que se subdivide en 23 subcuencas.

Dicho territorio incluye la totalidad de Armenia, Calarcá, Circasia, Buenavista, Córdoba, Filandia, Génova, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya, Pijao y Salento, y parcialmente de otros municipios como Pereira y Cartago, es estratégica para la gestión del patrimonio hídrico, la producción agrícola y pecuaria, la generación hidroeléctrica y la conservación de la biodiversidad en la región del Eje Cafetero. Su manejo sostenible es clave para garantizar la disponibilidad de agua y la protección de ecosistemas.

El río La Vieja se forma por la confluencia de los ríos Quindío y Barragán, que nacen en las estribaciones del Volcán del Quindío y en Génova, respectivamente. Tiene una longitud aproximada de 53 km y un caudal cercano a 150 m³/s en su desembocadura al río Cauca. La cuenca cuenta con 37 corrientes tributarias directas e indirectas, entre ellos tres afluentes importantes que son el río Barbas y las quebradas San Felipe y Los Ángeles.



Imagen: Balsaje por el Río La Vieja, en Quindío. Elturismoencolombia.com/

Se han desarrollado modelos hidrológicos utilizando herramientas como WEAP y SWAT para evaluar la oferta y demanda hídrica, considerando consumo humano, generación hidroeléctrica y actividades agrícolas y cafeteras. Estos modelos permiten proyectar escenarios de cambio climático y planificar estrategias de adaptación a nivel de subcuencas y bandas de elevación.

Desde el punto de vista hidrográfico, el río La Vieja forma parte de la cuenca del río Cauca, el cual forma parte de la cuenca del Magdalena - Cauca y de la vertiente del Mar Caribe. La cuenca que también enfrenta conflictos de uso del agua y contaminación por vertimientos urbanos e industriales, y sedimentación en todo su trayecto, presenta procesos de erosión, remoción en masa y vendavales.

Si en su territorio, de 2.925 km2 de extensión, la cuenca presenta diversidad de suelos, zonas de vida según Holdridge, y ecosistemas con flora y fauna representativa de la región del Eje Cafetero, también existen áreas naturales protegidas, forestales y zonas de especial significancia ambiental, así como áreas con susceptibilidad a inundaciones.

El Río Quindío nace en las montañas al este de Salento, dentro del Parque Nacional Los Nevados, en la Cordillera Central de Colombia, y fluye hacia el suroeste, pasando por el municipio de Salento y formando el límite oriental de Armenia y el occidental de Calarcá, antes de unirse con el Río Barragán en el Valle de Maravelez para formar el Río La Vieja.

Entre sus principales afluentes se encuentran el río Santo Domingo, el río Navarco, el río Verde y el Boquerón. La cuenca alta del río, ubicada en jurisdicción de Salento, tiene una extensión de 276,6 km² y una oferta hídrica de 187,32 millones de m³. El río es la principal fuente de agua potable para la mayoría de los habitantes del departamento de Quindío.

Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, julio 23 de 2026.

***

SÍNTESIS GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO OTÚN



Imagen: La Cuenca del Otún, en Revista RIVAR y CARDER.

La **cuenca hidrográfica del río Otún** es una de las arterias ambientales, sociales y económicas más trascendentales del centro-occidente colombiano. Ubicada en el departamento de Risaralda, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central de los Andes, abarca jurisdicciones de los municipios de Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella.

El río Otún nace a los 4.600 m s. n. m. en el caño Alsacia y la Laguna del Otún, en el interior del Parque Nacional Natural Los Nevados, y desemboca a los 950 m s. n. m. en el río Cauca (vereda Estación Pereira, Marsella) tras un recorrido longitudinal de 51,99 kilómetros.

Esta cuenca abastece de agua potable al Área Metropolitana Centro Occidente (AMCO) —en especial al municipio de Pereira y sectores aledaños—, soportando además actividades agrícolas, agroindustriales, turísticas y energéticas de la región.

2. Geografía Física e Hidrología

Características Fisiográficas y Pisos Térmicos

La cuenca presenta un marcado gradiente altitudinal que va desde las nieves perpetuas y el páramo altiandino hasta el piso térmico cálido en el valle del río Cauca:

Piso Térmico	Altitud (m s. n. m.)	Cobertura en la Cuenca (%)	Temperatura Promedio
Páramo	>3.600	27%	0◦C−6◦C
Frío / Altoandino	2.800−3.600	18%	6◦C−12◦C
Templado / Andino	1.200−2.800	47%	12◦C−22◦C
Cálido	<1.200	8%	>22◦C

Morfometría de la cuenca: Es una cuenca de montaña alargada y de rápida respuesta hidrológica frente a precipitaciones intensas, lo que incrementa su vulnerabilidad a avenidas torrenciales y deslizamientos en la cuenca media y baja.

Zonificación Hidrográfica

Para facilitar su análisis y gestión, la cuenca se subdivide tradicionalmente en tres grandes sectores:

- **Cuenca Alta:** Comprende el nacimiento del río en el PNN Los Nevados, la Laguna del Otún, el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya y el Parque Regional Natural Ucumarí. Su función principal es la regulación hídrica, conservación de biodiversidad y recarga de acuíferos.
- **Cuenca Media:** Corresponde al tramo de transición andina donde el río atraviesa áreas rurales productivas (café, plátano, ganadería) y la bocatoma principal del acueducto de Pereira (sector Nuevo Libaré).
- **Cuenca Baja:** Atraviesa la zona conurbada e industrial del AMCO, recibiendo vertimientos urbanos e industriales y los aportes de afluentes como la quebrada Dosquebradas y la quebrada Consota, antes de verter sus aguas en el río Cauca.

3. Ecosistemas Estratégicos y Áreas Protegidas

La cuenca alberga una alta densidad de áreas protegidas y ecosistemas de valor ecológico global:

- **Parque Nacional Natural Los Nevados:** Complejo de páramos y glaciares clave para la regulación del ciclo hídrico regional.
- **Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya (SFFOQ):** Área protegida del sistema nacional que resguarda relictos de bosque andino y subandino, hábitat de especies emblemáticas como la pava caucana (*Penelope perspicax*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*).

▪ **Parque Regional Natural Ucumarí:** Zona de amortiguación fundamental entre la zona agrícola y el PNN Los Nevados.

▪ **Distritos de Manejo Integrado (DMI) y Reservas Forestales:** Corredores biológicos que conectan la cuenca con otras subcuencas del Eje Cafetero.

4. El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA)

El **Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Otún (POMCA)** es el instrumento de planificación ambiental de mayor jerarquía a nivel local, formulado y coordinado por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (**CARDER**) en articulación con los municipios y la comunidad. Sus determinantes ambientales son de obligatorio cumplimiento e inclusión en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT/PBOT/EOT) de los municipios vinculados.

Fases de Desarrollo del POMCA

Conforme a la normativa colombiana (Decreto 1640 de 2012 y Guía Técnica del MADS), el proceso de actualización del POMCA se estructura en cinco fases continuas:

1. **Aprestamiento:**

- Identificación y mapeo de actores clave (comunitarios, institucionales, gremiales).
- Conformación del Consejo de Cuenca como órgano consultivo y de participación.
- Plan de trabajo, estrategia de comunicación y sistematización de información base.

2. **Diagnóstico:**

- Caracterización integral del componente biofísico: clima, geología, geomorfología, hidrogeología, calidad del agua, coberturas vegetales y fauna.
- Evaluación socioeconómica y cultural: uso actual del suelo, dinámica poblacional, actividades productivas y demandas del recurso hídrico.
- Análisis de Gestión del Riesgo: identificación de amenazas por avenidas torrenciales, movimientos en masa, inundaciones e incendios de la cobertura vegetal.

3. **Prospectiva y Zonificación Ambiental:**

- Construcción de escenarios futuros (tendencial, deseado y apuesta) a un horizonte de 10 a 12 años.
- Definición del modelo de ordenamiento ambiental y del mapa de zonificación, estableciendo categorías de protección, conservación, restauración y uso sostenible.

4. **Formulación:**

- Diseño de la estructura programática con programas, proyectos, metas e indicadores.
- Plan de seguimiento y evaluación ambiental.
- Mecanismos de financiación e integración en los instrumentos de ordenamiento territorial municipal.

5. **Ejecución, Seguimiento y Evaluación:**

- Implementación de acciones sobre el territorio por parte de la CARDER, alcaldías, empresas de servicios públicos (como Aguas y Aguas de Pereira) y la comunidad.
- Monitoreo periódico del estado de la cuenca e indicadores de impacto.

5. Zonificación Ambiental y Matriz de Usos del Suelo

La zonificación ambiental resultante del POMCA clasifica la cuenca en unidades territoriales orientadas a garantizar la sostenibilidad hídrica y ecológica:

▪ **Áreas de Conservación y Protección Ambiental:** Zonas de páramo, nacimientos de agua, rondas hídricas y parques naturales donde predomina la preservación estricta y se prohíben usos agropecuarios o urbanos expansivos.

▪ **Áreas de Restauración Ecológica:** Tierras degradadas por pastoreo o deforestación en alta montaña que requieren reconversión y revegetación con especies nativas.

▪ **Áreas para el Uso Sostenible (Producción Agropecuaria y Forestal):** Zonas aptas para sistemas silvopastoriles, cultivos de café con sombrío y agricultura limpia en la cuenca media.

▪ **Áreas de Suburbio y Desarrollo Urbano/Industrial:** Asentamientos consolidados y áreas de expansión en la cuenca baja, sujetas a estrictos controles de vertimientos y tratamiento de aguas residuales.

6. Principales Desafíos y Gobernanza Hídrica

• **Presión por Uso y Calidad del Agua:** El 76% de la demanda hídrica en la cuenca corresponde a uso industrial y comercial, seguido por un 17% para consumo humano. La protección de la bocatoma de Libaré y el saneamiento del río mediante la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) son retos prioritarios para la región.

• **Gestión del Riesgo de Desastres:** La inestabilidad geológica y las pendientes pronunciadas exigen un monitoreo constante sobre taludes y la gestión de rondas de protección en las quebradas afluentes.

• **Páramos y Cambio Climático:** La variabilidad climática impacta directamente los glaciares del Santa Isabel y la regulación hídrica de la Laguna del Otún, haciendo vital la compra de predios estratégicos y esquemas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA).

…

Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia, Manizales, 6-07-2026.

***

PERFIL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CHINCHINÁ



Panorámica del Rio Chinchiná. Fuente: Viajala.

La cuenca hidrográfica del río Chinchiná es uno de los territorios más dinámicos, complejos e importantes del departamento de Caldas y de la ecorregión del Eje Cafetero colombiano.

Comprende una diversidad ecosistémica excepcional que se extiende desde las cumbres glaciares de la Cordillera Central hasta los valles cálidos que convergen hacia el río Cauca.

El **Río Chinchiná** que registra un caudal medio agregado de 38.86 m³/s bajo condiciones operativas y de monitoreo regionales, tiene un caudal mínimo remanente (ecológico) de aproximadamente **13.91 m³/s** para asegurar el equilibrio de la cuenca baja y soporta un volumen total asignado por concesión cercano a los 16.72 m³/s, de los cuales 14.30 m³/s son para generación eléctrica y 2.58 m³/s para consumo humano.

1. Ubicación Político-Administrativa y Delimitación Territorial

La cuenca se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia, en la subregión Centro Sur del departamento de Caldas. Con una extensión territorial aproximada de **106.000 a 113.000 hectáreas** (alrededor de 1.060 a 1.130 km²), representa cerca del 15% al 20% de la superficie total del departamento de Caldas.

Jurisdiccionalmente, la cuenca abarca la totalidad o parte de cinco municipios que concentran la mayor densidad poblacional y actividad económica de Caldas:

- **Manizales:** Capital departamental, nodo urbano, administrativo, educativo e industrial.
- **Villamaría:** Municipio contiguo a Manizales, con amplia cobertura rural, acceso al Parque Nacional Natural Los Nevados y desarrollo turístico e industrial.
- **Chinchiná:** Centro agroindustrial cafetero por excelencia y nodo de conectividad vial regional.
- **Palestina:** Municipio con alta vocación agrícola (café y cítricos) y proyección logística con el proyecto del Aeropuerto del Café.
- **Neira:** Ubicado al norte de la cuenca, articulador entre la zona rural andina y el valle del río Guacaica.

2. Geomorfología, Orografía y Relieve

El aspecto más determinante del perfil físico de la cuenca del río Chinchiná es su extraordinario **gradiente altitudinal**, el cual va desde los **5.300 m s. n. m.** en la cima del Volcán Nevado del Ruiz, hasta aproximadamente los **800 – 900 m s. n. m.** en su desembocadura sobre el río Cauca.

De la Rasgos Geológicos y Geomorfológicos

- **Origen volcánico e ígneo:** La cuenca se asienta sobre laderas modeladas por la actividad volcánica del complejo volcánico Ruiz-Tolima-Santa Isabel. Abundan los depósitos de ceniza volcánica, flujos piroclásticos y lahares históricos.
- **Pendientes y relieve:** Predominan las pendientes fuertemente inclinadas y escarpadas en las zonas media y alta, lo que condiciona procesos de dinámica ladera (deslizamientos, flujos de escombros y erosión hídrica).
- **Fallas geológicas:** El territorio está cruzado por sistemas de fallas activas (como la Falla de Romeral y fallas asociadas), lo que confiere una elevada susceptibilidad sísmica y fracturamiento de la roca base.

3. Red Hidrográfica y Subcuencas

El río Chinchiná nace en la alta montaña andina a partir de los deshielos del macizo volcánico de los Nevados y quebradas de páramo. Presenta un patrón de drenaje dendrítico denso y torrencial.

La cuenca se divide en tres subcuencas hidrográficas principales y un área de drenaje directo:

Subcuenca / Aferente	Altitud de Origen	Características Principales
Subcuenca Río Claro	Páramos de Villamaría (~4.000 m)	Aporta caudales de excelente calidad en la parte alta. Cruza zonas agrícolas y forestales antes de unirse al río Chinchiná.
Subcuenca Río Guacaica	Laderas altas de Neira y Manizales	Drena el sector norte de la cuenca. Recibe afluentes como la quebrada Olivares y presenta marcada torrencialidad.
Subcuenca Río Chinchiná (Alto y Medio)	Vertientes del Volcán Nevado del Ruiz	Recibe las aguas de quebradas abastecedoras (ej. Quebrada Manizales) y es el receptor de efluentes urbanos e industriales.
Aferentes Directos y Zona Baja	Pie de monte y valles bajos	Comprende los tramos que atraviesan los municipios de Chinchiná y Palestina antes de tributar al río Cauca.

4. Climatología y Pisos Térmicos

Debido al relieve abrupto de la Cordillera Central, la cuenca alberga la totalidad de los pisos bioclimáticos presentes en los Andes tropicales:

1. **Nival y Glaciar (> 4.700 m s. n. m.):** Temperaturas bajo cero, presencia de nieve y hielo en la cima del Nevado del Ruiz.

2. **Páramo (3.800 – 4.700 m s. n. m.):** Clima frío extremo (2 °C a 8 °C), alta vegetación frailejonal y cobertura de colchones de agua clave para la regulación hídrica.

3. **Altoandino / Frío (2.000 – 3.800 m s. n. m.):** Temperaturas entre 8 °C y 16 °C. Zonas de bosques de niebla y recarga de acuíferos.

4. **Medio / Templado (1.200 – 2.000 m s. n. m.):** Clima templado (16 °C a 22 °C). Franja idónea para el cultivo de café y concentración urbana (Manizales y Villamaría).

5. **Cálido / Subandino Bivariable (< 1.200 m s. n. m.):** Temperaturas superiores a 22 °C en los valles de Chinchiná y Palestina.

Régimen de Precipitación

Presenta un régimen pluviométrico **bimodal**, con dos periodos de mayores lluvias (marzo-mayo y septiembre-noviembre) alternados con dos periodos de menores lluvias (diciembre-febrero y junio-agosto). La precipitación anual varía entre los 1.800 mm en la zona baja y supera los 3.000–3.500 mm en las franjas de condensación media de la cordillera.

5. Ecosistemas, Cobertura Vegetal y Biodiversidad

La cuenca es un corredor biológico de importancia estratégica mundial por articular áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP):

▪ **Parque Nacional Natural Los Nevados:** Protege la estrella hídrica y los ecosistemas de páramo.

▪ **Reserva Forestal Protectora Río Blanco y Quebrada Olivares:** Zonas fundamentales para el abastecimiento de agua potable de Manizales y santuario de avistamiento de aves (especies endémicas de tapaculos, grallarias y colibríes).

▪ **Bosques de Niebla y Bosques Andinos:** Retienen la humedad atmosférica por condensación de nubes y previenen la erosión de laderas.

6. Dinámica Socioeconómica y Uso del Suelo

La cuenca del río Chinchiná alberga a más del 60% de la población del departamento de Caldas. Ésta presión demográfica genera usos del suelo altamente contrastantes:

1. **Uso Agrícola y Agroindustrial:** Predominio del Paisaje Cultural Cafetero (PCC), cultivos de plátano, cítricos, aguacate hass y ganadería de leche en zonas altas.

2. **Uso Industrial y Comercial:** Concentrado en los corredores industriales de Manizales (La Enea, Maltería) y Chinchiná.

3. **Uso Hidroeléctrico y Servicios:** Aprovechamiento hídrico para la generación de energía hidroeléctrica (Centrales de CHEC – Grupo EPM) e infraestructura de acueductos municipales.

7. Problemáticas Ambientales y Gestión del Riesgo

A pesar de su riqueza natural, la cuenca enfrenta severos desafíos ambientales:

▪ **Calidad del Agua y Vertimientos:** El río Chinchiná y subcuencas urbanas como la quebrada Manizales reciben descargas directas de aguas residuales domésticas e industriales, afectando progresivamente el Índice de Calidad del Agua (ICA) a medida que avanza hacia la zona baja.

▪ **Amenaza Volcánica y Lahares:** La cuenca hidrográfica nace en la zona de influencia directa del Volcán Nevado del Ruiz. Históricamente (como en la tragedia de 1985), los flujos de lodo (lahares) encauzados por los ríos Claro y Chinchiná representan un riesgo alto.

▪ **Movimientos en Masa e Inestabilidad:** La combinación de fuertes pendientes, depósitos volcánicos no consolidados, alta pluviosidad y deforestación genera vulnerabilidad recurrente a deslizamientos e inundaciones torrenciales.

▪ **Deforestación y Variación del Uso:** Expansión de la frontera agrícola sobre áreas de protección y afectación de franjas protectoras de ríos.

8. Gobernanza y Plan de Ordenamiento (POMCA)

El manejo de este territorio está regulado por la **Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas)** mediante el **Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA del Río Chinchiná)**. Asimismo, iniciativas como el Fondo de Agua **VivoCuenca** articulan al sector público y privado para la restauración ecológica, conservación de microcuencas abastecedoras y pago por servicios ambientales.…

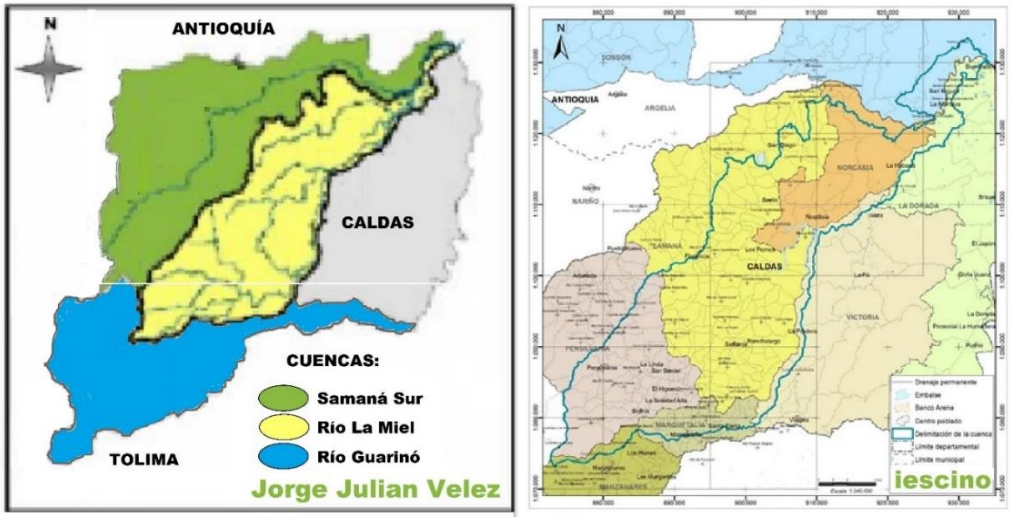
Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia, Manizales, 6-07-2026.

LA MIEL, EL RÍO MÁS PRECIOSO DE CALDAS



Ima01- Embalse Amaní, en Awake Travel.

En el maravilloso Río la Miel que, tras partir de la cuchilla la Picona en el Municipio de Marulanda y pasar por Pensilvania, al cruzar por Norcasia encuentra el embalse Amaní de la hidroeléctrica Miel I, -un precioso destino equipado de hoteles confortables para hacer turismo ecológico-, luego retoma su cauce para confluir en San Miguel con el río Samaná Sur aportando 110 m3/s y crear así un escenario ideal para vivir todo tipo de experiencias extremas entre sus bosques tropicales y raudales. Como referente, en el listado de aves del GLOBAL BIG DAY 2022, Norcasia aparece con 346 especies.



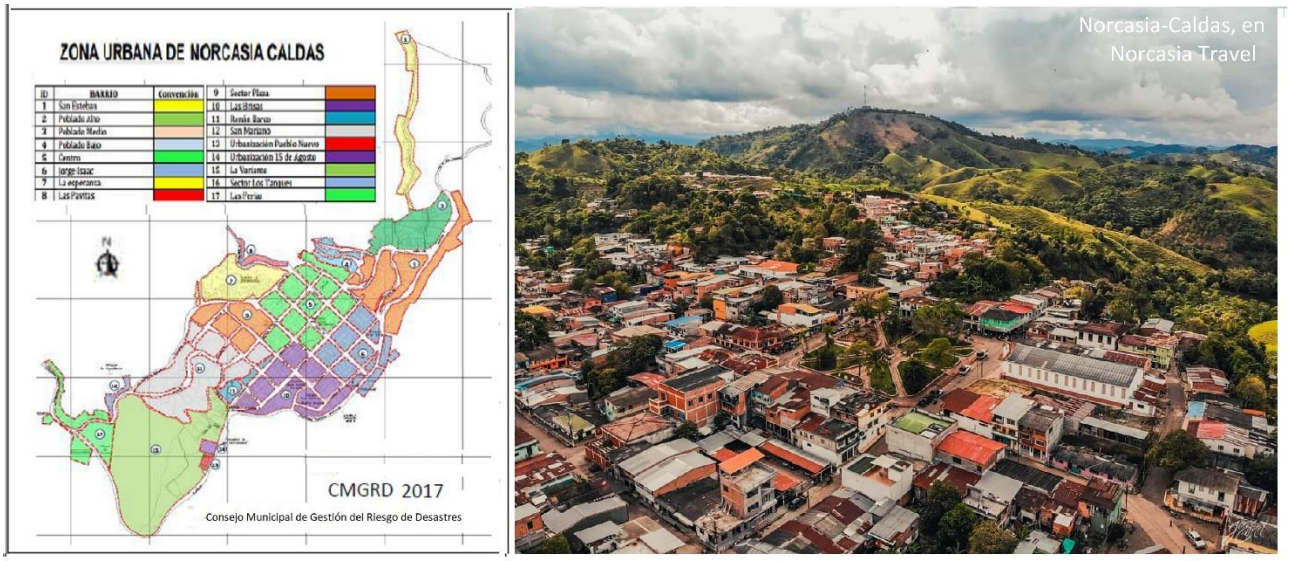
Ima02- Cuenca de los Ríos La Miel, Guarinó y Samaná Sur U.N. de Colombia y Municipios en la cuenca, en Ie-Cino.

En la cuenca de la Miel, con una extensión de 77 mil hectáreas y una población de aproximadamente 50 mil habitantes pertenecientes a siete municipios caldenses: Marulanda, Pensilvania, Manzanares, Norcasia, Victoria, Samaná y La Dorada, aunque la portentosa red hídrica se explica por una precipitación media de 7mil mm anuales, entre las problemáticas a resolver, está el elevado índice de NBI de sus 6120 pobladores, donde el 60% son urbanos y el 40% rurales. La altitud del poblado es 700m snm y la temperatura media 25º Centígrados.



Ima03- El Río La Miel, cuenta con una longitud de 119,79 Kms

El Oriente de Caldas donde los ríos más representativos son La Miel, El Guarinó y el Samaná Sur, cuenta con un importante potencial hidroenergético, dadas las condiciones biofísicas y climáticas del lugar, dado el alto rendimiento hidrológicos de las cuencas. Por ejemplo, en La Miel y en particular en la subcuenca del río Manso cuya precipitación anual de 4741 mm/año, se duplica el aporte de 2372 mm/año de La Miel. No obstante, preocupa el impacto ambiental de embalses y trasvases, por la alteración de los ciclos hidrológicos y biológicos, entre otros.



Ima04- Norcasia, Caldas en Gobernación de Caldas y Panorámica de Norcasia, en Travel.

Tras dejar atrás a Norcasia, el municipio más joven de Caldas, hoy “capital hidro energética de Caldas” -ya que Miel I cuenta con 396 MW instalados-”, y que, a pesar de haber sido escenario del conflicto armado en el pasado, sobresale hoy por la resiliencia y el trabajo comunitario que les ha permitido a las víctimas encontrar en el ecoturismo la ruta del progreso, la Miel con las aguas del Samaná drena por jurisdicciones de La Dorada-Caldas y de San Miguel-Antioquia, hasta Buenavista-corregimiento de La Dorada, para desembocar en el río Magdalena con un caudal de 215 m3/s.



Ima05- Aventura por el Río La Miel- Norcasia en Norcasia Travel y Sendascolombia.com

Sin duda alguna, el embalse Amaní, cuyo nombre recuerda a los indígenas que habitaban el territorio, es un notable tesoro turísticos dada su riqueza natural y conexión con la fauna y naturaleza en todos los rincones a este paraíso, cuyas aguas cristalinas las aportan los ríos La Miel y Manso. Además de realizar actividades como pesca deportiva, se puede disfrutar de cascadas cristalinas, avistamiento de aves, visitar petroglifos, practicar buceo, y hacer body rafting y tubing bajando del río La Miel hacia su desembocadura en el Magdalena.

* Ref: Documento del Museo Samoga. Manizales, 23-11-2024.

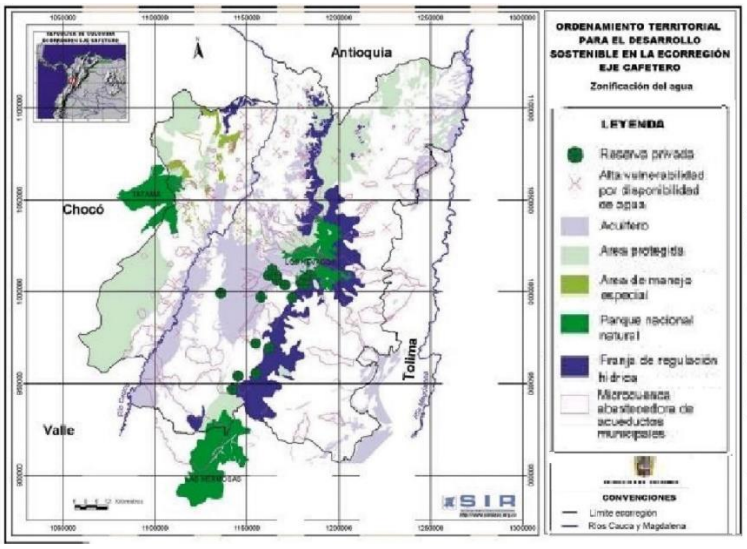
****

HUMEDALES DEL EJE CAFETERO DE COLOMBIA

Introducción: Anotaciones sobre los principales acuatorios de la ecorregión conformada por los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, su dinámica ecológica, distribución territorial y desafíos de conservación. Los humedales son ecosistemas de transición entre entornos acuáticos y terrestres, definidos por la presencia permanente o estacional de agua shallow que satura el suelo. En Colombia, estos ecosistemas representan cerca del 26% del territorio nacional. En la ecorregión del Eje Cafetero, la heterogeneidad topográfica de las cordilleras Central y Occidental da origen a una red de humedales andinos, altoandinos y de pie de monte. A pesar de su escala geográfica acotada, estas "esponjas hídricas" cumplen un rol ecológico crítico al regular cuencas hidrográficas continentales, fijar carbono y albergar biotas endémicas altamente amenazadas por la fragmentación antrópica.

1- Ubicación y Extensión Territorial

Los humedales del Eje Cafetero se distribuyen a lo largo de un gradiente altitudinal altísimo, desde los abanicos aluviales en las zonas bajas de las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena (aprox. 800-1000 m s. n. m.) hasta los sistemas paramunos e interglaciares en la Cordillera Central (por encima de los 3800 m s. n. m.).



Portada: Zonificación del agua en la ecorregión cafetera de Colombia. SIR 2002.

• Sistemas Altoandinos y de Páramo: Representan la mayor concentración de agua dulce en cabecera. El exponente principal es el Complejo de Humedales de la Laguna del Otún (designado sitio Ramsar), ubicado en la vertiente occidental de la Cordillera Central, en el Parque Nacional Natural Los Nevados. Ocupa una extensión directa e indirecta superior a las 65.000 hectáreas dentro de la cuenca alta del río Otún, irrigando a municipios clave como Pereira y Dosquebradas. Asimismo, en el departamento de Caldas, destacan complejos en el Páramo de Marulanda y la subcuenca alta de los ríos Chinchiná y Guacaica.

• Humedales de Valles e Intermontanos: En las cotas medias y bajas del Valle del río Cauca (vertientes de Risaralda y Caldas) y en las depresiones de Quindío (cuencas del río La Vieja, Quindío y Santo Domingo), existen relictos de madreviejas, ciénagas fluviales, pantanos y turberas pequeñas. Si bien la suma individual de estos humedales continentales abarca áreas reducidas (generalmente parches entre 2 y 50 hectáreas), de forma agregada conforman corredores biológicos claves en la cuenca media del río Cauca.

2- Características Ecológicas y Biofísicas

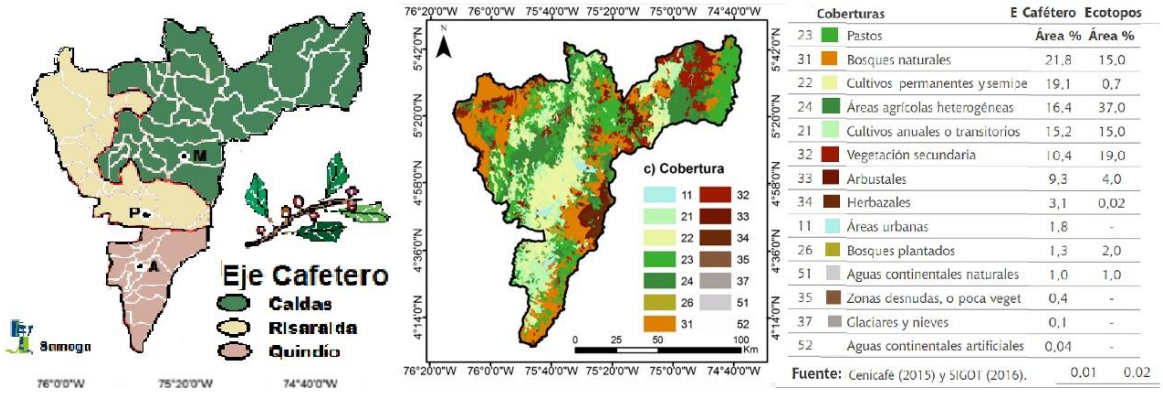


Imagen 01- Eje Cafetero: jurisdicciones y mapa de coberturas. Cenicafé y Sigot 2016.

• Régimen Hidrológico: La dinamización de estos humedales está estrechamente acoplada a los patrones bimodal-lluviosos de la región andina. Funcionan como amortiguadores naturales frente a eventos hidrometeorológicos extremos: durante la época de altas precipitaciones capturan el exceso de escorrentía mitigando avenidas torrenciales; en temporadas secas o bajo el fenómeno de El Niño, liberan paulatinamente el recurso manteniendo los caudales ecológicos base de los ríos regionales.

• Propiedades Edáficas: Predominan los suelos hidromórficos de tipo histosol en las zonas altas (acumulación de materia orgánica en condiciones anaeróbicas que derivan en turberas) y andisoles o inceptisoles gleyzados en las zonas medias. Estos suelos poseen una capacidad de retención hídrica sumamente alta.

3- Biodiversidad y Endemismo:

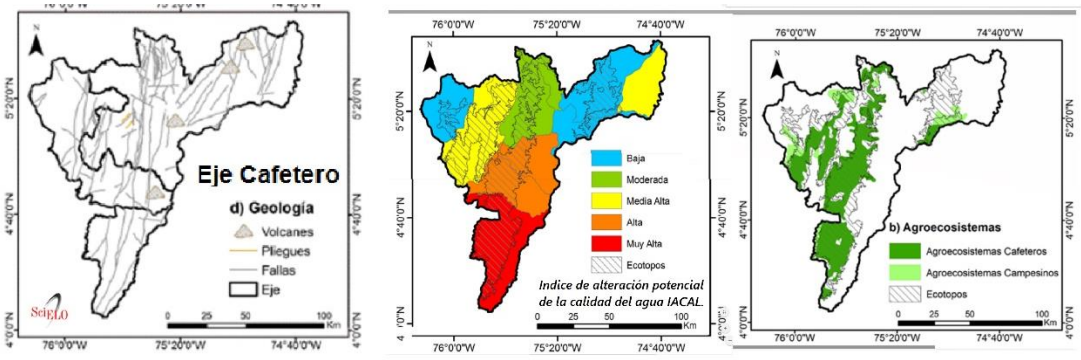


Imagen 02- Eje Cafetero: Geología, IACAL y Agroecosistemas. SIR y Cenicafé.

• Flora: Adaptaciones ecofisiológicas morfológicas conspicuas, tales como parches de Espeletia (frailejones), Polylepis, macrófitas acuáticas (Nymphaea, Typha, Elodea) y parches de bosque de niebla arbolado contiguo.

• Fauna: Son áreas nodales para el avistamiento de aves acuáticas andinas en peligro de extinción, como el pato de torrente (Merganetta armata), el pato zambullidor (Podiceps occipitalis) y la pava caucana (Penelope perspicax). Constituyen también hábitat vital para anfibios endémicos de los géneros Pristimantis y Atelopus, mamíferos amenazados como la danta de montaña (Tapirus pinchaque) y el oso de anteojos (Tremarctos ornatus).

4- Problemáticas Ambientales y Factores de Amenaza

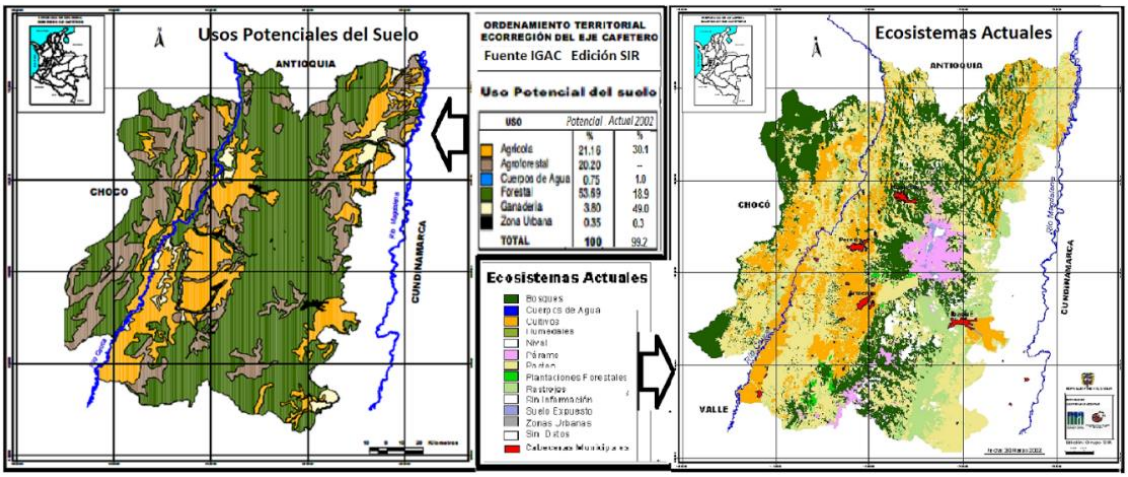


Imagen 03- La ecorregión cafetera: usos potenciales y actuales del suelo. SIR 2002.

A pesar de su valor socioecosistémico, la vulnerabilidad de los humedales en el Eje Cafetero es crítica debido al sesgo histórico de uso del suelo:

• Presión Agrícola y Potrerización: En las zonas medias y bajas, grandes extensiones de humedales fueron desecadas artificialmente, canalizadas o rellenadas desde mediados del siglo XX para dar paso a pastizales de ganadería extensiva, cultivos de café, plátano, caña panelera y monocultivos agroindustriales. En los páramos altoandinos, la ganadería bovina degrada directamente el suelo hidromórfico mediante el pisoteo, destruyendo la capacidad esponja de las turberas.

• Contaminación Hídrica y Eutrofización: El uso intensivo de fertilizantes nitrogenados y fosfatados en las laderas adyacentes provoca escorrentía hacia los espejos de agua. Esto desencadena procesos severos de eutrofización (proliferación descontrolada de plantas flotantes e invasoras) que reducen el oxígeno disuelto y causan mortandad de especies nativas. Adicionalmente, las aguas servidas urbanas y rurales sin tratamiento previo deterioran la calidad fisicoquímica de la red hídrica.

• Vulnerabilidad al Cambio Climático: Los humedales altoandinos se encuentran en la vanguardia de los impactos del calentamiento global. El retroceso de los glaciares en el Parque Nacional Natural Los Nevados altera los flujos continuos de alimentación hídrica. La variabilidad en los regímenes de precipitación causa que pequeños humedales estacionales desaparezcan por completo durante sequías prolongadas, fragmentando los parches ecológicos.

• Presión Inmobiliaria y Turismo Indiscriminado: En las áreas suburbanas adyacentes a las capitales (Manizales, Pereira, Armenia), el desarrollo de infraestructura vial, proyectos de vivienda y el turismo no regulado genera fragmentación del paisaje, vertimiento de residuos sólidos e introducción de especies exóticas o invasoras.

Conclusión

Los humedales del Eje Cafetero son componentes estructurales irremplazables para la seguridad hídrica, la biodiversidad y la resiliencia climática de la región andina colombiana. Su preservación exige trascender la delimitación pasiva del suelo para implementar estrategias de conservación activa: delimitación participativa, restauración ecológica de franjas de protección, gobernanza comunitaria del agua e inclusión en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los tres departamentos. Mantener la funcionalidad de estas esponjas naturales es la única garantía para el abastecimiento continuo de agua limpia y la estabilidad biológica del paisaje cafetero en los decenios venideros.

├— Avance de la frontera agropecuaria (Ganadería extensiva y monocultivos)

├— Drenaje y desecación artificial de espejos de agua

├— Eutrofización por vertimientos domésticos y agroquímicos

└— Presión del cambio climático global en ecosistemas de alta montaña

Cuadro: Impactos Principales en los Humedales del Eje Cafetero

...

Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, enero 12 de 2025.



***

SUELOS DEL EJE CAFETERO DE COLOMBIA

Los suelos de la región del Eje Cafetero colombiano (comprendida principalmente por los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y zonas adyacentes de Tolima y Valle del Cauca) constituyen uno de los activos edáficos y ecológicos más valiosos y productivos de la franja tropical. Formados en su mayoría a partir de mantos de cenizas y material piroclástico expulsado por la cadena volcánica del Parque Nacional Natural Los Nevados (Nevado del Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Paramillo del Quindío), estos suelos han cimentado el desarrollo económico, social y ambiental de la caficultura colombiana.

La Génesis y Marco Geológico



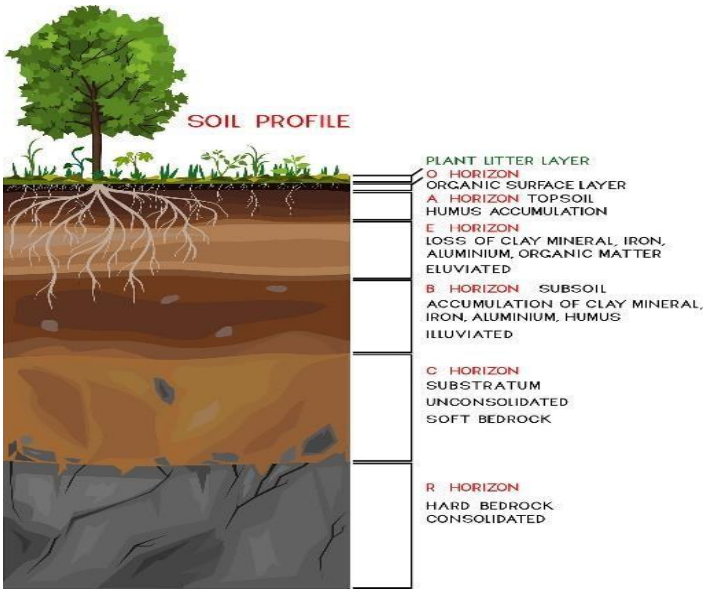


Imagen: Perfil típico de un Andisol volcánico, en Wikipedia; y Horizontes del perfil del suelo. Fuente: mariaflaya / Getty Images

La formación del recurso suelo en el Eje Cafetero es el resultado de la interacción entre la geología tectónica de la Cordillera Central y la actividad volcánica cuaternaria.

Factores Formadores

1. **Material Parental (Litología):** Los depósitos piroclásticos (cenizas, pómez y lapilli) cubren las laderas andinas con espesores variables que van desde pocos centímetros hasta varios metros. En zonas con menor presencia de ceniza o donde esta se ha erosionado, emergen suelos derivados de rocas metamórficas (esquistos y neises) e ígneas intrusivas (dioritas y granodioritas del Batolito de Antioquia/El Bosque).

2. **Clima y Altimetría:** La franja cafetera se ubica predominantemente entre los 1.200 y 1.800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas medias entre 17 °C y 23 °C y precipitaciones anuales distribuidas de manera bimodal que oscilan entre 1.800 y 2.800 mm. Este régimen hídrico (úrico) y térmico favorece la rápida alteración de los vidrios volcánicos.

3. **Relieve:** Terrenos fuertemente ondulados a escarpados con pendientes entre el 25% y más del 70%. La inclinación condiciona la infiltración, la escorrentía superficial y la tasa de renovación del perfil del suelo.

4. **Organismos:** La vegetación nativa del bosque andino aportó grandes volúmenes de biomasa, lo que, sumado a la estabilización de los complejos materia orgánica-aluminio, dio origen a un horizonte superficial muy oscuro y rico en carbono orgánico.

Clasificación Taxonómica: El Orden Andisol



Imagen: Eje Cafetero- paisaje de ayer y café. Fuentes: Luis Guillermo Vallejo, Javier Hincapié, y SMP Manizales.

De acuerdo con el sistema *Soil Taxonomy* de la USDA, la mayor parte de los suelos de la zona alta y media de la región cafetera pertenecen al orden **Andisol**. Estos suelos presentan las denominadas **propiedades ándicas**:

- **Presencia de minerales de orden corto:** La rápida alteración química de los vidrios volcánicos amorfos bajo clima húmedo produce minerales no cristalinos o criptocristalinos como el **alofano**, la **imogolita** y la **ferrihidrita**.

- **Complejos Humo-Alumínicos:** La combinación de la materia orgánica de origen vegetal con los iones de aluminio (Al^{3+}) retenidos en los materiales amorfos ralentiza la biodegradación por microflora, favoreciendo la acumulación de humos oscuros y estables (epipedión melánico o fúlvico).

En zonas de transición o en vertientes con erosión continuada, también se encuentran **Inceptisoles** (suelos de desarrollo incipiente con horizontes alterados Bw) y, en partes bajas de valles interandinos, **Entisoles** o **Mollisoles**.

Propiedades Físicas y Químicas

Los suelos volcánicos de la región poseen atributos físico-químicos excepcionales, aunque también imponen retos técnicos específicos para la nutrición vegetal.

Propiedades Físicas

• **Baja Densidad Aparente (D_a):** Frecuentemente inferior a $0{,}8\text{ g/cm}^3$ (en comparación con $1{,}3-1{,}5\text{ g/cm}^3$ de suelos minerales convencionales). Esto genera una estructura extremadamente esponjosa y friable.

• **Porosidad Elevada:** Exhiben porosidades totales superiores al 60–70%, lo que garantiza una aireación óptima para el sistema radicular de *Coffea arabica*.

• **Retención Hídrica:** Alta capacidad de retención de humedad a tensiones bajas sin perder drenaje, evitando la asfixia radicular en épocas de alta pluviosidad.

• **Tixotropía:** En estado húmedo, algunos horizontes pierden cohesión al ser manipulados o presionados, comportándose de manera fluida temporalmente.

Propiedades Químicas

• **pH y Acidez:** El pH oscila de moderadamente ácido a fuertemente ácido (5,0 a 5,8). A pesar de la presencia de aluminio activo, la toxicidad por Al^{3+} libre suele ser menor que en otros suelos debido a que se encuentra acomplejado por la materia orgánica.

• **Fijación de Fósforo (P):** Es el principal cuello de botella químico. El alofano y los hidróxidos amorfos de hierro y aluminio fijan irreversiblemente los ortofosfatos aplicados mediante fertilización, transformándolo en formas insolubles no disponibles para las raíces.

• **Relación Catiónica Intercambiable:** Cenicafé ha determinado que la relación catiónica ideal para la zona cafetera es la relación **$Ca : Mg : K = 6 : 2 : 1$**. Un desequilibrio en estos tres elementos afecta directamente el llenado del grano y el vigor celular de los cafetos.

Principales Unidades Cartográficas y Series de Suelos (Cenicafé)

El Centro Nacional de Investigaciones de Café (**Cenicafé**) ha caracterizado y delimitado la región en unidades cartográficas para el manejo agronómico específico.

Unidad / Serie de Suelo	Material de Origen	Características Principales	Ubicación Típica
Chinchiná	Ceniza volcánica profunda	Texturas francas a franco-arenosas, profundo, excelente drenaje, baja densidad aparente.	Caldas, Risaralda, Quindío.
Quindío	Ceniza volcánica sobre depósitos de vertiente	Horizontes oscuros gruesos, alta fertilidad natural, vulnerables a resecamiento estacional en veranos prolongados.	Calarcá, Armenia, Circasia, Montenegro.
Fresno	Ceniza volcánica sobre rocas ígneas/metamórficas	Menor profundidad efectiva en laderas, retención hídrica media,	Tolima, oriente de Caldas.

		propenso a erosión en alta pendiente.	
Malabar	Ceniza volcánica delgada sobre basalto / roca ígnea	Presencia de materiales micas y feldespatos en horizonte subsuperficial, textura más arcillosa.	Valle del Cauca, Risaralda, Caldas.
Tablazo / La Cristalina	Sedimentos / Granito alterado	Suelos de origen no puramente volcánico, mayor contenido de arcilla y presencia de cuarzos o mica.	Manizales, Neira, Aranzazu, Salamina.

El Concepto de Terroir: Impacto del Suelo en la Taza de Café

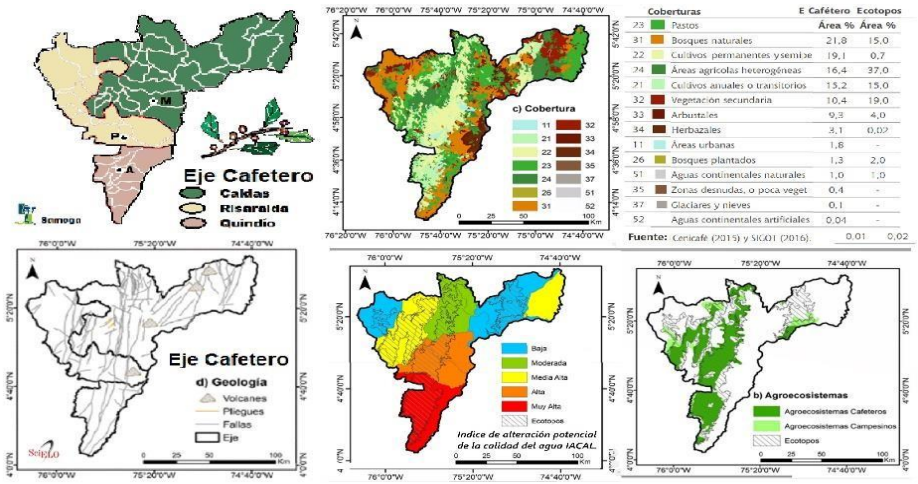


Imagen: Eje Cafetero - Coberturas- ecotopos, Índice de calidad del agua, y Agro ecosistemas al 2017. Fuentes:

Museo Samoga, Cenicafé, IDEAM, IGAC, SGC, Cenicafé et All.

El perfil organoléptico que caracteriza al café del Eje Cafetero (notas cítricas, cuerpo medio-alto, acidez brillante y dulzor residual) está directamente ligado a la edafología de los Andisoles:

1. **Absorción de Potasio (K) y Azúcares:** La disponibilidad balanceada de potasio en la matriz de la ceniza volcánica estimula la traslocación de carbohidratos hacia el fruto durante la etapa de maduración, incrementando la concentración de azúcares solubles en el grano.

2. **Regulación Térmica e Hídrica:** La porosidad del suelo amortigua los shocks hídricos en épocas secas o de intensas lluvias, permitiendo un llenado de grano continuo sin interrupciones fisiológicas.

3. **Acidez Malica y Cítrica:** La interacción de la materia orgánica compleja y la asimilación de micronutrientes (Boro, Zinc, Manganeso) influye en las rutas biosintéticas de los ácidos orgánicos en la almendra verde.

Prácticas de Manejo, Nutrición y Conservación

El cultivo en pendientes pronunciadas exige un manejo agronómico riguroso para evitar la pérdida del horizonte A (la capa fértil superficial) por erosión hídrica.

Principios Fundamentales de Manejo

El **manejo agrológico del suelo** es el conjunto de prácticas planificadas que articulan las propiedades físicas, químicas, biológicas y topográficas del terreno para optimizar la producción agrícola sin degradar el recurso a mediano y largo plazo.

A diferencia del manejo fertilizante tradicional, el enfoque agrológico parte del diagnóstico del **perfil del suelo** para comprender su capacidad de uso y sus limitaciones naturales.

• **Muestreo Periódico:** Realizar análisis químico de suelos cada 2 a 3 años. Las submuestras deben tomarse en el "plato" del árbol (zona de goteo), a una profundidad de 0–20 cm, evitando zonas de deposición de cal o fertilizantes previos.

• **Manejo Integrado de Coberturas Nobles:** Mantener plantas rastreras de porte bajo (*Commelina*, *Oxalis*, etc.) que protejan la superficie del impacto directo de las gotas de lluvia, reduciendo la escorrentía superficial sin competir severamente por nutrientes con el cafeto.

• **Fraccionamiento de la Fertilización:** Debido a la alta capacidad de lixiviación de elementos móviles como el nitrógeno y el potasio en periodos de lluvia intensa, Cenicafé recomienda fraccionar la dosis anual en dos o tres aplicaciones coincidentes con las curvas de mayor requerimiento nutricional (floración y llenado del fruto).

• **Encalado Racional:** Aplicar enmiendas calcáreas o dolomíticas únicamente cuando el análisis de laboratorio confirme niveles de aluminio intercambiable que pongan en riesgo el sistema radicular o cuando el pH caiga por debajo de 4,8.

Retos Frente al Cambio Climático y Degradación

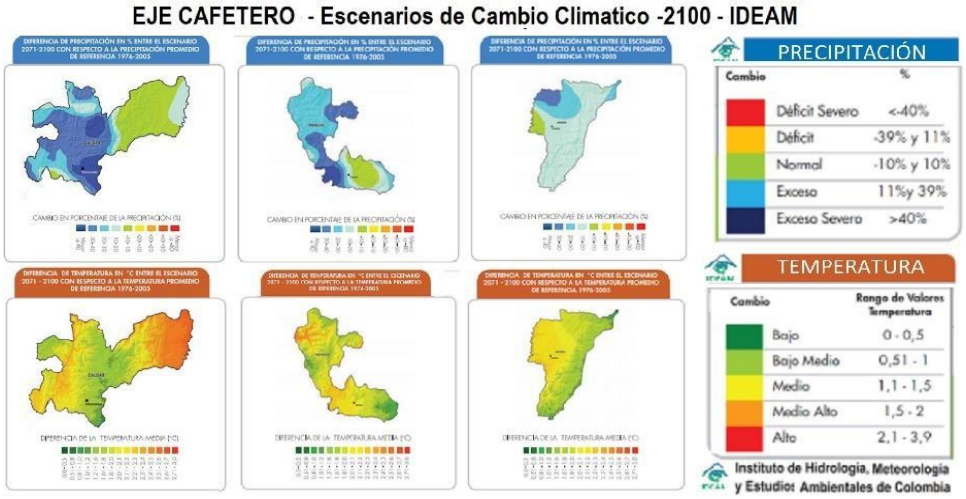


Imagen: Escenarios de Cambio Climático al 2100. IDEAM 2015

1. **Erosión en Laderas:** La intensificación de eventos climáticos extremos (como el fenómeno de La Niña) incrementa el riesgo de desprendimientos en masa y erosión en surcos en pendientes superiores al 50%.

2. **Pérdida de Materia Orgánica:** El aumento en las temperaturas promedio acelerará la tasa de mineralización de la materia orgánica, lo que podría reducir la capacidad de retención de humedad estructural de los Andisoles.

3. **Acidificación por Uso Indiscriminado de Insumos:** El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados de síntesis química sin balance de enmiendas acelera la pérdida de bases (Ca, Mg, K) por lavado profundo.

…

***Ref:** Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, enero 12 de 2025.

***

EJE CAFETERO MINERO-ENERGÉTICO



Portada: Obra del maestro Luis Guillermo Vallejo

Para elevar el PIB del sector primario en el Eje Cafetero, transformando en commodities estratégicos algunos minerales, entre otros las jaguas y fraguas del oro, las calizas que afloran por Neira y en Victoria, o las arenas silíceas y el manganeso del Eje Cafetero, se requiere hacer uso del importante potencial hidroenergético de Caldas y Risaralda, implementar dos plataformas logísticas equipadas de polígonos industriales y zonas francas en los nodos logísticos del Magdalena Centro y del Corredor del Cauca, construir el ferrocarril Cafetero entre La Dorada y el Km 41 para integrar ambos nodos logísticos, y detonar la locomotora del carbón andino para financiar el desarrollo ferroviario y proveer de carga la hidrovía del Magdalena. Todo esto es viable pese a un escenario de precios bajos en los energéticos, del agotamiento del petróleo y de las restricciones a los combustibles fósiles por el calentamiento global, gracias a la calidad y abundancia del carbón colombiano. Veamos:

Desarrollo Minero-Energético.

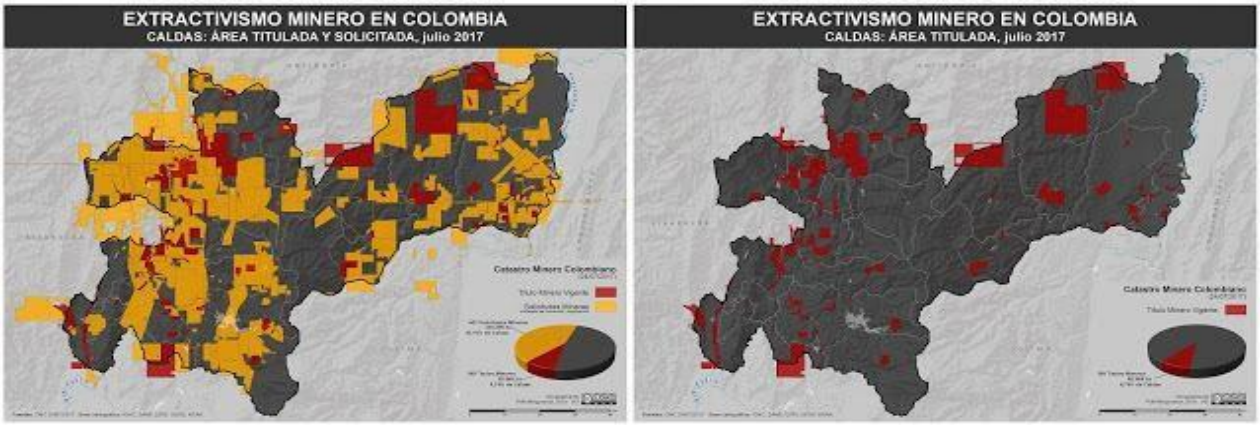


Imagen 1: Caldas: áreas mineras solicitadas y tituladas al 2017

De conformidad con el "Inventario minero nacional" (Ingeominas 1972), el Eje Cafetero cuenta con 220 explotaciones y depósitos metalíferos y no metalíferos y de minerales preciosos y no preciosos: 124 en Caldas, 60 en el Quindío y 36 en Risaralda. Dicho potencial según el "Plan Minero-Industrial de Caldas 2006-2016", cuyas reservas requieren estudios de cuantificación y caracterización, podría aprovecharse para obtener commodities estratégicos que provendrían de varias plantas ubicadas en los nodos logísticos del Magdalena Centro y del Eje Cafetero.

Lo anterior gracias a las posibilidades de la ecorregión relacionadas con su posición geoestratégica, desarrollando el sistema ferroviario y la hidrovía del Magdalena como modos de transporte que reducen fletes 6 y 3 veces respecto a la tractomula, y aprovechando un potencial hidroenergético aún por explotar con proyectos a filo de agua en la cuenca del San Juan (Risaralda) y el Oriente Caldense, dos escenarios excedentarios en aguas superficiales y subterráneas. Añade el estudio que previamente habrá que cuantificar y caracterizar las cantidades de materias primas existentes, para asegurar suficiencia alimentando cada planta por 20 a 25 años.

El Dr. Gabriel Poveda Ramos autor del estudio, rescata la existencia de filones de oro interesantes en Manizales, Manzanares, Marmato, Riosucio y Supía, y agrega que de las jaguas de los beneficios y de las gangas de las explotaciones de estos y otros lugares -caso Pensilvania y Samaná-, se podría obtener apreciables cantidades de sulfuros de zinc, de plomo, de hierro, de cobre, de antimonio y de arsénico, o de zinc metálico y sus derivados.

Sobre el manganeso de Apía y Viterbo, el investigador califica el yacimiento minero-metálico como el más importante de Caldas, y considera su eventual aprovechamiento. Similarmente, señala la existencia de arenas silíceas de alta pureza en cuarzo (SiO2) en Pueblo Rico y el Valle del Cauca, y posiblemente en el distrito minero Riosucio-Supía-Quinchía, las que podrían explotarse y complementarse con otras de Antioquia y Tolima para implementar industrias de transformación en silicato de sodio, sílice-gel y carburo de silicio.

Adicionalmente, entre los principales prospectos para el Plan Minero de Caldas, considera los materiales calcáreos al anunciar que parece inferirse una inmensa cadena de yacimientos de calizas en el oriente caldense, que parte desde el centro de Tolima y llega al nordeste de Antioquia, y cuyos mayores prospectos requieren ser ubicados, al igual que los existentes en la otra vertiente de la cordillera entre Manizales y Aguadas.

De los yacimientos de caliza y mármol de las dos franjas calcáreas que recorren a Caldas de Sur a Norte: la de La Victoria-La Dorada-Río La Miel, y la de Neira-Aranzazu-Salamina, aforando su calidad, dispersión y cantidad podrían proveerse materias primas para una industria de carburo y fosfatos fertilizantes, misma que en un plano de mayor nivel de desarrollo daría origen a plantas de acetileno, cianamida, cloruro químicamente puro y cemento.

¿Y respecto a los carbones de la vecindad?

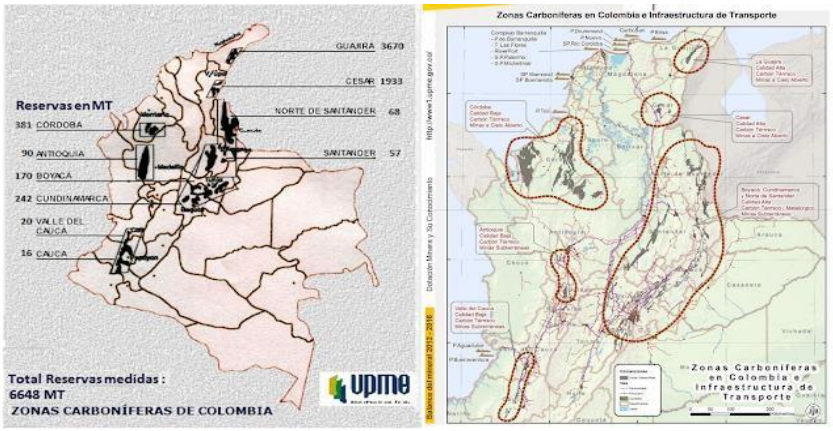


Imagen 2: Colombia: reservas carboníferas medidas en millones de toneladas. UPME.

El Mapa de reservas de carbón de Colombia de la UPME, muestra que las reservas medidas del país suman 6.648 millones de toneladas (MT) medidas: en efecto se trata de un carbón duro, de alto poder calorífico y bajo contenido de azufre.

De ellas, la del carbonífero de Antioquia que nos involucra, cuenta con 90 MT de un carbón de 5000 calorías por kilogramo, mineral subbituminoso que se califica como combustible térmico clase 1A; las de la costa norte colombiana explotadas por el Cerrejón (3.670 MT) y la Drummond (1538 MT), empresas que juntas exportan 60 MT año, al igual que las existentes en Córdoba estimadas en 381 MT, son de 6000 calorías por kilogramo, y finalmente el mineral de Boyacá–Cundinamarca cuyas reservas suman 412 MT, es aún mejor: 7000 calorías por kilogramo. Fuente: UPME.

Si en razón al cambio climático a nivel mundial habrá que reducir el 80% del carbón, la mitad del gas y un tercio del petróleo, materias que se destinan como combustible, como quiera que en Europa sólo quedan las turberas tras décadas de explotación y agotamiento, y que el presupuesto nacional de Colombiano depende de energéticos, sólo tenemos 40 años para explotar nuestro carbón gracias a que es un mineral abundante y de alta calidad, y que se podría aprovechar la pequeña brecha que quedará para satisfacer un demanda preferencial en países industrializados que lo requieren para alimentar industrias de alto consumo energético con bajas emisiones, mientras se desarrollan nuevas alternativas energéticas.

Documento del Museo Interactivo Samoga de la Universidad Nacional de Colombia; Manizales, 24 de noviembre de 2019. Act. 2025.

***

EL AGUA EN CALDAS: PROBLEMÁTICAS Y GESTIÓN

Introducción

Si en Colombia, donde las aguas subterráneas son la mayor proporción del agua dulce, ya que siendo el 69% el 31 % restante está en lagos y ríos. Y si pese a su enorme oferta hídrica el 50% del agua del país es de mala calidad y aparecen regiones con acceso limitado al vital líquido, también en la biorregión caldense conscientes de que este territorio es un jardín deforestado, Caldas debe ordenar su territorio en función del patrimonio hídrico, con acciones asociadas al páramo, a los bosques de las cuencas abastecedoras y al modelo agroindustrial, para lograr la seguridad hídrica, y sobre todo planificando el agua en los municipios ambientalmente más comprometidos de cara al cambio climático.

En Caldas, para el sistema subterráneo sobresalen las zonas de recarga de las áreas cordilleranas de páramo y sectores vecinos de gran cobertura boscosa, o las regiones del Oriente caldense donde la copiosa precipitación explica un recurso hídrico excedentario, que exige aprovechamientos hidroenergéticos responsables. Y si como acuíferos, para la ecorregión cafetera sobresalen el Valle del Magdalena y los valles

de los ríos La Vieja y Risaralda, para el área Metropolitana de Caldas está el pequeño reservorio de Santágueda, como patrimonio estratégico que a futuro resulta fundamental para el desarrollo agroindustrial de Neira, Palestina y Manizales.

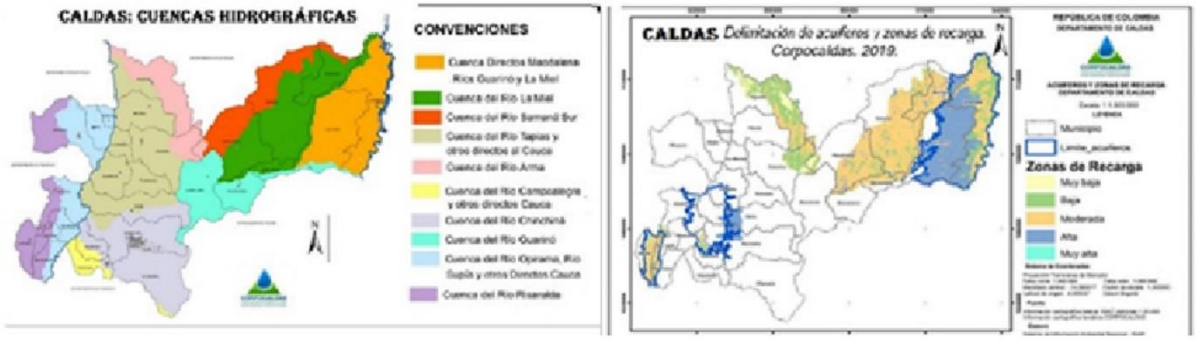


Imagen: El agua en Caldas: Cuencas y Acuíferos. Corpocaldas

En la problemática del agua, hace 10 años se había recomendado que los gestores del Plan Departamental del Agua PDA −en nuestro caso la Gobernación de Caldas−, realizaran evaluaciones de la política a través de la medición de indicadores sectoriales de agua potable y saneamiento básico, que permitan establecer la calidad de la prestación de los servicios públicos de forma periódica, con lo cual se exigiría a los operadores especializados esfuerzos y compromisos en materia de calidad, y no sólo de la operación de la infraestructura. Es bueno recordar que los PDA se implementaron en el país para resolver el déficit a nivel nacional existente en cobertura y calidad de servicios de agua potable y saneamiento básico. Como referente, en Colombia El Decreto 3930 de 2010 señala que el Estado debe garantizar la calidad del agua y ejercer el control sobre los vertimientos que se introduzcan en las aguas superficiales o subterráneas.

Un contexto

En el caso colombiano, para la región andina en lugar de la cultura del agua, hemos implementado la del hacha. Veamos: si la cuenca del Magdalena con 150 millones de toneladas de sedimentos anuales vertidos que han blanqueado el 80% de los corales entre Cartagena y Santa Martha y reducido la pesca de 80.000 a 7.000 toneladas anuales, según Juan Darío Restrepo (EAFIT 2006) expresan una problemática de erosión que afecta al 80% de la Región Andina en donde vive el 70% de la población del país; también, dado que según el IAvH en “Colombia Anfibia” de 30,7 millones de Ha de humedales que posee el país, el 98% requiere medidas de protección; y si de los bosques secos, bosques de niebla y guaduales, sólo restan el 8%, el 25% y el 4% y en su orden, de cara al cambio climático habrá que tomar decisiones de largo plazo y extremada urgencia para recuperar la regulación hídrica y pluviométrica, y de paso asegurar la pervivencia de los ecosistemas, ya que según el IAvH el 46% de ellos se encuentra en peligro.

Súmese a lo anterior, que la pérdida en el PNN Los Nevados de los 29 Km2 de hielos que existían en 1979, lo que equivale a 6 veces el área de la RFP de Rio Blanco, agudizará la perdida de regulación hídrica, ya que estos glaciares suelen alimentar los acuíferos, y con ello aportarle a las aguas subterráneas de la Ecorregión Cafetera.

Un jardín deforestado

En 2004, Caldas con cerca de 127 mil Ha en bosques, 251 mil Ha en cultivos y 336 mil Ha en pastos y rastrojos, cuantías que cubrían el 96% de su escarpado, verde y deforestado territorio, para preservar el agua y la biodiversidad y emprender acciones de adaptación al cambio climático, debe empezar por la recuperación integral de sus cuencas, yendo más allá de los escenarios naturales más sobresalientes.

Para el caso anterior se deberá priorizar el corredor del Cauca en el alto Occidente y Norte del departamento, que son las subregiones más deficitarias en agua, pero también el Área Metropolitana por su concentración demográfica y creciente demanda de este patrimonio.

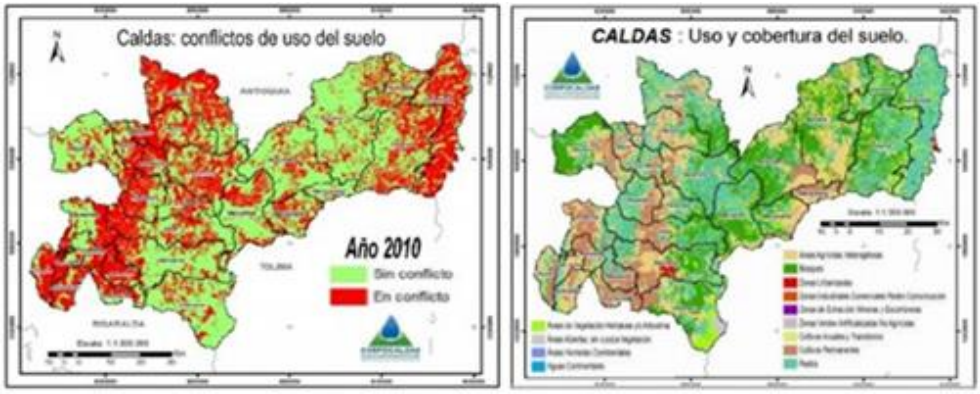


Imagen. Caldas: Conflictos de uso del suelo y coberturas vegetales. Corpocaldas.

Además, resolver de la contaminación de los ríos urbanos y de los reservorios afectados con lixiviados que se producen cuando la humedad ingresa a la basura en un relleno sanitario; es el caso de Manizales, ya que el Chinchiná ocupa el 7º lugar de los ríos urbanos más contaminados y que en la ciudad tenemos la amenaza que representa el relleno La Esmeralda para el acuífero de Santágueda.

Dos urgencias

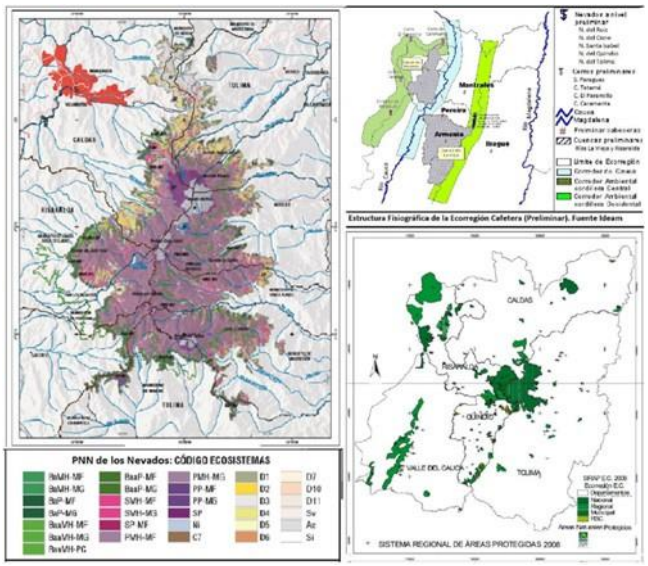


Imagen: PNN Los Nevados, Estructura Fisiográfica de la Ecorregión Cafetera y Áreas Protegidas, PNN e IDEAM

El PNN de los Nevados con sólo 58.300 Ha protegidas debería ampliarse para cubrir las 102 mil Ha que tiene el páramo en el lugar, y también declarase la figura de PNN para el complejo de Páramos de Herveo hasta Marulanda, para integrar el PNN de los Nevados con el Complejo de Páramos de Sonsón, medida urgente que además de saldar el gran déficit de áreas protegidas de Caldas, blindaría los acuíferos que abastecen de agua las cabeceras de los municipios en las subregiones mencionadas. En el PNN los Nevados, si bien el ecosistema más representativo del parque es el páramo compuesto por pajonal, turbera, arbustal denso y lagunas, también aparece el superpáramo, un paisaje más árido con rocas, cenizas y organismos adaptados a condiciones extremas.

En segundo lugar, tenemos la problemática de las aguacateras, donde la propuesta es que los POMCAS de las cuencas del citado territorio, para prevenir la socavación de cauces asociada al uso conflictivo del suelo no solo exija que se reforesten las rondas hídricas, sino también que el cultivo se restrinja a la franja altitudinal comprendida entre los 3400 m y los 2000 m de altitud. La cota superior por lo señalado respecto a los acuíferos y la inferior para no degradar el Área del PCC declarada por la UNESCO en 2011 como Patrimonio de la Humanidad.

Nuestros páramos y bosques de las cordilleras Central y Occidental son santuarios que, a pesar de albergar una gran biodiversidad de fauna y flora y de proveer el agua para 2,5 millones de personas de cuatro departamentos, están amenazados por el cambio climático y otras dinámicas antropogénicas, que para mitigarlas se requieren medidas precautelares que garanticen su pervivencia y resuelvan su fragmentación, máxime si la seguridad hídrica está comprometida sobre todo en áreas que van desde el Área Metropolitana del Centro-Sur y Riosucio, hasta La Pintada.

Para blindar el agua en el Centro, Occidente y Norte de Caldas, se requiere la expansión de la figura de PNN que ampara la conservación del Páramo en El Eje Cafetero, y extender la zona de conectividad biológica a partir de los 3400 m de altitud por la alta cordillera, tanto entre Tatamá y Caramanta, como desde el PNN de los Nevados hasta el Páramo de Sonsón. Recuérdese que en el Alto Occidente las rocas impermeables y la minería ancestral le pasan factura al agua.

Actualmente el café con 12 a 14 millones de sacos sólo le aporta al PIB del país el 1% contra el 9% de hace medio siglo con tan sólo 6 millones de sacos, y también la Unión Europea castigará los cafés y tés no orgánicos por su impacto ecológico, con lo cual el empobrecimiento la pasará en Colombia factura a 550 mil familias que viven del café, máxime si como impacto del cambio climático añadimos a dicha hecatombe la pérdida de aptitud en la mitad de los suelos cafeteros al 2050, por estar ellos soportados en modelos agroindustriales con monocultivos de base química que alimentan una economía de enclave.

Si a nivel mundial el turismo representa el 10,5% del PIB y 1 de cada 8 empleos, la propuesta para resolver lo anterior es sustituir la caficultura con monocultivos de base química, optando por un café orgánico con sombrío y valor agregado certificado, ya que para adaptarnos al cambio climático se requiere esa reconversión, pero complementada con el ecoturismo comunitario a la luz de los atributos que le reconoció al Paisaje Cultural Cafetero la UNESCO (2011) con la citada declaratoria, reorientando la caficultura a la producción de cafés especiales, en lugar de persistir en un modelo agroindustrial que empobrece a Colombia y desarticula nuestra cultura cafetera.

SOS por el agua

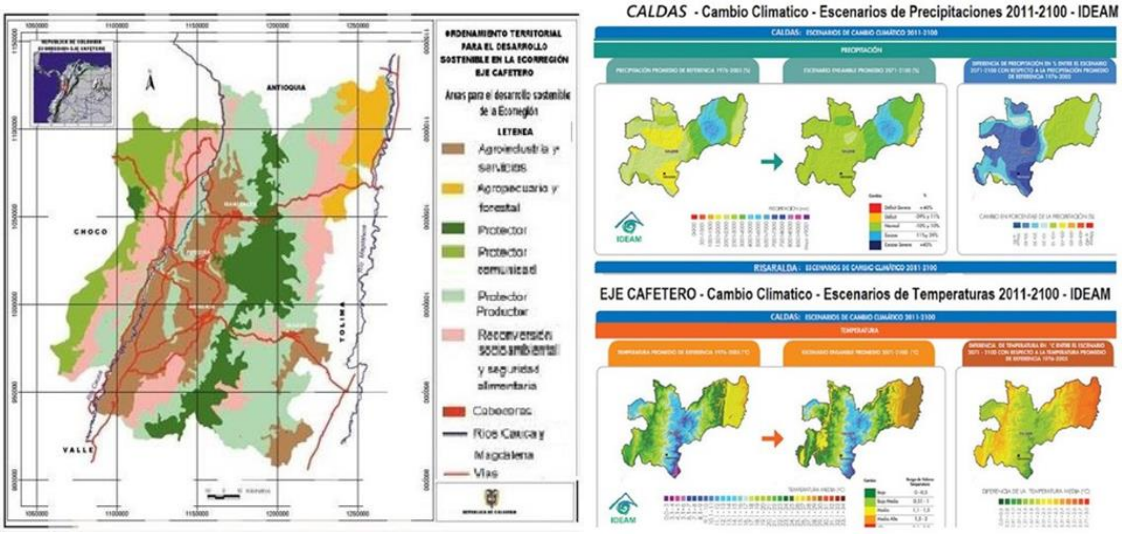


Imagen. –Izq. Der. Escenarios de cambio climático 2011-2100 para Caldas -Fuente IDEAM (2015). Der: . Áreas para el Desarrollo Sostenible- Ecorregión Cafetera- Fuente, SIR & Alma Mater.

La urbanización Tierraviva, en La Aurora, ubicada a 140 m de la Reserva Forestal Protectora (RFP) de Río Blanco de Manizales, supone llevar 10 mil habitantes a la zona con función amortiguadora (ZFA) de dicha RFP, y con ellos incorporar una huella ecológica de 20 mil Ha, equivalentes a cuatro veces el área del bien a proteger, toda vez que se estarán produciendo impactos 100 veces superiores a los que generaría una urbanización similar desde Manizales por estar 10 veces más cerca de esa área de interés ambiental, donde se genera el 35% del agua potable de Manizales. Por otro lado, la SMP de Manizales ha cuestionado el que Corpocaldas haya permitido dar paso a una vía, penetrando un bosque virgen en un área de estricta protección, donde prospera la Mina de Tolda Fría con amenaza de contaminación por mercurio como la encontrada años atrás en el lecho de quebradas monitoreadas por Aguas de Manizales.

Con dicha explotación ubicada entre 2800 y 3000 msnm ocupando 165 hectáreas de la RFP Bosques de CHEC, se tendrán decenas de km de perforaciones exploratorias y galerías de extracción, que afectan la cuenca hidrológica profunda que nutren los cuerpos de agua que alimentan las boca-tomas de las plantas Luis Prieto 1 y 2 que generan el 65% restante del agua de la capital caldense, pero también los acuíferos de Chupaderos que nutren el acueducto de Villamaría.

Epílogo

Si hace un poco más de medio siglo surgió CRAMSA, financiada con un préstamo del BID para atender los problemas por erosión de suelos en Manizales, Salamina y Aranzazu, tras la constitución de 1991 al crease el Min Ambiente, la Institución se transforma en autoridad ambiental, razón por la cual en su misión vela por prevenir los impactos de la presión antropogénica sobre la estructura ecológica, lo que se traducía en erosión y pérdida de ecosistemas, entre otros problemas estructurales del departamento.

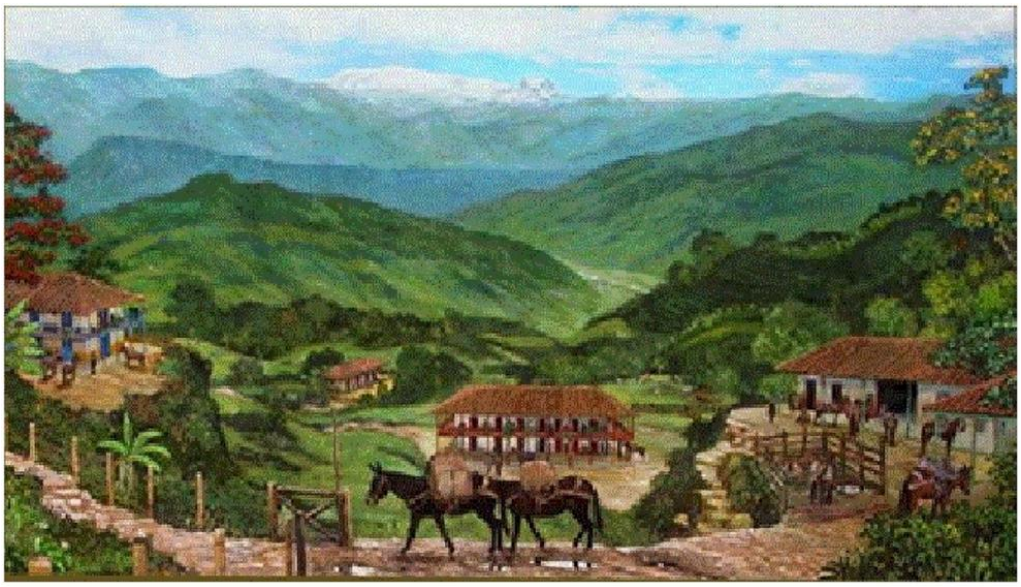
Entre las acciones ambientales de Corpocaldas para enfrentar la adaptación al cambio climático, además del proyecto de ampliación de sus áreas protegidas, cuya extensión solamente ha sido el 5,5% del territorio, y de una apuesta para avanzar en la evaluación del potencial hidrogeológico en los sistemas acuíferos del departamento de Caldas, históricamente ha tenido cinco objetivos: 1-resolver las disrupciones de un modelo productivo para combatir la potrerización que atenta contra la estructura ecológica; 2-consolidar a Manizales como ciudad élite en la gestión del riesgo; 3- expandir figuras de conservación de ecosistemas estratégicos en áreas críticas; 4- planificar el patrimonio hídrico superficial y subterráneo para viabilizar la seguridad del suministro de agua; y 5- hacer de la investigación y educación ambiental estrategias fundamentales en la apropiación del territorio y la sustentabilidad del hábitat.

Y respecto a la Veeduría Ambiental de Caldas, dada la severidad de los problemas ambientales vinculados con temas hídricos como los que se han señalado: la contaminación por vertimientos de aguas residuales y agroquímicos, la escasez de agua en varias zonas, intensificada por el monocultivo del aguacate, café y deforestación, y la degradación de fuentes hídricas por uso conflictivo o inadecuado del suelo y crecimiento urbano, afectando ecosistemas, la biodiversidad y la seguridad hídrica, entonces como veeduría el rol nos obliga a trabajar para su atención mediante una gestión participativa que conduzca a soluciones innovadoras y efectivas con base en decisiones informadas y responsables, para reencauzar la relación de los actores sociales con el territorio entendido como una construcción social e histórica, y mediada por la educación ambiental y la difusión.

Todo lo anterior, debe hacerse en el marco de un proyecto de construcción de una Cultura del Agua, con enfoque biocéntrico, donde los valores, actitudes, costumbres y hábitos expresen una consciencia responsable sobre el uso racional del ecosistema, donde la importancia del agua para la vida y el compromiso de preservar ese patrimonio para garantizar un desarrollo sustentable, se manifieste principalmente en las tradiciones y creencias populares asociadas a los ríos, humedales y demás acuatorios, y en el esfuerzo por el manejo sostenible del patrimonio hídrico. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)

Ref: IDEA de la U.N. de Colombia; Boletín Ambiental 223, Septiembre 2025.

EL PCC, LA GENTRIFICACIÓN Y LOS DERECHOS DEL TERRITORIO



El PCC de Colombia, que representaría una oportunidad para hacer de dicho instrumento un factor de desarrollo rural integral, beneficiando 47 municipios de su área principal y 4 más de su área de influencia, requiere una declaratoria de sujeto de derechos para resolver las disrupciones socio-ambientales de dicho territorio.

Lo anterior, permitiría restablecer los elementos comprendidos en los atributos que le reconoció la UNESCO y extender sus beneficios a regiones del Oriente Caldense, Sur de Antioquía y Noroccidente de Tolima, por tratarse de territorios vinculados no solo a la Colonización Antioqueña del Siglo XIX, sino también a la Cultura del Café.

De lograse dicha declaratoria, el primer objetivo deberá ser resolver la gentrificación del PCC, bajo el presupuesto de que un territorio no es un simple espacio geográfico y como tal un recurso objeto de explotación económica, sino que, al tratarse de una construcción social e histórica, es un patrimonio y como tal un bien que se hereda.



Hacienda Java de la Familia Bernal a finales del siglo XX. Imagen de Julian Duque-Bernal, ekn Puebliando y Tintiando

La gentrificación es un proceso de renovación urbana en el que un barrio popular o deteriorado se vuelve atractivo para personas con mayor poder adquisitivo. Esto provoca un aumento en el costo de vida y la vivienda, desplazando a los residentes originales y modificando la identidad del lugar. El fenómeno suele desarrollarse en varias etapas. Primero, se da la revalorización: Inversionistas o nuevos residentes (jóvenes,

profesionales o extranjeros) descubren un barrio con potencial, buena ubicación o edificios históricos a precios accesibles.

Segundo, sigue la fase de transformación, en la que las viviendas son remodeladas y el comercio tradicional es reemplazado por cafeterías gourmet, boutiques, galerías y restaurantes exclusivos, desmantelándose con ello la cultura local.

Finalmente, viene el desplazamiento, ocasionado por la mayor demanda incidiendo sobre precios de alquileres, compra de inmuebles y servicios que se disparan. Los habitantes y negocios originales se ven obligados a mudarse a zonas periféricas.

Existe un fuerte debate sobre sus efectos: si bien a favor se argumenta que atrae inversión, mejora la infraestructura, la seguridad, la iluminación y los espacios públicos; en contra se señala que fomenta la desigualdad social, destruye la cultura local y el tejido social tradicional, y que expulsa a las comunidades locales.



A transitar del monocultivo de base química al sombrío y a darle valor agregado al café. Crédito en cada imagen.

La gentrificación puede manifestarse de distintas formas: la Residencial- ya que cambia el perfil de los habitantes. Comercial y Cultural- al modificar los negocios locales, adaptándolos al consumo de turistas o nuevos residentes. Turística, con la nueva actividad impulsada por plataformas de alquiler temporal (como Airbnb) y el turismo masivo.

Bajo el presupuesto de que la gentrificación del Paisaje Cultural Cafetero (PCC) se previene mediante el ecoturismo comunitario, la protección de la cultura local y el regreso a la agricultura autárquica tradicional, incorporemos ciencia y tecnología para proteger la estructura ecológica y lograr el fortalecimiento de las áreas de interés ambiental desde los POT.

De ahí la propuesta de que, si queremos evitar el desplazamiento y abandono del campo, en lugar de monocultivos de base química, retomemos la senda del café con sombrío incorporándole valor agregado al grano, certificando su producción artesanal y desarrollando el emprendimiento comunitario mediante el apoyo a los productores locales incidiendo sobre la oferta de bienes y servicios del patrimonio cultural y natural del territorio.

Reconversión o hecatombe cafetera

El café arábico originario de Etiopía y que con sombrío cubría ayer nuestras montañas hasta que llegaron los monocultivos de la caturra, llegó a Colombia tras extenderse por el planeta a partir del siglo XI, al descubrirse las propiedades de bayas encerradas en su fruto. Actualmente, el café tipo arábica que es el más cultivado, representa un 60% de la producción mundial mientras que el robusta contribuye con el 40%.

Pero si el cafeto arábico, la mejor entre 100 especias de dicha planta, tradicionalmente se plantaba a la sombra de árboles que contribuían a la seguridad alimentaria y a la biodiversidad, ahora al igual que el té negro y verde se cultiva en gran medida en enormes plantaciones expuestas al sol, como monocultivos que además de la deforestación, requieren uso intensivo de agua y agroquímicos, con enorme impacto y huella ambiental, lo que reducirá sus posibilidades en el mercado mundial.

El arábica, muy sensible a las plagas y que necesita mayores cuidados, con inferior cafeína y menos cuerpo que otras variedades, está considerado el mejor café por ser más equilibrado, aromático y de acidez agradable. Y en cuanto a la caturra, es una variedad que proviene de la familia de la variedad borbón y del grupo bourbon-typica, tras haberse logrado una mutación natural de un solo gen, la que se descubrió en el Estado de Minas de Gerais en Brasil y lo que hace que la planta crezca más pequeña.

Además, pese a que los caturrales por el enanismo del árbol admiten más plantas por hectárea y facilitan la recolección manual, con la amenaza del cambio climático aportando unos 2ºC y 10% de precipitación de más, deberá replantearse la caficultura para mantenerla entre los 600 y los 2300 metros de altitud, garantizando con el sombrío el actual rango apto de temperaturas suaves y constantes, aunque no se podrá reducir la mayor precipitación pero si incidir en la humedad relativa para prevenir impactos fitosanitarios.

Ahora, dado el empobrecimiento cafetero, ya que el cultivo cafetero en 2021 le aportó al Producto Interno Bruto del país el 1% contra el 9% de hace medio siglo, y si además la Unión Europea castiga los cafés y tés no orgánicos por su impacto ecológico, entonces, siendo la caficultura sustento de 500 mil familias colombianas, la pregunta es qué pasará si añadimos a dicha hecatombe la pérdida de aptitud en la mitad de los suelos cafeteros al 2050, si es que persistimos en modelos agroindustriales con monocultivos de base química.



imagen: Arte y Cafe - Colombia. Pinturas en Blog de la SMP Manizales.

La respuesta parece fácil: prendámonos del ecoturismo comunitario a la luz de los atributos que le reconoció al Paisaje Cultural Cafetero la UNESCO (2011) con la Declaratoria de Patrimonio de la Humanidad, reorientando la caficultura a la producción de cafés especiales orgánicos, certificados y con sombrío, antes que apostarle a producir 14 millones de sacos de café anuales y persistir en un modelo agroindustrial de enclave económico. A nivel mundial el turismo representa el 10,5% del PIB y 1 de cada 8 empleos.

CAPITULO VI: LA GRAN CUENCA MAGDALENA-CAUCA.

Contenido: *la construcción del territorio y la hidrovía; las problemáticas y opciones de la gran cuenca; la pérdida de sus ecosistemas forestales y la amenaza del cambio climático. Extendiendo la hidrovía.*

Ref: Documento para el Contexto de CTS. de la U.N. de Colombia. Manizales, 10-02-2021.

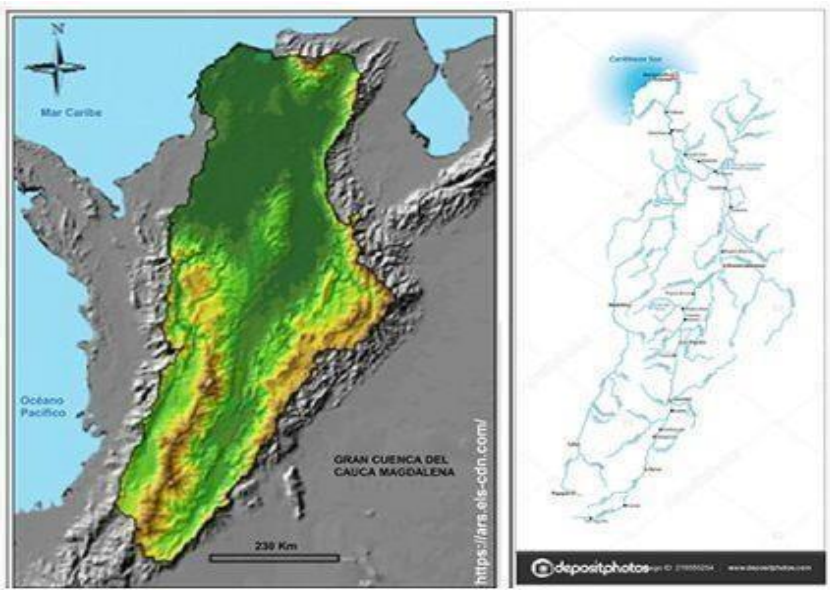


Imagen1: Gran Cuenca del Cauca-Magdalena y drenaje general. (ars-elscdn.com y st4.depositphotos.com).

La gran cuenca Cauca Magdalena, que cubre el 24% del territorio continental del país, y está habitada por cerca del 80% de la población colombiana, expresa en sus ríos mayores con la pérdida de ecosistemas, una grave problemática socioambiental cuya causa primera es la sedimentación por el estado deforestado de la cuenca, donde los aportes se distribuyen en la proporción de 2 a 1 entre Yuma y Bredunco. Veamos tres temas de importancia para la cuenca Cuaca Magdalena: Primero, el caso de Yuma, como se denominaba al Río Grande, porque si el Magdalena, es Colombia: su puerta de entrada es Barranquilla, pero también la hidrovía hoy víctima del olvido y en alto grado degradada por el impacto de la sedimentación y contaminación, es una arteria vital de la patria que debe servirle a todo el país extendiendo sus beneficios hasta el Tolima Grande. Segundo, la de Bredunco, es decir el río Cauca y su aporte al desarrollo regional ya que, para resolver la compleja problemática de la gran cuenca, esta es la segunda corriente y el mayor afluente del Magdalena, que también debe recuperarse, para que los pequeños puertos de ayer y comunidades de pescadores que ya no encuentran la pesca, retornen su cultura ancestral. Y por último, dos temas conexos: el de la gobernanza forestal, dada la grave problemática de la deforestación que se extiende al 80% de este valioso territorio, lo que explica tasas de erosión más de cuatro veces superiores a las del Amazonas u Orinoco, y el del cambio climático como p0rincipal desafío ambiental a resolver.

***

PARTE UNO: LA HIDROVÍA DEL MAGDALENA.

El Río Grande de la Magdalena, es Colombia: si su puerta de entrada es Barranquilla, la hidrovía hoy víctima del olvido y en alto grado vulnerada y degradada por el impacto de la sedimentación y contaminación, que debe servirle a todo el país, extendiéndose gasta el Tolima Grande, también debe recuperarse para que los pequeños puertos de ayer y comunidades de pescadores que ya no pueden laborar dado que encuentran la pesca, retornen. Esta corriente que parte del Macizo Colombiano para llegar a Bocas de Ceniza, no sólo ha garantizado la subsistencia para un cúmulo de pueblos rivereños y dado soporte a ecosistemas vitales, sino que también ha sido nuestro principal eje de desarrollo, ambiental, cultural, económico, social y demográfico. Veamos estas tres notas al respecto.

1- El territorio del Río Grande de La Magdalena

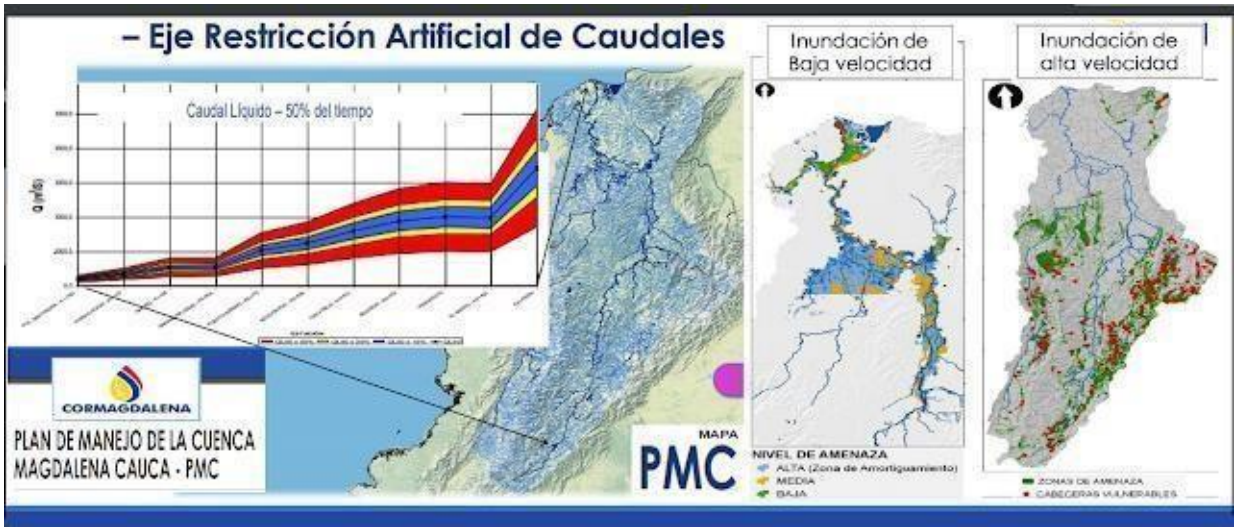


Imagen: Rio Magdalena: Inundaciones rápidas y lentas según el PMC del Magdalena. Mapa de Cormagdalena

Una declaratoria que priorice al río Magdalena como uno de los escenarios más representativos en la historia del país, y que le amerite el reconocimiento de la Unesco como patrimonio de la Humanidad, debería partir del restablecimiento previo se sus derechos bioculturales bajo el concepto de que un territorio es una construcción social e histórica.

Si su cuenca es el hábitat donde se dan nuestras relaciones con el bioma andino tropical, también el río, pese a haber sido fundamental como ruta de acceso para la ocupación del territorio, y como medio para la consolidación de la nación durante el siglo XIX, hoy víctima del olvido, se encuentra degradado y contaminado.

Amparar sus derechos ambientales, es darles primacía a sus 30 mil pescadores, y a los humedales y bosques secos que lo circundan, no sólo para ponerle límites a las intervenciones que buscan establecer un canal navegable para que no alteren su vaguada ni los humedales como ecosistemas vitales, sino también para ordenar el cumplimiento de las acciones que demanda su recuperación integral.

Al igual que ocurrió con los guaduales que, tras un ecocidio de 200 años, de 12 millones de hectáreas sólo quedaron 50 mil, o con los bosques de niebla que de 9,7 millones solo resta la cuarta parte, según el Instituto Alexander von Humboldt, de una extensión de 9 millones de hectáreas de bosques de secos apenas tenemos el 8%.

Yuma ("río amigo") o Huanca-hayo ("río de las tumbas"), bautizado en 1501 por Bastidas Río de la Magdalena, fue a lo largo de cuatro siglos y medio el principal medio de transporte en Colombia y el eje de desarrollo nacional. Jiménez de Quesada, lo remontó hasta Barrancabermeja, desde donde penetra las montañas del Opón, para subir al altiplano y fundar Bogotá. Posteriormente, bogas en champanes, en extenuantes jornadas

de hasta dos meses remando en dirección aguas arriba, suben y regresan para transportar cientos de personas que, en el proceso de ocupación y consolidación de la Nueva Granada, deben soportar la inclemencia del ardiente clima y la incomodidad del viaje.

El río Magdalena que nace en el extremo suroccidental del país, a 3.685 metros de elevación, en el Páramo de las Papas, recorre 1.528 km de los cuales 900 km son navegables, desde La Dorada hasta desembocar en Bocas de Ceniza sobre el mar Caribe y 400 más entre Honda y Neiva. Aún más, en 1899 los vapores ya remontan el Salto de Honda. Como parte de la cuenca Magdalena-Cauca que con el 75% de la población del país, constituye el sistema de drenaje más importante de nuestra región andina, en su sinuoso recorrido esta juvenil corriente, se relaciona con 12 parques naturales nacionales, baña 20 departamentos, recibe entre otros tributarios al Cauca, su principal afluente, y también descarga parte de sus aguas a la Bahía de Cartagena por el Canal del Dique, construido en el siglo XVI para acceder por Calamar a Cartagena de Indias.

Los comienzos del desarrollo industrial en Colombia a principios del siglo XX, marcaron el inicio de la afectación ambiental asociada a la contaminación y la deforestación. Pero desde mediados del siglo XX, conforme se daba el crecimiento y la modernización del país, con el advenimiento del transporte aéreo y las carreteras, el río como medio de transporte se fue olvidando, y con la revolución verde impulsando la expansión de la frontera agrícola y propiciando los procesos de migración hacia los centros urbanos, también llegaron los impactos de la deforestación, la erosión, el descontrol pluviométrico y la contaminación, fenómenos que se expresan en sedimentos, descontrol hídrico y pérdida de ecosistemas. Esto sin mencionar las consecuencias sociales y económicas que de allí se derivan.

Dadas las condiciones geológicas, toda la parte media del río está constituida por un complejo sistema de humedales y un curso inestable; allí, los municipios ribereños en la mayoría de los casos, muestran bajas condiciones de vida y pobreza. El área de la gran cuenca, es de 257.400 km2; y aunque representa el 24% de la superficie del país y es el asiento de 32,5 millones de habitantes, según el Foro Ambiental Nacional, el 77% de su cobertura vegetal ha sido arrasada, el vertimiento de mercurio no para y el daño a páramos y humedales continúa.

La Ley 161 de 1994 constituyó Cormagdalena como una entidad corporativa especial, con presupuesto administrativo y autonomía financiera. Su misión, garantizar la plena utilización del río Magdalena; además de la navegación, la actividad portuaria, la conservación del suelo, la generación hidroenergética, emitir también lineamientos para la administración hidrológica, el manejo integrado del río, el uso sostenible y la preservación del medio ambiente.

Solo que las estrategias en lo corrido del siglo, para impulsar la navegación, abordar el complejo marco institucional, conocer y participar de la coordinación del sistema ambiental de la cuenca, han palidecido por múltiples factores, entre los cuales creo que sobresale la falta de un instrumento filosófico y jurídico de orden superior, para orientar la planificación de acciones y priorizar objetivos, mirando el río como un territorio sujeto de derechos bioculturales.

Es que el territorio, entendido como una construcción social e histórica, es un sujeto de derechos ambientales. Por ejemplo, siendo el Magdalena tierra de ranchos de hamacas, de chinchorros, de subiendas, de los vapores por el río y de la Expedición Botánica, de conformidad con las sentencias de la Corte Constitucional, que en 2016 y 2018 protegen al Atrato y al Amazonas, también al poseer

derechos que amparen sus ecosistemas y a 30 mil pescadores de sus poblados ribereños, solo deberá ser objeto de una restauración que sea ecológicamente sólida y compatible con su cultura.

Epílogo

El objeto de la recuperación del Magdalena, mediante el restablecimiento de sus derechos bioculturales y su reconocimiento por la Unesco, además de hacer que los poblados ribereños vuelvan a ser puertos o asentamiento de pescadores, debe prevenir la sobreexplotación de la pesca y la madera, y que se arrasen humedales para extender cultivos y hatos ganaderos, si queremos hacer de las comunidades y ecosistemas

del territorio el principal objetivo del desarrollo, y convertir el río en una hidrovía incluyente y ecológicamente funcional y sostenible.

Pero el Magdalena exige emprender acciones ambientales de largo plazo y extremada urgencia. Los mayores desafíos para la navegación se relacionan no sólo con la juventud de las montañas que se traduce en suelos erosionables, sino también con su grado de deforestación, como causa del descontrol hídrico y pluviométrico y factores de vulnerabilidad frente al cambio climático: de ahí la necesidad de corregir los usos conflictivos del suelo y emprender la reforestación de sus cuencas, para garantizar la regulación hídrica y reducir la sedimentación del cauce y la erosión de sus riberas.

La carga de sedimentos que llegan por el Magdalena al mar, son 150 millones de toneladas al año. Gracias al clima bimodal de la región andina, el caudal del Magdalena a diferencia del Río Meta donde hay 9 meses de verano, es un caudal bien regulado. El problema de las inundaciones en La Dorada y sobre todo en la depresión Momposina, pasa por acumulación de sedimentos, construcción de jarillones cerrando caños que alimentan sistemas y complejos de ciénaga, factores que en conjunto también explican la pérdida de ecosistemas y de la eficiencia biológica que favorece la pesca.

Habrá que recordar que las rupturas del Canal del Dique ocasionadas en 1984 y 2010 por caudales excedentarios, que además de la pérdida de vidas humanas y de la muerte de animales, arrasó cultivos y propició el desplazamiento de campesinos que ya venían siendo víctimas de las consecuencia de un ecocidio cometido al dañar complejos de cientos de ciénagas cerrando sus caños de alimentación en la Depresión Momposina, lo que impide que este extenso territorio de 24 mil km2 no pueda cumplir su función amortiguadora de las crecientes del Magdalena.

[Ref.: La Patria. Manizales, 2018/06/4- Act 23/03/ 2020].

2. Crisis y opciones en el Río Grande de Colombia



Portada: Rio Magdalena: Corriente trenzada. Chucuri (2013) Black Drone in: https://www.shutterstock.com/

...

Introito

El río Magdalena, también llamado río Grande es Colombia, y su puerta de entrada es Barranquilla. La suerte de este río de la patria cuya extensión es de 1613 Km, navegable 990 Km desde su desembocadura en el mar Caribe hasta el Salto de Honda y 400 km más desde allí hasta el departamento del Huila, está comprometida: su manejo y control depende de su apropiación con un enfoque biocéntrico para que prime el respeto de sus derechos bioculturales.

La gran cuenca Magdalena-Cauca, con una extensión de unos 250 mil km cuadrados, equivalentes al 24 % del territorio continental del país, baña 11 departamentos de Colombia: Magdalena, Atlántico, Bolívar, Cesar, Antioquia, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Caldas, Tolima, y Huila, en los cuales vive el 80 % de la población colombiana y se produce el 85 % del PIB nacional y el 90% de la hidroelectricidad; súmense a los

anteriores departamentos, Cesar, Bolívar y Sucre bañados por el río San Jorge, y Quindío por el río La Vieja. Si para la carga hasta 1930 el vapor fue el principal medio de transporte, en 1940 el modo carretero responde por el 40% contra 30% del ferroviario y 30% del fluvial, y en 2000 el modo terrestre sube a 65%, contra el 30% del ferroviario y 5% del fluvial.

En la gran cuenca, la corriente principal la conforman el Río Magdalena (1,613 km), el Canal del Dique (114 km) y el curso bajo del Río Cauca (187 km). Pero para valorar el daño basta señalar que, de 1990 a la fecha, la pesca del Magdalena se ha reducido de 80 mil a 7 mil toneladas anuales. El caudal en la desembocadura, que en promedio es de 7.200 m3 por segundo, varía desde 10.287 m3/s en invierno a 4.068 m3/s en verano.

Asumiendo desafíos

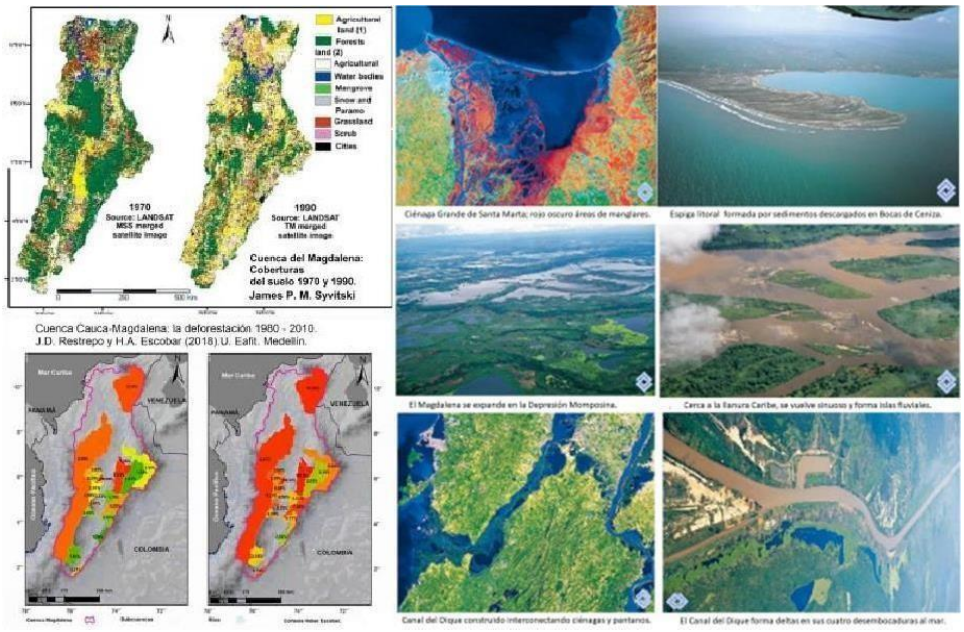


Imagen 2y 3: Izq: Cuenca del Magdalena: cambios de cobertura 1970-1990, y Deforestación 1980-2010. Juan Darío Restrepo y James P. M. Syvitski (2006) Der: Deltas y estuarios asociados al Río Magdalena, en https://www.imeditores.com

La deforestación y pérdida de complejos de humedales, como causas que explican el desbordamiento del río reclamando el espacio perdido, sumada a la contaminación por aguas vertidas y no tratadas desde centros urbanos, y por 1200 minas de aluvión que usan mercurio, además de las actividades agroindustriales con su huella hídrica verde, son tres fenómenos que por

su impacto sin medida sobre las poblaciones rivereñas y pérdida de ecosistemas ícticos en la cuenca del Río Grande y el Caribe, obligan a preguntarnos qué proyectos de magnitud existen en Colombia que velen radicalmente por la protección del medio ambiente y la preservación de sus ecosistemas más estratégicos.

La fauna y flora, al igual que poblados que ayer eran puertos y hábitat de comunidades de pescadores de la cuenca Magdalena–Cauca y que han debido abandonar su oficios, han visto las consecuencias del desarrollo industrial en Colombia surgido a principios del siglo XX, afectando el ambiente a lo largo del Río Grande, que transitando por biomas de regiones diversas y distantes, y que pese a estar beneficiado por un clima bimodal, padece problemas de regulación hídrica y climática, calidad del agua y pervivencia de los ecosistemas.

Aún más: el cambio climático y uso conflictivo del suelo en la Región Andina, además de plantear amenazas importantes para la biodiversidad, afectando la distribución de especies a diferentes escalas en un escenario complejo con ecosistemas fragmentados, son hechos que invitan a incluir rasgos espaciales diferenciados que propicien una necesaria evaluación adecuada para la identificación temprana de los escenarios de riesgo, con sus dinámicas espacio-temporales, y de los factores específicos que inciden en la amenaza para los

ecosistemas amenazados y vulnerables, como para los pobladores ribereños expuestos a sequías e inundaciones en el territorio de la macrocuenca.

**

Los derechos del territorio

Ahora que estamos advirtiendo una gestión relevante del Ministerio Público en casos ambientales emblemáticos como el Río Grande de La Magdalena, debemos subrayar que la Procuraduría, ente creado hace 90 años, por primera vez en Colombia ha mirado a lo largo y ancho del país cada territorio como una construcción social e histórica, y por lo tanto, como un constructo cultural, tal cual lo ha hecho la Corte Constitucional al haber reconocido como un sujeto de derechos bioculturales al río Atrato mediante Sentencia T-622 de 2016 y a la Amazonía en Sentencia STC3460 de 2018.

Pero si en la cuenca se han perdido tres cuartas partes de los bosques de niebla, cuya extensión llegó a 9,7 millones de hectáreas, la deforestación no para: pese a que actualmente sólo resta menos del 10% de los bosques que existieron inicialmente, al 2013 en la Región Andina se deforestaron 25 mil hectáreas equivalentes al 16% de la deforestación del país. Todo esto se traduce en una erosión que explica una carga de sedimentos de 150 millones de toneladas año en el Magdalena, asociada a una tasa de 690 ton/km2/año1 superior a las tasas del Amazonas (167 ton/km2/año1) y Orinoco (158 ton/km2/año1) según Juan Darío Restrepo (2005), lo que se expresa en grandes impactos socioambientales y económicos para el Caribe: además del daño causado en el sistema de ciénagas de la Depresión Momposina propiciando inundaciones en el Atlántico y daños en el Canal del Dique, causando la muerte de corales en los arrecifes de Islas del Rosario, de los que sólo queda el 20%.

La característica contrastante a lo largo de los tramos distales del Magdalena, son sus cuerpos de agua casi permanentes en llanuras aluviales, donde la sedimentación puede estar en la forma de sedimentación léntica difusa (aguas estancadas), deltas de llanuras aluviales y canales desarrollados por extensión de diques subacuáticos. No obstante, las intervenciones restringiendo su cauce, pueden crear nuevos estilos de sedimentación de derrames en el río.

El canal del dique

El canal del Dique, bifurcación artificial de 115 km de larga y 100 m de ancha construida en el siglo XVI para conectar Cartagena de Indias con Calamar, en el que las obras e, no han cesado. Primero, desde 1571 hasta 1878 cuando se procedió a la construcción de canales nuevos y cortes de curvas, el canal pasó de unas 290 curvas a tan solo 93; y posteriormente, entre 1980 y 1984 cuando se reducen de 93 a 50 las curvas, se amplía el fondo de 45 a 65 m y profundiza a 2,50 m, y nuevamente se incrementa el caudal medio de 350 m3*s a 540 m3/s, con grave impacto ambiental.

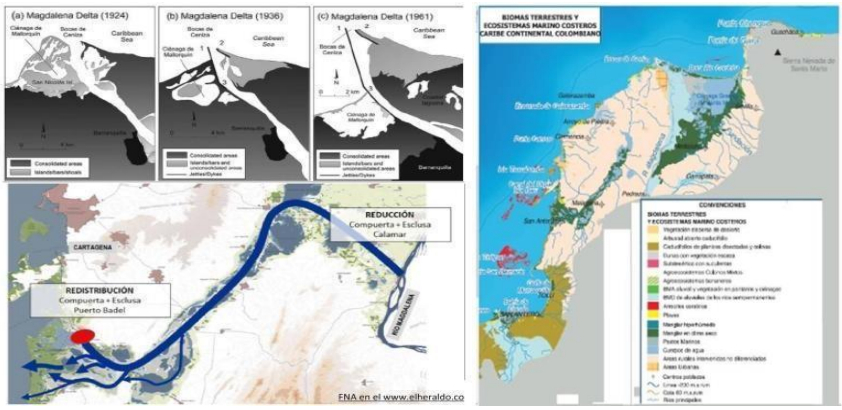


Imagen 4 y 5: Izq Arriba: cambios en el Delta del Magdalena 1924-36-61 (www.researchgate.net). Izq Abajo: Canal del Dique: esclusas y 6 pies para su navegabilidad (ANI- El Heraldo). Der: Colombia – Ecosistemas –

Los dragados de rectificación y ampliación, como estos reduciendo el efecto amortiguador de crecientes de las ciénagas, incrementó los aportes de sedimentos y agua dulce hacia las bahías de Cartagena y Barbacoas, incrementando la afectación a los corales de las islas del Rosario. Según Restrepo y Correa (2014), el Canal del Dique deposita en la Bahía de Cartagena cerca de 3 millones de toneladas por año.

Si actualmente el gobierno de Colombia realiza mantenimientos preventivos para evitar un rompimiento del dique, como el del año 2010 que originó la mayor inundación en el sur del Atlántico, habrá que recordar que aunque se hayan señalado posibles factores detonantes y contribuyentes de las rupturas del Canal a su paso por Santa Lucía, las crecientes como fenómeno cíclico natural del río, y la alta tasa a la susceptibilidad a la erosión asociada a la juventud de los Andes, no pueden en si explicar el desastre del Atlántico ocurrido en 2010: la causa primera de dicha hecatombe, fue la sedimentación del río, asociada a un problema integral, como lo es la cuenca deforestada en más del 80 por ciento. Ahora que se propone rectificar el canal y dotarlo de esclusas en Calamar y Puerto Badel previendo profundizarlo 3 m y encausar 500 m3/s, deberá considerase el revestimiento de sus paredes para reducir el riesgo erosivo y las trampas de sedimentos para proteger los ecosistemas marinos afectados.

Humedales

El IDEAM al evaluar la dinámica fluvial del cauce del río Magdalena entre Barrancabermeja y Bocas de Ceniza, para los años 2001 y 2002 encontró que, durante el período 1980-2000, el tramo de 600 km presentó cambios en su trazado y dinámica. Allí, se identificaron como inestables los sectores de Casabe-San Pablo, por alta migración de barras e islas; Pinto-Zambrano, por alta migración del curso y recorte de curvas por fuerte dinámica sinuosa y meandriforme; y San Pablo-Bodega Central, por la moderada sinuosidad que favorece el movimiento del curso del río. Y con comportamiento estable, los tramos de Zambrano-Calamar, donde las colinas confinan el cauce del río; Calamar–Bocas de Ceniza, donde los altos diques controlan el río y reducen su migración; Bodega Central–El Banco, por la ocurrencia de cursos sinuosos y poco móviles; y El Banco–Pinto, por moderada sinuosidad y mínima movilidad del curso.

Y en cuanto a los humedales, debe advertirse que los de la Depresión Momposina están siendo transformados en la periferia hacia agroecosistemas, debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, ocasionando el fraccionamiento y alteración de su dinámica hídrica (Mavdt, et al., 2003). Este fenómeno es visible en varios de los humedales de la cuenca del Magdalena formando un patrón constante de acortar las márgenes de estos cuerpos de agua. No podemos olvidar que los humedales son de gran importancia no solo por la regulación hídrica, sino porque los ecosistemas de los ríos neotropicales dependen de las llanuras aluviales de desborde, de los lechos de aguas máximas y de los humedales asociados, zonas de inundación de donde los ecosistemas acuáticos adquieren la biomasa que les permite poseer la riqueza de especies de peces.

Cuenca baja

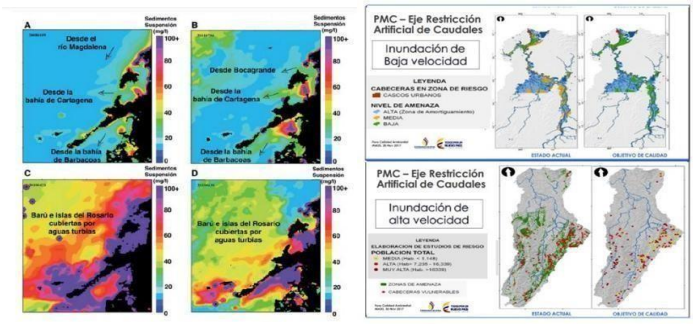


Imagen 6 y 7. Izq.: Sedimentos en suspensión 2008-2011- Magdalena al norte, Bahía de Cartagena y Barbacoas al sur. En colores vivos los sedimentos y en negro el continente. Restrepo y Correa 1014. Der. Inundaciones rápidas y lentas en la cuenca del Magdalena. PMA, Cormagdalena, 2017.

Entre los cuatro principales estuarios de Colombia, dos están relacionados con la Cuenca del Magdalena, las desembocaduras de los ríos Magdalena, y del Canal del Dique; en la primera zona, la principal laguna costera del país, la Ciénaga Grande de Santa Marta, con una extensión de 450 km2; la segunda zona la Bahía de Cartagena con 82 km2 de superficie, que se comporta como un estuario debido al aporte de agua dulce del Canal del Dique.

Además, la presión más importante sobre los humedales, se realiza sobre los pequeños cuerpos de agua y en los sistemas de oríllales y diques naturales, que tienden a desconectar los ríos de sus llanuras aluviales de desborde. En el bajo Magdalena, esta situación conflictiva se hace especialmente notoria. Como evidencia, el mal manejo puede llegar a situaciones tan extremas como la de la Ciénaga Grande de Santa Marta, albufera declarada Patrimonio de la Humanidad en 1998, que tiene flujos tan encauzados y controlados por los propietarios de los predios de la zona, que en años de extremo control llegaron a producir la salinización de los bajos y del cuerpo mismo de la ciénaga, causando problemas ambientales severos, aún para la productividad de sus predios.

La desaparición de los pequeños humedales desecados por la falsa "recuperación de tierras" por parte de los dueños de predios, tienen efectos importantes no solo en la biodiversidad y otros servicios ambientales fundamentales para el territorio que no están siendo valorados, sino también en la regulación de los ciclos hidrológicos y por lo tanto en la amenaza por inundaciones y sequias ya exacerbadas por el cambio climático.

**

Cuenca alta

La transformación radical e inconsulta del alto Magdalena, formulada por Hydrochina con el aval del gobierno de Colombia, se relaciona con la construcción de 9 represas en el Huila y 7 en Tolima, para producir energía eléctrica sin importar los impactos sociales y ambientales, transformando la cultura y modo de vida de cientos de miles de pobladores del territorio aguas arriba de Honda, tanto de Cundinamarca como del Tolima Grande. En dicho escenario de 565 km del Magdalena, donde además de Honda sobresalen puertos como Ambalema, Girardot y Neiva, reconocidos por una significativa actividad naviera que perduró hasta hace alrededor de un siglo y que se perdería, la incultura del agua avanza por importantes afluentes directos como los ríos Coello, Prado, Saldaña, Combeima, Cabrera, Fortalecillas, La Plata, Suaza, Negro, Seco y Bogotá, que con sus diversas problemáticas expresan los conflictos urbanos y rurales de la Región Andina.

Dicho Plan Maestro, aplicable en el 26% de esta cuenca que es jurisdicción de Cormagdalena, involucra además de la corriente principal del Río Magdalena (1.613 km), el Canal del Dique (114 km) y el curso bajo del Río Cauca (187 km), que es su principal afluente, cubriendo así un territorio de 69.400 km2 con una población que para el 2010 llegaba a 6 millones de habitantes, de 129 municipios ubicados en 13 departamentos, desde el Gran Tolima hasta el Caribe colombiano, pasando por el Centro de Colombia, así: Cauca, Huila, Tolima, Cundinamarca, Caldas, Boyacá, Antioquia, Santander, Cesar, Bolívar, Sucre, Magdalena, y Atlántico. Entre los cuatro principales estuarios de Colombia, dos están relacionados con la Cuenca del Magdalena, las desembocaduras de los ríos Magdalena, y del Canal del Dique, dos emblemáticos lugares donde también se sufren las consecuencias ambientales de la problemática ecológica de la gran cuenca del río.

El citado documento, aunque contempla una estrategia integrada de aprovechamiento multipropósito de la cuenca del río Magdalena, con proyectos como el desarrollo de una hidrovía de 900 km para el transporte de hidrocarburos y minerales aguas abajo de La Dorada, propone el aprovechamiento hidroenergético aguas arriba del Salto de Honda; o sea en la cuenca alta, donde al descartar la hidrovía proyecta en su defecto la intervención profunda y significativa del río, con múltiples proyectos en cascada que van a generan grandes conflictos, como los de Betania y El Quimbo ya construidos, y otros más que esperamos no tengan curso. En razón a lo anterior, en 2020 el Gobierno Nacional le apuesta a una reformulación integral y participativa del Plan Maestro.

Lo anterior invita a considerar algunos elementos que podrían ser de utilidad frente al dilema de cómo aprovechar las opciones del Río Grande y reorientar su visión hacia un desarrollo que, en lugar de crecimiento a costa de los derechos bioculturales, le apueste a la construcción colectiva de un territorio sustentable y resiliente. Lo anterior, resultaría viable, sólo mediante procesos que involucren a las comunidades ribereñas, donde se contemplen el impacto de las hidroeléctricas.

Si bien las represas con graves impactos socioambientales, no son mecanismos de desarrollo limpio, tampoco podemos hablar de desarrollo en el caso de proyectos que se constituyen en enclaves económicos, cuando la política minero-energética, antes que transformar los recursos mineros en commodities estratégicos, responde a un modelo extractivista de reprimarización en beneficio del mercado. Sumados a los dos casos vistos en el Huila, para comprender esta problemática tenemos dos ejemplos más: 1- Hidroituango en Antioquia, donde además de desestructurar la conectividad biológica del Cauca afectando a 17 mil pescadores, se ha puesto en riesgo a 100 mil habitantes de cinco municipios aguas abajo de la presa; y 2- La Hidroeléctrica de la Miel inaugurada en 2002 y ubicada en Norcasia, municipio caldense con un PIB percápita similar al de Manizales, pero con unas Necesidades Básicas Insatisfechas NBI tres veces superiores a los de la capital de Caldas.

**

A ejercer soberanía

Aunque la Ley 161 de 1994, reglamenta la Corporación Autónoma Regional Del Rio Grande De La Magdalena –Cormagdalena- y le define sus funciones, patrimonio y otras obligaciones, lo curioso de este país es que el Plan Maestro del Magdalena elaborado en 2015, y cuyos tópicos fueron la navegación y mejoramiento del canal del río, aprovechamiento de riberas y recursos pesqueros, generación hidroeléctrica, uso del suelo y en particular de la tierra, recreación y gestión integrada, se le encomendó a Hidrochyna, en su jurisdicción.

Allí, sin que mediara consulta alguna con los actores primarios, definió y priorizó proyectos en un área de planificación de 69,400 km2 de 129 municipios, lo que representa el 26% de la Cuenca, donde al 2010 habitaban 6 millones de colombianos o sea el 17% de la población de la gran Cuenca.

Como ente corporativo especial del orden Nacional, (y de acuerdo a la Ley 161 de 1994), Cormagdalena "está investida de las facultades necesarias para la coordinación y supervisión del ordenamiento hidrológico y manejo integral del río Magdalena", por fortuna, en 2017, el país retoma la agenda y formula el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca, con su Plan de Manejo y de Aprovechamiento PMA, y el respectivo Órgano Colegiado de Administración y Decisión -OCAD-del Río Magdalena y Canal del Dique.

Lo anterior, obliga a reconocerle a Cormagdalena que desde 1999, venía formulando el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca del Río Grande de la Magdalena -POMIM-, en fases progresivas, como instrumento para formular objetivos de coordinación y armonización, y para establecer lineamientos de política y estrategias para la formulación del Plan de Ordenamiento. ¿Por qué no aprovechar a fondo el POMIM, que contemplaba un elemento de ordenamiento hidrológico y otro de coordinación con las CAR y MASD como instituciones encargadas de la gestión medioambiental, para enfrentar la deforestación como causa de la sedimentación?

Extendiendo la hidrovía

Frente a la pregunta: y el Plan Maestro de Transporte Intermodal de Colombia, 2015-2035 ¿qué? En lugar de poner a competir ferrocarril y río a lo largo del Magdalena, además de integrar mediante el tren a Buenaventura con Urabá, debió extender la hidrovía al Huila navegando el Salto de Honda, con enorme ventaja para el sistema portuario en La Dorada y sobre todo para Barranquilla.

La hidrovía con una reducción de los costos superior al 40% y movilizando en el Magdalena Centro seis millones de toneladas en un horizonte moderado –con el río operando al 100 por ciento del tiempo- podría generar más de cien mil empleos para Colombia.

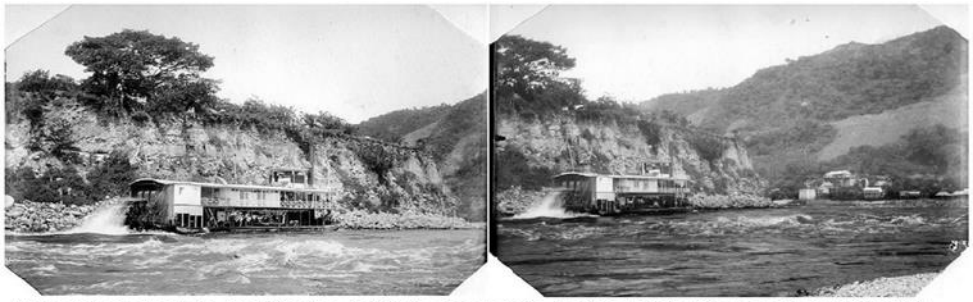


Imagen8: Vapor por el Magdalena, remontando el Salto de Honda. Foto de Tomas S Boyd 1899, en: http://tiberiomurciagodoy.blogspot.com

El objeto de la recuperación del Magdalena, remontando el Salto de Honda y extendiendo la hidrovía hasta Neiva, además de hacer que los poblados ribereños vuelvan a ser puertos o asentamiento de pescadores, debe prevenir la sobreexplotación de la pesca y la madera, y que se arrasen humedales para extender cultivos y hatos ganaderos, si queremos hacer de las comunidades y ecosistemas del territorio el principal objetivo del desarrollo, y convertir el río en una hidrovía incluyente y ecológicamente funcional y sostenible.

Colombia debe conectar mediante el tren las cuencas del Cauca y Magdalena, y buscar la consolidación de un corredor logístico que partiendo del Orinoco y pasando por el Altiplano y La Dorada, a través de viaductos y túneles para una línea férrea por la variante Loboguerrero, llegue al Pacífico Colombiano.

Si hemos propuesto expandir la hidrovía del Magdalena y el corredor del Cauca integrando a Urabá con Buenaventura, también deberíamos conectar por tren ambos escenarios, para poder acceder desde el Altiplano nuestros mares. La locomotora del carbón andino exportado, es la clave no sólo para garantizar la carga sino y sobre todo para financiar la expansión ferroviaria aquí propuesta.

**

Epílogo



Imagen9: Izq. Dragas en Barranquilla, Desastre en 2010 por ruptura del Canal del Dique, y erosión fluvial en vía Salamina el Piñón. Der: Mapas de Atlántico y Magdalena sector Calamar– Barranquilla.ccg

Si además de los vertimientos de aguas domésticas e industriales no tratadas y de la contaminación agrícola, como factores que arrasan la biodiversidad, también son notorias la pérdida de zonas boscosas de las rondas del río en el bajo Cauca y en especial en el Magdalena, facilitando la erosión de orillas en el cauce, y de bosques en las vertientes alterando la regulación hídrica y pluviométrica, por qué no preguntar: ¿qué acciones planificadas e integrales existen y cuáles son los indicadores que las soportan, para prevenir el grave impacto generado? Lo anterior explicado por la expansión de la frontera agrícola y ganadera, sumado a la actividad minera, como prácticas que favorecen los movimientos en masa y la erosión, al igual que las obras de infraestructura para proyectos hidroenergéticos que han dañado de forma severa la conectividad biológica -caso Hidroituango-, son factores que sumados a algunas intervenciones fluviales y carreteras, explican la alta tasa de sedimentos y la reducción de la eficiencia hídrica y biológica de los complejos de humedales, causando con ello la desgracia para 50 mil pescadores.

Si bien se requiere un plan de dragado compartido y conocido por los actores, se debe hacer un seguimiento técnico para valorar resultados a la luz de los objetivos del dragado y la gest ión del contratista. Igualmente, la autoridad ambiental debe proceder de forma similar para prevenir los impactos y dinámicas de la agricultura y la ganadería, no sólo previendo la contaminación asociada a insumos del sector, sino también la expansión de hatos y cultivos modificando de forma directa o indirecta la dinámica fluvial, ya con la destrucción del bosque, ya con el cierre de caños y el secado de humedales.

Surge entonces una inquietud mayor: si en 30 años de existencia de Cormagdalena -1991-2020, la pesca se ha reducido al 10% tanto en el río como en el Canal del Dique, ¿por qué seguir depositando los lodos del dragado a un costado de la vaguada en lugar de implementar rellenos a modo de escombreras para prevenir con ello el impacto de los sedimentos cerrando caños de complejos de humedales y blanqueando los corales?

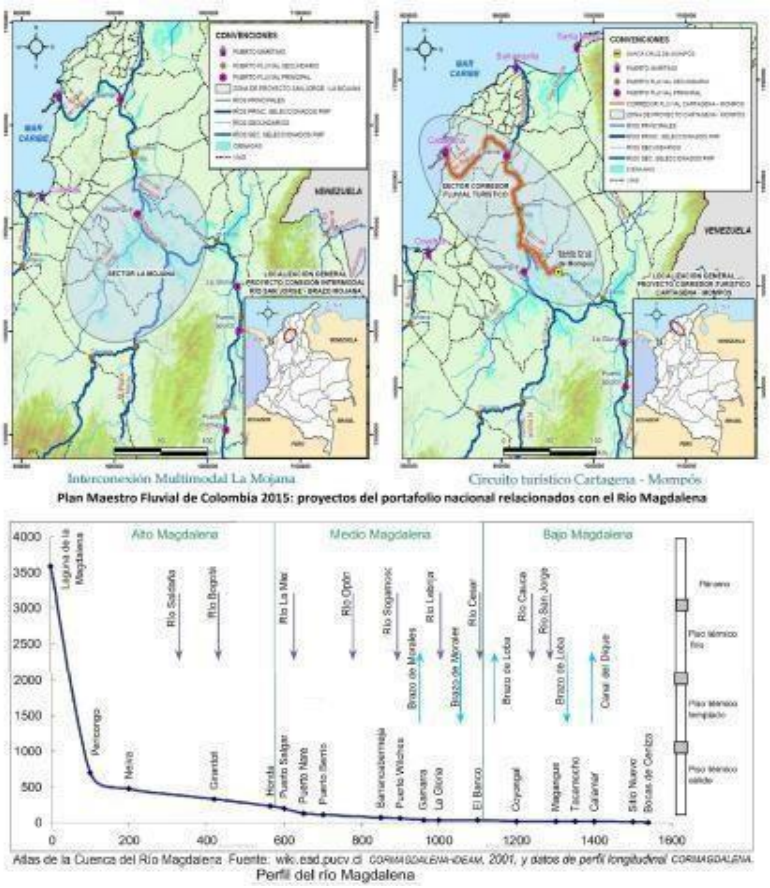


Imagen10: Proyectos propuestos en el portafolio nacional del Plan Fluvial de Colombia, y Perfil longitudinal del Magdalena, en http://wiki.ead.pucv.cl

Una declaratoria que priorice al río Magdalena como uno de los escenarios más representativos en la historia del país, debería partir del concepto del territorio como sujeto de derechos. Si su cuenca es el hábitat donde se dan nuestras relaciones con el medio andino tropical, también el río, pese a haber sido fundamental como ruta de acceso para la ocupación del territorio, y como medio para la consolidación de la nación durante el siglo XIX, hoy víctima del olvido se encuentra degradado y contaminado.

Amparar sus derechos ambientales, es darles primacía a sus 50 mil pescadores, y a los humedales y bosques secos que lo circundan, no sólo para ponerle límites a las intervenciones que buscan alterar su vaguada y los humedales como ecosistemas vitales, sino también para ordenar el cumplimiento de las acciones que demanda su recuperación integral. Un territorio es una construcción social e histórica y no un simple espacio de transformaciones. En él va surgiendo la cultura como fruto de las relaciones dialécticas de simbiosis y parasitismo, entre dos sistemas complejos: el social y el natural.

Siendo el Magdalena nuestra principal arteria fluvial y el más emblemático río del país, dada su complejidad ecológica, habrá que tomar las previsiones en cada zona: en el ecosistema costero, el impacto de la turbidez sobre los corales, mitigando el efecto de aguas turbias con el nuevo canal del Dique; en la cuenca baja el perjuicio de desligar el canal navegable de los complejos de ciénagas, cerrando caños para el desarrollo de obras y expansión de cultivos y hatos; en el Magdalena Centro y Medio la importancia de un dragado como obra pública para prevenir el sistema de peajes; y en la cuenca alta, propiciar la extensión de la hidrovía para incorporar el Tolima Grande a los beneficios de la navegación. Súmese a lo anterior, el control de la contaminación y de la deforestación en todas sus formas.

Gracias

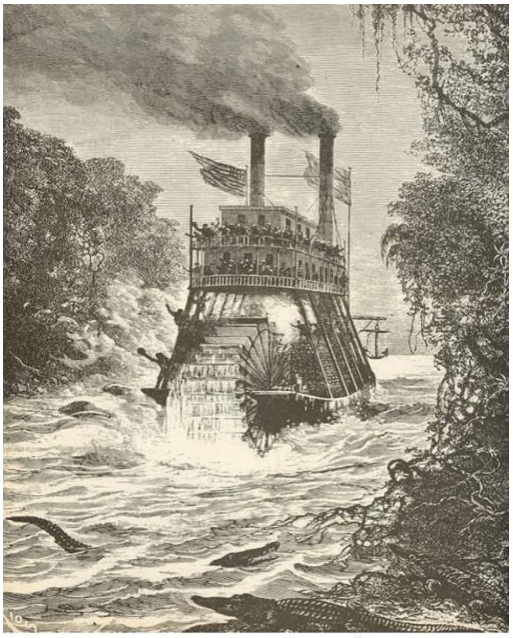


Imagen: Muerte. de manglares en la Ciénaga Grande por alteración del régimen hidrológico. Angélica Montes. IM-Editores.

Ref: Documento preparado por el Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia Sede Manizales. para la Audiencia Ambiental Caribe, programada del Viernes 11 de enero de 2020 en Barranquilla, programada por la Procuraduría General de la Nación, con Cormagdalena y los Gobernadores de Atlántico, Bolívar y Magdalena. Especial para la Revista Eje 21. Manizales, Enero 7 de 2021.

Http://samoga.manizales.unal.edu.co

3. Navegando el Rio Grande de La Magdalena



Vapor en el Paso de Angostura -Le passage de l'Angostura - Édouard André (1896)

Imagen Portada: Imagen: Paso de Angostura. Geografía pintoresca de Colombia: Viaje de Edouard Andre, 1875-1876. Fuente, Banrepcultural.org

Un río cruzando once departamentos

El desarrollo de los proyectos YUMA -nombre indígena para el Magdalena-, ha contemplado desde sus inicios para hacer navegable el río, la recuperación de su canal desde Barranquilla y desde Cartagena por el Canal del Dique, hasta La Dorada; además de la construcción y adecuación de todos sus puertos en este tramo que incluye el Magdalena Centro: ¿qué tal si pasamos navegando por los rápidos de Honda y llegamos hasta Neiva?

Balsas o canoas, Champanes, Vapores y Ferrocarriles

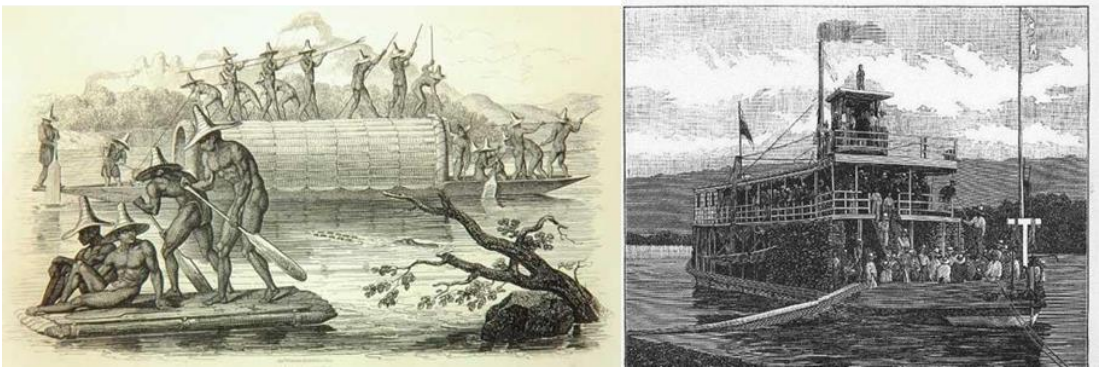


Imagen. Izq. Champan: Fuente: Primeras incursiones de conquista por el Río Grande de la Magdalena. Por: Roger Pita Pico (2013). Rev. Credencial. Der. Vapor Emilia Duran con tres niveles, por el Magdalena. Papel Periódico Ilustrado 1881-1887. https://admin.banrepcultural.org/

No obstante, para acceder a la cuenca alta se requiere que Huila y Tolima, con el apoyo de Cundinamarca, Boyacá y El Eje Cafetero, le apuesten a la navegación continua entre Neiva, Girardot y

la Costa Atlántica, pasando por Honda donde se requiere implementar algo así como un sistema de cabresto con cables tirantes para conducir adecuadamente las embarcaciones - controlándolas al bajar y empujándolas al subir- o en su defecto un remolcador de gran potencia, para poder superar los 69 m de desnivel en los rápidos del río transitando por la "Ciudad de los puentes" en las dos direcciones. Así pasaron por el río transportando los grandes y pesados equipos para las hidroeléctricas del Huila que remontaron todo el Magdalena.

El Río Grande de la Magdalena con 1613 km de longitud, navegable desde Honda 990 km hasta su desembocadura, y 400 km desde Honda hasta Neiva, baña con su afluente el río Cauca el 24 % del territorio continental de Colombia.

Aunque fue medio de transporte y subsistencia para comunidades precolombinas, desde mediados del siglo XIV sirvió de ruta para la colonización. Durante la Colonia las balsas y canoas fueron sustituidas por Champanes hacia 1550, unas embarcaciones de quince varas de largo por dos de ancho y un metro de calado que, impulsadas por 12 remeros o bogas, transportando hasta 14 ton, lograban remontar el Magdalena en 45 días, logrando así conecta a Cartagena como puerta de salida a Europa, con Honda en la vía a Santa Fe.

Ya fundada Mompós desde 1540 y una vez consolidada Cartagena, en 1650 se abre el canal del Dique para establecer la articulación entre la ciudad de Cartagena y el río Magdalena, logrando su primacía ligada al desarrollo de la navegación por el río. Convertida Mompós en la principal escala para llegar a Honda, se funda Tamalameque en 1546 como embarcadero alterno.

lEl carácter inestable de la naciente república sumergida en guerras civiles y conflictos regionales desde su creación, hace que la navegación a vapor, que por falta de carga no prosperó cuando Santander la concesionó en su primer gobierno de 1823, se dilate hasta la segunda mitad del siglo XIX.

En la década de 1840 los empresarios de Santa Marta se hicieron con la hegemonía de la navegación a vapor por el río Magdalena, pero tras el fin del monopolio en 1852, Barranquilla concentró la mayoría de empresas y empresarios de la navegación a vapor. No obstante, vendrá el sombrío período de las guerras civiles, que concluirá con la "Guerra de los mil días" 1899-1902.

Gracias a que el transporte de carga y de pasajeros se efectuaba en su mayor parte por vía fluvial, allí surgieron talleres y astilleros, se construyeron 134 embarcaciones con una capacidad de 7.560 toneladas entre 1912 y 1916, y los ingenieros y obreros locales entraron en contacto con la moderna tecnología de la navegación y la máquina de vapor. El negocio de la navegación a vapor atrajo la atención de empresarios durante el siglo XIX, quienes aprovecharon los subsidios en efectivo entregados por diferentes gobiernos, para dinamizar las exportaciones de tabaco y café, y las importaciones de productos europeos.

¿Y por el río Cauca qué? hacia 1905 terminadas las guerras del siglo XIX, se da la consolidación del transporte por medio de 18 vapores, navegando desde Puerto Caldas, hasta Yumbo y Puerto Mallarino para recorrer de Norte a Sur el extenso y fértil Valle del Cauca de 250 mil hectáreas.

A lo largo del Magdalena, ya entrado el siglo XX, los vapores subsistirán gracias al desarrollo de los ferrocarriles cafeteros, que en 1914 con 783 Kms representaban el 70% de la red nacional.

No obstante, en el caso del río Cauca, construido el Ferrocarril de Caldas de 117 km de Cartago a Manizales entre 1915 y 1927, en lugar de impulsar la navegación a vapor por el Río Cauca, esta se

deprime frente a la competencia del Ferrocarril del Pacífico, que al llegar a Cartago en 1923 y empalmarse al de Caldas puede sacar el café a Buenaventura sin trasbordo.

Pero el desarrollo ferroviario que inicia a mediados del siglo XIX, casi se había detenido. Empezó con la línea férrea en el istmo en 1855, razón por la cual la primera metrópoli de Colombia será Panamá. Le seguirán los ferrocarriles de Barranquilla 1871, de Antioquia 1874-1914, del Pacífico entre Cali y Buenaventura 1878-1914, y el de Cúcuta 1878-1888.

Para finales del siglo XIX estarán las líneas férreas Cúcuta-Puerto Villamizar y Cúcuta- Río Táchira; Bogotá-Facatativá-Girardot; Bogotá-San Miguel y Bogotá-Zipaquirá- Nemocón-Barbosa; Dorada-Ambalema. También, los ferrocarriles Cali-Buenaventura y Popayán-Cali- Cartago; Santa Marta-Fundación, y Girardot- Espinal-Ibagué-Neiva.

Ya entrado el Siglo XX se invierte en los ferrocarriles del Pacífico, Antioquia, la Sabana y Santa Marta y se inicia el Ferrocarril de Caldas (1915-1927). Hasta 1914 se han construido los ferrocarriles de Cartagena, Santa Marta y del Nordeste entre Bogotá y Tunja.

Posteriormente, entre 1922 y 1934 además de concluir los ferrocarriles de Nariño e Ibagué que estaban iniciados, la red férrea de 1.481 km casi se duplica gracias a inversiones importantes en los ferrocarriles de Antioquia, Pacífico y Tolima, en los ferrocarriles Centrales del Norte y en los trenes de La Sabana.

Pero también desde 1930, Colombia que ya planifica el transporte integrando modos, le apuesta al transporte carretero por sus ventajas para la integración y articulación del mercado interno. La red ferroviaria que llegaba a 3154 km en 1961 gracias a la línea La Dorada–Fundación construida de 1953 a 1961 a lo largo del Magdalena, resulta desmembrada en 1970 al interrumpirse en la Felisa.

Por último, con el advenimiento del modelo neoliberal las reformas de 1991 que abaten el modelo keynesiano incluyen la disolución de los Ferrocarriles Nacionales de Colombia (FCN) empresa descentralizada creada en 1954. Si para la carga hasta 1930 el vapor fue el principal medio de transporte, en 1940 el modo carretero responde por el 40% contra 30% del ferroviario y 30% del fluvial, y en 2000 el modo terrestre sube a 65%, contra el 30% del ferroviario y 5% del fluvial.

**

Si el río es de la Patria, la hidrovía también

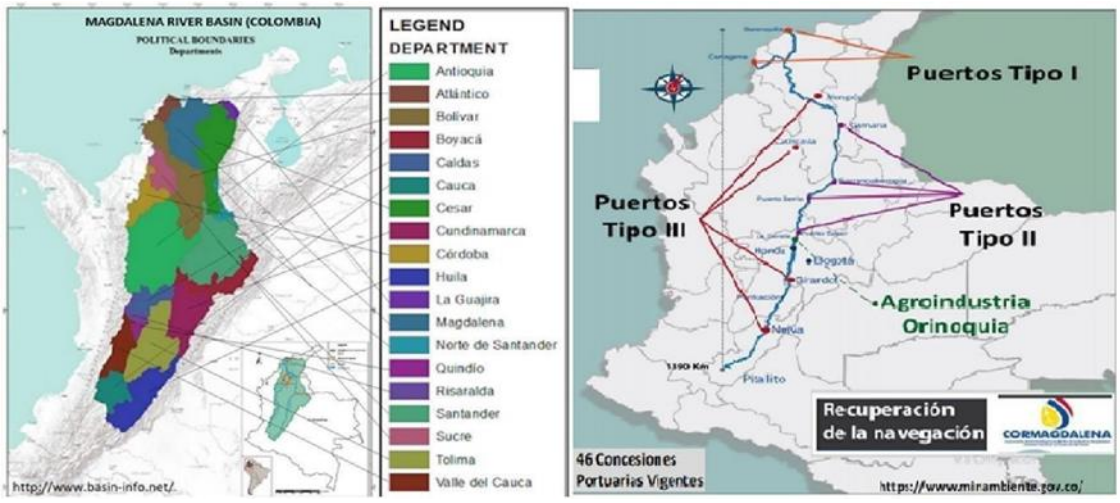


Imagen: Departamentos en la cuenca del Cauca-Magdalena y puertos de la hidrovía

Con una inversión por $1,4 billones de pesos a lo largo del corredor fluvial, entre Barrancabermeja y Bocas de Ceniza, a mediados del año 2020 el Gobierno adjudicará la nueva Alianza Pública Privada APP del río Magdalena. Además, la hidrovía se complementará con el Canal del Dique desde Calamar (Bolívar) hasta Pasacaballos (cerca de Cartagena), gracias a un contrato adicional por APP para acometer las obras de navegabilidad a lo largo de 117 kilómetros, entre la bahía de Cartagena y las ciénagas de Barbacoas y Cartagena.

Habrá que recordar que las rupturas del Canal del Dique ocasionadas en 1984 y 2010 por caudales excedentarios, son la consecuencia de un ecocidio cometido al dañar complejos de cientos de ciénagas cerrando sus caños de alimentación en la Depresión Momposina, lo que impide que este extenso territorio de 24 mil km2 no pueda cumplir su función amortiguadora de las crecientes del Magdalena.

Por lo tanto, al contemplarse la navegación aguas abajo de Barrancabermeja donde se cuenta con 2 millones de Ton de carga de hidrocarburos asegurada, el centro de Colombia y la cuenca alta, quedarán excluidos de los beneficios de la navegación.

Siendo así, al igual que lo hace Caldas ahora solicitando que se construya la hidrovía por obra pública hasta Purnio, un lugar no inundable donde convergen Carretera, Ferrocarril y Río garantizando la intermodalidad, también los departamentos del Eje Cafetero, de la región Cundi-Boyacense y del Tolima Grande deberían solicitar que la hidrovía se extienda hasta Neiva.

** **Buscar la intermodalidad y prevenir inundaciones**

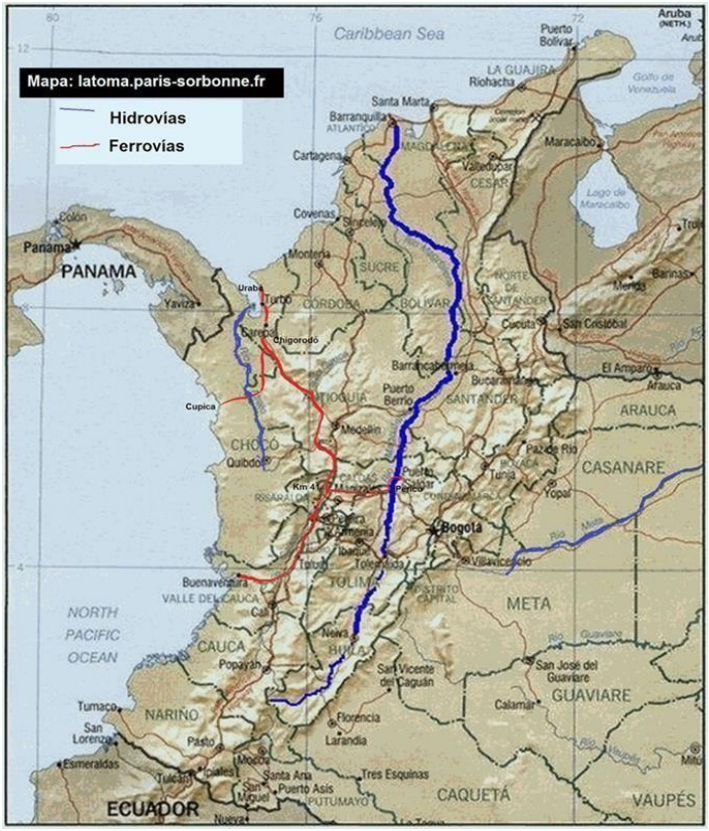


Imagen: Hidrovías del Magdalena y Atrato, y Corredor Férreo del Cauca, extendido a Urabá, Cupica y La Dorada. Imagen: adaptada de http://latoma.paris-sorbonne.fr/

El Ferrocarril Cafetero cruzando la cordillera por el Túnel Cumanday, es la clave de la intermodalidad si es que el país se decide por desarrollar el Corredor Férreo del Cauca, integrando a Buenaventura con Urabá. Con el Túnel Cumanday de 42 km a 1250 msnm, conectando las cuencas de los ríos Guacaica (Caldas) y Guarino (Tolima), transitando por el Norte de Cerro Bravo, se puede construir una línea ferroviaria de 150 Km con pendiente máxima del 3%, que cruce la Cordillera Central por las granodioritas estables del Stock de Manizales- lo que le garantizaría autosoporte al túnel-. Este proyecto integraría la hidrovía en La Dorada con el Ferrocarril del Pacífico en el Km 41, dos lugares donde se podrán desarrollar sendas plataformas logísticas dotadas de polígonos industriales y de zonas francas.

Y respecto a la hidrovía, al conocerse que el canal navegable que se contratará por Alianza Pública Privada APP dejaría a La Dorada por fuera, el Representante por Caldas a la Cámara, Dr. Erwin Arias se dio a la tarea de hacer un debate de control político sobre la navegabilidad del río, razón por la cual el pasado martes 18 de Febrero de 2020 con la presencia del Director de Cormagdalena, Dr. Pedro Pablo Jurado, se adelantó una reunión de actores sociales de Caldas y expertos locales en el tema, convocada en el Museo Samoga de la U.N. Sede Manizales.

Las preguntas de las cuales partió el conversatorio de Manizales, fueron estas:

Si al norte de la Dorada y Palanquero el terreno es inundable y la carretera y el tren van por orillas distintas del río ¿por qué no construir el puerto en Purnio-al Sur de la cabecera de La Dorada aprovechando la confluencia carretera, tren y río para la intermodalidad, y quedando 6 m por encima del nivel de inundación?

Dada la necesidad de un sistema intermodal, ¿por qué, no pasar con la hidrovía por La Dorada llevándola por el centro de Colombia para poder conformar un sistema intermodal de carga alimentando la hidrovía? ¿Por qué no remontar el Salto de Honda parta vincular al Tolima Grande a los beneficios de la hidrovía?

Dados los objetivos del Plan de Manejo y Recuperación de la Cuenca, ¿se debería dragar el Magdalena Centro por lo menos hasta la desembocadura del Guarino para mitigar las inundaciones en La Dorada?

50 mil pescadores y 200 mil personas viven de la pesca

Las respuestas que encontraron consenso, sobre esta r4ealidad, fueron:

- Que el Magdalena puede volver a ser el río donde los poblados ribereños sean puertos o asentamiento de pescadores, si logra recuperar su navegabilidad de forma sostenible, reduciendo la erosión de cuencas tributarias y la contaminación que aportan los centros urbanos y las múltiples actividades antropogénicas.

- Que, al haber sobreexplotado la pesca y la madera, y arrasado humedales al extender cultivos y hatos ganaderos, se debe repensar el modelo de desarrollo y convertir a los actores del río en parte de la solución, para poder recuperarlos.

- Que siendo las comunidades y ecosistemas del territorio el principal objetivo del desarrollo, el río convertido en una hidrovía incluyente y ecológicamente funcional, sólo es un medio para lograrlo.

- En consecuencia, para hacer viable una hidrovía compatible con los derechos bioculturales del territorio, se debe implementar un canal navegable, ecológicamente verde, compatible con la cultura ancestral y los ecosistemas.

Pero en cuanto a los beneficios, la hidrovía con una reducción de los costos superior al 40% y movilizando seis millones de toneladas en un horizonte moderado –con el río operando al 100 por ciento del tiempo- según la Fundación IGALA y Roy Estrada como promotor del proyecto y conocedor de sus beneficios, se traduciría en más de cien mil empleos para Colombia y en un incremento del PIB mayor al 1,2% de participación.

A lo anterior, añade el experto otros beneficios como un consumo de combustible 16.4 veces inferior, una accidentalidad 176 veces menor respecto al transporte carretero, y una reducción de pólizas de seguros hasta en un 66%.

Ahora, aunque posiblemente los botes operando en un canal de 50 m de ancho con 2,10 m de profundidad puedan transportar hasta Puerto Berrio 5000 ton con un arreglo (R+2P+2P), entonces para llegar hasta La Dorada en el peor de los casos podría implementarse un sistema (R+2P), o sea un remolcador R con dos planchones P, cargando 2500 ton.

Esto que facilitará una mayor velocidad navegando el río para compensar la menor economía de escala, permitirá construir el canal navegable con menores radios de curvatura, para no afectar la vaguada del río.

¿Por qué emplear contenedores y puertos de grúas, en lugar de bodegas estibadores? Menos tiempo y menos mano de obra: los buques pasaron de reposar semanas en el muelle a quedarse horas; de transportar 10.000 toneladas a 16 nudos, a 40.000 toneladas a 24 nudos; de rendimiento de 0,63 ton/hora/hombre a 4,23 ton/hora/hombre.

En los puertos los muelles largos, con bodegas y estibadores, se transformaron en puertos de patios descubiertos y anchos, con grandes grúas de carga. Los barcos también se transformaron en planchones, con arreglos ajustados al mayor calado posible para acceder a las economías de costos combinado velocidad y capacidad para encontrar mayor eficiencia.

Desarrollo minero energético para incrementar el PIB

Para duplicar el PIB Caldense, al contar en el Magdalena Centro con transporte económico, gracias a la disponibilidad de energía y agua suficientes, se podrían desarrollar las industrias químicas de base minera del Plan Minero de Caldas 2010-2016 elaborado por Gabriel Poveda Ramos, a solicitud de los doctores Mario Calderón por la C de C y Emilio Echeverri como Gobernador de Caldas.

Allí se propone aprovechar el enorme potencial minero del territorio, que podría dar pie a plantas de commodities para transformar, entre otros minerales: las jaguas y fraguas auríferas de Marmato y otros lugares en sulfuros, ácido sulfúrico y zinc metálico; las rocas calcáreas de los flancos de la Cordillera Central en fertilizantes, acetileno, cianamida, cloruro y cemento; las arenas silíceas de Marulanda, Pueblo Rico y Cerro Bravo en silicato de sodio, sílice gel y carburo de silicio; y el manganeso de Apia-Viterbo en bióxido de manganeso electrolítico. La viabilidad de los prospectos estaría condicionada a la provisión de materia prima por 25 años como mínimo, para alimentar las respectivas plantas.

Una declaratoria que priorice al río Magdalena como uno de los escenarios más representativos en la historia del país, debería partir del concepto del territorio como sujeto de derechos. Si su cuenca es el hábitat donde se dan nuestras relaciones con el medio andino tropical, también el río, pese a haber sido fundamental como

ruta de acceso para la ocupación del territorio, y como medio para la consolidación de la nación durante el siglo XIX, hoy víctima del olvido se encuentra degradado y contaminado.

Conclusiones

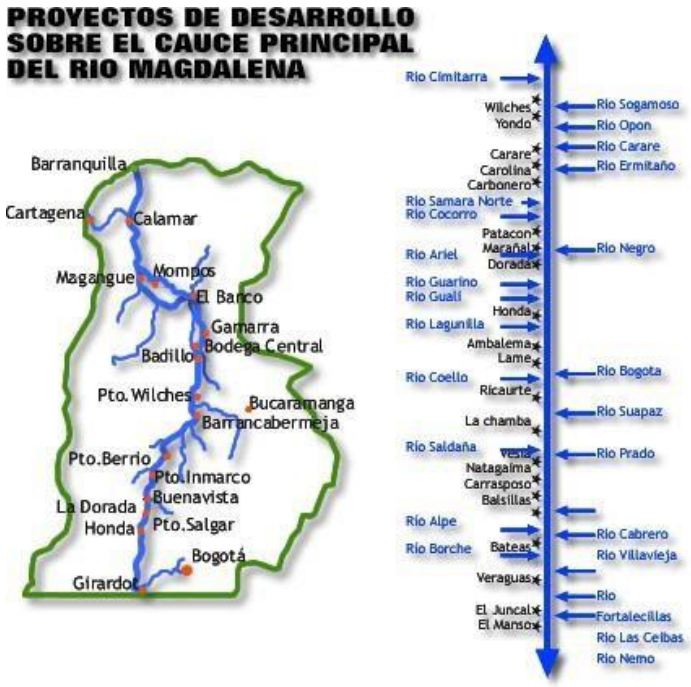


Imagen: Esquema de puertos y tributarios del Magdalena. CORMAGDALENA

Amparar los derechos ambientales del Magdalena, es darles primacía a sus 50 mil pescadores, y a los humedales y bosques secos que lo circundan, no sólo para ponerle límites a las intervenciones que buscan establecer un canal navegable para que no alteren su vaguada ni los humedales como ecosistemas vitales, sino también para ordenar el cumplimiento de las acciones que demanda su recuperación integral. Un territorio es una construcción social e histórica y no un simple espacio de transformaciones. En él va surgiendo la cultura como fruto de las relaciones dialécticas de simbiosis y parasitismo, entre dos sistemas complejos: el social y el natural.

Siendo el Magdalena nuestra principal arteria fluvial de más de 1500 km de longitud y el más emblemático río del país, habrá que tomar las previsiones en el Magdalena Centro concibiendo la conurbación Honda-La Dorada- Puerto Salgar para prevenir conflictos y potenciar desarrollos, dado que allí como consecuencia de una plataforma logística capitalizando los beneficios de la intermodalidad, detonaría uno de los centros urbanos más notables de Colombia.

Si en la cuenca del Magdalena donde se genera el 30% de la carga de la región Andina y el 40% del PIB, el centro de gravedad se localiza en el Altiplano, y también en el occidente colombiano donde se genera el 40% de la carga y el 30% del PIB el centro de gravedad es el Corredor del Cauca entre La Virginia y el Km 41, ¿por qué no desarrollar la hidrovía completa hasta Neiva, y buscar también la conexión de ambos escenarios dotados de sendas plataformas logísticas en el Magdalena Centro y en el Corredor del Cauca? Caldas debe considerar que con la Hidrovía complementada con una Plataforma

Logística, su PIB que actualmente participa con el 1,6% del PIB nacional se duplicaría al incrementarse no solo en 1,2% con el Puerto Intermodal de La Dorada, sino también con las once plantas minero-energéticas señaladas, que son únicamente las seleccionadas entre 30 prospectos contenidos en el Plan Minero de Caldas 2010-2016 elaborado por Gabriel Poveda Ramos.

Para hacer viable un desarrollo integral, además de conurbar el territorio entre Honda-La Dorada y Puerto Salgar, haciendo uso de las figuras del ordenamiento territorial colombiano, se debe: Primero, extender la hidrovía inicialmente a Purnio para que a los 3 millones de ton que mueve el río en Barranca, incluidas 2 de hidrocarburos, se sumen 6 millones que movilizaría el Puerto Multimodal de la Dorada. Y segundo, extender la hidrovía al Sur para llegar a Neiva, para incorporar los beneficios de la actividad productiva de la cuenca alta del Río Grande de la Magdalena y del resto del territorio rivereño en jurisdicción de Cundinamarca y del Tolima Grande, ya que Neiva y Girardot, hacen parte del programa de rehabilitación de la hidrovía, de conformidad con la documentación del Min-Ambiente y Cormagdalena del año 2017.

En el Magdalena Centro y en particular La Dorada, donde convergen Ferrocarril, Carretera e Hidrovía, se podría emplazar una plataforma logística equipada con varias plantas de commodities estratégicos. Bajo la tesis de que "sin el concurso del sistema férreo, el beneficio de recuperar la navegación en el Magdalena resultaría inocuo", se ha propuesto el Ferrocarril Cafetero para la articulación del Corredor Férreo del Cauca -extendido a Urabá- con la Hidrovía del Magdalena: el Carbón andino por su alta calidad será la clave para financiar el proyecto y resolver la demanda de carga de trenes e hidrovías que requiere el sistema intermodal de Colombia.

De conformidad con el estudio "Destrabando las arterias" (BID 2010)", las exportaciones crecerían tres veces lo que se economice en el movimiento de las mercancías. Para dimensionar el impacto económico sobre el PIB regional de ambas plataformas logísticas -la del Magdalena Centro la del Eje Cafetero-, basta señalar que los ingresos por impuestos que se generan en Buenaventura, por donde se moviliza el 53% de la carga del país y se exportan unos 550 mil TEU al año de 2,5 millones de TEU que salen de Colombia, suman $5,5 billones anuales.

Como conclusión de la reunión en Manizales, celebrada en Febrero 18 con Cormagdalena, se ha solicitado extender la navegación hasta Purnio, acometiendo el proyecto como obra pública y no como una APP, para favorecer el desarrollo empresarial de la región.

Cormagdalena se comprometió a ordenar la batimetría en la hidrovía y valorar el dragado hasta Guarinó, para resolver las inundaciones en el puerto caldense consecuencia de una presunta acumulación de detritos en la vaguada, asociada al trasvase del Guarinó y a la avalancha ocurrida tras la erupción del Ruiz en 1985.

Adicionalmente, se acordó con Cormagdalena convocar desde la Gobernación de Caldas a una reunión en La Dorada presidida por el Dr. Luis Carlos Velázquez -evento aún pendiente-, con presencia de Cormagdalena, gobernadores del área de influencia, gremios, parlamentarios, PDP-MC, la Academia y demás actores sociales del Magdalena Centro.

Finalmente, con el liderazgo de la clase dirigente, se puede lograr que también el proyecto, por la expansión e impacto de sus beneficios, sea acogido por la RAP del Eje Cafetero y por los departamentos vecinos.

** Gracias

Documento preparado para el Curso de Contexto en CTS. U.N. de Col Manizales, Mayo 10 de 2020.

PARTE DOS: EL RÍO CAUCA EN EL DESARROLLO DE LA REGIÓN



Imagen 01: Cuenca Cauca-Magdalena y Río Cauca. Wikipedia y Revista Semana.

Veamos ahora las características socioambientales y del desarrollo del Río Cauca, entendiendo su territorio como una construcción social e histórica, para responder -entre otras preguntas- las siguientes: siendo el territorio de la cuenca parte sustantiva de la región Andina, dada su condición mediterránea, ¿qué hacer desde el Eje Cafetero para convertir su posición geoestratégica en una ventaja competitiva?; partiendo de sus fortalezas naturales y culturales, y grado de conurbación, dada su problemática ambiental, ¿cuáles son las opciones de desarrollo regional?; y dadas las limitaciones y deterioro del patrimonio hídrico y alto nivel de concentración demográfica, en el marco del cambio climático ¿qué ocurrirá y qué hacer en toda la Región Andina de Colombia?

El Río Cauca con un caudal medio de 1500 metros cúbicos por segundo, además de ser el afluente más importante del Magdalena y el segundo río más importante de Colombia, en su recorrido de 1204 km de longitud entre el macizo Colombiano y el Brazo de la Loba en la Depresión Momposina, pasa por siete departamentos, dos de ellos (Antioquia y Caldas) compartiendo cuenca con el Magdalena, y recibe entre las cordilleras Central y Occidental afluentes como los ríos Nechí, La Vieja, Risaralda, Medellín y San Juan, que bañan una cuenca hidrográfica de 63.300 km².

Mientras la región andina cubre el 24% del territorio nacional emergido, y está habitada por el 65% de los colombianos, la cuenca del Cauca abarca el 11% del área continental y en ella habita el 25% de la población establecida en 183 municipios de Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Antioquia, Sucre y Bolívar. Los municipios ribereños de primer orden son 87 y los de segundo orden

103. Y las ciudades capitales que se encuentran dentro del área de influencia geográfica del Río Cauca son: Cali, Manizales, Medellín, Pereira y Popayán.

Colombia, un país que no ha tenido visión marítima y que ha estado de espaldas a sus hidrovías, se encuentra entre los países más ricos del mundo en patrimonio hídrico, ocupando el séptimo lugar por su disponibilidad de 2.132 km3/año. El país cuenta con cuatro vertientes: Caribe, Pacífico, Orinoco y Amazonas; en la del Caribe con cerca del 70% de la población asentada encontramos la gran cuenca de los ríos Cauca y Magdalena cuya extensión es de 250.000 km², donde se vierten sin tratar las aguas servidas de unos 15 millones de habitantes de 637 municipios, y donde la erosión de las vertientes genera los sedimentos que impactan el territorio con sus ecosistemas. Otro factor que ha disminuido la calidad de los cuerpos de agua, es la minería de oro por la polución de agua con mercurio.

Contrario a lo que ocurre en economías más desarrolladas, al estudiar las poblaciones ribereñas y vecinas al Río Cauca, por ser la que se beneficia directa o indirectamente de él, pese a la disponibilidad de los recursos hídricos, la cercanía no es sinónimo de mejores condiciones socioeconómicas ni de una mayor calidad de vida. Para tener acceso efectivo al agua, no basta con que la población esté localizada cerca de las fuentes hídricas. Si bien esta es una condición necesaria, no es suficiente cuando el recurso no tiene las características mínimas de calidad, o cuando las dinámicas hidrogeológicas afectan a sus pobladores.

Notas históricas

Para el Río Cauca, medio fluvial que sirviera para la comunicación a las comunidades indígenas asentadas en sus riveras, aunque se sabe que los aborígenes lo llamaban Bredunco, a diferencia de lo que ocurre con el nombre Yuma para el río Magdalena, no existen consenso ni evidencias sobre el origen amerindio del nombre. Los Caribes, una familia de pueblos con diversidad de lenguas, del Nor-Este sudamericano de unos 3700 años de antigüedad, que a partir del siglo XI penetraron las cuencas de la Región Andina, dieron origen a Muzos, Pijaos, Panches, y Motilones, y dejaron como herencia expresiones tales como: balaca, cabuya, cacique, caníbal, chicha, fotuto, guaca, iguana, manatí, piragua, arepa. Pero los Caribes son una oleada que encuentra el territorio colombiano ya poblado, puesto que el Hombre entró a América por Bering desde hace 12 mil a 14 mil años y en un milenio pobló el continente.



Imagen 02: Presidencias de Santa fe y Quito en 1564 y Carta de la Gran Colombia en 1824. In: Wikipedia.org

De ser verdadera la tesis de la expansión Caribe dando origen a otras naciones ellos encontraron Culturas Precolombinas preestablecidas más evolucionadas o asentamiento de otras ya desaparecidas en Colombia, como lo fueron la Calima, Malagana, Muisca, Quimbaya, San Agustín, Tairona, Tierradentro y Tumaco. Veamos sus lugares de asentamiento y fechas correspondientes.

Por fuera de la cuenca del Cauca, sobresalieron los Muiscas de la tercera o cuarta oleada de pobladores del Altiplano, ocurrida entre el 500 aC y 800 dC; los Taironas de la Sierra Nevada, aunque sus antecedentes parten del 200 dC, hacia el año 900 dC en el período Nahuange, se consolidan y aún sobreviven; la San Agustín, cuyos antecedentes se remontan al siglo VII aC, floreció en el Alto Magdalena entre el 300 dC y 800 dC; y la Tumaco que se difundió por la costa vecina a Colombia y Ecuador, muestra vestigios fechados del 600 aC en La Tolita y del 300 aC en Tumaco.

Y ya en la cuenca del Río Cauca, la Calima que surge en el Valle del Cauca el año 8000 aC, llega al 1552 dC; la Malagana tuvo su aparición entre los años 70 y 140 dC, en las estribaciones media y alta de la cordillera occidental sobre la zona centro del departamento del Valle del Cauca; los Quimbayas que se ubicaron en el Cauca Medio tuvieron dos períodos: el Temprano o Clásico (500 aC-600 dC) y el Tardío (800-1600 dC); y la de Tierradentro en el Departamento del Cauca y cuyos herederos son los Paeces, una cultura que existió desde el 1000 aC hasta el 1600 dC. Es probable que los Quimbayas tengan ascendencia Caribe, así su orfebrería, tejidos y manejo del oro supere la de los pueblos afines señalados.,

La primera visión del territorio, se consolida en 1539 durante el encuentro de Nicolás de Federman Gonzalo Jiménez de Quesada y Sebastián de Belalcázar acordando sus pretensiones territoriales para al arbitraje de la corona. Mientras Federmán llegó de Venezuela por Sumapaz, y Jiménez de Quesada remontó el Magdalena para llegar al Altiplano, Belalcázar y Robledo entraron por el sur y avanzaron aguas abajo por el Cauca: el primero hasta Popayán de donde pasa al sur del Huila encontrando el nacimiento del Magdalena, y el segundo llegando hasta Santafé de Antioquia para fundarlo a órdenes de Belalcázar. En 1500, Rodrigo de Bastidas pasa por la Guajira y emprende su viaje hacia el Oeste, observando la Sierra Nevada de Santa Marta y las tierras bajas vecinas; al llegar a la desembocadura de un gran río el día consagrado a Santa Magdalena, lo llama Magdalena.

Dicha exploración y conquista, abarcó un período de medio siglo en la Nueva Granada, que va desde el descubrimiento de nuestras costas caribeñas por Alonso de Ojeda, entrando primero por Coquibacóa (1499) y luego por Turbaco y San Juan de Urabá (1510), hasta la fundación de Santa Fé de Bogotá (1538) y de Mariquita (1551) por Gonzalo Jiménez de Quesada. En ese período se fundaron Popayán – Cauca (1536), Santiago de Cali – Valle (1536), Yumbo – Valle (1536), Toro – Valle (1537), Timaná – Huila (1538), Anserma – Caldas (1539), Cartago – Valle (1541), Arma – Caldas (1542) y Santafé de Antioquia (1541).

Por la dificultad de transitar desde Santa Fé atravesando los valles profundos y cálidos del Magdalena y el Cauca, para llegar al Alto Cauca —Cali y Popayán, y a Pasto, -máxime cuando las tierras altas de Popayán y las mesetas secas y frías de Pasto ofrecían el mismo aspecto del lado de Ecuador—este territorio estaba adscrito a la presidencia de Quito.

Sin olvidar que en 1700, siglo y medio después de la fundación de Popayán, de Cartago y de Santafé de Antioquia, en la población nativa persistían prácticas culturales tradicionales de los pueblos indígenas dominados, que se resistieron a jugar un papel pasivo y de asimilación para no romper radicalmente con su forma de vida ancestral, logrando participar como agentes activos de transformación del territorio (véanse Paeces y Guambianos al Sur , y Emberas y relictos de la nación de los Anserma en la cultura

Umbra), examinemos de ahí en adelante la evolución social y económica que transformará el paisaje de la cuenca y su área de influencia.

Hacia la segunda mitad del siglo XVI, los conquistadores ya habían sometido o desplazado a las poblaciones indígenas, y creado una red de poblados que partiendo de Cartagena y Santa Marta llegaban a Santa Fé, con lo cual durante la conquista y la colonia el río navegado en canoas y balsas, será la ruta del Caribe a la sede de la Real Audiencia (1550), en lo que entonces se denominaba "Nuevo Reino de Granada". Esta situación no se dará por el Cauca, un río donde el cañón de la cuenca media, con sus frecuentes rápidos impide la navegación continua.

Mirando entonces el territorio que nos ocupa desde la colonia hasta la naciente república, como una construcción social e histórica, inciden en él la caucanidad y la antioqueñidad como dos determinantes culturales, relacionados con los modos de producción de la minería, cuyo auge parte del siglo XVI cuando la Nueva Granada producía el 39% del oro mundial y la mayor mina del orbe era Quiebralomo, y desde 1800 con la actividad agraria, que gracias a la Colonización Antioqueña avanzando por varios frentes, florece en el Siglo XIX en el sur de Antioquia y norte del Valle, y penetra el Nor-Occidente del Tolima y Oriente caldense.

Primero, en la minería aurífera los modos de producción fueron diferentes: en la Provincia del Cauca responsable del 70% de la producción y cuyos dominios iban hasta Urabá y Amazonas, se soportaba en la esclavitud con tres grandes centros ubicados en Chocó, Barbacoas y Quiebralomo; y en la Provincia de Antioquia, rsponsable del 20% de la producción de oro, se basó en el trabajo del minero independiente, con explotaciones primero en Remedios y Cauca medio, y luego en otros lugares de su escarpado territorio, al cual se le anexarán más tarde las tenebrosas selvas de Sonsón concedidas por el Tolima Grande.

Segundo, mientras el modelo agrario caucano era el del latifundio soportado en un régimen de servidumbre, tal cual ocurría en Cundinamarca y Santander, el de la producción en las tierras colonizadas desde el siglo XIX en el sur de Antioquia, donde la ocupación del territorio surge del trabajo en el minifundio propiedad del colono, el modo de producción que primero responde a un modelo de economía familiar de subsistencia, se transforma en un modo capitalista a partir de la introducción del caucho, y luego el café, sistema cuya expansión se dará al concluir las guerras del siglo XIX, gracias a la exportación cafetera y a la posterior creación de la Federación (1927).

La navegación fluvial



Imagen 03: Esclavos negros en la boga por el Magdalena – Thomas C. Dawson-, y Vapor Cali por el Cauca en Puerto Mallarino (Juanchito) 1920 – Expovirtuales del Valle-.

Pacificadas las tribus hostiles, los encomenderos del Bajo Magdalena, residentes en Mompós, Tenerife y Tamalameque, empezaron a utilizar la mano de obra indígena para la pesca y la cacería del manatí, y para la navegación en bogas de unos 60 pies de largo por cuatro de ancho, tripulados por 10 o 12 indios, con una capacidad de doce a catorce toneladas, y en los que el trayecto de Barranquilla a Honda, duraba de cuarenta y cinco a sesenta días.

Pero las duras condiciones de trabajo a las que fueron sometidos los indios dentro de la boga, así como las condiciones malsanas de la ruta, obligaron hacia finales del siglo XVI e inicios del XVII a la introducción del esclavo africano hasta que, en 1598 por disposición del Concejo de Indias, la boga indígena legalmente llega a su fin. Continúa así la navegación hasta primeras décadas del siglo XIX, cuando se intenta llevar a cabo el proyecto de navegación a vapor para sustituir la boga, canoas y champanes.

Sin embargo, el carácter inestable de la naciente república sumergida en guerras civiles y conflictos regionales desde su creación, hace que la navegación a vapor, que por falta de carga no prosperó cuando Santander la concesionó en su primer gobierno, se dilate hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando el café como motor de la economía agroexportadora, de un lado, y el régimen liberal del otro, conducen a la intensificación y una mediana regulación de la navegación a vapor, solo por el Magdalena. Entre Barranquilla y Honda, el viaje tardaba entre ocho y nueve días en estos vapores de tres pisos abiertos a todos los vientos, que no tenían baño a bordo, puesto que eran embarcaciones de carga.

Aunque el primer ferrocarril que se construyó en Colombia fue el de Panamá (1855) -obra que explica haber tenido la primera metrópoli de Colombia en el istmo-, con la construcción del Cable Aéreo Manizales-Mariquita por los ingleses (1913-1922) y del Ferrocarril de Antioquia (1874-1929) entre Medellín y Puerto Berrío por el cubano Francisco Javier Cisneros, medios que transportarán café, dos medios que reducen fletes y tiempos 20 veces con relación a la arriería, y también con la llegada del tren a Girardot en 1908 conectando el Altiplano y la Capital de la República con la hidrovía del Magdalena, ganan terreno los vapores por la hidrovía.

En el caso del Río Cauca, la movilización y actividades, que durante siglos se llevó a cabo en balsas y canoas impulsadas manualmente, con obvias restricciones de capacidad de carga por el tipo de embarcación y restringida a la cuenca alta en el valle geográfico que lleva su nombre, cambió a finales del siglo XIX con la navegación a vapor entre Puerto Simmonds (Cali) y Puerto Sucre (Cartago), cuando en 1883 el gobierno le otorga al alemán Juan B. Elbers el permiso para emprenderla, aunque su implementación y puesta en marcha tarda hasta 1888, dadas las dificultades financieras y logísticas en un medio de precaria carga. No obstante, el río, por donde transitaron vapores durante medio siglo, fue determinante para el proceso de integración vallecaucana y la primera fase de expansión de los mercados en el posterior desarrollo social y económico del territorio.

Sólo después de la Guerra de los Mil Días, el panorama de la región en el valle del Río Cauca, antes caracterizado por precarias vías de comunicación y un comercio que se limitaba al entorno local en mercados desconectados, con el aumento de la producción del café en el Eje Cafetero y el otorgamiento de subsidios del gobierno nacional, hacia 1905 cambia tras la consolidación del transporte por medio de 18 vapores por el Río Cauca, entre Puerto Caldas, y Yumbo y Puerto Mallarino. Según Alonso Valencia Llano (2004), hacia 1910 la hidrovía contaba con 15 vapores de carga y pasajeros con capacidad entre 32 y 200 ton, que eran operados por seis navieras, entre ellas exportadoras de café.

El tren

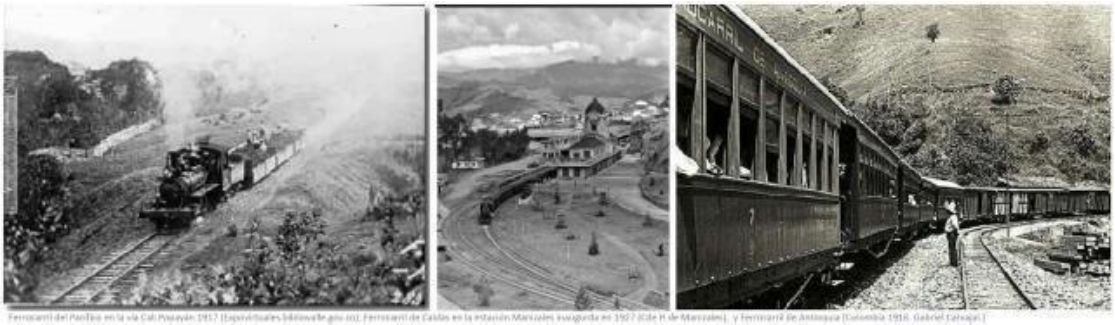


Imagen 04: Ferrocarril del Pacifico (1917), Estación Manizales del F. de Caldas inaugurada en 1927, y Ferrocarril de Antioquia (1919). In: (Expovirtuales C de H de Manizales y Gabriel Carvajal).

El tren, un modo de transporte eficiente moviendo volúmenes significativos de mercancías y materias primas entre grandes centros de producción y consumo, ubicados a distancia, articulando puertos secos o marítimos, e hidrovías, es la clave para un sistema intermodal de carga. No obstante, la construcción del puente Carlos Holguín en Puerto Mallarino (o Juanchito) para la conexión Cali-Palmira (1921), y sobre todo la llegada del Ferrocarril del Pacífico a Cali (1915), marcarán el inicio de la decadencia del transporte fluvial, hecho que se concreta en la década de los años veinte cuando el modo férreo sin exigir trasbordo conecte a Cartago (1923) con el Pacífico, y se aproveche paso por el Canal de Panamá inaugurado en 1914, al tiempo que se irá consolidando la carretera como medio de transporte de carga y pasajeros a lo largo del río, así entre tanto haya persistido en sel río el uso de barcazas y canoas pequeñas sin sufrir las contingencias que en temporadas secas e invernales afectaban la navegación de los vapores.

Para entonces, el proyecto ferroviario nacional se centraba en tres importantes troncales: una de ellas que comunicaría a la capital del país con el puerto de Buenaventura, y las otras dos troncales a lo largo del Cauca, primero hacia el Sur para conectar a Pasto y Popayán con Cali y Cartago, y segundo extendiendo la línea hacia el norte por la orilla del Río Cauca, para concluir en un puerto vecino a la Boca de Tacaloa donde se unen los dos brazos del Magdalena que forman la isla de Mompós, lugar hasta donde remontarían los barcos provenientes del Caribe. Para ese proyecto, luego del arribo del ferrocarril a Cali en 1915, la empresa ferroviaria dispuso el inicio del trayecto hacia Popayán, pero la línea solo arriba en 1925. La Carretera al Mar entre Cali y Buenaventura, se construye entre 1926 y 1945, y la Carretera Bugalagrande-Sevilla (vía Armenia) inicia en 1926, legó a Sevilla en 1932 y a Caicedonia en 1938.

También en 1915, empieza la construcción del Ferrocarril de Caldas, una línea de 117 km entre Cartago y Manizales, que llega primero hasta Pereira en 1920, y debe esperar nuevos recursos hasta 1924 para ser reiniciado al doble del costo previsto, para concluir con un total de 11 túneles en Manizales, en 1927. La construcción del ferrocarril de Antioquia entre Medellín y Puerto Berrío de 193 km, iniciado en 1875 y concluido con el Túnel de La Quiebra en 1929, empalmará con la línea de Amagá (1911-1933) como extensión de 144 km del Ferrocarril de Antioquia, entre Medellín y La Pintada, y sólo se empalmará con el Ferrocarril del Pacífico en 1941. Debe advertirse que los Ferrocarriles Nacionales de Colombia, una empresa creada tardíamente en 1954 y luego víctima de las empresas camioneras y decisiones políticas erradas, a pesar de movilizar más carga a costos menores respecto a la tractomula de contar con carga suficiente, palidece tempranamente en la segunda mitad del siglo XX.

Aspectos geofísicos y biofísicos

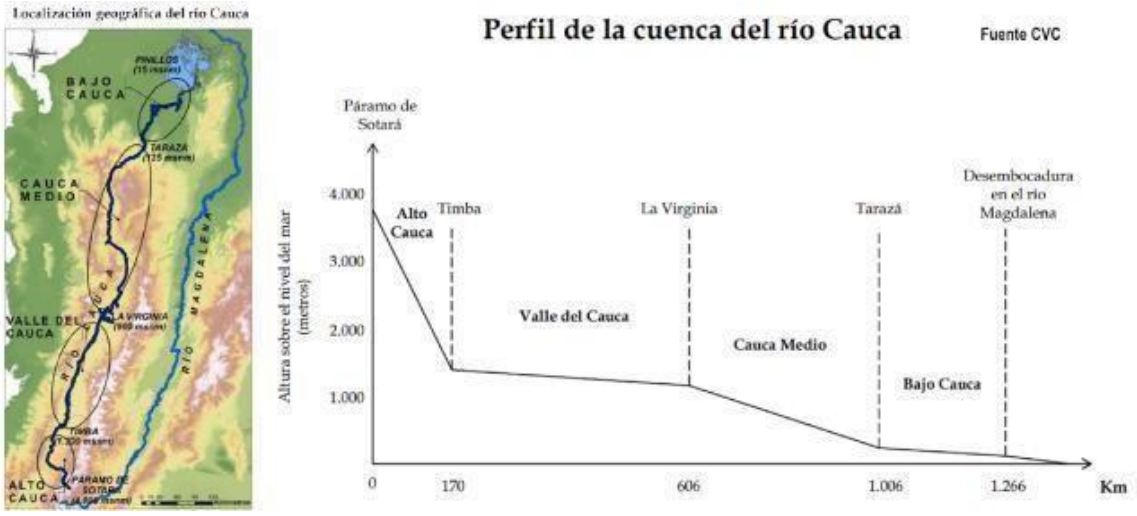


Imagen 05: Planta y Perfil de la Cuenca del Río Cauca. Fuente: Río Cauca: la geografía económica de su área de influencia.

Aunque la geología explica las tres cordilleras en los Andes más septentrionales de América, a partir de sendos Procesos asociados a las placas tectónicas en el Paleozoico y Mesozoico, y de un levantamiento de sedimentos en el Cenozoico, el plegamiento andino del Mioceno ha dado lugar a su configuración actual y a sus valles interandinos, además de la ocurrencia de ciclos ígneos durante el Plioceno-Pleistoceno, que explican sus elevaciones actuales, y en particular los tres segmentos volcánicos: Galeras, Huila y Ruiz-Tolima.

Según estimaciones del IDEAM, en Colombia la precipitación media anual es de 3000 mm con una evapo-transpiración real de 1180 mm y una escorrentía medial anual de 1830 mm. Teniendo en cuenta lo anterior, del volumen de precipitación anual, 61% se convierte en escorrentía superficial generando un caudal medio de 67000 m3/seg, equivalente a un volumen anual de 2084 km3, que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdalena – Cauca, 5% en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% en la región de la Amazonia, y 32% en la región de la Orinoquia.

En relación con la variabilidad espacial de la escorrentía, la región Magdalena-Cauca se caracteriza por presentar valores en la media de 1000 mm, cuantía que también se corresponde con la escorrentía promedio del alto Cauca. Además, en el medio Cauca alcanza 1500 mm y en el bajo Cauca, a la altura de su desembocadura en el río Magdalena a 17 msnm, la escorrentía llega a los 1700 mm.

De otro lado, en cuanto a los rendimientos hídricos, la gran cuenca presenta valores que varían entre 10 y 92 lt/seg/km2, rendimientos que son comparativamente bajos frente a las demás regiones del país. Y en oferta de agua subterránea, el 36% de los recursos dinámicos se encuentra en la cuenca de los ríos Atrato y San Juan, seguido de la cuenca del Río Cauca con 25% y del Altiplano Cundiboyacense con un 10,5%, valores que en conjunto equivalen al 75% de los recursos hídricos subterráneos del país. Mientras el recurso dinámico a nivel nacional es de 10,539 km3/año, en la Cuenca del Río Cauca su valor llega a 3 km3/año. En cuanto a la biota del Río Cauca, los bosques de montaña presentan una diversidad que incluye enclaves secos en las estribaciones cordilleranas y valles de salida de los ríos, donde las precipitaciones varían entre 500 y 1000 mm anuales.

La diversidad de especies y endemismo, que en las altitudes inferiores a los 1000 msnm es alta, con el gradiente altitudinal produce una rotación rápida de especies con reemplazos congenéricos. No obstante, si la diversidad dentro de cada cinturón altitudinal es baja, a lo largo de un gradiente altitudinal resulta alta. Por ejemplo, el número de especies de aves que en cada cinturón puede ser inferior a 200 especies, en un gradiente altitudinal puede exceder las 500, especialmente a la altura del bosque montano bajo.

La fauna ictiológica, presenta alta diversidad en la composición o grado de diferenciación de las comunidades de especies y endemismo, gracias a que los bosques montanos cubren altitudes desde 1000 hasta 3000 msnm, e incluyen los cinturones altitudinales subandino y andinos con presencia de bosques muy húmedos en la parte media y superior, donde el régimen bimodal tiene precipitaciones de hasta 3000 mm/año.

La importancia de la cuenca



Imagen 06: Nechí en el Bajo Cauca y Jarillón del Río Cauca – Oriente de Cali. Fuente: Radio Nacional y Colombia Informa.

El territorio, con grandes campos de arroz y cultivos de sorgo, yuca, café, cacao, algodón, maíz y fríjol, y una industria ganadera que se basa en la cría de bovinos, ovinos, porcinos y equinos, también es rico en carbón, oro, plata, platino, níquel, hierro, manganeso, asbesto, materiales de construcción, carbón, calizas y mármoles. Por ejemplo, según Ingeominas, el inventario minero del Gran Caldas, muestra 220 yacimientos de minerales metálicos y no metálicos, como de minerales preciosos y no preciosos, 120 de ellos en Caldas, 64 en Quindío y 36 en Risaralda. Bajo esta perspectiva, las fraguas y jaguas del oro del alto Occidente, el manganeso el Bajo Occidente; y las calizas y mármoles de los dos flancos de la cordillera Central, son prospectos para una importante industria minero-energética en Caldas.

Entre los prospectos minero-energéticos identificados por Gabriel Poveda Ramos (2006-2016), para Caldas, propone rescatar la existencia de filones de oro en Manizales, Marmato, Riosucio y Supía, de cuyas las jaguas y gangas sumadas a las de otras explotaciones se podría obtener apreciables cantidades de sulfuros de zinc, de plomo, de hierro, de cobre, de antimonio y de arsénico, o zinc metálico y sus derivados, y podría asegurarse suficiencia para una planta de producción de zinc metálico y óxido de plomo; aprovechar el manganeso de Apía y Viterbo, por ser el yacimiento minero-metálico más importante de Caldas; montar industrias de transformación para la producción de silicato de sodio, sílice-gel y carburo de silicio, a partir de las arenas silíceas de alta pureza en cuarzo (SiO_2) existentes en Pueblo Rico y el Valle del Cauca, y posiblemente en el distrito minero Riosucio-Supía-Quinchía, que se complementarían con otras de Antioquia y Tolima; aprovechar los materiales calcáreos de una inmensa cadena de yacimientos de calizas que parece inferirse en el oriente caldense, desde

el centro de Tolima hasta el nordeste de Antioquia, y los de la vertiente de la cordillera entre Manizales y Aguadas, para proveer una industria de carburo y fosfatos fertilizantes que en un plano de mayor nivel de desarrollo daría origen a plantas de acetileno, cianamida, cloruro químicamente puro y cemento.

A lo anterior, se añadiría la exportación por Urabá, Cupica y Buenaventura, de carbón térmico de alta calidad (duro, bajo en azufre), cuyas reservas medidas según la UPME son de 126 millones de toneladas en Antioquia, Valle y Cauca, de mineral de 5000 calorías por kg según la UPME; complementadas con 412 millones de ton de carbón de 6000 calorinas por kg existentes en Córdoba y 412 millones de toneladas de carbón de 7000 calorías por kg existentes en Cundinamarca y Boyacá, para financiar el sistema ferro e hidrovías del sistema intermodal de carga que se propondrá.

No obstante, el gran auge y crecimiento en los últimos años del sector minero, ha generado una serie de incógnitas sobre la verdadera importancia y el impacto positivo que pueda tener la actividad minera en el desarrollo económico y social del territorio, máxime cuando miles de explotaciones son ilegales, lo que hace necesario un trabajo interinstitucional por parte de las entidades ambientales y del sector minero, desde sus competencias, planes corporativos, planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, con lineamientos claros y articulados, para que la minería se legalice, sea amigable con el medio ambiente y se transforme en una oportunidad de desarrollo de las comunidades.

Al respecto, las conclusiones y propuestas sobre la responsabilidad y la sostenibilidad de la industria minera el Foro del Bajo Cauca del 2014, en el llamado "Diálogo de saberes y oportunidades de región", resultan fundamentales para lograr la responsabilidad y sostenibilidad de la industria minera en este territorio flagelado por dicha problemática socioambiental, asociada a un modelo extractivista de los recursos naturales que vulnera derechos fundamentales y colectivos, y desconoce procesos organizativos locales con alcances ambientales, territoriales, sociales y económicos.

A la importancia de la cuenca del Cauca como hábitat de millones de habitantes y fuente de riqueza por las actividades productivas que alberga, entre las que sobresalen la generación eléctrica, el cultivo de café, la industria azucarera, la explotación minera, la actividad agropecuaria y otros sectores industriales, deben sumarse, además de las problemáticas de la sedimentación fruto de la deforestación en zonas de alta pendiente, de la contaminación urbana por vertimientos residenciales, industriales y agrícolas, de la fragmentación de los ecosistemas, los conflictos del suelo, las tensiones relacionadas con el ejercicio del gobierno y la autoridad relacionadas con problemáticas como la presencia de actores armados, narcotráfico y grandes inversionistas, y múltiples problemáticas del orden social, no sólo en los medios urbanos sino también en los rurales, por hacer parte de la dimensión socioambiental que gravita en los escenarios rurales de toda la cuenca.

De las siete zonas agropecuarias de mayor productividad del país, una está al sur (Túquerres – Ipiales), tres aparecen en la cuenca del Magdalena (Altiplano Cundiboyacense, Valle del Magdalena y Región Sinú San Jorge) y tres benefician a la región: la zona cafetera, la alta Cordillera Central y el valle del Cauca.

Tanto en el Alto Cauca como en el Bajo Cauca, gravitan problemáticas comunes y propias del medio rural colombiano: , como lo son: la débil presencia del Estado como responsable de las políticas agroindustriales y pecuarias, contemplando acciones acordes con las necesidades del territorio orientadas a reducir, además de la brecha de productividad e ingresos, las tasas de miseria y pobreza, y el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI); la alta concentración de la tierra cuyo índice Gini para Colombia en 2009 alcanzó 0,88, y el escaso acceso a la tierra por pequeños y medianos campesinos, y comunidades afrodescendientes e indígenas, y el alto nivel de pasivos ambientales

relacionados con el deterioro de tierras y ecosistemas, y la contaminación hídrica, además de la pérdida de saberes ancestrales consecuencia de la desestructuración de la economía campesina de carácter artesanal y de la agricultura autárquica para darle paso a la agricultura moderna intensiva en productos químicos.

Habrá que tener en cuenta que el territorio es complejo, el río baña tres regiones: las dos primeras en la región Andina, pasando por dos escenarios antagónicos: después de salir de la cuenca alta y recorrer desde su nacimiento en la laguna del Buey del Macizo Colombiano hasta Salvajina, continuar por la fértil región natural el valle geográfico del río entre Suárez (Cauca) y la Virginia (Risaralda) donde la corriente de suave pendiente es meándrica, entra a la cuenca media al pasar por el Eje Cafetero y Antioquia, donde el río que incrementa su pendiente y se encañona con su cauce tortuoso no es navegable; para finalmente entrar a la cuenca baja desde Tarazá (Antioquia) y bañar en el Bajo Cauca tierras de Sucre y Bolívar hasta su desembocará sobre el Brazo la Loba del Magdalena, en la Mojana. Igualmente, se deberá hacer una segunda diferenciación para separar las cabeceras urbanas ribereñas de primero y segundo orden, del resto de cabeceras más retiradas que poca o ninguna relación tienen con el Cauca. El grupo de municipios ribereños, representa cerca del 20% del PIB total y del 20% de la carga del país, y los de tercer orden aportan otro 10% del PIB y un 20% adicional de la carga generada.

Ahora, mirando hacia el sur, durante la primera mitad del siglo XX el departamento del Valle del Cauca, se preocupa por integrar dos regiones históricamente separadas: la oriental, amplia, plana con usos del suelo soportados en una estructura latifundista y dotada de carretera y ferrocarril, y la occidental más angosta y montañosa, pobre en conectividad, y donde la colonización favorecida por la extracción minera se complementa con la producción agrícola minifundista.

Y mirando hacia el norte de la cuenca, en los municipios ribereños del Río Cauca, tanto en los de Antioquia (Nechí, Caucasia, Cáceres, Tarazá y Valdivia, en el Bajo Cauca) como en los que hacen parte de la región Caribe, al examinar indicadores como las NBI y nivel de cobertura y calidad de SSPP, parece evidente la desventaja que enfrenta la población ribereña en comparación con los municipios o cabeceras más alejados y no vinculados al río. A esa asimetría se suma la vulnerabilidad climática y la complejidad social relacionada con la ilegalidad y los actores armados, además de la ausencia del Estado.

Caña de azúcar



Imagen 07: Caña panelera (TV Agro) y Transporte de Caña en Ingenio de Candelaria (Semana.com).

La caña de azúcar llegó al valle del Río Cauca traída por Sebastián de Belalcázar. Desde la Colonia hasta comienzos del Siglo XX, la producción de panela, azúcar y mieles fue artesanal y así permaneció. Si para 1930 había tres ingenios en el Valle del Cauca: Manuelita, Providencia y Riopaila, y en 1959

nace Asocaña, tras el bloqueo a Cuba en los años 60 por parte de Estados Unidos, la industria azucarera se expande hasta completar 22 ingenios.

Hoy, con 13 ingenios y cinco destiladoras, cuando los cultivos abarcan 225.560 hectáreas en 47 municipios, desde el norte del departamento del Cauca hasta Risaralda, la estructura institucional del sector azucarero colombiano está conformada por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), la Comercializadora Internacional de Azúcares y Mieles S.A. (CIAMSA), y la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar.

Con una producción de más de 14 toneladas de azúcar por hectárea al año, se procesan cerca de 22 millones de toneladas de caña para producir un poco más de 2,2 millones de toneladas de azúcar anuales, de las cuales 1,6 millones de toneladas se destinan para el consumo nacional (la mitad de ellas en los hogares y la otra para la industria de alimentos), y 0,6 millones para exportar a Estados Unidos y América Latina. En la cadena de valor, se generan 265 mil empleos, de los cuales cerca de 9 mil 500 son directos. Al respecto, mientras del café viven cerca de 500 mil familias en Colombia, de la caña panelera lo hacen 300 mil más.

Al lado del café, la caña panelera, es uno de los cultivos que mayor económica y social más significativas del país, por ser un alimento y no un simple edulcorante, por la mano de obra que ocupa en el medio rural y por el alto consumo percápita. Esta actividad en la que Antioquia es el departamento más representativo en cuanto a la producción de caña panelera y de panela en Colombia, se caracteriza por emplazarse en zonas marginales con bajos rendimientos, perdidas en el beneficio y un sistema de comercialización que debe soportar la amenaza de panela importada del Ecuador y Brasil, de los derretidores clandestinos de azúcar, y de un de un ingenio panelero que ha industrializado la producción a gran escala en el departamento del Cauca.

Aunque el monocultivo con caña de azúcar y uso de la quema para cosechar la panela es una práctica común que ocasiona la degradación ambiental, los impactos ambientales más graves de la agricultura son invisibles a los ojos de la población y los consumidores; entre ellos se encuentran los efectos en el suelo, ríos y aguas subterráneas debido al uso de plaguicidas, la compactación del suelo por el uso intensivo de maquinaria agrícola, la erosión del suelo, las emisiones de quema de caña antes de la cosecha, y el empobrecimiento de la diversidad biológica por el monocultivo.

Hidroeléctricas



Imagen 08 A: Hidroituango (Antioquia) y Salvajina (Cauca). In: Valoraanalitik y Calibuenasnoticias.

Sabemos que la hidroelectricidad con una participación del 70% en el arco energético nacional, contribuye con el 2,2% del PIB. Pero las hidroeléctricas consideradas como sinónimo de desarrollo, han dejado lecciones: como premisa: cuando se construyen presas, bien es sabido que, al alterar la

dinámica de los sistemas cenagosos y caños, estableciendo los pulsos y patrones de desbordamiento, inundación, desbordamiento y fertilización natural, en función del mercado energético, se afectan de forma negativa y severa las actividades agropecuarias y pesqueras, al igual que los procesos ecológicos. Súmese a estos, los efectos negativos sobre la cobertura vegetal de estas grandes obras en su área de inundación y vías, y la eutrofización del agua represada. Creada la CHEC en 1944, construirá entre 1951 y 1969, la Ínsula (32 Mw), la Esmeralda (30 Mw) y San Francisco (135 Mw), soportadas en pequeños embalses, para generar energía en un escenario de cafetales con sombrío que no debía ser deforestado.

Entre 1961 y 1969, se construye Calima de 120 mil Kw con un embalse de 19 km2 de doble propósito; energía y turismo. Vendrá Salvajina inaugurada en 1985 en el noroccidente caucano, una hidroeléctrica de 270 mil Kw con funciones reguladoras y de riego, concebida para salvaguardar de las inundaciones cultivos de caña y zonas urbanas aguas abajo, a costa del desplazamiento de pobladores.

En 1955 se había creado EPM, hoy la empresa con más activos en el país después de Ecopetrol, dueña del Embalse Peñol-Guatapé, y de otros desarrollos hidroeléctricos (Guadalupe III y IV, Riogrande I y II, y Playas), que le representan 2,2 millones de Kw a Antioquia.



Imagen 8B. Hidroituango. Descarga. Fuente, Alcaldía de Mredellín.-

También EPM está en el proyecto Pescadero Ituango- Hidroituango-, un megaproyecto de 2,4 millones de Kw ubicado entre el municipio de Ituango y el corregimiento de Puerto Valdivia, que a un costo de US $ 4 mil millones, se desarrolló para cubrir el 16% de las necesidades de electricidad de Colombia, a cambio de la suerte de Ituango, y el drama en Puerto Valdivia, Cáceres, Tarazá y Caucasia por el riesgo e impacto de un embalse de 75 Km de largo, tras una presa de 220 metros de altura que alberga 20 millones de metros cúbicos de agua. De lo anterior se infiere que los grandes proyectos hidroeléctricos de Colombia, caso Hidroituango y el Quimbo, están dejando pasivos, con costos económicos, sociales y ambientales, relacionados con el escenario de riesgo de colapso de la presa o las pérdidas económicas, y los severos impactos para la biodiversidad y para los servicios ambientales y la economía de las comunidades de pescadores que cosechan el río.

Ahora, tras la crisis de Hidroituango, en virtud de la grave problemática presentada en abril 28 de 2018, además de lo anterior como factura del costo de un crecimiento sin desarrollo, al lado de las grandes lecciones ambientales derivadas de semejante imprevisión, quedan otras en materia de competitividad y sostenibilidad relacionadas con el desarrollo minero-energético del país, como lo son, además de la necesidad de articular políticas sectoriales para prevenir enclaves económicos, la importancia de construir confianza con los diferentes actores y de ofrecer seguridad jurídica para la estimular inversión.

En la construcción de Hidroituango se decidió el taponamiento definitivo de los túneles de desviación, y la construcción de la galería auxiliar sin capacidad para conducir agua a altas presiones, en un escenario de alta incertidumbre tecnológica que podía dar sorpresas, razón por la cual se generó la emergencia del 28 de abril de 2018 y posterior contingencia.

Al respecto, la ingeniería sabe que mientras la incertidumbre en la estabilidad de una estructura de concreto varía entre el 4 y 6 por ciento, gracias al conocimiento previo que tiene el calculista de la geometría, resistencia y comportamiento predecible de los elementos estructurales; contrariamente, en las obras subterráneas, como lo son túneles y cimentaciones que soportan grandes cargas, la incertidumbre ocasionada por las variaciones erráticas y aleatorias de los macizos rocosos, llega al 30 por ciento, e incluso a valores del 50 por ciento en el complejo medio tropical andino.

Café

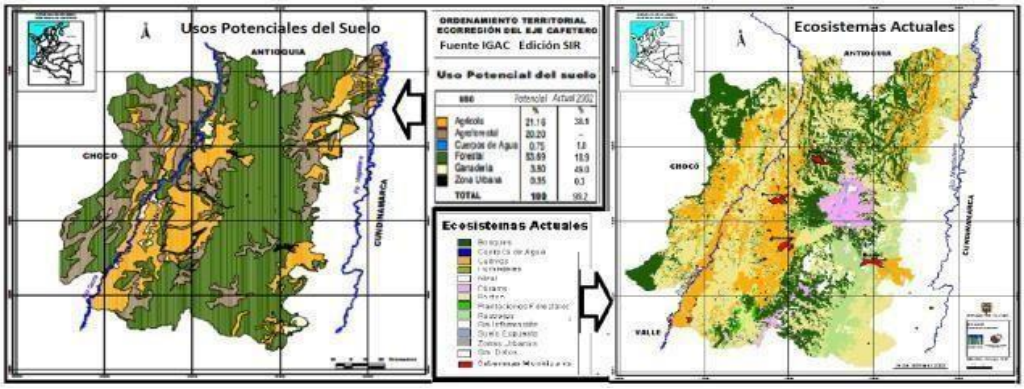


Imagen 09: Usos potenciales y actuales del suelo, en la Ecorregión Cafetera de Colombia. In: SIR-Alma Mater.

Aunque los primeros cultivos comerciales de café crecieron en la zona oriental del país a partir de 1835, la consolidación del café como producto de exportación en Colombia sólo se dio a partir de la segunda mitad del siglo XIX. Entre los años setenta del siglo XIX y comienzos del siglo XX, la producción concentrada en Santander y Cundinamarca, pasó de 60 mil a 600 mil sacos de 60 kilos. Luego con la crisis de las grandes haciendas y la Guerra de los Mil Días, los pequeños productores que desde 1875 habían comenzado a cultivar el café en algunas zonas de Santander, Antioquia y el Viejo Caldas, bajo un modelo basado en la economía campesina, consolidan el modelo exportador cafetero durante las primeras décadas del siglo XX, y crean la Federación Nacional de Cafeteros en 1927 para irrigar los beneficios de la caficultura por poblados y veredas.

El Paisaje Cultural Cafetero de Colombia, conformado por 47 municipios en su área principal y 4 más de su área de influencia, comprende 340.000 hectáreas de la zona rural en 858 veredas cafeteras donde habitan cerca de 500.000 personas, y 3.500 hectáreas de zonas urbanas de los municipios de Aguadas, Belalcázar, Chinchiná, Neira, Pácora, Palestina, Risaralda, Salamina y San José en Caldas;

Montenegro, Salento y Filandia en Quindío; Apía, Belén de Umbría, Marsella y Santuario en Risaralda; así como El Cairo en el Valle del Cauca. La declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero como patrimonio de la humanidad, por La UNESCO (2011); representa una oportunidad para hacer de dicho instrumento un factor de desarrollo rural integral, mediante la implementación del "bioturismo"- concepto que incorpora cultura y medio ecosistémico -, apalancado con un programa de vías lentas que cruce poblados lentos.

Pero la Ecorregión Cafetera, es un paisaje deforestado: según el SIR y Alma Mater (2002), de un uso potencial del suelo del 54 % para fines forestales, la cobertura de bosques sólo llegaba al 19%; y de un potencial para potreros de sólo el 4%, la cobertura era del 49%; además en los usos agrícolas y agroforestales, de un potencial del 21% y 20% en su orden, la cobertura agrícola era del 30% y la agroforestería no se implementaba.

Lo anterior supone no solo recuperar la economía campesina con los símbolos y valores de su cultura, sino también una reconversión del modelo agrario cafetero hoy soportados en una agroindustria que, en lugar de aportarle valor agregado al café, con los monocultivos y el uso de productos químicos, ha destruido la biodiversidad y convertido la caficultura en una economía de enclave. Con el Paisaje Cultural Cafetero, la suerte de los pequeños poblados cafetaleros dependerá del papel del transporte rural como catalizador de la reducción de la pobreza, del bahareque como arquitectura vernácula, de la salud del suelo y del agua, del sombrío para la biodiversidad, de las sanas costumbres, y de un cúmulo de elementos tangibles e intangibles de nuestro patrimonio cultural y natural. Pero el bioturismo que se soporta en lo autóctono y en la biodiversidad, exige una revolución educativa, para hacer viables la reconversión productiva, el desarrollo de la identidad cultural, el fortalecimiento del tejido social y la solución de la brecha de productividad entre ciudad y campo, y eficaz el apoyo institucional.

Colombia, con 9.153 especies endémicas y 56.343 registradas en 2016, aparece entre los doce países biodiversos del mundo y el primero en aves y orquídeas: por esta razón el aviturismo se constituye en una opción económica, ya que con el 20% de las aves existentes en el planeta, equivalentes a 1.912 especies, de las cuales 79 son endémicas, el país tiene la mayor diversidad de aves del mundo. Ahora, para comprender la importancia del bioturismo como opción de desarrollo, basta señalar que, mientras el cultivo del café le aporta al PIB nacional el 8%, a nivel mundial y también en Costa Rica, el turismo participa con el 10% del PIB y de la generación de empleo.

Contaminación

Contaminación



Imagen 10. Huella hídrica de la agricultura en Colombia: el Café con el 22% y la Caña de azúcar con el 11%, representan la tercera parte de la huella total del sector agrícola del país. WWF 2012.

Colombia con el 5% del patrimonio hídrico mundial y un rendimiento hídrico que supera seis veces el promedio mundial y tres veces el de Latinoamérica, solamente trata de manera adecuada el 11% de los vertimientos; además, pese a su abundancia, según el IDEAM, de 1.122 municipios, 521 consumen

agua sin tratamiento, en el 70% de ellos con riesgo para la salud y en el 21% sanitariamente inviable; y en materia de cobertura, según el DANE aún se requiere extender el servicio de acueducto que no llega a 3,6 millones de personas y el de alcantarillado para cubrir a 5,6 millones más.

En el país, las aguas subterráneas que representa entre el 70 y 75%, por su enorme valor estratégico para la Región Andina donde se concentran el 65% de la población y 70% del PIB, y solamente se posee el 12 a 13 % del patrimonio hídrico, erróneamente considerado recurso -y como tal objeto de explotación- deberían ser declaradas un bien común de interés general, máxime cuando el riesgo de desabastecimiento por la amenaza del cambio climático obliga a tener previsiones necesarias.

Para empezar, Medellín, Popayán y las capitales del Eje Cafetero, entre otras ciudades importantes, hacen sus vertimientos no tratados. Igualmente, Cali, que durante 40 años le aportó los lixiviados del Basurero de Navarro al río, solo trata el 60% de las aguas servidas.

Dicha problemática ambiental, no solo se asocia a las actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras y madereras, sino también a la minería del oro y la generación eléctrica a gran escala, a pesar de que existen reglamentaciones y controles para la extracción y uso de mercurio, así como para prevenir los procesos erosivos y de degradación de suelos.

Además de los pasivos ambientales de proyectos como Hidroituango rompiendo la conectividad biológica a gran escala, en detrimento de los derechos bioculturales del vasto territorio, e inundando una gran porción del cañón del Cauca, debe contemplarse el riesgo para los ribereños y pescadores relacionado con el vertimiento de 50 toneladas de mercurio provenientes de la minería aurífera, y los vertimientos industriales (sector alimentos principalmente), agrícolas (plátano, aguacate…) y pecuarios (ganadería, porcicultura…), e incluso el envenenamiento de animales y especialmente de peces, con sus consecuencias en la cadena trófica.

La destrucción de bosques de galería y selvas tropicales, no solo para el aumento de la ganadería en valles y sabanas, sino también para la expansión de la frontera agrícola, los monocultivos y el uso de productos químicos en las actividades agrícolas y pecuarias, ha traído como consecuencia la deforestación, la fragmentación de los ecosistemas, el descontrol hídrico y pluviométrico, la eutrofización de suelos por compuestos con elevadas concentraciones de nitrógeno y fósforo, y la contaminación de aguas por el uso intensivo de fertilizantes fosfatados y a base de calcio, que han generado altas concentraciones de metales pesados (Cu, Ni, Cr y Zn) en los sedimentos, entre otros impactos devastadores para la biodiversidad y para los servicios ambientales del territorio.

El acuífero de la zona plana del valle del Río Cauca, emplazado en una de las grandes cuencas intramontanas de Colombia, con una extensión de 3337 km2, suministra el 80% del agua subterránea que se extrae del país, abasteciendo cerca de un millón de habitantes, 122 mil has de cultivos y más de 122 industrias.

Habrá que preguntarse sobre el impacto de los lixiviados del relleno sanitario de Manizales, así se estén monitoreando a 300 m de profundidad, por estar ubicado a 2000 msnm sobre el acuífero de Santágueda cuya altitud es 1000 msnm.

Pero en la cuenca del Río Cauca los municipios más afectados por la mala calidad del agua superficial, son los que están en los tramos cercanos a Popayán por el impacto del relleno sanitario de la ciudad, a Cali por los vertimientos industriales y domésticos de la ciudad, y a Juanchito, a Candelaria, Obando, La Virginia (Risaralda) y Santafé de Antioquia (Antioquia), porque reciben aportes de sólidos y de materia orgánica de la zona agroindustrial.

El Plan de Manejo de la Gran Cuenca

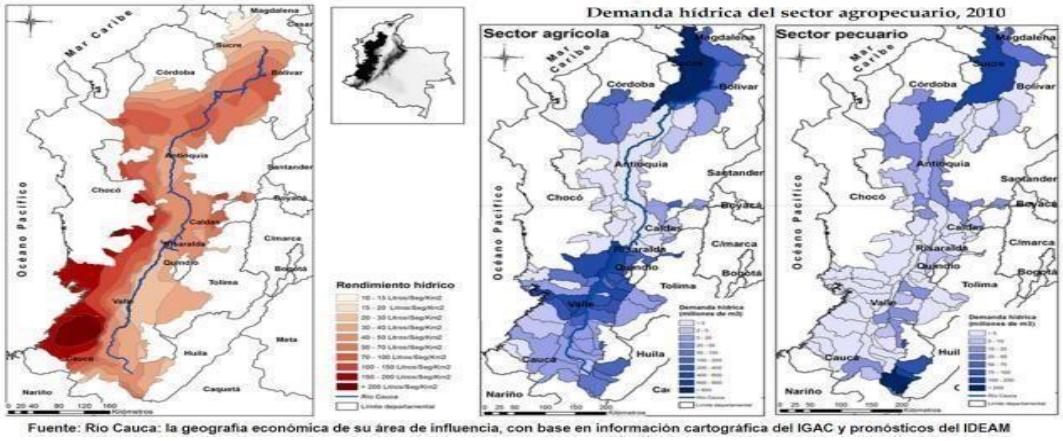


Imagen 11: Río Cauca. Rendimiento hídrico y Demanda hídrica agropecuaria. Fuente: Río Cauca: la geografía económica de su área de influencia.

Ahora, el impacto de las aguas residuales y desechos ciudadanos, vertidos a las fuentes hídricas de la gran cuenca del Cauca-Magdalena, caso Río Bogotá donde se reportaron altas concentraciones de hierro (Fe), plomo (Pb) y cromo (Cr), explica que entre las corrientes más contaminadas de Colombia, además de los ríos Bogotá y Suárez que descargan en el Magdalena, también estén los ríos Quindío afluente de La Vieja, Otún-Consota, Medellín como afluente del Porce-Nechí, y Chinchiná-Guacaica, todos ellos que descargan en el Cauca, con lo cual el río también entra a la lista.

Los ríos más contaminados en la cuenca del Río Cauca, por presencia de mercurio como protagonista por su elevada toxicidad y riesgo de bioacumularse y magnificarse en la cadena trófica, son: en Cauca por los vertimientos de Popayán, Morales, Suárez y Santander de Quilichao, el Río Cauca; en el Valle del Cauca por vertimientos de Cali, Candelaria y Guacarí, se afecta el Río Cauca, y por vertimientos de El Cerrito se afecta el Río Cerrito; en Risaralda por vertimientos de Marsella, se afecta el Río Otún; en Caldas la Centro Sur afecta el Río Chinchiná, Neira el Río Tapias, Supía el Río Supía, Marmato la Quebrada Marmato, y Aguadas el Río Cauca; en Antioquia, La Pintada, Sabanalarga, Toledo y Briceño afectan al Río Cauca, Venecia al Río San Juan, Amagá al Río Amagá y Santafé de Antioquia al Río Tonusco; también en Antioquia, Valdivia al Río Tarazá, y Caucasia y Tarazá afectan al Río Cauca. De lo anterior se desprende el riesgo para los municipios de la Depresión Momposina, donde los pobladores reciben, además de las aguas servidas del 65% de los colombianos, el mercurio proveniente de 1200 minas de aluvión que utilizan el mortal metal.

Los Planes Estratégicos de las Macrocuencas, reglamentados en el Título II del Decreto 1640 de 2012, de conformidad con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico expedida en 2010, deben contemplar los siguientes instrumentos de planificación: el plan de gestión ambiental regional (PGAR), el plan de acción (antes plan de acción trienal PAT), los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), los planes de ordenamiento del recurso hídrico (PORH), y el plan de ordenación forestal (POF), así como los planes de manejo (PM) de los ecosistemas más importantes; además, deben asesorar y concertar los planes de ordenamiento territorial (POT) y de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV). Para la recuperación de la cuenca del Magdalena, la Constitución Política en su Artículo 331, crea la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena,

CORMAGDALENA, a la cual le encomienda: 1- la Recuperación de la navegación y actividad portuaria; 2- la Adecuación y conservación de tierras; 3- la Generación y distribución de energía; y 4- el Aprovechamiento y preservación de los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables. También, la Ley 161 de 1994 reglamenta la Corporación y le define funciones, patrimonio y otras obligaciones.

En dicho contexto, los INSTRUMENTOS para el ordenamiento hidrológico de la cuenca Magdalena–Cauca, son 1- el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la cuenca del Río Grande de la Magdalena; 2-el Plan de Manejo de la Cuenca Magdalena-Cauca; 3- el Plan Maestro de Aprovechamiento Río Magdalena; y 4- el Plan Maestro de Energía, Fuentes alternativas, y Redes de suministro. En el marco del cambio climático la relevancia de este ítem se debe a que los indicadores medioambientales muestran una vulnerabilidad significativa con alto nivel de riesgo, para las poblaciones vecinas al río. Ahora, para el Río Cauca específicamente, en 2017 se creó en Cali la Comisión para la Recuperación del Río Cauca, conformada por actores sociales de la cuenca alta, vinculados al sector público, la academia y el sector privado, para emprender con el trabajo conjunto una tarea que tomará 30 años, consistente en mejorar la seguridad hídrica en cantidad y calidad, y garantizar el acceso equitativo y el uso adecuado del recurso hídrico. Aunque se pretende considerar el río en toda su extensión, la prioridad de la Comisión, es su parte alta y media por tratarse de una problemática nacional y de un enorme desafío que demanda inversiones importantes que no dan espera.

Este Plan de Manejo a nivel del Cauca-Magdalena, en el eje de reforestación contempla: a) el cubrimiento del bosque reportado para la década de los años 70´s, que en toda la cuenca Cauca - Magdalena suma más de 7 millones de ha, de las cuales tan solo un 10% es factible de ser intervenido por ser el área con vocación forestal; y b) la Restauración de Rondas interviniendo una franja de 30 m paralela y adyacente al cauce del río, cuantía equivalente a 6 hectáreas por kilómetro de río.

En el Eje de Contaminación: mientras El CONPES 3383, Plan de Desarrollo del sector de Acueducto y Alcantarillado de 2005, plantea una meta de cobertura en alcantarillado urbano del 100% para el año 2019; también como meta el tratamiento plantea intervenir el 50% de aguas residuales domésticas. Igualmente, el Decreto 1594 de 1984, al reglamentar el tipo de vertimientos directos sobre el sistema de alcantarillado, y exigir una reducción de al menos el 80% de la carga del efluente, señala como objetivo de calidad la reducción del 80% de las cargas de Demanda Química de Oxígeno DQO.

Ahora, en lo específico, el objetivo que señala la Comisión para la Recuperación del Río Cauca es la cuenca alta, como una prioridad local, regional y nacional, centrada en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca para beneficiar una población de 6 millones de personas, a través de la materialización de iniciativas y de la articulación de actores estratégicos, en torno a una agenda de trabajo cuyas problemáticas están definidas.

Cambio Climático

Al 2040, Los impactos combinados de cambio climático y permutación en la cobertura vegetal de la Macrocuenca Magdalena-Cauca, son las mayores tasas de evapotranspiración a nivel local y regional. El cambio en la cobertura vegetal puede incluso invertir la tendencia que se presenta solo bajo cambio climático, en algunos puntos entre la Cordillera Central y la zona de la Mojana; de ahí la necesidad de insistir en la recuperación de la cobertura vegetal, para mitigar efectos del cambio climático.

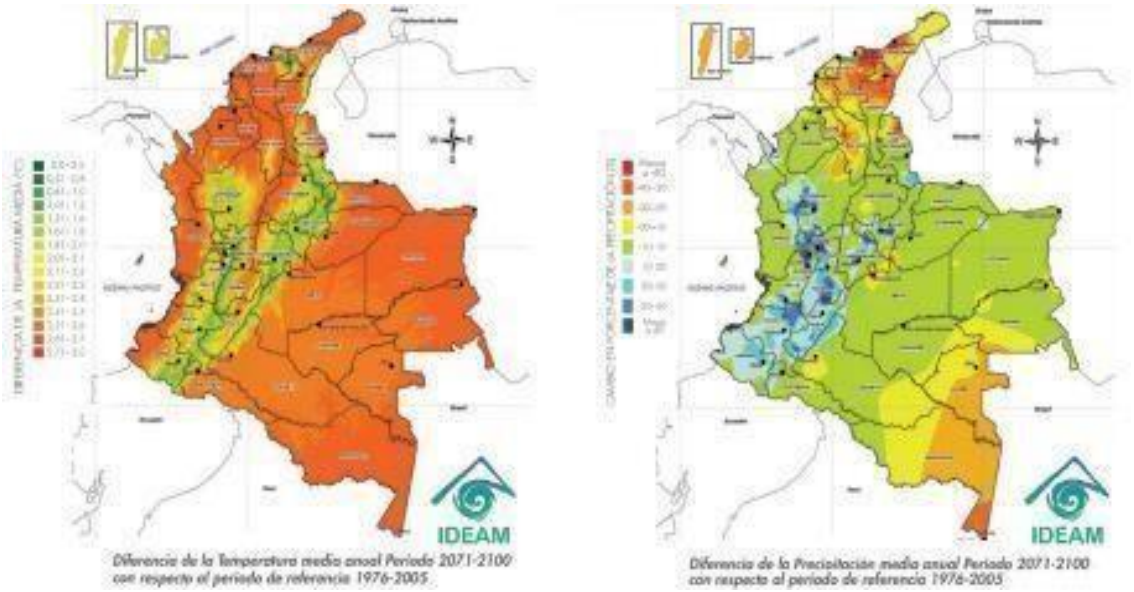


Imagen 12: escenarios de cambio climático para fin de siglo, en Colombia. Ideam 2015.

En la zona norte de la Macrocuenca, al 2040 se prevé disminución de la evapotranspiración, pese a aumentos en la temperatura asociados al cambio climático, lo que se traduciría en sequías más fuertes y menor disponibilidad de agua. En cuanto a la zona sur, más montañosa, se estima que al 2040 la humedad de la primera capa del suelo tiende a aumentar, así como la evapotranspiración y por lo tanto la precipitación y los caudales, lo que se traducirá en suelos más saturados, incremento de la erosión, mayores probabilidades de inundaciones y de fenómenos de remociones en masa.

Ahora, en un escenario temporal de mayor extensión, como el 2070-2100, mientras la demanda hídrica continúa expandiéndose, la oferta continuará afectándose por factores como la deforestación, la degradación de los ecosistemas y la contaminación antrópica. Según el IDEAM, si de las cuencas hidrogeológicas del país, la más utilizada es la Macrocuenca, tanto en el valle del Cauca, como en las cuencas alta y media del Magdalena, habrá que preguntarse qué ocurrirá en toda la Región Andina de Colombia que, aunque concentra 32,5 millones de habitantes equivalentes al 65% de la población del país, sólo posee el 12% de su patrimonio hídrico subterráneo y el 13% de las escorrentías; mientras la región caribe con sólo el 20% de la población, posee tres veces más agua.

En la región andina de Colombia para finales de siglo, y en particular en la cuenca del Río Cauca, se prevé que en general la temperatura se incremente más en las partes bajas, y por lo tanto en los valles interandinos y en el bajo Cauca, y menos en las tierras altas cordilleranas; mientras que, con la precipitación para finales de siglo, ocurrirá todo lo contrario, salvo en la parte central del Valle del Cauca.

Y al tiempo que, para el 2070- 2100 la temperatura se incrementará desde 1° en el Valle del Cauca y cañón del Río, hasta 2° en la cuenca baja del Cauca, las lluvias serán desde un 20 hasta un 40 % más intensas en el centro de Antioquia, Eje Cafetero, Norte y Sur del Valle y Norte del Cauca. Según el IDEAM, entre los 391 municipios susceptibles a desabastecimiento en el territorio Nacional priorizados, distribuidos en 24 departamentos, con una afectación en al menos el 50% de sus municipios, están Quindío y el Valle del Cauca. Para el caso caldense, preocupa el cañón del Cauca al norte de Irra.

Estrategias de desarrollo



Imagen 13: Sistema intermodal de transporte para la Región Andina de Colombia, soportado en trenes e hidrovías conformando corredores logísticos. Fuente: http://bdigital.unal.edu.co/1879/

En su recorrido por los departamentos del Cauca, Valle, Risaralda, Caldas, Antioquia, Sucre y Bolívar, tal cual lo hemos señalado, se localizan actividades productivas de importancia regional y nacional, como la industria azucarera, los cultivos de café y otras actividades agropecuarias, mineras e hidroeléctricas.

Si se excluyen las ciudades capitales de departamento, la producción de los municipios vecinos de primer y segundo orden del Río Cauca, le aportan el 20% al PIB nacional, situación que se debe contrastar con el 34,4% de aporte de dichos departamentos y el 31,6% de aporte de Bogotá y Cundinamarca. Al respecto, se debe recalcar que, en la Ecorregión Cafetera, el PIB que se concentra en las capitales cafeteras, no sólo podría redistribuirse sino crecer, de optarse por una revolución urbana soportada en una integración territorial, concebida en el marco de la Ley 388 de 1997 de Ordenamiento Territorial y en la LOOT de 2011, que aproveche la relación favorable y positiva entre movilidad-conectividad y economía.

Tal cual lo estamos advirtiendo en Colombia, con el calentamiento global habrá que tomar previsiones soportadas en medidas estructurales: además de los eventos extremos según las previsiones ocurrirían alteraciones climáticas preocupantes, ya que para finales del siglo XXI por cada grado centígrado se producirá un cambio altitudinal de 170 m en las zonas de vida de la ecorregión cafetera, fenómeno que además de incidir en la aptitud de los suelos, demandará una planificación que contemple la gestión del riesgo, el análisis de los cambios en el uso del suelo, y la valoración de los impactos sobre la biodiversidad dada la fragmentación de los ecosistemas, y la disponibilidad hídrica, entre otros.

Entre las opciones de desarrollo regional, dos prioridades: primero, un nuevo modelo educativo que desarrolle el talento humano, pensado no para la sociedad industrial de ayer sino para la sociedad del conocimiento, buscando acceder a la cuarta revolución industrial (Robótica e Inteligencia artificial), donde las principales opciones estarán en la biotecnología, las TIC y la economía naranja; segundo, la construcción de un paisaje resiliente e incluyente, soportado en el territorio visto como sujeto de derechos bioculturales, y por lo tanto como una construcción social e histórica; y tercero, una revolución urbana prospectiva en el marco de la teoría urbana moderna, consolidando para el efecto, además de

las Áreas Metropolitanas y de las Regiones Administrativas de Planificación RAP, una gran ciudad región sobre el eje Cali-Medellín, lo que supone empezar por la Ciudad Región del Eje Cafetero.

Y tratándose del Río Cauca, y por lo tanto del patrimonio hídrico, sabiendo que en Colombia el agua contribuye con el 10% del PIB, la pregunta es: ¿qué hacer si los costos ambientales asociados al agua suman 3,5% y los costos ocultos el 1%?

Para responder esta pregunta, partamos de las fortalezas de la cuenca, ya señaladas, como lo son el fértil valle del río Cauca, las feraces tierras cafeteras y el potencial de generación hidroeléctrica, aprovechable para la producción de commodities. Entonces según información del Banco Mundial, si en la demanda hídrica de Colombia, el sector agrícola participa con cerca del 54%, el uso doméstico con el 27% y la industria con el 19%, mientras que para el promedio latinoamericano estas participaciones son 72%, 17% y 11%, respectivamente, entonces la propuesta ítem por ítem, sería:

1- Si para 2050 la agricultura a nivel global tendrá que producir entre un 60% y 100% más de alimentos, se requerirá elevar la productividad con una gestión agrícola óptima, además de reducir la huella hídrica gris en cultivos como Café y Caña de azúcar, y planificar ambientalmente cultivos hidrófogos como la palma africana y el aguacate, se deberá avanzar en la gestión del agua subterránea como bien público de interés general;

2- En el sector doméstico, el desafío es no sólo mejorar las coberturas de acceso y la calidad del agua, sino también el tratamiento de vertimientos y reducir la contaminación para salvar el Cauca; y

3- Respecto a la industria, entre los requisitos de sostenibilidad hídrica frente a la producción en masa, para extender los beneficios del progreso habrá que reducir los costos ambientales y ocultos, que gravitan en el PIB del agua.

Ahora, pero siendo el territorio de la cueca parte sustantiva de la región Andina, y compartiendo con ella su condición mediterránea, adicionalmente, esta propuesta para convertir la posición geoestratégica del Eje Cafetero en una ventaja competitiva: se puede estructurar un sistema intermodal de transporte que conecte los centros de gravedad de carga de la región Andina (la Virginia y el Altiplano), a los mares.

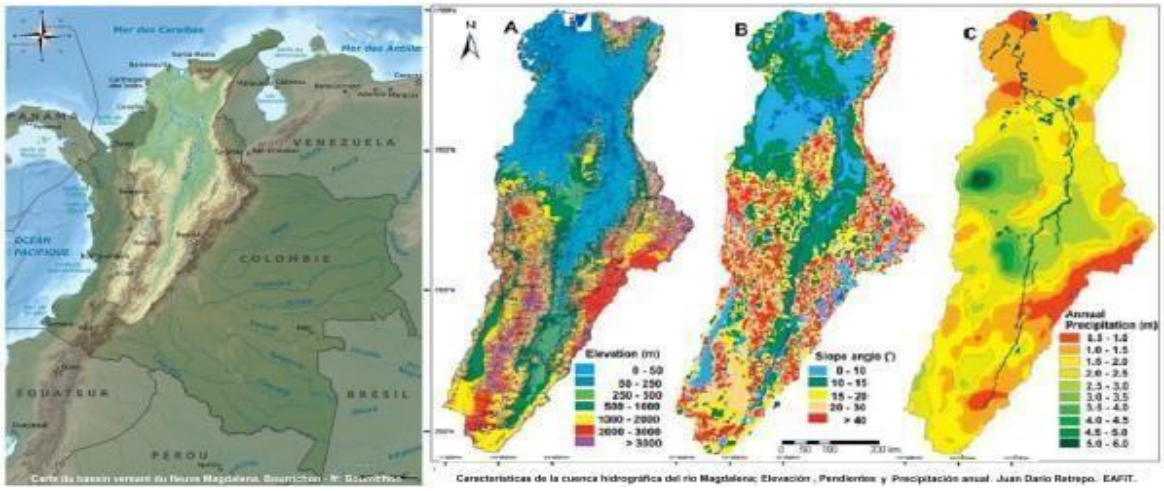
Si en las dos cuencas del Cauca-Magdalena se genera el 70% del PIB y de la carga, en lugar de poner a compartir a lo largo del Magdalena, ferrocarril carretera y río, la propuesta sería salvar las cordilleras mediante un sistema ferroviario provisto de túneles y viaductos, y llevar el tren a lo largo del Cauca para conectar el Altiplano con Urabá y Buenaventura, y de paso a la hidrovía del Magdalena.

Para valorar la eficiencia modal entre el sistema Carretero, Férreo y Fluvial, partiendo del presupuesto de que la capacidad de carga por viaje es de 5000 ton en un convoy, de 2500 ton en tren y de 30 ton en tractomula, dado que por cada HP de potencia en cada medio se mueven 1000 kg por agua, 500 kg por ferrocarril y 150 kg por carretera, entonces respecto a la tractomula la hidrovía resulta 6 veces más económica y el tren de 3 a 4 veces.

De ahí la importancia de obtener economías modales ya que, de contar con carga suficiente para trenes e hidrovías, estas economías se multiplican entre tres y cinco veces en el volumen exportado, tal cual lo señala el BID en el estudio "Destrabando las arterias" (BID 2010), al tratar el impacto asociado a la gestión eficiente del sistema de transporte.

A MODO DE EPÍLOGO:

1- EXTENDIENDO LA HIDROVÍA



Imágenes: Izq. Cuenca Magdalena-Cauca. Burrichon Fr.- Wikipedia. Der. Cuenca del Magdalena-Cauca: elevaciones, pendientes y precipitación. J.D. Restrepo. Eafit.

El miércoles 3 de febrero de 2021, Cormagdalena presentó el plan de dragado que llegaría a la desembocadura del Guarinó, para la navegabilidad entre Barrancabermeja y Puerto Salgar-La Dorada, considerando un canal navegable de 7 pies de profundidad y taludes inclinados, por 52 metros de ancho, para operar convoyes de un remolcador con doble par de planchones semi-cargados. El estudio además de relacionar unos ocho puntos críticos de la hidrovía, reconoce: que la cuenca media, aunque es la de menor tasa de erosión, presenta alta movilización de sedimentos; y que, pese al régimen climático bimodal, presenta variaciones importantes en el caudal y nivel del río influenciadas por El Niño y La Niña.

Reconocimiento especial a nuestro gobernador de Caldas Luis Carlos Velásquez y al director de Cormagdalena Pedro Pablo Jurado, al lograr este aporte del Gobierno Nacional para una inversión que superará ampliamente los 15 mil millones de pesos, pero igualmente a Roy Estrada y Erwin Arias entre otros, que han estado impulsando el proyecto y colaborando desde su rol como actores sociales comprometidos con la causa, conscientes no solo del perjuicio para Caldas de quedar la navegación suspendida en Barranca dejando por fuera a La Dorada, sino también de la importancia del proyecto: si el Magdalena es Colombia, los beneficios del Río Grande deben extenderse hasta el Tolima Grande.

Como referente, la gran cuenca Cauca-Magdalena, que cubre el 24% del territorio continental del país, y está habitada por cerca del 80% de la población, expresa en sus ríos mayores con la pérdida de ecosistemas, una grave problemática socio-ambiental, cuya causa primera es la sedimentación por la deforestación. Quedará entonces una doble tarea: la de implementar la navegación donde la clave está en generar confianza y fortalecer el desarrollo empresarial, acometiendo de inmediato el dragado por obra pública desde Guarinó, para no incorporar sobrecostos ni peajes, e intervenir el río de forma adecuada sin exceder la profundidad de dragado más allá del paleolecho buscando no desestabilizar el cauce, y vertiendo los sedimentos y material dragado fuera de él.

La Ley 161 de 1994 constituyó Cormagdalena fijándose como misión, garantizar la plena utilización del río Magdalena; además de la navegación, la actividad portuaria, conservación del suelo, generación hidroenergética, y emitir lineamientos para la administración hidrológica, el manejo integrado del río, y el uso sostenible y preservación del medio ambiente. Sólo que las estrategias en lo corrido del siglo,

para cumplir el cometido, abordando el complejo marco institucional y logrando la participación y coordinación del sistema ambiental de la cuenca, han palidecido por múltiples factores, entre los cuales sobresale la falta de un instrumento para orientar la gestión mirando el río como un territorio sujeto de derechos bioculturales.

Aún más, si el Artículo 331 de la Constitución Política del 1991 crea Cormagdalena, buscando para el río su recuperación integral y no solo el canal navegable, al ver que con lodos dragados se han desconectado caños que alimentan sistemas y complejos de ciénagas que son parte integral del ecosistema, surge una enorme inquietud: ¿cómo justificar que en 30 años de su gestión la pesca se haya reducido al diez por ciento? Según las investigaciones pese a la alta riqueza íctica de la cuenca en las últimas tres a cuatro décadas, esta ha pasado en el río de 80 mil toneladas anuales a cerca de 7 mil, y en el Canal del Dique, de 30 mil a 3 mil.

Finalmente, queda en el orden del día para Cormagdalena, el tema del Canal del Dique, bifurcación artificial de 115 km construida en el siglo XVI para conectar Cartagena con Calamar, en el que las obras contemplan ahora esclusas aunque pequeñas y compuertas para control de caudales que reduzcan los sedimentos que han blanqueado el 80% de nuestros corales del Caribe: primero, porque desde 1571 hasta 1878, el canal pasó de 290 curvas a tan solo 93, y entre 1980 y 1984 de 93 a 50 curvas, incrementando el caudal medio de 350 a 540 m3/s, con grave impacto ambiental. Sobre la megaobra ad portas de ser realidad para llevar desarrollo social y económico a 20 municipios, está cuestionada por las navieras del río, que desean esclusas de longitud suficiente para operar embarcaciones mayores, reduciendo costos logísticos.

{Ref.: La Patria. Manizales, 2021-02-8}

2- SOS POR PRESIÓN ANTRÓPICA EN EL RÍO GRANDE



A continuación algunas de las ideas surgidas en la Agenda Ambiental Caribe programada por la PGN en Barranquilla, el 11.12.2020, sobre la problemática del río Magdalena: La deforestación en la cuenca, y pérdida de complejos de humedales, sumada a la contaminación, son tres fenómenos que por su impacto sin medida sobre las poblaciones rivereñas y pérdida de ecosistemas ícticos en la cuenca del Río Grande y en el Caribe, obligan a preguntarnos: ¿qué proyectos de magnitud existen en Colombia que velen radicalmente por la protección del medio ambiente y la preservación de sus ecosistemas más estratégicos? Si Cormagdalena desde 1999, venía formulando el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca del Río Grande de la Magdalena -POMIM-, que contemplaba un elemento de ordenamiento hidrológico y otro de coordinación con las CAR y MASD para enfrentar las problemáticas señaladas, además de pensar en la navegación, deberá contemplar el tema de las relaciones entre el canal navegable, y los humedales y bosques secos fundamentales para las comunidades ancestrales y los ecosistemas, bajo la premisa de que estos tienen la primera prioridad.

La suerte de este río de la patria, pese a haber sido fundamental como ruta de acceso para la ocupación del territorio y medio para la consolidación de la nación durante el siglo XIX, está comprometida: en su cuenca, la pérdida acumulada de cobertura boscosa favoreciendo la erosión, y de complejos de humedales por sedimentación y expansión de hatos y cultivos, como causas que explican el desbordamiento del río reclamando el espacio perdido, además de los vertimientos de aguas no tratadas desde centros urbanos, y por 1200 minas de aluvión que usan mercurio, y de las actividades agroindustriales con su huella hídrica verde, explican por qué el río, hoy víctima del olvido, se encuentra degradado y contaminado.

La pérdida de la regulación hídrica en la cuenca sumada al impacto del cambio climático y a la sedimentación como causas que explican el desbordamiento del Magdalena, reclamando el espacio perdido, son fenómenos que, por su impacto sin medida sobre las poblaciones ribereñas y pérdida de ecosistemas ícticos en su cuenca y el Caribe, obligan a preguntarnos: ¿qué proyectos de magnitud existen en Colombia, que velen por la protección del medio ambiente y la preservación de sus ecosistemas más estratégicos?

La fauna y flora, al igual que poblados que ayer eran puertos y las propias comunidades de pescadores de la cuenca Magdalena–Cauca que han debido abandonar sus oficios, son las víctimas de los pasivos ambientales de las consecuencias de la acción depredadora, de un modelo de desarrollo en Colombia que, desde mediados del siglo XX viene afectando el ambiente en lo biomas de regiones diversas y distantes de este río, que pese a estar beneficiado por un clima bimodal, padece problemas de regulación hídrica y climática, de calidad del agua y de pervivencia de los ecosistemas.

Por lo anterior, el cambio climático y el uso conflictivo del suelo, además de plantear amenazas para la biodiversidad, a escalas generales y de detalle en un escenario complejo con ecosistemas fragmentados, exige priorizar una evaluación temprana de los escenarios en riesgo, con sus dinámicas espacio-temporales y de los factores específicos que inciden en la amenaza para los ecosistemas, como para los pobladores ribereños expuestos a sequías e inundaciones. Como evidencia en 2010, cuando los niveles del río en Calamar, pasaron de 3 a 9 metros y el caudal por el Canal del Dique se triplica, hubo una inundación de 35 mil hectáreas que dejó 120 mil damnificados.

Ahora que estamos advirtiendo una gestión relevante del Ministerio Público en casos ambientales emblemáticos como el Río Grande de La Magdalena, la Procuraduría debería requerirle a Cormagdalena la implementación del Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca del Río Grande de la Magdalena -POMIM- iniciado hace 20 años, donde se contemplaba un elemento de ordenamiento hidrológico y otro de coordinación con las CAR y MASD, como instituciones encargadas de la gestión medioambiental, para enfrentar la deforestación como causa de la sedimentación que agobia al río Magdalena.

Si la deforestación que no para, se traduce en la erosión que explica una carga de sedimentos de 150 millones de toneladas al año en el Magdalena, asociada a una tasa anual de 690 toneladas por kilómetro cuadrado, cuantía 4 veces superior a la tasa del Amazonas o del Orinoco según, lo que se expresa en grandes impactos socioambientales y económicos, no sólo para las comunidades y ecosistemas ribereños sino también por los daños causados en el sistema de ciénagas de la Depresión Momposina, y por la muerte de corales en los arrecifes de Islas del Rosario, consecuencia de 9 millones de toneladas de sedimentos que ingresan por el Canal del Dique.

La característica contrastante a lo largo de los tramos distales del Magdalena, son sus cuerpos de agua casi permanentes en llanuras aluviales, donde la sedimentación puede darse en la forma léntica difusa

en aguas estancadas, en deltas de llanuras aluviales y canales desarrollados por extensión de diques subacuáticos, desafortunadamente con los derrames en el río tras las intervenciones restringiendo su cauce, pueden crear nuevos estilos de sedimentación, con consecuencias ecológicas funestas, tal cual se advierte en los cambios morfológicos de la bahía de Cartagena y en los daños en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

* Ref: Manizales. Diciembre 14 de 2020. Imagen: Portada de la Ponencia para la Agenda Ambiental Caribe de la Procuraduría General de la Nación.

***

3- COLOMBIA ANFIBIA Y LOS ACUATORIOS DEL MAGDALENA

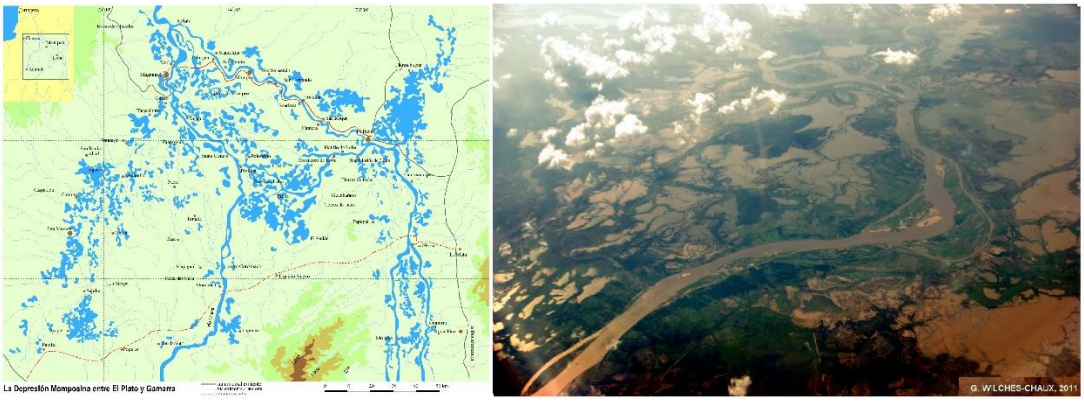


Imagen: Depresión Momposina: mapa en Neotrópicos, e imagen de Gustavo Wilches Chaux en 2011.

Haciéndole eco a la Cátedra Unesco de la U.N. de Colombia denominada “Un pacto por el río Grande de la Magdalena”, me referiré a los acuatorios o espacios transformados cuya estructura de soporte es un humedal, donde prima el régimen hidrológico superficial o subterráneo siempre regulado por factores climáticos; y esto, porque el río más emblemático del país requiere acciones que impulsen transformaciones ecológicas sustentables, donde se adecúen las intervenciones humanas no reguladas que muestran interrelaciones inconvenientes para los seres vivos del hábitat y pescadores que lo cosechan como cuerpo de agua.

Aunque en volumen y excluyendo los ecosistemas costeros, la proporción de aguas superficiales y subterráneas en Colombia es de 7 a 3 aproximadamente, si bien la menor proporción le corresponde a lagos y ríos, también aparecen en ellas además de las escorrentías, entre otras formaciones: ciénagas, esteros, pantanos, turberas, meandros, estuarios y marismas, según estemos ocupándonos de zonas de ribera cuando se trate de ríos, o lacustres cuando se asocien a lagos y reservorios, y palustres si están sin corriente de agua.

Las complejas relaciones simbióticas en los territorios del agua, entendidos como construcciones sociales e históricas tal cual lo es el Río Grande, mismas que se sumergen en los fragmentos dispersos de sus circunstancias, se expresan en los bienes materiales del ecosistema húmedo y comprenden el patrimonio inmaterial que recoge los saberes ancestrales. Allí esto, llena el vacío en la comprensión de las transformaciones de su estructura ecológica que soporta el hábitat de los pequeños asentamientos ribereños y de miles de pescadores.

Si en Colombia, aunque el agua le aporta el 10% al PIB, pero los costos ambientales y ocultos asociados suman el 4,5%, en el Magdalena los problemas recurrentes pasan por la carga de 150 millones de

toneladas de sedimentos anuales, como causa de la reducción de la pesca al 10% y del blanqueamiento del 80% de los corales del Caribe. Pero si el Magdalena contabiliza tres millones de hectáreas de humedales, entrando en detalles, igualmente la Ciénaga Grande de Santa Marta con 730 mil hectáreas en su cuerpo de agua, aparece como el complejo lagunar costero más grande del país, también conectado al río.

Además, en el Río Grande del cual nos ocupamos, si sobresale el sistema Delta Estuario del río Magdalena, una albufera con 400 mil hectáreas, también está la Depresión Momposina como llanura aluvial de 24.650 km² en la que desaguan al Magdalena los ríos Cauca, Cesar y San Jorge, y donde la cultura Zenú y otros asentamientos caribes de épocas precolombinas manejaron de manera sostenible el acuatorio por más de 1000 años, lo que explica relictos arqueológicos de un sistema hidráulico para el aprovechamiento de las tierras fertilizadas periódicamente con sedimentos de las crecientes naturales. Pero lo de los Zenú se desmanteló por los cambios enormes en las coberturas de la cuenca del Magdalena, donde se han arrasado el 90% de las coberturas naturales. En la actualidad el cierre de los caños que alimentan los extensos complejos de ciénagas que solían regular las crecientes naturales, ya no cumplen su función por haberle robado espacio al río y continuar presionando las manchas de la selva húmeda y el hábitat de aves, peces, anfibios y reptiles diversos.

El canal del Dique, es una bifurcación artificial de 115 km de largo y 100 m de ancho construido en el siglo XVI para conectar Cartagena de Indias con Calamar, en el que las obras no han cesado. Aunque inician excavaciones en 1845, en 1930 la Foundation Company construyó un canal entre Calamar y la Ciénaga de la Matuna, de 88 km de longitud, 270 curvas, 35 m de ancho de fondo y 2.14 de profundidad; en 1952 La Standard Dredging amplió, rectificó y encajonó el Canal del Dique entre Calamar y la Bahía de Cartagena, dejándolo con una longitud de 114.5 km, 93 curvas, 45 m de ancho mínimo de fondo y 2.40 m de profundidad; y en 1984 la Sanz y Cobe & Layne Dredging, amplió, rectificó y profundizó el Dique, quedando con 50 curvas, 2.5 m de profundidad y un ancho de 100 m en promedio, con lo cual nuevamente se incrementa el caudal medio de 350 m3/s a 540 m3/s, aunque con grave impacto ambiental por la mayor sedimentación para la Bahía de Cartagena y los corales del Caribe. En 2010, con el fenómeno de La Niña como detonante, al ingresar una creciente de 1500 m3, el Canal del Dique se desborda inundando 20 municipios y dejando 30 mil hectáreas inundadas, con lo cual quedan 170 mil damnificados.

Similarmente, la salinización de la Ciénaga Grande expresa su desconexión con el Magdalena y otros ríos al cerrar los caños, tal cual lo hacemos en los demás humedales del Magdalena dotado de 1900 ciénagas. Y para el Magdalena Centro, tenemos la Charca de Guarinocito, donde urge el dragado del río no sólo para la navegación, sino para restablecer el flujo y con él la vida acuática ya que el meandro estancado está invadido por el buchón de agua.

Finalmente, siendo la bioestructura de este país anfibio una unidad dialéctica donde confluyen intereses antropocéntricos y demandas biocéntricas, debe resolverse la desarticulación de los planes de ordenamiento territorial e hídrico, resolviendo el conflicto de intereses de actores externos, para rescatar la historia real y compleja de la gente del agua, y atender así los factores estructurales y las determinantes ambientales al planificar y optimizar los procesos que subyacen en la oferta y demanda de bienes y servicios de campesinos ribereños y pescadores.

Documento de la U.N. de Colombia Manizales, febrero 26 de 2024. Documento Catedra UNESCO U.N. 2024.

CAPíTULO VII: OTROS TERRITORIOS DE COLOMBIA

***

BIOMA AMAZÓNICO EN SEVERA AMENAZA.

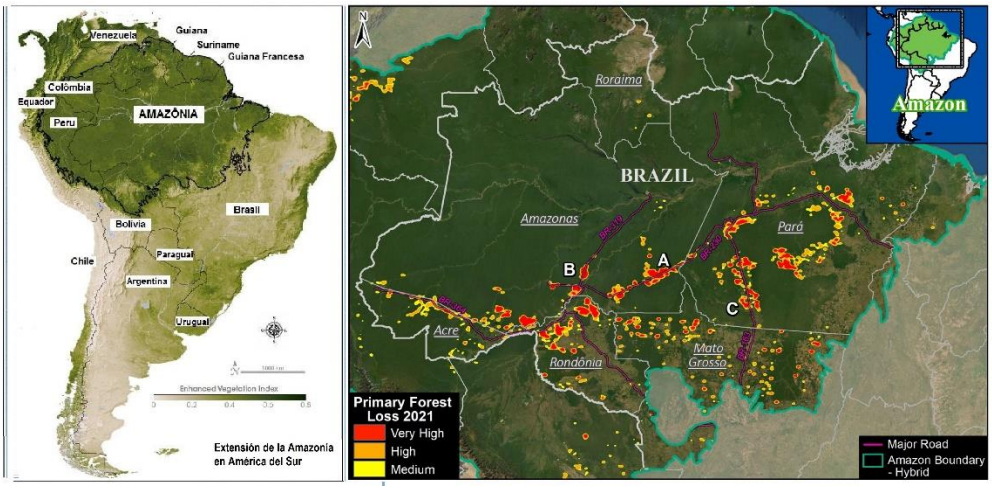


Imagen: Región amazónica (LINDSAY; SIMMON, 2006) y Hotspots de Deforestación del 2021 en la Amazonía (Maaproject.org).

Mientras año por año se talan o queman alrededor de 300 mil kilómetros cuadrados de bosques en todo el mundo, 158 mil son superficie de selva tropical. Y aunque las razones por las que se destruyen estas selvas húmedas y cálidas son las mismas en cada lugar, incluyendo Colombia, dichos ecosistemas al igual que la cultura de la población que los habita, difieren entre sí por las especies animales y vegetales que albergan, dependiendo de si crecen en América del Sur, África, Asia o Australia.

Como referente, veamos lo que pasa en el Amazonas, la mayor cuenca hidrográfica del planeta, una vasta región atravesada por el río más importante del mundo en caudal y segundo en longitud, que además de albergar 40.000 especies de plantas, 3.000 especies de peces de agua dulce y más de 370 de reptiles, está habitada por 34 millones de personas que dependen en gran medida de sus recursos y servicios ambientales. En la Amazonía colombiana, la deforestación grave continúa en el Parque Nacional Chiribiquete, con 6.000 hectáreas arrasadas desde 2018.

En dos años, la deforestación en la Amazonía sudamericana se ha disparado: según el INPE de Brasil, entre agosto de 2020 y julio de 2021 ya se habían destruidos 13.235 kilómetros cuadrados, cuantía de por sí preocupante si se compara con la del período de agosto de 2019 a julio de 2020 que arrojó en total 11.088 km2 de bosque tropical degradado. Aún más, en febrero de 2022, se exterminaron 199 kilómetros cuadrados de bosque, cifra superior a cualquier febrero, desde agosto de 2015 cuando se hacen registros.

Y a nivel global, ocurre lo mismo: según la plataforma internacional Global Forest Watch, los datos satelitales muestran en 2020 la destrucción de 4,2 millones de hectáreas de bosques primarios tropicales, con impactos cruciales para la biodiversidad del planeta y el almacenamiento de carbono; dicha cuantía un 12 % superior a la de 2019, invita a intensificar y diversificar las estrategias para mitigar el cambio climático, máxime si en 2020 los trópicos perdieron 12,2 millones de hectáreas de cobertura forestal, incluyendo todo tipo de bosques y plantaciones.

Pero si bien, las selvas tropicales se están reduciendo en el planeta, porque las grandes empresas estatales o privadas quieren ganar dinero con madera valiosa, o para sembrar grandes plantaciones de palma aceitera, soya, banano o café, debe advertirse que cuando se quema la selva tropical, aunque quedan las cenizas de los árboles como fertilizante, dado que las plantas crecen mal en la selva devastada, las áreas libres que primero se siembran, agotado el potencial de dicho fertilizante, pasan a ser explotadas para ganadería.

Y así el principal impulsor de dicho estrago siga siendo la agricultura, también el cambio climático contribuye: las olas de calor y sequías que han alimentado incendios devastadores en Australia, Siberia y las fronteras del Amazonas, actúan como factores que se suman. Igualmente, por desconocer la importancia de las selvas tropicales en el ciclo global del carbono, también se asola la selva tropical para otros fines, como la explotación de recursos minerales para extraer hierro, oro, petróleo o gas, y para la construcción de grandes represas hidroenergéticas.

No olvidemos que la selva tropical amazónica, así sus suelos sean muy pobres en comparación con la riqueza de vida que soporta, ya que la mayor parte de los nutrientes se encuentra en los seres vivos y no en el suelo, a pesar de estar considerada como el "pulmón verde" de la Tierra, sigue teniendo una importancia central para la protección del clima. La creciente degradación en dicho bioma con sus ecosistemas, reclama "una emergencia climática", para detener una tragedia para la biodiversidad y una catástrofe humanitaria, con implicaciones económicas.

Finalmente y como reflexión, considerando que el 40% del carbono se encuentra en las selvas tropicales y subtropicales (Brown y Lugo, 1982), con aproximadamente cuatro millones de hectáreas de selva tropical arrasadas en 2020, se emitieron 2,64 gigatoneladas de CO2 -equivalentes a las emisiones anuales de 570 millones de automóviles-, también la situación en la Amazonía podrá empeorar, si tras la pandemia los gobiernos de la región proceden a flexibilizar las normas ambientales bajo el presupuesto de facilitar la recuperación económica.

* Documento del Museo Samoga de la Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 23 05 2022.

*****

DIMENSIÓN GEOGRÁFICA DEL ANDÉN PACÍFICO COLOMBIANO



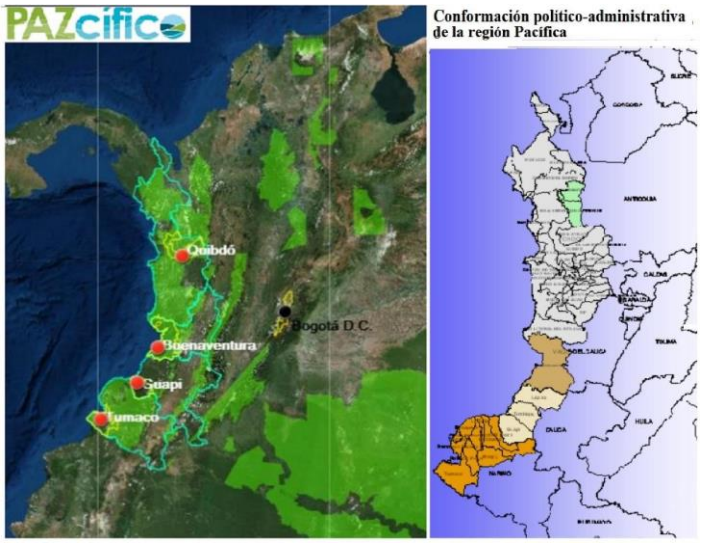
El Andén Pacífico colombiano, una franja territorial de más de 80.000 km2 que se extiende desde la frontera con Panamá hasta el límite con Ecuador, y desde la divisoria de aguas de la Cordillera Occidental hasta la línea de la costa del Pacífico de Colombia, constituye uno de los biomas y dominios geográfico-ecosistémicos más singulares, complejos e incomprendidos del planeta.

Este precioso corredor costero del país, es una megacuenca ecorregional hiperbiodiversa, una plataforma biogeográfica estratégica y un espacio sociocultural modelado por dinámicas fluviales, marinas y tectónicas de escala global, donde la amenaza del cambio climático en el andén resulta crítica

debido a que la región combina una de las pluviosidades más altas del mundo con marcadas brechas de vulnerabilidad social y económica.

Ecológicamente, el Andén Pacífico forma parte del Chocó Biogeográfico, una provincia biótica o bioma cuyo endemismo comprende varios ecosistemas, así: Los manglares que son los mas desarrollados y estructurados del Neotrópico, y que funcionan como sala de cuna marina, barrera ante la erosión costera; Guandales y Catavales, como bosques inundables de agua dulce dominados por especies específicas como el sajo y el cativo, que constituyen unidades forestales de enorme valor socioecológico; el Bosque Húmedo Tropical en las colinas y terrazas no inundables, dominadas por epífitas, orquídeas, bromelias y arbolado de maderas duras.

En ese ambiente de subducción activa se ha esculpido un relieve sumamente dinámico dividido en tres grandes unidades fisiográficas, donde la estructura física del Andén Pacífico es el resultado directo de la convergencia de tres placas tectónicas: Nazca, Suramérica y Caribe, las que además de explicar el plegamiento de los Andes más septentrionales de América, interactúan con el bloque micro tectónico de Panamá-Chocó, como fragmento de corteza oceánica y volcánica, que al chocar contra el noroeste colombiano, cierra el istmo panameño para unir ambas Américas. Si antes del evento, el norte de Suramérica era plano en muchas zonas y grandes masas de agua fluían libremente hacia el océano, tras la colisión con el levantamiento andino se modificó el drenaje y se cerraron antiguos pasos marinos como el Mar Atrato.



Las tres unidades morfológicas de este territorio, son: Región político-administrativa del Pacífico

Colombiano Coonnppeess 3491 de 2007.

A. La Serranía del Baudó y la Serranía de Los Saltos en el sector septentrional, donde el relieve rompe el patrón típico de llanura costera con este arco de origen volcánico-oceánico que genera un paisaje abrupto. B. Las Llanuras de Inundación y Terrazas Fluviales que ocupan la mayor parte del territorio del Pacífico, y que son amplias depresiones de origen aluvial. Y C. La Franja Litoral y Transición Marino-Costera, donde la costa se divide morfológicamente en dos sectores contrastantes divididos por el Cabo Corrientes, así; al Norte con un relieve rocoso de acantilados e invasión marina directa sobre estribaciones serranas; y al Sur donde predomina una costa de acumulación de detritos y deltaica.

El elemento ordenador determinante de la geografía física del Pacífico colombiano, es su régimen hídrico, ya que el Andén Pacífico alberga zonas de enorme precipitación del globo terráqueo, como Lloró y López de Micay, donde los registros pluviométricos oscilan entre los 8.000 y 12.000 mm anuales, una pluviosidad extrema que se explica por la conjunción de dos factores biogeográficos, así: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) impulsando el ascenso de masas de aire cálido saturadas desde el mar; y la Cordillera Occidental como barrera orográfica que impide el tránsito de estas masas de aire oceánico hacia el interior del continente.

El drenaje del Andén Pacífico, uno de los más densos del planeta, y cuyos ríos se destacan por exorbitantes caudales, está conformado por el Atrato que drena hacia el Golfo de Urabá en el Caribe conformando el corredor fluvial del norte del Chocó biogeográfico; el San Juan con el mayor caudal de la vertiente del Pacífico en América del Sur; y el Complejo del Sur conformado por ríos como el Baudó, Dagua, Anchicayá, San Juan de Micay, Patía y Mira, que estructuran los valles transversales que conectan los altos Andes con la llanura oceánica.

Como referentes, mientras el río Atrato tiene un caudal medio estimado entre 2.243 y 5.000 m3/s, el caudal medio del río San Juan es de 2.721 a 3.190 m3/s. Pero también, el Andén Pacífico es un territorio pluriétnico y pluricultural configurado desde épocas ancestrales, donde la Territorialización de Espacios, contempla: primero, las Comunidades Afrodescendientes en cuencas medias y bajas donde el uso colectivo de la tierra se relacioná con una economía extractiva de subsistencia y pesca; segundo, los Pueblos Indígenas (Emberá, Wounaan, Awá, Eperara Siapidara), ocupando las cuencas altas, cabeceras de ríos y estribaciones serranas, y cuya cosmovisión ha estado ligada a la selva y conservación del territorio ancestral; y tercero, la Población Mestiza / Colonos de núcleos urbanos, enclaves portuarios y frentes de extracción agroindustrial o minera, donde los principales centros poblados son Buenaventura, Tumaco, y Quibdó, a los que se suman las zonas interfluviales.

El Anden Pacífico, conformado por Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, con una población de 1,5 a 1,6 millones de habitantes donde el 90% pertenece a comunidades afrocolombianas y a pueblos indígenas, (contra 8,7 millones de personas, que habitan en los cuatro departamentos del occidente colombiano ligados al litoral con centros urbanos como Cali que aporta más del 25% del total regional en esta región donde dichos departamentos que le aportan 16,4% al PIB de Colombia, tienen sus mayores retos y problemáticas en su Litoral o Andén Pacífico estricto, que es la franja de municipios ubicados entre la Cordillera Occidental y la costa, como región que abarca estrictamente los 50 municipios costeros e interfluviales emplazados al occidente de la Cordillera Occidental, donde se incluyen polos como Buenaventura, Tumaco, Quibdó, Guapi y Nuquí.

En ese Andén Pacífico colombiano que se limita a la franja costera y al departamento del Chocó, y donde se combina una riqueza ecosistémica excepcional con un profundo déficit estructural como región que resguarda más de 80% de su territorio bajo figuras comunitarias de afrodescendientes e indígenas, los indicadores socio-ambientales reflejan una profunda brecha histórica, ya que el Índice de Pobreza Multidimensional ronda el 60% en municipios como Tumaco, Guapi o Litoral del San Juan, al tiempo que la cobertura de agua potable y el saneamiento básico difícilmente alcanzan el 25%, Además, con el cambio climático, se estima que los impactos en esta región, pasarán por una crisis agrícola y por el efecto sobre la salud relacionado con inundaciones y plagas asociadas al desastre climático.

Desde la Universidad Nacional y la Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales, consideramos el Golfo de Cupica que ofrece una alternativa estructuralmente diferente a la de un puerto, ya que favorece un paso transoceánico con el Ferrocarril Verde Urabá-Cupica complementado con la Hidrovía del Atrato.

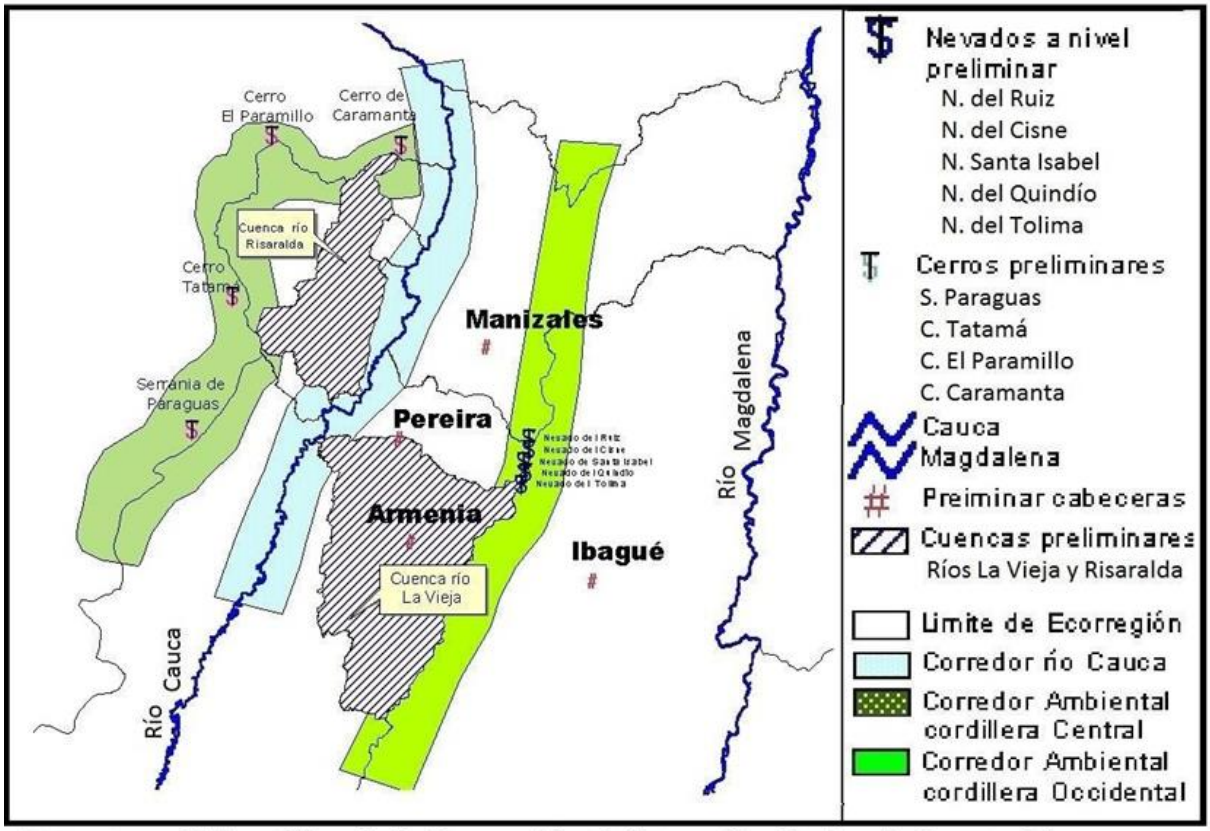
Si la comunidad del estratégico territorio lo considera, a través de Cupica es posible articular los mares de Colombia mediante un ferrocarril interoceánico que, avanzando por Vigía del Fuerte y pasando por Chigorodó, llegaría al complejo portuario antioqueño, proyecto que se complementaría con la hidrovía del Atrato. No obstante, para prevenir un enclave económico y llevar el desarrollo, el proyecto debe hacer socias a las comunidades locales propietarias de la tierra, en lugar de desconocer los derechos bioculturales de las comunidades y de competir con Buenaventura.

Por lo anterior, si se busca ofrecer un verdadero desarrollo que parta del enorme potencial pesquero del Pacífico colombiano, se debería dotar a la comunidad con plantas de procesamiento de mariscos y pescados, sistemas de energía, refrigeración y comunicaciones, y de programas de formación y capacitación, para generar decenas de miles de empleos dignos y emprendimientos locales en todo el Andén Pacífico, lo que incluiría a Tumaco. El país puede aprovechar las limitaciones del canal de Panamá, cuyas esclusas deben reutilizar el 40 por ciento del agua, y el hecho de que el comercio contenedorizado crece en el largo plazo a tasas que varían entre 1,5 y 2 veces el PIB global.

Ref.: Documento del Museo Samoga y la SMP de Manizales; 4, 08, 2026.

***

ECORREGIÓN CAFETERA: EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO



Estructura Fisiográfica de la Ecorregión Cafetera (Preliminar). Fuente Ideam

Para empezar, el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia, territorio que comprende 340 mil hectáreas de la zona rural en 858 veredas cafeteras ubicadas en el trópico andino, a pesar de ser declarado por la UNESCO en 2011 patrimonio de la humanidad, lo que representaría una oportunidad para hacer de

dicho instrumento un factor de desarrollo rural integral, no ha podido resolver las disrupciones socio-ambientales del paisaje, bajo los atributos de esta declaratoria; veamos: este territorio se ha sumido en una profunda crisis durante el último medio siglo, como consecuencia de la implementación de un modelo de monocultivos de base química asociado a la Revolución Verde, cuyas condicionantes tecnológicas y financieras terminaron, por: 1- generar procesos migratorios; 2- fragmentar los ecosistemas y arrasar el sombrío; 3-desmantelar la agricultura autárquica tradicional; 4- favorecer un modelo agroindustrial de dependencia tecnológica; y 5- favorecer la vulnerabilidad del territorio al cambio climático.

Esta lectura del territorio que trata de las complejas y frágiles relaciones dialécticas de simbiosis y parasitismo, entre las comunidades que habitan la ecorregión y sus frágiles ecosistemas con su particular estructura ecológica de soporte, y de las condiciones de los activos naturales y bienes culturales de la ecorregión, subraya los desafíos que tenemos para hacer de nuestro territorio un "constructo cultural", bajo las dos siguientes premisas: primera, como contexto general, un espacio geográfico en sí no es el territorio, entendido éste como una construcción social e histórica, donde la cultura es el fruto de la interacción de dos sistemas complejos: el natural y el social, por lo que el medio ambiente que inicialmente es un medio fundamentalmente natural, gracias a la cultura puede ser transformado y constituirse en un medio paranatural ecológicamente sólido; y segunda, el Paisaje Cultural Cafetero como sistema de producción adaptado a las laderas del trópico andino, sumado a los ríos Cauca y Magdalena con sus comunidades de pescadores y ecosistemas de tierra cálida, y nuestros páramos y reservas forestales protectoras que se ubican entre el bosque andino montano alto y el paisaje de glaciares, como bienes patrimoniales son tres territorios diferenciados sujetos de derechos bioculturales, y no simples espacios con valiosos recursos objeto de explotación para satisfacer los apetitos del mercado.

Cultura y Territorio



Imagen: La Ecorregión Cafetera, en los Mundos de Samoga. UN de Colombia.

Para entender la ecorregión cafetera, el Museo Samoga ha propuesto una visión en la que se interpreta el carácter biodiverso y pluricultural del territorio, recurriendo a una analogía con los cuatro elementos aristotélicos, así: con el mundo de la Tierra, Pachamama, se recoge el occidente minero con Anserma, Marmato, Supía y Riosucio, como un lugar de marimbas, resguardos, carnavales y negritudes; con el mundo del Agua, Bachué, se describe la subregión magdalenense con su patrimonio hídrico excedentario, y como tierra de ranchos de hamacas, chinchorros, y subiendas, donde sobresalen la historia de los champanes y vapores y de la Expedición Botánica; con el mundo del Aire, Yuruparí, se alude a la tierra del aroma del café, del bahareque de guadua y de las chapoleras, por los corredores de la colonización antioqueña donde sobresalen, además de Aguadas, Salamina y Neira, poblados emblemáticos del Quindío, Risaralda y el norte del Valle; y finalmente, con el mundo del fuego, Chiminigagua, se describe la alta cordillera con sus volcanes, cóndores, bosques de niebla y palmas de cera, donde encontramos los páramos de la Mesa de Herveo con sus caminos empalizados que llevan a las fértiles tierras de San Félix-Murillo-Roncesvalles.

En la subregión minera de la vertiente occidental del cañón del Río Cauca, lugar donde existen vestigios de la cultura Umbra diferente a la Embera y aún viva, España explotaba la mina aurífera más grande del orbe en el siglo XVI, localizada en Quiebralomo donde existían dos parcialidades indígenas vecinas al lugar: Cañamomo y La Montaña, que explican a Riosucio como el núcleo cultural más relevante del territorio y de la artesanía folclórica más añeja de la ecorregión, mientras que la historia de Marmato es en últimas la de la expoliación minera por extranjeros que se llevaron la riqueza, quedándole a los marmateños únicamente la pobreza. Similarmente, por la región magdalenense, donde la hidrovía fue a lo largo de cuatro siglos y medio el principal medio de transporte en Colombia, encontramos no solo este eje que representa la historia del desarrollo nacional, sino también un escenario estratégico para implementar el transporte intermodal de la Región Andina, gracias a las potencialidades de este río que reclama la recuperación de sus humedales ya degradados y el regreso de la subienda casi desaparecida.

En cuanto a los corredores cafetaleros, cuya consolidación se da gracias a la Colonización del Siglo XIX, se hace evidente la necesidad de restablecer los derechos bioculturales para ordenar acciones interinstitucionales conducentes a un desarrollo rural integral compatible con la cultura ancestral cafetera y aprovechar las opciones del territorio, mediante la generación de bienes y servicios ambientales en el marco del bioturismo, y la implementación de la agroforestería. Y por último, sobre la alta cordillera donde se imponen los desafíos del páramo y del bosque altoandino por el cambio climático, urge preservar el PNN de los Nevados y las Reservas Forestales del territorio, por ser fundamentales para la conservación de la biósfera como hábitat de especies endémicas y en peligro de extinción, y por la importancia de los servicios ambientales cuya estabilidad depende de la condición de los ecosistemas, como soportes de la funciones reguladora del patrimonio hídrico y del clima.

Ecosistemas y bosques

Sea esta la oportunidad para hacer dos llamados: el primero, sobre el deterioro de nuestros bosques andinos y selvas tropicales como una situación que también afecta al país, consecuencia de la deforestación y del comercio ilegal de la madera, entre otras acciones que se constituyen en severa presión antrópica sobre estos frágiles y vitales ecosistemas; y el segundo, el panorama de la guadua, planta emblema de Caldas y recurso fundamental nativo de la región andina, que por sus múltiples usos en el hábitat rural y urbano, se constituye en un elemento estructurante de nuestra cultura y en una impronta del paisaje de la ecorregión cafetera colombiana, ya que de 12 millones de hectáreas (ha) preexistentes hace 200 años, sólo quedan 50 mil ha en Colombia y 20 mil ha en la ecorregión cafetera.

Si en Colombia la tasa anual de deforestación en 2020 fue de 75 mil ha, también en la ecorregión cafetera, un territorio biodiverso que alberga al 7% de las especies de plantas y animales del país, donde el paisaje estubo dominado por bosques, ahora sólo se conserva menos del 20% de dicha cobertura.

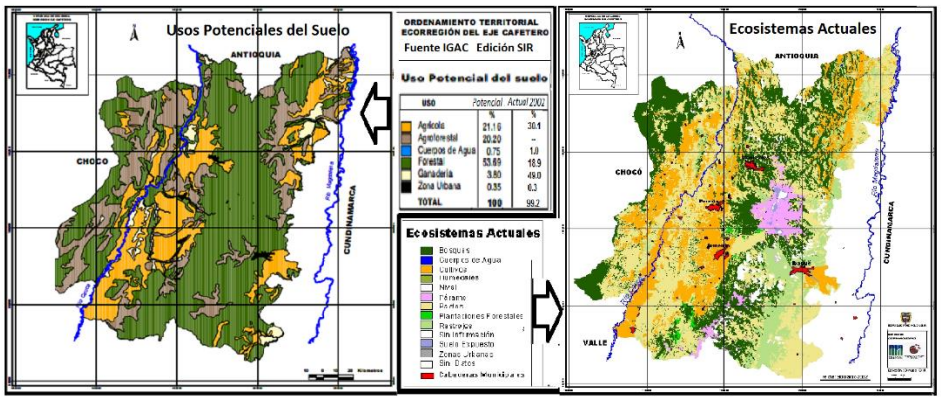


Imagen: Usos potenciales y actuales del suelo en la Ecorregión Cafetera al 2000. SIR-Alma Mater.

Pero el drama va más allá, así como en Colombia de una extensión de 9,7 millones de ha de bosques de niebla, solo queda el 25%, y en extensión los bosques secos que llegaron a tener similar cobertura se han reducido al 8%, similarmente en el Eje Cafetero, donde los paisajes están dominados por potreros, cafetales, plantaciones forestales, plataneras y cañaduzales, también la deforestación sistemática y el uso conflictivo del suelo, al lado de la infraestructura y el uso de agroquímicos, les pasa factura a los ecosistemas boscosos. Según Alma Mater, en 2002, de un potencial del suelo que es del 4% para potreros, dicha cobertura llegó al 49%; de un potencial del suelo para usos forestales del 54%, los bosques del territorio sólo llegaban al 19%; y de unos usos agrícolas y agroforestales cuyo potencial es del 21% y 20% en su orden, la cobertura agrícola apenas llegaba al 30%, sin que podamos dar cifras importantes evidenciando cambios estructurales para el actual momento, ya que la anterior realidad pareciera persistir, y con ella la vulnerabilidad de este escarpado, territorio, en el cual con sus cuencas deforestadas no podremos preservar el agua y la biodiversidad para enfrentar las demandas del Cambio Climático.

Agua y Clima

Si en materia de acuíferos para toda la ecorregión cafetera, además del extenso valle del Magdalena como gran reservorio, están los valles del río La Vieja por la vertiente del río Cauca, cuyo potencial de agua subterránea se asocia con el glacis del Quindío, el valle del Risaralda y la zona de Santágueda; en cuanto al sistema subterráneo sobresalen las zonas de recarga de las áreas cordilleranas de páramo y sectores vecinos de gran cobertura boscosa, o las regiones del Oriente caldense donde la copiosa precipitación explica un patrimonio hídrico excedentario, susceptible de aprovechamientos hidroenergéticos responsables. Además, en este territorio verde donde existen conflictos severos entre uso y aptitud del suelo y los eventos extremos por el calentamiento global acechan, se debe avanzar en el ordenamiento de las cuencas, emprender acciones de adaptación al cambio climático, asegurar el suministro de agua potable y preservar los frágiles ecosistemas. Pero a la mega-minería que amenaza los ecosistemas andinos y al agua en toda la alta cordillera, y ha desestructurado el patrimonio cultural del occidente caldense en Marmato – Riosucio, se debe sumar la problemática de los ríos de las capitales cafeteras, afectados por vertimientos residenciales e industriales, y en menor grado por la huella hídrica gris de la actividad cafetera; razón por la cual entre los 10 ríos más degradados de

Colomba por esta problemática, aparecen el Chinchiná, el Quindío y el Otún. Como principio debe plantearse que mientras el oro y el carbón como recursos pueden ser explotados, el agua y el suelo como soporte de la biodiversidad, son un patrimonio.

Igualmente, la ecorregión cafetera, tiene en el cambio climático uno de los mayores desafíos socioambientales para su desarrollo: según los escenarios del IDEAM (2011-2100), si en Colombia donde para la zona Caribe y Oriental prevalece un solo clima, y en la Andina se presenta un clima bimodal, con el cambio climático se calentarían menos las zonas de relieve montañoso de la Región Andina (2 ºC a 3 ºC), y más las regiones de la Costa Norte, Orinoquia y Amazonia (3 ºC a 4 ºC); para la ecorregión deberemos considerar las migraciones altimétricas en los pisos térmicos equivalentes a 700 m por cada °C de cambio en la temperatura, afectando las zonas de vida ya que esto gravitará desfavorablemente dada la fragmentación de nuestros ecosistemas. Y respecto a las lluvias, que a nivel nacional se incrementarán en las zonas de montaña entre un 10 y 40%, y que también se reducirán entre un 10 y 40% en la costa norte, en el archipiélago de San Andrés y en la Amazonía, nuestra ecorregión tendrá los mayores desafíos: para fin de siglo la precipitación podrá aumentar entre un 30% y 40% en el pie cordillerano, desde Villamaría y Manizales hasta Salamina, al igual que en Pereira, Quinchía y Santuario, y en menor grado en Quimbaya y Filandia.

Epílogo



Imagen: Banner con temas alusivas al territorio de la Ecorregión Cafetera, en Blog de Godues.

Para comprender los conflictos socioambientales y orientar la gestión del hábitat en la ecorregión cafetera, resulta fundamental partir de los derechos bioculturales que amparan tanto a las comunidades como a los ecosistemas del territorio, a la luz de las trascendentales decisiones que ha tomado la Corte Constitucional de Colombia sobre la materia. Lo anterior también obligará a comprender el territorio para enfrentar una crisis estructural que se explica por un modelo de desarrollo como el que conocemos en el sector cafetero, donde la suerte de los pequeños poblados cafetaleros dependerá de la salud del suelo y del agua, del sombrío para la biodiversidad, como también del bioturismo sumado a la venta de servicios y bienes que expresen nuestro patrimonio cultural y natural.

Adicionalmente en la ecorregión, estos temas como también el de los páramos y humedales, incluso el de la explotación industrial excesiva que ha diezmado los bosques de galería que han sido objeto de una tala severa, y también las zonas de reserva y protección vitales para comunidades y ecosistemas vulnerables amenazados, son relevantes por una razón: si desconocemos el carácter mestizo del territorio, invisibilizando el fundamental aporte cultural de nuestras comunidades negras e indígenas tal cual ha ocurrido antes con un propósito perverso de “blanquear la raza”, terminaremos por desconocer el aporte fundamental de las comunidades ancestrales sobre la forma en que debemos relacionarnos con la estructura ecológica y los biomas del frágil territorio para no presionarlos ni degradarlos.

*Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia. Manizales, 26-de abril de-2021.

EL FÉRTIL VALLE DEL RÍO CAUCA

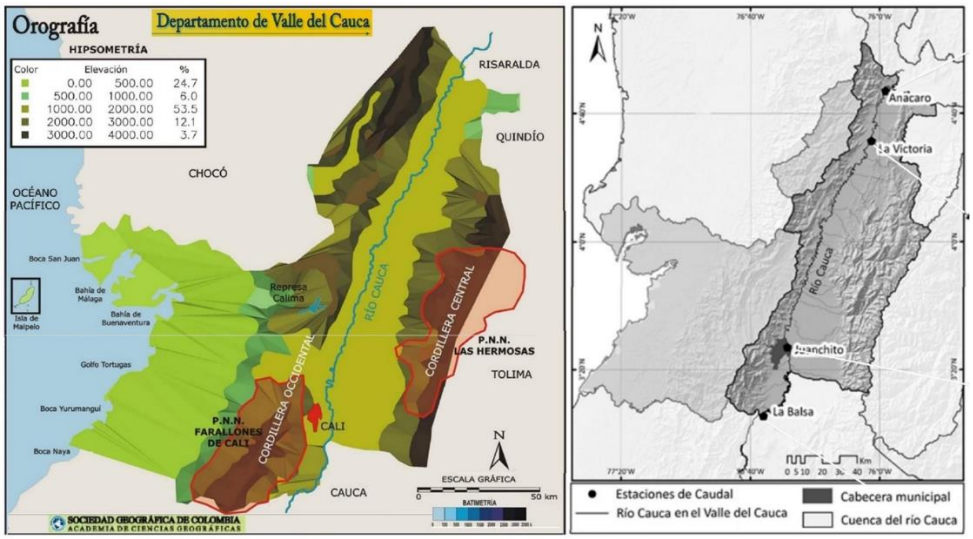


Imagen: Departamento del Valle Cauca- cuenca del río Cauca, y Orografía o relieve. Sociedad Geográfica de Colombia y CVC.

El Valle del río Cauca, históricamente inmortalizado por Jorge Isaacs en su novela María, una imponente y fértil región geográfica y agrícola de Colombia gracias a la riqueza de suelos sus aluviales, caracterizada por la vasta extensión de cultivos de caña de azúcar, es una depresión tectónica interandina de particular relevancia para el suroccidente colombiano que se extiende longitudinalmente de sur a norte, flanqueada por las cordilleras Occidental y Central, abarcando áreas de los departamentos del Cauca, Valle del Cauca y Risaralda.

En la cuenca alta, se estima que entre 150.000 y 250.000 habitantes viven en asentamientos ribereños directos, contra 3,5 millones de habitantes de la cuenca alta del río.

Biomas y aguas

De los numerosos ecosistemas del Valle del Cauca aunque la vegetación es determinante en los ecosistemas, muchas áreas se encuentran altamente intervenidas afectando variables vulnerables a cambios antrópicos, como la cobertura del suelo, lo que altera las condiciones primarias de los ecosistemas convirtiéndolos en ecosistemas transformados. Si bien, los ecosistemas de la llanura pacífica ubicados en el Zonobioma Húmedo Tropical del Pacífico, se preservan, contrariamente del Zonobioma del Valle del Cauca se encuentran completamente modificados por una agricultura más intensiva.

El sistema hídrico subterráneo en el departamento, fundamental para el uso agrícola, industrial y de abastecimiento humano para cerca de 4 millones de personas, exige para su gestión, además de un modelo que contemple las relaciones entre humedal-río-acuífero, y el desarrollo de herramientas que permitan actuar en temporadas climáticas extremas. Los Principales Ríos del Valle alto del Cauca, los afluentes del Río Cauca en la cuenca alta, son: los ríos Ovejas y Timba; en el Valle del Cauca el río Jamundí, río Tuluá, río La Vieja; y en el eje cafetero los ríos Otún y Risaralda; más al norte desde Caldas al entrar a la cuenca media, el Cauca ya se encañona.

La navegación en el río Cauca inició donde los indígenas habían empleado balsas de guadua, parte desde el 29 de febrero de 1888, cuando zarpó el primer barco a vapor, bautizado “Cauca”, para recorrer las 90 lenguas entre Cali y La Virginia, impulsada por empresarios como Federico Simmonds, como un hecho que marcó una época de oro fluvial en el curso medio del río, facilitando el comercio y la comunicación regional por cuatro décadas. Sin embargo, a finales de los años veinte, la aparición del ferrocarril y de las carreteras, desplazó a los vapores, quedando actualmente la navegación reducida a tramos para iniciativas ambientales relacionadas con el ecoturismo.

Amenaza climática y brechas a cerrar



Imagen: Panorámica del Valle del Cauca, por Francisco López-Machado.

El valle del río Cauca, que es la segunda fuente hídrica superficial más importante del país, como consecuencia del creciente cambio climático viene estando afectado por eventos extremos, como importantes crecientes que han causado inundaciones como lo fueron las registradas durante La Niña en 1999, 2006, 2010-2011 y 2017, y por sequías hidrológicas que han ocasionado reducciones importantes en los caudales, sobre todo en temporadas de El Niño donde los eventos de mayor magnitud han sido los de 1958, 1977, 1992 y 2016.

La población rivereña de primero y segundo orden, dedicada casi exclusivamente a actividades agropecuarias, además de enfrentar un rezago relativo en relación con el resto del país, también registra una significativa vulnerabilidad con alto impacto potencial sobre las poblaciones circunvecinas. De ahí la importancia de cerrar las brechas del desarrollo en estos territorios con políticas públicas que enfrenten la problemática de esta población poco educada y con alta propensión a la pobreza una transición rural basada en la educación y en la capacitación en actividades no agrícolas, en el marco de un desarrollo rural basado en la diversificación de las actividades económicas.

****

LA ALTILLANURA, REMANSO DE ESTEROS, GARZAS Y MORICHALES





Imagen: Portada: Obra de un paisaje llanero, en Comfama y Llanos de Colombia y Venezuela.

El Llano colombiano, una inmensa región de la Orinoquía, que abarca más de 250.000 km2 —un poco más del 20% del territorio nacional— y cuya geografía está moldeada por el equilibrio entre el piedemonte andino, las grandes planicies sedimentarias y la cuenca hidrográfica del río Orinoco, es un precioso territorio de horizontes infinitos y cultura llanera que ha sido fuente de inspiración para poetas, músicos y cantautores ya que no es solo tierra; sino también un remanso de garzas y morichales donde el horizonte nunca les pone límites a los sueños.

Aunque se le percibe como una gran llanura plana, presenta las siguientes variaciones: el Piedemonte Llanero como zona de transición entre la Cordillera Oriental y la planicie, de relieve ondulado y alta pluviosidad; la llanura de Arauca y Casanare, con tierras de poca pendiente, donde los ríos se desborden; la Altillanura al sur del río Meta, una plataforma más alta, plana y bien drenada de suelos antiguos y acídicos, y la Serranía de la Macarena, un sistema montañoso perteneciente al Escudo Guayanés donde converge la biodiversidad andina, amazónica y llanera.

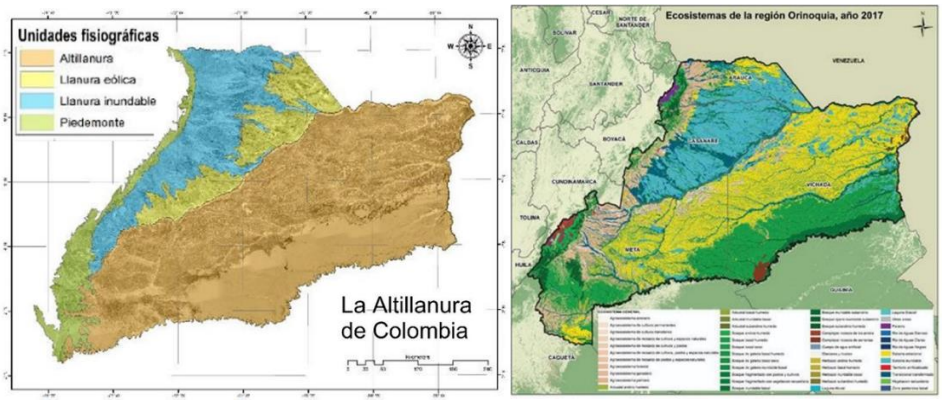


Imagen. Los Llanos en Colombia: Izq. Unidades Fisiográficas. Der. Ecosistemas de la Orinoquía.

Toda la región pertenece a la vertiente del río Orinoco. Sus ríos son caudalosos, de navegabilidad extensa y nacen predominantemente en la Cordillera Oriental: el Río Meta es la principal arterial fluvial comercial de la región; Río Guaviare, que desemboca en el Orinoco; el Guaviare, que marca el límite natural entre la Orinoquía y la Amazonía; los ríos Arauca y Casanare, que recogen las aguas del norte y alimentan las zonas inundables, y el Río Vichada, que atraviesa la altillanura de occidente a oriente.

En los Llanos, el clima es tropical de sabana (Aw en la clasificación de Köppen), con temperaturas medias que oscilan entre los 26 °C y 30 °C. Su rasgo más importante es el régimen monomodal de lluvias: mientras en la Época de Lluvias (invierno), entre abril y noviembre, caen más del 80% de las precipitaciones anuales, transformando las sabanas en vastos humedales (esteros y bajíos), contrariamente, en la Época Seca (verano), entre diciembre y marzo, el agua se retrae a las cuencas principales y caños, moldeando el comportamiento de la fauna silvestre y la ganadería.

Y en cuanto a la vegetación y los ecosistemas, en la región de los Llanos colombianos, dominados por la sabana de gramíneas, la cobertura vegetal que, se distribuye así: 1- Sabanas Abiertas y Arbóreas (60% – 67%) con sus pastizales nativos; 2- Bosques de Galería y Riparios (12% – 16%) que son las Franjas arbóreas denso-húmedas que acompañan los cursos de los ríos; y 3- Morichales 1,5% – 3%: Ecosistemas acuáticos dominados por la palma de moriche, fundamentales para la retención de agua en la altillanura. Otras coberturas, 15% – 20%, que son áreas transformadas.

La Altillanura colombiana, considerada la última gran frontera agrícola y agroindustrial de Colombia, aunque históricamente estuvo dominada por la ganadería extensiva de baja densidad, en las últimas dos décadas ha experimentado una acelerada transformación mediante investigación científica, encalado masivo para corregir suelos acídicos y la llegada de capital empresarial e inversiones en infraestructura. Su perfil productivo, agrícola e industrial se estructura mediante cultivos de escala megadiversa, la ganadería intensiva y la agroindustria.

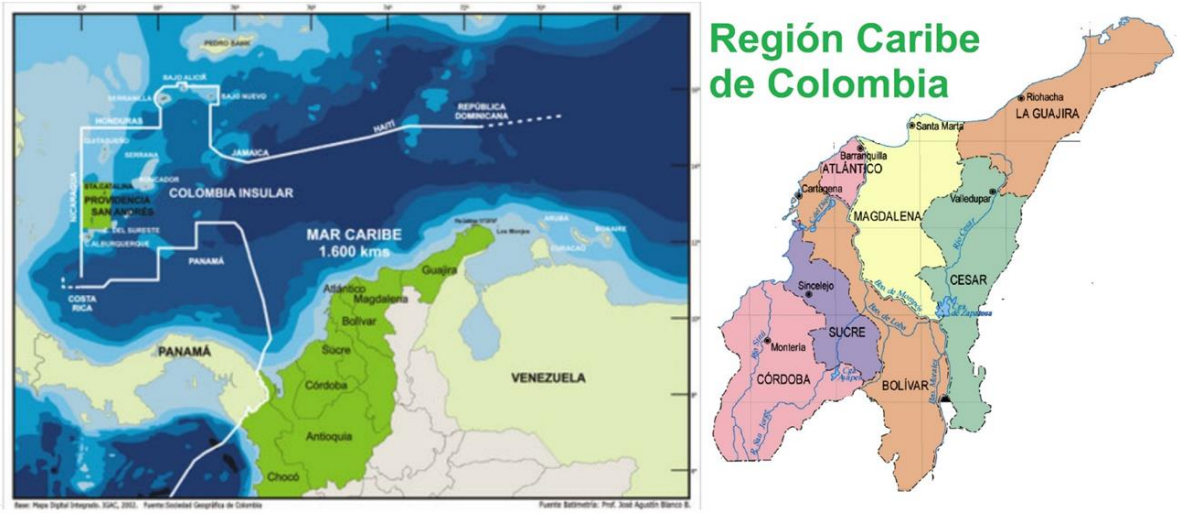
A pesar de contar con millones de hectáreas con potencial productivo, la consolidación definitiva del perfil agroindustrial de la Altillanura enfrenta retos significativos, como lo son las condiciones del suelo (oxisoles) ya que, por ser suelos muy viejos, ácidos y con alta saturación de aluminio, exigen encalado (carbonato de calcio) y fertilización especializada. Súmese la deficiencia en materia de infraestructura y logística: tanto por falta de vías como de la navegabilidad, y la seguridad Jurídica y el ordenamiento territorial incidiendo la frontera agrícola.

…

*Ref: Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, julio 25 de 2026.

***

REGIÓN GRAN CARIBE DE COLOMBIA



Portada: Región Caribe de Colombia- Dominios marítimo y territorial.

La Región Caribe de Colombia, ubicada en la zona mas septentrional de Colombia, con unos 132.219 km² y caracterizada por su clima cálido, está conformada por los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

El Caribe colombiano tiene un valor estratégico clave como elemento de Conexión Geográfica y Marítima, por ser la puerta de entrada a Suramérica y el puente directo hacia el Canal de Panamá, Centroamérica, Norteamérica y el Caribe insular. Súmense su potencial energético (tradicional y renovable), sus activos turístico y patrimonio cultural, y sus atributos como región natural por su biodiversidad y recursos naturales con variados ecosistemas marinos y costeros.

Historia

Habitada originariamente por diversas culturas indígenas (como los tayronas y zenúes), la región Caribe de Colombia se convirtió en el punto de contacto colonial tras la llegada española e invasión en el siglo XVI, destacando a Cartagena como puerto clave del comercio y la trata trasatlántica de personas esclavizadas. Si durante el siglo XIX, sus ciudades fueron cuna de la independencia y pioneras en la apertura comercial de la naciente República; y en el siglo XX, recibió importantes olas migratorias (árabes, europeas y asiáticas) que enriquecieron su identidad; actualmente el Caribe combina esa profunda herencia pluriétnica y cultural con un peso estratégico para la economía, el comercio marítimo y el turismo del país.

En América, por su distribución espacial, las lenguas nativas se han clasificado en cuatro estirpes, así: 1) de proyección continental, presentes en vastos territorios meso- y suramericanos, como son las chibcha, caribe, arawak y quechua; 2) de proyección regional, con redes lingüísticas discontinuas en varias áreas suramericanas (tucano, sáliba-piaroa); 3) local, lenguas diseminadas en una misma área (guahibo, macú-puinave, uitoto, bora, chocó, barbacoa); 4) de lengua única (paez, guambiano, ticuna, cofán, andoque, kamsá). De estas estirpes hacen presencia en la región las familias continentales chibcha, caribe y arawak, más el tronco chocó con el embera-catío, considerado de orden local.

En el rezago económico de esta la región respecto a la a la región andina de Colombia, influyen dos factores: el legado colonial y la geografía física. En el legado colonial además de la esclavitud y la hacienda, está el impacto de largo plazo a través de la persistencia de la mala distribución del capital humano, la tierra y las oportunidades. Y con respecto a la geografía, las limitaciones que se desprenden del clima, el régimen de tierras, las lluvias, la calidad de los suelos, entre otras. No obstante, existen otros determinantes del rezago económico costeño por la 'enfer-medad holandesa' que produjo a comienzos del siglo XX el auge del café, los efectos del centralismo político y económico, y las políticas económicas dirigidas a fomentar la industrialización para la sustitución de importaciones.

Ecosistemas

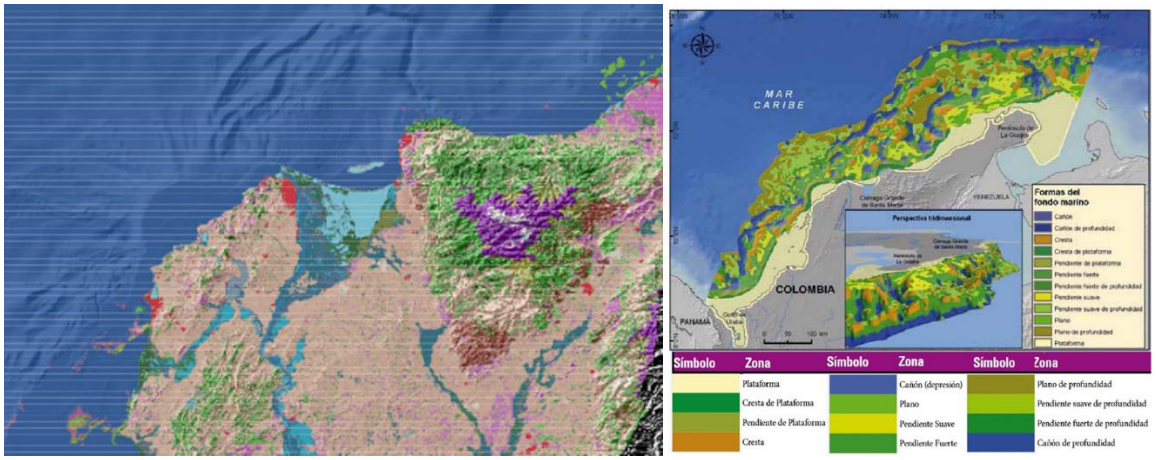


Imagen. Izq: Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Der: Formas del fondo marino en la plataforma y talud del Caribe-(Invemar),

La región Caribe es un tesoro de biodiversidad y ecosistemas cuyas áreas protegidas abarcan el 11 % del territorio colombiano y comprenden 145 áreas de importancia nacional, regional y local, que además de ofrecer servicios ecosistémicos, como el agua que convertida en elemento central la región, genera valiosos procesos de gobernanza, contribuyen a la conservación de la riqueza social y cultural de diversas comunidades, cuyo rol resulta fundamental para prevenir la expansión de actividades

económicas que comprometen áreas forestales en la región. Añádanse, su patrimonio costero (manglares, arrecifes, ciénagas) y otros ecosistemas vitales estratégicos para la sostenibilidad ambiental, la pesca y la seguridad alimentaria de la región.

La red urbana del Caribe colombiano destaca por la preponderancia del "Triángulo de Oro" (Barranquilla, Cartagena y Santa Marta), un nodo metropolitano e industrial que concentra el comercio puerto-marítimo, el turismo internacional y los principales servicios de la región.

Sin embargo, este dinamismo convive con profundas desproporciones territoriales: un acelerado e informal crecimiento urbano que genera notables brechas en cobertura de servicios públicos, infraestructura de transporte y vivienda digna. Además, sus ciudades enfrentan un altísimo riesgo de vulnerabilidad climática frente al ascenso del nivel del mar y eventos meteorológicos extremos, exigiendo una urgente planificación resiliente e integración metropolitana regional.

Dimensión económica

La economía del Caribe colombiano se caracteriza por su diversidad productiva, localización estratégica y marcadas disparidades regionales:

Mientras el Eje logístico se Centra su del "Triángulo de Oro" donde destacan la refinación de petróleo, la industria petroquímica, manufacturera y los servicios logísticos portuarios, y el potencial energético y minero con la producción hidrocarburífera offshore y carbonera, el turismo histórico, cultural y de playa destaca a Cartagena, Santa Marta y San Andrés. Y respecto al sector Agropecuario y Pesquero, predominan la ganadería extensiva y cultivos comerciales de exportación como banano, palma de aceite y yuca, junto a la pesca marítima y artesanal.

Al examinar la participación económica del Caribe colombiano, los indicadores muestran que su producción económica regional está muy concentrada; Atlántico (29,8%) y Bolívar (23,7%) generan más de la mitad del PIB del Caribe, seguidos por Cesar (12,1%) y Córdoba (12,0%). Brecha poblacional: Aunque le aporta un 15% a la economía del país y la región alberga a cerca 1,4 millones de habitantes que son el 22% de la población colombiana, su PIB per cápita queda por debajo del promedio nacional (alrededor del 70% de la media colombiana). Y respecto al Gini de la concentración de la tierra, el indicador varía entre 0,8 y 0,88. lo que dice que es una de las regiones con mayor concentración de propiedad rural del país y del continente.

El medio rural del Caribe colombiano combina un extraordinario potencial agropecuario, pesquero y energético (ganadería extensiva, cultivos de banano, palma y energías renovables) con agudas deudas sociales y territoriales. Dicho medio, está marcado por un histórico conflicto por la tenencia de la tierra y la persistencia de brechas en infraestructura básica, conectividad y servicios públicos frente a las áreas urbanas. Asimismo, sus comunidades rurales sufren una extrema vulnerabilidad climática ante sequías e inundaciones que impactan ciénagas y acuíferos. Pese a esto, conservan un vital patrimonio biocultural y una economía campesina fundamental para la seguridad alimentaria de la región.

Agenda Ambiental Caribe

El río Magdalena, también llamado río Grande es Colombia, y su puerta de entrada es Barranquilla. En esta agenda ambiental, en la que por primera vez el Ministerio Público mira con una visión ambiental de futuro, al Río Grande de La Magdalena, para invitarnos a que reflexionemos sobre la forma como hemos violentado la estructura ecológica de sus territorios biodiversos y pluriculturales, buscando el crecimiento a costa de la miseria y del medio ambiente, y no el desarrollo, al examinar sus graves

problemáticas multifactoriales, nos preguntarnos qué proyectos de magnitud existen en Colombia para su protección y preservación como uno de los ecosistemas más estratégicos del país.



Mapa del litoral entre la Isla de Barú y Ciénaga y del Canal del Dique de Antonio de Arébalo, de 1766.

Imagen:: Mapa del litoral entre la Isla de Barú y Ciénaga y del Canal del Dique de Antonio de Arébalo, de 176

En el tema ambiental la pregunta fundamental es qué le dejaremos a las futuras generaciones, de este país, que es el segundo más megadiverso del planeta, con 50.000 especies registradas y el 15% del territorio continental en áreas protegidas, que también ocupa el segundo puesto en el mundo por el patrimonio hídrico en ríos y mares, con una producción de agua dulce percápita anual de 50.000 metros cúbicos por segundo cuando unas 80 toneladas de mercurio, de la minería llegan al Magdalena. El agua y la biota, no son recursos sino bienes patrimoniales; recurso es lo que se explota y patrimonio lo que se hereda. El problema fundamental, no es económico sino socio-ambiental; no obstante, la causa primera de las problemáticas del Magdalena, de la Ciénaga Grande, de la Bahía de Cartagena, del Canal del Dique y de la Depresión Momposina, se relaciona con el modelo de desarrollo.

De 81 ecosistemas, 38 se encuentran en peligro: de ellos 16% en la región andina y 71% en la caribe, que son las áreas más pobladas del país. De los humedales que suman 20 millones de hectáreas en marismas, charcas, lagos, ríos, llanuras de inundación y pantanos, no se sabe qué quedará, pero sí que el daño seguirá si no lo detenemos. Y en cuanto al agua, patrimonio que le aporta el 10% al PIB del país, desafortunadamente los costos ambientales son del 3,5% y los costos ocultos o de calidad del 1% adicional. Por ejemplo: en el caso de los medios urbanos, cuando preguntamos ¿será que el desarrollo de la ciudad está en conflicto con los hábitats naturales de los medios fluviales y, por lo tanto, los ríos y humedales no pueden funcionar bien en las ciudades en desarrollo? responderíamos que definitivamente, podemos desarrollar nuevos planeamientos urbanísticos soportados en una perspectiva verde con elementos de la naturaleza como los ríos, como los manglares y otros cuerpos de agua.

El Magdalena-Cauca, es un escenario deforestado en un 80%, razón por la cual el caudal, que en la desembocadura es en promedio de 7.200 m3 por segundo, presenta variaciones desde 10.287 m3/s en invierno hasta 4.068 m3/s en verano. Si Cormagdalena desde 1999, venía formulando el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca del Río Grande de la Magdalena -POMIM-, ¿por qué no

aprovechar a fondo esta herramienta, que contemplaba un elemento de ordenamiento hidrológico y otro de coordinación, con las CAR y MASD como instituciones encargadas de la gestión medioambiental, para enfrentar la deforestación como causa de la sedimentación?

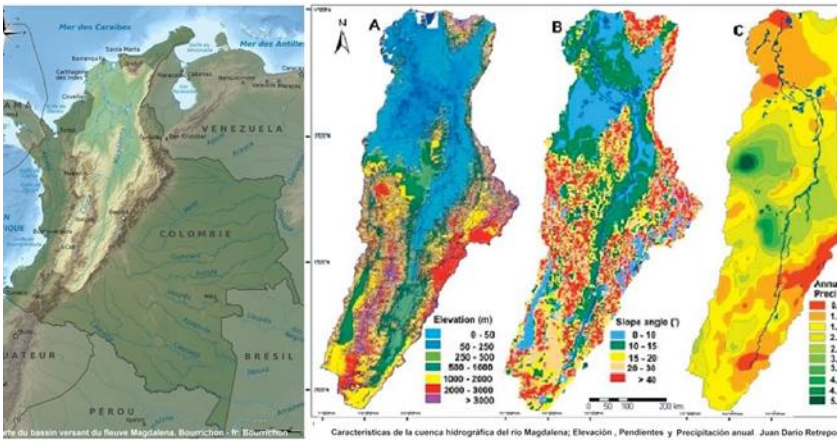


Imagen: Cuenca Magdalena-Cauca. Burrichon- Wikipedia; y Cuenca del Magdalena-Cauca: elevaciones, pendientes y precipitación. J.D. Restrepo. Eafit.

Navegación: ojo; que las transformaciones del medio para lograrla sean ecológicamente sólidas y compatibles con la cultura; ellas deben soportase en planes participativos e integrales, concebidos con un enfoque biocéntrico y no antropocéntrico, pensando que el territorio no es del gobernante, ni de los planificadores o académicos, sino de la comunidad que lo construye. Sólo tenemos seis años de hidrocarburos en Colombia, y ellos han sido el 90% de la carga del país en el modo fluvial por el Magdalena, lo que explica el olvido que se ha tenido con Barranquilla a pesar de ser esta ciudad "la puerta de Colombia", ya que se ha privilegiado el Canal del Dique dado que la refinería queda en Cartagena.

El objeto de la recuperación del Magdalena, remontando el Salto de Honda tal cual lo hacían los vapores finalizando el siglo XIX y extendiendo la hidrovía hasta Neiva permite incorporar las 350 mil Ha del fértil valle del alto Magdalena, además de hacer que los poblados ribereños vuelvan a ser puertos –caso Honda, Girardot, Ambalema y Neiva- o asentamiento de pescadores. Lo anterior debe prevenir la sobreexplotación de la pesca y la madera, y que se arrasen humedales para extender cultivos y hatos ganaderos, si queremos hacer de las comunidades y ecosistemas del territorio el principal objetivo del desarrollo, y convertir el río en una hidrovía incluyente, ecológicamente funcional y sostenible.

En las tragedias asociadas con las inundaciones que han abatido regiones, sobresale la de 2010 tras la ruptura del Canal del Dique: allí, además de haber incidido sobre la amenaza, la vulnerabilidad se fue construyendo, tal cual suele ocurrir con los desastres naturales, puesto que ellos son la consecuencia de la forma como nos relacionamos con la naturaleza. Veamos: en la ecorregión cafetera, los potreros que superan 12 veces el área apta para ese uso, cubren cerca del 50% del ya deforestado territorio.

Para combatir la erosión necesitamos soluciones urgentes relacionadas con la reconversión del modelo conflictivo del territorio. Por ejemplo, la agroforestería y la silvicultura. La tasa de erosión del Magdalena ton por km2/año es 4 veces superior a la de las cuencas Orinoco Magdalena que suman casi el 47% del área de Sudamérica. Colombia que ha perdido tres cuartas partes de los bosques de niebla, cuya extensión llegó a 9,7 millones de hectáreas, y donde sólo queda el 8% de los bosques secos que

cubrieron 9 millones de hectáreas, es un jardín deforestado. Si a lo anterior se suma que de 12 millones de hectáreas de guadua, en lo corrido de nuestra vida republicana solo quedan 50 mil Ha equivalentes al 4% del esa extensión, podríamos entender por qué que la erosión afecta al 80% de la Región Andina del país, donde por lo menos el 38,7% de dicho territorio según el IGAC tiene suelos afectados por la agricultura y ganadería no controlada, principalmente en terrenos de zonas montañosas y con altas pendientes.

Documento para la Audiencia Ambiental Caribe de la PGN en 2020, y Act. en 2025.

***

REGIÓN INSULAR DE COLOMBIA: ISLAS Y ARCHIPIÉLAGOS

La región insular de Colombia es el conjunto de todas las islas, cayos e islotes del país ubicados tanto en el mar Caribe como en el océano Pacífico, son la expresión viva de la Colombia del Mar que representa el 55% territorio nacional, donde dicha región representa tan solo el 0,0046% del territorio terrestre continental e insular, y aproximadamente el 0,0025% si se calcula sobre el territorio total soberano (sumando la plataforma continental y las áreas marítimas).

Ubicación y Principales Islas

- **Mar Caribe:** Destaca el archipiélago de San Andrés y Providencia (junto con Santa Catalina), además de cayos e islas menores como las islas del Rosario y San Bernardo.
- **Océano Pacífico:** Se encuentran la isla de Gorgona (antigua prisión convertida en parque nacional) y el islote volcánico de Malpelo.

Economía y Cultura:

- Turismo y Pesca: Son las actividades económicas más importantes de la región debido a sus arrecifes de coral y su gran biodiversidad marina.
- Cultura: En el Caribe insular predomina la cultura raizal, con una mezcla de tradiciones africanas y británicas, e idiomas como el criollo sanandresano (creole) y el inglés.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina



Imagen: San Andrés Islas Colombia. RTVC

Lejos de las tierras continentales y en medio del Caribe, hay un pedazo de Colombia que sobresale por la belleza de sus paisajes, el archipiélago declarado como Puerto Libre en 1953 quedando exento de obligaciones aduaneras, y única región completamente insular del país, donde los nativos conocidos como raizales, son en su mayoría descendientes de africanos.

Se trata entonces de un pueblo con una lengua, una cultura y una historia diferentes a las del imaginario nacional, que lucha por su supervivencia y la libertad de vivir de acuerdo a sus costumbres.

Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario y **San Bernardo**



Imagen: Islas del Rosario, un paraíso marino en el Caribe colombiano. El Heraldo.

Ubicado en el Caribe colombiano, este espacio protegido ubicadas a 45 km al suroeste de Cartagena que conforma el PNN Corales del Rosario y de San Bernardo, salvaguarda la plataforma coralina más extensa y diversa de la costa continental del país. Allí, las Islas del Rosario destacan por sus 28 islas de origen coralino, rodeadas de aguas turquesas, praderas de pastos marinos y bosques de mangle.

El Rosario y de San Bernardo son un santuario ideal para la práctica de esnórquel -que es la práctica de nadar por la superficie del agua equipado con una máscara de buceo-, y el buceo. Y más al sur, en el golfo de Morrosquillo, el Archipiélago de San Bernardo reúne diez islas continentales y coralinas, entre las que sobresalen Tintipán, Isla Múcura y Santa Cruz del Islote, célebre por su extrema densidad poblacional.

Ambos conjuntos insulares combinan un alto valor ecológico con una rica tradición de comunidades afrodescendientes. Su conservación enfrenta desafíos clave ante el cambio climático, la presión turística y la degradación arrecifal.

Gorgona

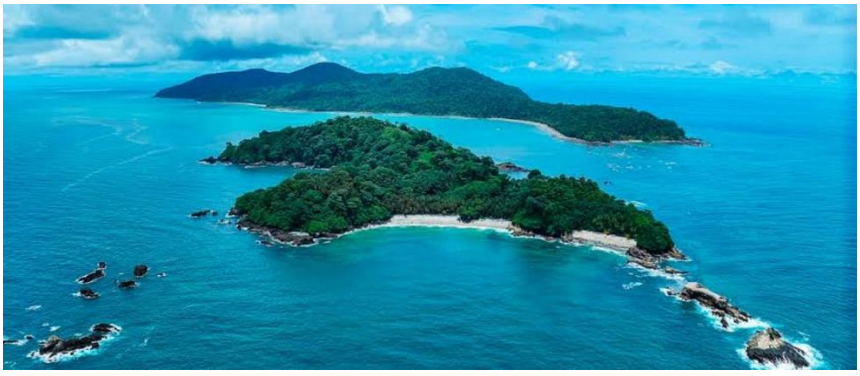


Imagen: Panorámica de la Isla Gorgona. Fuente: PNN de Colombia

La Isla Gorgona, ubicada a 35 km de la costa del Pacífico colombiano a la altura del departamento del Cauca, es una de las reservas naturales y joyas de biodiversidad más valiosas del país. En 1984, tras el cierre de la infame prisión de máxima seguridad que funcionó allí desde 1960, el territorio fue transformado en el Parque Nacional Natural Gorgona.

Este santuario insular combina selva húmeda tropical con ecosistemas marinos de arrecife coralino. Es mundialmente famoso por ser el epicentro de apareamiento y cría de las ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae) entre julio y noviembre, además de albergar tortugas marinas, delfines y una sobresaliente diversidad de aves y reptiles (como el emblemático lagarto azul de Gorgona).

Su aislamiento geográfico y su clima súper húmedo han conservado un laboratorio vivo indispensable para la investigación científica, la conservación oceánica y el ecoturismo responsable en Colombia. Además, el islote de Gorgonilla ubicado hacia el sur, es un entorno clave para la anidación de aves marinas y el refugio de especies coralinas.

Malpelo

La pequeña isla volcánica e inhóspita ubicada en el océano Pacífico colombiano, a unos 500 kilómetros del puerto de Buenaventura, es la cúspide de una extensa Dorsal submarina, cuya estructura volcánica está relacionada con la interacción de las microplacas del Pacífico (Nazca, Cocos y Malpelo), y que por tratarse de la única emergencia es un lugar de alto valor ecológico y fragilidad ambiental, el acceso a la isla está estrictamente controlado, albergando únicamente una guarnición de la Armada Nacional de Colombia dedicada a su custodia y monitoreo científico.



I*magen: Isla de Malpelo en el Pacífico colombiano. Bernard Radvaner / Getty Images*

Esta reserva marina declarada Santuario de Flora y Fauna y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, es un santuario biológico de importancia mundial por albergar una impresionante biodiversidad marina. Es considerada uno de los mejores destinos de buceo del planeta gracias a sus masivas agregaciones de tiburones, incluyendo el tiburón martillo, el tiburón sedoso y el raro tiburón monstruo de las profundidades.

…

* Ref: Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, 13- 12- 2024.

RESEÑA HISTÓRICA Y GEOGRÁFICA DEL TOLIMA



Un perfil histórico y un paso por la geografía de este precioso departamento de la Región Andina y Centro de Colombia, que se teje entre herencias indígenas, colonización española y su consolidación republicana, permite destacar la beligerante resistencia Pijao, el protagonismo de este territorio en la época de oro colonial, y el haber sido decretado Estado Soberano en 1861.

El departamento, cuyo territorio con una extensión de 23.562 km2 es atravesado de sur a norte por el río Magdalena, y está dotado de zonas cálidas con valles fértiles y cumbres de alta montaña, cuenta con 47 municipios, y limita al norte con Caldas, al este con Cundinamarca, al sur con el Huila y al oeste con el Valle del Cauca, Quindío y Risaralda.

Antes de la llegada de los españoles, el territorio estaba habitado principalmente por las tribus Pijao y Panche, los primeros asentados en el centro y sur del Tolima y los segundos en el noroccidente del Tolima y occidente de Cundinamarca.

• Significado: El nombre “Tolima” proviene de voces indígenas (tulima o dulima), que significan “río de nieve o nube”.

• Resistencia: Los Pijaos fueron famosos por su aguerrida defensa de sus tierras frente a la corona española, quienes tardaron más de un siglo en pacificar la región.

Ibagué que fue fundada en 1550 por el capitán Andrés López de Galarza, y que es hoy su vibrante capital, es contemporánea con Honda y Mariquita, fundados en 1539 y 1551 y en su orden por Francisco Núñez Pedrozo.

Durante los primeros siglos, el centro de poder económico y administrativo no fue Ibagué, sino Mariquita.

• Epicentro de riqueza: Fue escogida por la corona española debido a sus minas de oro y plata. Los centros de explotación más importantes durante la Colonia fueron el Real de Minas de Santa Ana en

Mariquita, las minas de La Laja en Falan y el Real de Minas de Nuestra Señora del Rosario en el Valle de San Juan.

• Puerto histórico: El municipio de Honda tomó enorme relevancia comercial al convertirse en el puerto fluvial clave sobre el río Magdalena y punto de partida para subir a Santa Fe de Bogotá. Además, los dos caminos principales de Colombia durante la Conquista, la Colonia, la Independencia y la República que unieron a Santafé con Quito y con Europa, pasaron por Honda.



Imagen: Puente sobre el Rio Suaza en el Sur del Tolima, año 1885. Papel Peródico Ilustrado.

El Tolima tal como lo conocemos hoy, pasó por grandes transformaciones políticas:

• Estado Soberano: El 12 de abril de 1861, el general Tomás Cipriano de Mosquera decretó la creación del Estado Soberano del Tolima.

• Separación de territorios: Lo que hoy se conoce como el "Gran Tolima" abarcaba también el actual departamento del Huila.

• Consolidación departamental: El Tolima fue configurado como departamento mediante la Ley 65 de 1909 y su capital quedó definitivamente establecida en Ibagué.

Cultura, Economía y Medio ambiente

El Tolima es mundialmente reconocido como el Corazón Musical de Colombia, título otorgado por el conde francés Saint-Saëns en 1886 gracias al gran talento artístico de la región. Es cuna de destacados festivales folclóricos y de exquisita gastronomía, donde resalta la tradicional lechona tolimense.

La economía tolimense que se basa fundamentalmente en la agricultura, el comercio, los servicios y el turismo, se subraya con una vocación agrícola de las más fuertes del país, al tiempo que sus apuestas en cultura, se expresan en las actividades de Ibagué como capital musical de Colombia. Al PIB departamental que ronda los $33.4 billones, y que representa cerca del 2,12% de la economía colombiana, se suma la incidencia de pobreza monetaria en el departamento que alcanza el 39,8%.

Ambientalmente, el Tolima que alberga una gran riqueza en zonas de páramo y bosque andino, requiere además de la atención y adaptación a la amenaza climática, atender los desafíos de la amenaza

volcánica asociada al Nevado del Tolima, al Ruiz y al Machín, para prevenir desastres como el de Armero - 1985.

La FAO al evaluar la Vulnerabilidad y el Riesgo por Cambio Climático, para los escenarios 2010 y 2040 en el Tolima, señala que en los últimos 10 años existe una marcada tendencia al aumento de la temperatura. Añade además que la mayoría de los desastres asociados con eventos hidrometeorológicos entre 1975 y 2020 están asociados con incendios forestales, inundaciones, deslizamientos y vendavales. Según los datos del IDEAM, et. al. 2015), el Tolima podrá elevar la temperatura en 2,3 °C para el fin de siglo, y los principales aumentos podrán darse en el centro-oriente del departamento. Y en precipitación donde el promedio será un aumento del 17%, los máximos se darán en las Provincias de Suroriente, Ibagué y Nevados con incrementos desde el 30% al 40%.

Los principales efectos por temperatura se darán1- en el sector ganadero en las áreas bajas del departamento; y 2- en el sector agrícola por aumentos de precipitación y el aumento de plagas y enfermedades asociadas. Además, los ecosistemas de alta montaña se afectarán por los cambios acelerados de temperatura, así como en la disminución de volumen para coberturas nivales.

Subregiones

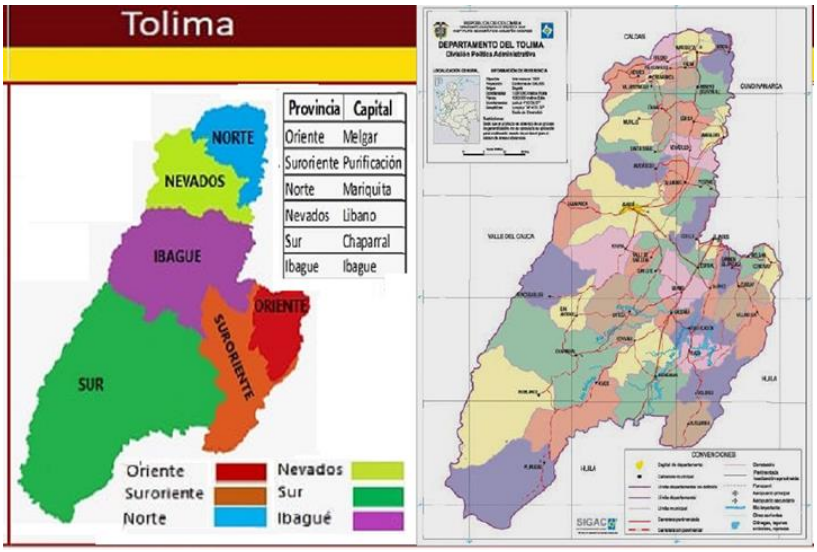


Imagen: Provincias del Tolima-con sus capitales y Mapa de la división política. Fuentes: Capitalesde.com ***y*** *SIGAC*

El departamento del Tolima se divide administrativamente en 6 subregiones o provincias que agrupan a sus 47 municipios: La Subregión de Ibagué (Centro), que es el núcleo político, económico y administrativo del departamento. La Subregión de los Nevados, en la zona de influencia del Parque Nacional Natural Los Nevados, caracterizada por su relieve montañoso y actividades agrícolas de clima frío. La Subregión del Norte, de importancia histórica, colonial y minera, con una fuerte cercanía al río Magdalena. La Subregión Oriente, de fuerte desarrollo turístico y comercial, limítrofe con el departamento de Cundinamarca. La Subregión del Sur, como gran despensa agrícola y cafetera más grande de la región, marcada geográficamente por la cordillera Central. Y la Subregión del Suroriente, un territorio llano con dinámicas económicas compartidas en torno a la ganadería y el cultivo de arroz.

Ref: Documento del Museo interactivo Samoga. Manizales, mayo 28 de 2026.

PERFIL GEOGRÁFICO Y SOCIO-AMBIENTAL DE RISARALDA

El departamento de Risaralda, ubicado en el centro-occidente de Colombia y pilar del Eje Cafetero, presenta un territorio de contrastes extremos. Su geografía está modelada por una compleja historia tectónica y volcánica que define tanto su riqueza agroecológica como su vulnerabilidad frente a amenazas naturales.

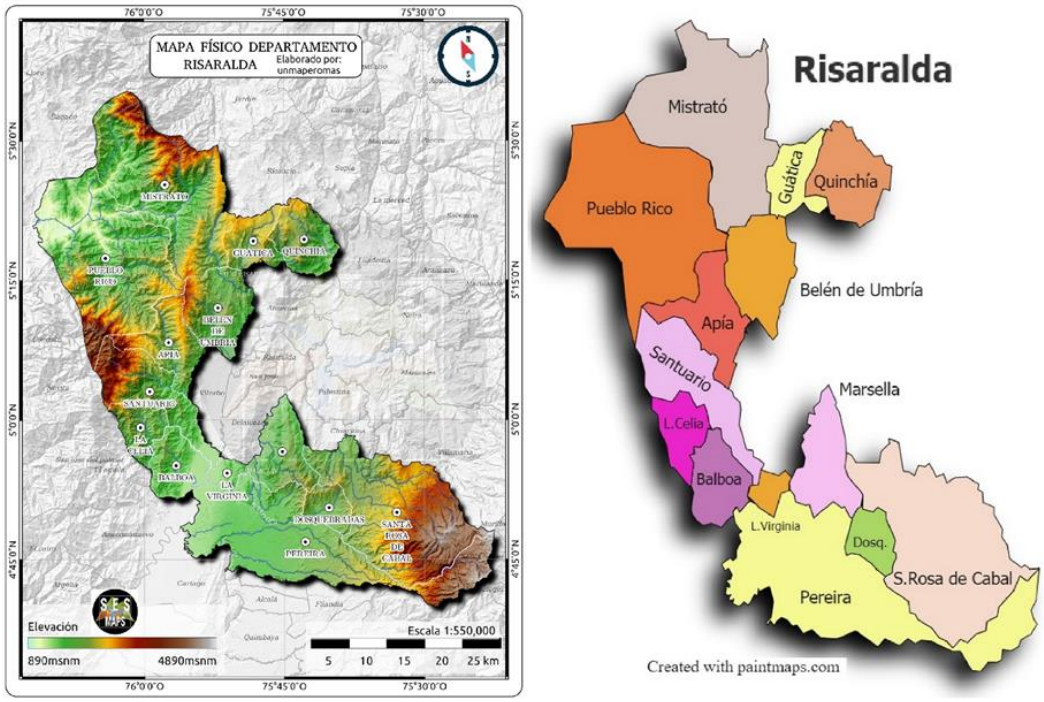


*Imagen: Mapas físico y político de Risaralda***Fisiografía y Relieve**

El departamento abarca 4.140 km² y está atravesado por dos grandes ejes montañosos separados por una depresión tectónica:

- **Cordillera Central:** Alcanza sus máximas altitudes en el PNN Los Nevados (Nevado de Santa Isabel, 4.950 m s.n.m.). Sus laderas están dominadas por **Andisoles**, suelos derivados de cenizas volcánicas que otorgan una altísima fertilidad agrológica para la caficultura.
- **Cordillera Occidental:** Se eleva hasta los 4.000 m s.n.m. en el Cerro Tatamá, operando como una barrera orográfica que condensa la humedad del Pacífico.
- **Cañón del Río Cauca:** Divide ambas cordilleras y está fuertemente marcado por el **Sistema de Fallas de Romeral**, una sutura geológica fundamental que condiciona el alto riesgo sísmico y la inestabilidad geotécnica de las laderas en la región.

Hidrografía y Biodiversidad

La accidentada topografía genera un gradiente que va desde el piso térmico cálido hasta las nieves perpetuas, dividiendo las aguas en dos grandes vertientes:

- **Vertiente del Magdalena (Río Cauca):** Alimentada por los ríos Otún, Consota, Risaralda y La Vieja, los cuales abastecen el núcleo urbano y agrícola del departamento.
- **Vertiente del Pacífico (Río San Juan):** Una zona occidental de extrema pluviosidad y selva húmeda tropical continua.
- **Conectividad Ecológica:** Risaralda es un nodo crítico de biodiversidad. El gradiente entre el Santuario de Flora y Fauna Otún Quimbaya y el páramo prístino del PNN Tatamá sostiene una extraordinaria riqueza de avifauna, incluyendo numerosas especies endémicas vulnerables a la fragmentación.

Estructura Socio-Espacial

La ocupación del territorio presenta un marcado desequilibrio demográfico, económico y de infraestructura:

Subregión	Dinámica Demográfica y Económica
Área Metropolitana (AMCO)	Pereira, Dosquebradas y La Virginia concentran cerca del 70% de la población departamental. Fuerte dinámica de servicios, conurbación y logística, pero con severos retos de déficit de vivienda digna y asentamientos informales en zonas de alto riesgo por remoción en masa.
Occidente y Chocó Biogeográfico	Municipios como Pueblo Rico y Mistrató. Tienen una alta presencia de comunidades indígenas **Emberá Chamí** y **Emberá Katío**. Presentan un menor índice de desarrollo humano y tensiones socioambientales por minería y tenencia de tierras.
Zona Cafetera Tradicional	Marsella, Belén de Umbría, Apía. Corazón del Paisaje Cultural Cafetero, sostenido por una economía de minifundio que actualmente transita hacia el agroturismo y la diversificación de cultivos.

Retos Territoriales y Ambientales

La planificación del desarrollo en Risaralda enfrenta tensiones estructurales entre el crecimiento económico y la capacidad de soporte de su base natural:

- **Gestión del Riesgo Sísmico y Geotécnico:** La proximidad a zonas de subducción y al sistema de fallas locales exige una estricta microzonificación y control del uso del suelo en los POT, especialmente frente a la expansión urbana en laderas inestables.
- **Seguridad Hídrica:** El déficit hídrico estacional en la cuenca del río Otún contrasta con la creciente demanda urbana del área metropolitana y la presión por vertimientos agroindustriales.
- **Frontera Agrícola:** La expansión acelerada de cultivos comerciales (como el aguacate hass) y la ganadería amenaza los relictos de bosque altoandino, comprometiendo zonas vitales de recarga hídrica y la estabilidad de las cuencas abastecedoras.

*Ref: Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, 13 09 2026.

SUBREGIONES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS: PERFILES.



A continuación, se presentan unos perfiles para las seis subregiones del departamento de Caldas, desarrollados en 2016 por el suscrito como Miembro de la CROT a solicitud de la Secretaría de Planeación departamental, para ser incluidos en el documento del Plan de Desarrollo (2016-2019), el que se ha venido formulando de forma participativa municipio por municipio por dicha dependencia, con el concurso de las comunidades, líderes, sociedad civil y empresarios locales, además de alcaldes, diputados, expertos, funcionarios de instituciones públicas y privadas, y el apoyo del personal técnico de las diferentes unidades de la Secretaría y de miembros de la academia.

En la bibliografía, encontrará enlaces a cada uno de los 27 municipios y complementos a las subregiones del departamento, además de información relacionada de interés con su territorio.

Imagen de Portada: Subregiones de Caldas

**

Subregión Centro-Sur



Imagen: Arte caldense en la Web: Alipio Jaramillo, Guillermo Botero, Luis Guillermo Vallejo y David Manzur. Mosaico.

Este territorio que concentra cerca del 68% del PIB de Caldas y 40% de su población, asentado fundamentalmente sobre la gran cuenca del río Chinchiná y constituido por Manizales, Neira, Chinchiná, Villamaría y Palestina, es una conurbación de facto que se extiende más allá de su jurisdicción, hasta Pereira, Armenia y Cartago. Hoy día, las

capitales cafeteras como ciudades intermedias deben conurbarse para conformar una ciudad región y sacar ventajas al complementar sus economías, en lugar de competir con el riesgo de palidecer al ser absorbidas por Cali y Medellín.

Ayer, en esta tierra de empresarios que lograron con el café sumado a los cables, vapores y ferrocarriles cafeteros, hacer pasar por Manizales el meridiano económico de Colombia, y con la creación de la Federación (1927) y posteriormente de la CHEC (1944), hacer de Caldas una empresa cafetera, electrificar el campo e industrializar a Manizales, también surge un cúmulo de intelectuales, artistas y literatos, entre muchos otros, como los escritores Rafael Arango Villegas (1889-1952) y Silvio Villegas (1902-1972), los pintores Alipio Jaramillo Giraldo (1913-1999), Judith Márquez Montoya (1925-1994), David Manzur Londoño (1929…) y Luciano Jaramillo Trujillo (1938-1984), los poetas Blanca Isaza de Jaramillo Meza por adopción (1998-1967) y Jaime Bedoya Martínez (1931…), quienes sumando a las luces de la provincia, han hecho de Caldas y Manizales un referente de la cultural.

Ahora, elevar el PIB de Caldas, cuya estructura es del 55% para el sector terciario, 24% para el sector secundario, 14% para el sector primario y 7% para los impuestos, debe ser la gran prioridad por dos razones: una, porque luego de un crecimiento entre 2004 y 2014 del 2,6% anual, hemos perdido frente a una media para el país del 4,8%; y dos, porque su concentración en el medio urbano, obliga a implementar estrategias de C&T en los medios rurales de Caldas, para cerrar la brecha de productividad e ingresos entre la conurbación y la provincia. En consecuencia, las opciones de Manizales, pasarían por los siguientes planos sectoriales del PIB, así:

En el sector terciario, por una apuesta profunda del sector servicios, implementado el Paisaje Cultural Cafetero PCC con una oferta de bienes y servicios culturales y ambientales, que parta del presupuesto de un ordenamiento de cuencas que garantice la calidad del agua, la salud del suelo y la biodiversidad, para un portafolio que incorpore servicios de salud y hotelería para un turismo verde, cultural y de recreación, donde rutas y escenarios aparezcan articulados hacia adentro y entre sí, para el termalismo, el paisaje de páramo, la caficultura, la arriería, el avistamiento aviar, la gastronomía, la aventura, y las fiestas y jolgorios. Al respecto, para hacer viable el PCC, habrá que complementar con Aerocafé extendido para alcanzar destinos transoceánicos, el Matecaña.

En el sector secundario, implementar un plan con dos vertientes: uno para la innovación, creando sinergias entre la nueva economía de las TIC, la economía verde y la economía naranja, con la economía del conocimiento, aprovechando el carácter biodiverso del territorio, el potencial de nuestras instituciones científicas y académicas, y la capacidad artística e innovadora de los caldenses, con el objeto de lograr desarrollos estratégicos relacionados con dichas áreas: las Tecnologías en Información y Computación (TIC), y la Biotecnología (verde, blanca, roja y transversal), y la economía de la creatividad.

En el sector primario, igualmente: en primer lugar, crear bancos de fomento para el campo, y descentralizar la academia creando por lo menos dos nodos regionales en La Dorada y en Riosucio, a fin de llevar la C&T para fortalecer la productividad, incorporando el Conocimiento y el Capital, al lado de la Tierra y del Trabajo como factores de producción. En segundo lugar, concurrir con los líderes regionales para convertir el Magdalena Centro y el Corredor del Cauca, en nodos estratégicos del transporte intermodal de carga.

El Ferrocarril Cafetero entre La Dorada y el Km 41, además de articular el Sistema Férreo de Colombia con la Hidrovía del Magdalena, puede detonar las dos mayores plataformas logísticas de la Región Andina, una entre Honda y La Dorada y otra entre La Virginia y La Felisa: allí, se emplazarían aquellas plantas que resulten viables para implementar una industria química pesada de transformación, que empleando procesos de producción limpia le incorpore valor agregado a nuestra riqueza, en lugar de reprimarizar nuestra economía.

**

.

Subregión Magdalenense



Charca de Guarinocito, en PDP- MC



Puente viejo, río La Miel, Samaná, en Lapatria.com

Imagen: Charca de Guarinocito, en pdpmagdalenacentro.org y Puente viejo río La Miel, en lapatria.com

Esta cálida subregión de invaluable riqueza natural y cultural, constituida por La Dorada, Victoria, Norcasia y Samaná, ubicada en el corazón del Magdalena Centro como tierra de hamacas y chinchorros, es un territorio de contrastes que comparte con el Magdalena Medio su historia de los vapores por el gran río, y con Cundinamarca y Tolima la de la Botánica de Mutis.

En primer lugar, La Dorada, dado el valor estratégico de su ubicación por ser epicentro de futuras dinámicas económicas, sociales y ambientales del país, gracias a la disponibilidad energética y a los desarrollos de la infraestructura del transporte que inciden en ella, posee las condiciones para apalancar uno de los más promisorios escenarios urbano-regionales de Colombia, además de permitir desarrollos para los sectores lácteos y cárnicos.

Adicionalmente, Samaná, Norcasia y Victoria, suman a las ventajas del fértil valle del Magdalena y de su enorme acuífero del subsuelo, un potencial minero-energético aprovechable, asociado a yacimientos de rocas calcáreas, uranio y asfaltos naturales, además del interesante potencial agropecuario de las cuencas bajas de los ríos Samaná Sur, La Miel y Guarinó, para productos de tierra cálida como cacao, aguacate y frutas tropicales.

Sobre la margen derecha del río La Miel y vecino a la desembocadura de su afluente el río Moro, aparece Norcasia, un municipio al pie de la hidroeléctrica de la Miel, que por su alto índice de Necesidades Básicas Insatisfechas expresa las contradicciones de un sector económico típicamente intensivo en bienes de capital, pero no en generación de empleo.

Dicho sector, no sólo es estratégico para incrementar nuestra participación en el PIB nacional, sino también los ingresos por impuestos y regalías, al igual que lo haría el sector minero hoy deprimido, a pesar de un enorme potencial que permitiría detonar industrias minero-energéticas de transformación, justo en el Magdalena Centro y en menor grado sobre el Corredor del Cauca donde el agua es escaza, como consecuencia del desarrollo de la hidrovía del Magdalena y su eventual articulación al Corredor Férreo del Río Cauca, mediante el Ferrocarril Cafetero ya inscrito en el PND 2014-2018.

Aún más, Caldas podría ganar parte del protagonismo de hace un siglo: de un potencial hidroenergético de 2 millones de KW, sólo aprovecha la cuarta parte logrando una participación del 2% en el PIB departamental; la industria cuya participación a caído a valores cercanos al 10%, crecería varias veces con sólo algunas de las plantas de transformación propuestas por Gabriel Poveda Ramos en el Plan Minero de Caldas 2010-2016. A esto se sumaría el sector del Transporte y Comunicaciones, cuya participación del 5,9% en el PIB de Caldas también crecería como consecuencia de la intermodalidad.

**

.

Subregión Norte




Imagen: Aguadas y Salamina, pueblos patrimoniales de Caldas, en: viajaporcolombia.com y colombia.travel

Este territorio ubicado sobre la margen caucana del interfluvio de la Cordillera Central, entre los ríos Arma y Tareas, comprende los municipios de Aguadas la tierra del ensayista Jaime Mejía Duque (1933-2009), reconocida por el Festival del Pasillo y el sombreo aguadeño; de Salamina, cuna de ilustres caldenses como los poetas Agripina Montes del Valle (1844-1915), Luis Alzate Noreña (1889-1939) y Fernando Mejía (1929-1987); de Pácora, la tierra natal del escultor Guillermo Botero Gutiérrez (1917-1999), y de Aranzazu el terruño de José Miguel Alzate (1954…), poblados todos fundados entre 1808 y 1853, y económicamente vinculados a actividades productivas que giran en torno a la agricultura, en particular a los cultivos de café y plátano y en menor escala a la caña panelera, aunque en el caso de San Félix su actividad tradicionalmente ha sido ganadera y de producción de leche.

Por su arquitectura como impronta de la cultura paisa, sobresalen Aguadas y Salamina declarados Monumento Nacional en 1982, y ejes fundamentales en los que, al lado de Marmato, se soportó la declaratoria por la Unesco del Paisaje Cultural Cafetero en 2011como Patrimonio de la Humanidad, lo que exige entre otras acciones “Incorporar los lineamientos de planificación en los POT de los municipios del PCC para garantizar el uso eficiente del suelo y el agua, y propiciar la articulación de las relaciones campo-ciudad.

Para hacer del Corredor del Río Cauca caldense el gran articulador de territorios y poblados con historia y etnias, como los ubicados en el alto Occidente y estos del Norte donde dos poblados hacen parte de la red de diecisiete pueblos patrimoniales de Colombia, se requiere implementar proyectos que permitan captar recursos de la nación, en el marco de un Plan Maestro de Turismo que propenda por el desarrollo del Paisaje Cultural Cafetero.

Ahora, para expandir los beneficios del citado Plan Maestro, además de un direccionamiento hacia el bioturismo a partir de estrategias como las “vías lentas”, se deberá construir sinergias vinculando elementos del patrimonio inmaterial y material de la cultura caldense, entre ellos las artesanías mediante talleres para mejorar los procesos de producción, transformación y mercadeo de productos, así: en Aguadas para la sombrerería, en Salamina para tallado y calado, en Aranzazu para el fique, y en Pácora para la Panela.

A estos productos se sumarían otros de Subregiones vecinas, para bienes que son emblemáticos de Caldas: en Riosucio para cestería y chaquiras; en Supía, la tierra del historiador Jorge Eliecer Zapata Bonilla (1950…), con la dulcería; en Marmato, la tierra de Iván Cocherín (1909-1982), con la joyería; en Pensilvania, con la madera; en Anserma, la tierra del poeta Edgardo Escobar Gómez (1947-2014), con la seda; y en Marulanda con la lana.

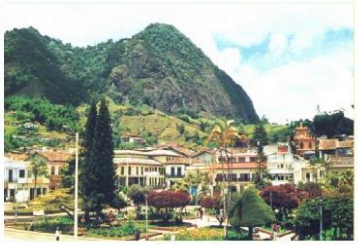
Entre las acciones que demanda el fortalecimiento del mercadeo de los productos agropecuarios y del aparato productivo de los citados municipios, se contemplan el establecimiento de centrales de acopio, la organización de los productores, y la mejora y desarrollo de vías de comunicación, no sólo buscando la conectividad interna, sino también con Pacífico 3 como nueva Troncal de Occidente. Salvo en el caso de Aranzazu se requiere cruzar la vía férrea y un puente sobre el Cauca.

**

.

Subregión Alto Occidente


Marmato en http://pacifista.co


Riosucio, en unal.edu.co/


Supía, en turismosupia.weebly.com

Imagen: Marmato, Riosucio y Supía, en la Web

Esta subregión caldense, conformada por los municipios de Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio y Supía, cuya orografía pertenece al sistema andino y que se establece en el cañón del Río Cauca, es un territorio mestizo forjado en la historia del oro durante la Colonia, y del café que llega una vez se ha consolidado la ocupación del territorio caldense, tras la gesta de la Colonización Antioqueña.

Para comprender la expoliación del inmenso potencial aurífero por más de medio milenio: basta decir no sólo que durante el siglo XVII, cuando la Nueva Granada suministraba el 39% del oro del mundo, la primera mina del orbe era Quiebralomo, sino también que aún Marmato con cerca de 9,3 millones de onzas de oro en el subsuelo, ahora controlado por la multinacional Gran Colombia Gold pero en aparente abandono, ve cómo la pobreza abate por igual a barequeros y 'guacheros' que han quedado sin oficio.

Primero la colonial Supía ubicada al pie de Tacón su cerro tutelar, que sólo florece avanzado el siglo XVIII con el auge de la minería aurífera durante la Colonia, y luego Riosucio que emerge apenas en 1819 sobre el ondulado paraje al lado del Ingrumá, cuentan con la mayor proporción de pobladores de ascendencia indígena de la ecorregión cafetera: allí están los resguardos de Nuestra Señora Candelaria de la Montaña, San Lorenzo y Escopetera, y Pirza por Riosucio; además Cañamomo y Lomaprieta por ambos municipios.

Con la mitad de los pobladores de la Subregión, Riosucio, la tierra de Otto Morales Benítez, es el núcleo cultural más relevante y de la artesanía folclórica más añeja del departamento: además del "Carnaval del diablo" que surge del mito fundacional del poblado, brillan los artesanos de la alfarería en Cañamomo y Lomaprieta, de la cerámica en Portachuelo, de la cestería de bejuco en la Zulia y El Salado en la Montaña y en San Lorenzo, de las esteras de enea y caña brava de la Montaña, del cogollo de la caña brava y la sombrerería en Travesías y Pasmí en San Lorenzo, y de las tallas en palo de naranjo de Tumbabarreto. Se suma a estas comunidades, todas escasas de tierra, la de Guamal, donde una comunidad negra que subsiste desde 1717 se dedica a beneficiar caña panelera y a producir cafés especiales.

Al emblemático carnaval que según el Sistema Nacional de Información Cultural de MinCultura, es la demostración de la cultura de un pueblo que se formó con la integración indígena, negra africana y blanca europea, se suman otros eventos emblemáticos, como "El Encuentro de la Palabra" creado en 1983, para promover la vocación cultural de los riosuceños, y el Encuentro de Escritores Caldenses "Danilo Cruz Vélez" (1920-2008), que en nombre del insigne filósofo y escritor de Filadelfia se realiza cada año en esta población, también tierra del Compositor José Macías (1912-2003).

Y en cuanto al desarrollo de un prospecto minero, para Marmato, en lugar de propiciar el actual enclave y sobre todo de apostarle a una explotación a cielo abierto, se deberá impulsar una minería limpia subterránea, con una componente artesanal y otra industrial, ambas articuladas. Adicionalmente, una escuela minera que abarque desde la extracción y transformación del mineral, hasta su mercadeo, pasando por los necesarios temas ambientales, para corregir conflictos y prácticas que históricamente han degradado el histórico poblado.

**

.

Subregión del Sur-Occidente



Anserma, San José y Belalcázar, en la Web

Ubicada en la vertiente occidental del río Cauca y vecina al Departamento de Risaralda, esta subregión tiene jurisdicción que comprende territorios de los municipios de Viterbo, Anserma, San José, Belalcázar y Risaralda, en los que se advierte una cultura compleja que expresa, además de la ancestral Embera Chamí presente en dos resguardos: Totumal (Belalcázar) y La Albania (Risaralda), referentes que se remontan a tiempos de la conquista, cuando Jorge Robledo funda a Santa Ana de los Caballeros sobre una colina del valle de Umbra (1540), en dominios de los Ansermas; y otros elementos más, a épocas de la colonización del siglo XIX.

Aunque su principal referente hidrográfico es la cuenca del río Risaralda, los paisajes cafeteros dominando las alturas y de cañaduzales esparcidos sobre el precioso valle aluvial, dan testimonio no sólo de una actividad socioeconómica históricamente marcada por el café y más tarde complementada por la caña azucarera, sino también del potencial de aguas subterráneas en un escenario altamente vulnerable al riesgo por sequía, para un territorio escaso de precipitaciones copiosas, donde la cultura ha encontrado notable expresión durante décadas, ya en artesanías como la seda de Anserma urgida de procesos que la conviertan en un bien artesanal certificado, ya en movimientos literarios y culturales de diferente índole y muchos actores.

Salvo Viterbo, que yace bajo imponentes samanes, todas las cabeceras son portentosos miradores naturales: de ahí nombres para cabeceras, como "la colina del viento" para Risaralda y "el balcón del paisaje" para Belalcázar, o de "Buenavista" para una vereda de San José, además de la propuesta de hacer del turismo un motor de la economía de la subregión, donde la apuesta común de estos municipios que ya han emprendido acciones e invertido en infraestructura, es la ruta Amaranta que espera aprovechar los beneficios de la variante Tesalia, en el marco del PCC.

Pero además de dicha vía perteneciente a Pacífico 3, ruta que significa el regreso de la vieja troncal de Occidente de 1939, después de cuatro décadas de haber cambiado su curso al tomar la vía de Irra por Chinchiná, se esperan los beneficios de extender el Ferrocarril de Occidente, y de hacer viable el más interesante de los proyectos de aleaciones mineras incluido en el Plan Minero de Caldas, como lo es el aprovechamiento del manganeso de Apía y Viterbo, para obtener bióxido de manganeso electrolítico, opción que demanda prospectar, valorar y caracterizar las reservas, además de suficiente agua.

**

El Alto Oriente



Imagen: Marulanda, Manzanares y Pensilvania en la Web

Esta marginada subregión cordillerana ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera Central, sobre los escarpados predios de lo que se conocía a finales del Siglo XIX como el norte del Páramo de Herveo y sur de la Tenebrosa selva de Sonsón, cuenta con preciosos poblados de cinco municipios: Pensilvania, Manzanares, Marquetalia y Marulanda con su corregimiento Montebonito, esparcidos en medio de un quebrado y verde paisaje de abundantes aguas y múltiples ecosistema propios del trópico andino.

Para ejemplarizar la calidad humana y empresarial de sus habitantes, basta dos referentes: uno, el notable desarrollo de Pensilvania, la patria chica del pintor Virgilio Patiño Gutiérrez (1948...), obtenido con el concurso del sector privado local a través de la Fundación Darío Maya Botero comprometida con las causas públicas locales, y segundo, el protagonismo intelectual del escritor manzanareño Bernardo Arias Trujillo (1903-1939), escritor y polifacético pensador con convicción de justicia social.

Salvo Marulanda en la parte alta con sus fértiles tierras, la economía de esta subregión, otrora habitada por Pantágoras y Marquetones, es eminentemente agropecuaria, dado que tradicionalmente el café ha sido el principal cultivo, seguido de la caña papelera, el plátano, la ganadería y productos de pan coger, aunque en las dos últimas décadas la agroindustria se ha venido fortaleciendo en dos renglones: la industria maderera afín al enorme potencial forestal y la frutícola, con plantas de transformación en ambos casos, aunque para lograr su consolidación se requiere aplicar una metodología de clúster, lo que supone avanzar en estrategias asociativas supra-regionales.

Resolver la precaria conectividad regional, bajo el presupuesto de que el transporte rural es un catalizador de la reducción de la pobreza, tiene que ser una prioridad de carácter supra departamental, con doble direccionamiento: salvar el Guarinó para articular a Manzanares y Marquetalia con Fresno, Tolima, por la ruta La Marina-El Tablazo para crear un mini clúster subregional, y pavimentar los 180 km de la vía del Renacimiento, entre Sonsón y La Dorada, para la salida de Pensilvania a Puente Linda. En caso de dificultarse la inversión, el mapia o asfalto natural existente en la vecindad, es una opción económica y válida.

El caso de Marulanda, pasa por tres elementos: uno, el desarrollo de una ovinocultura de tipo artesanal soportada en productos certificados con denominación de origen, en lugar de desarrollos industriales que no pueden competir y menos imprimir el sello cultural y ambiental a esta cadena productiva, que goza del beneficio de poseer carácter asociativo dada la tradición de la Cooperativa Viña de Marulanda; dos, el desarrollo de las TIC como medio de conectividad e instrumento articulado a proyectos ecoturísticos; y tres, la Transversal de Caldas donde el "talón de Aquiles" que demanda dicha vía ha sido su precario tráfico promedio diario, por lo cual el mapia es una alternativa..

***

Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia. Manizales, 29 02 2016. Act. 2026.

Geología, geotecnia, astronomía y medio ambiente.



Documentos U.N. de Colombia

Autor: Gonzalo Duque-Escobar*

…PDF: *Manual de Geología para Ingenieros*. (Obra completa)

Video: *Riesgo sísmico: los terremotos.)* – Gestión del Riesgo

PDF: *Acuerdo climático: avance necesario pero insuficiente. –* Medio ambiente

PDF *¿Ajustes a locomotora energética de Colombia?*.

Video (Aspectos geofísicos de los Andes de Colombia) – [Teaching Resource]

PDF: El Paisaje Cultural Cafetero. – [Teaching Resource]

Video: *El camino a las estrellas.*

Video: *Astronomía en América Precolombina: Mayas Aztecas e Incas*.

Video: *Historia de la Astronomía: Edad Media y Renacimiento*.

Video: *La astronomía en Colombia: perfil histórico*.

Video (*El territorio del río Grande de la Magdalena*).

PDF: *Doscientos años de regresiones rurales en Colombia*.

PDF: *Amenaza para la Reserva de Río Blanco en Manizales*.

PDF: *Hidro-Ituango: una lectura a la crisis.*

…

1. *Actividad del volcán Puracé en Cauca*
2. *Armero 40 años, y la amenaza continúa*
3. *Caldas por la conectividad biológica y regulación hídrica*
4. *El desastre sísmico 2026, un balance y la amenaza*
5. *Escollos ambientales del área metropolitana*

6. Humedales del Eje Cafetero de Colombia
7. La amenaza de sequía y apagones
8. Las Eras Geológicas del Planeta Tierra.
9. Lecciones de terremotos para Colombia
10. Llega El Niño, qué hacer en el Centro-Sur de Caldas.
11. Paisaje Cultural Cafetero PCC y amenaza sísmica
12. Pasivos ambientales, suelo urbano y política pública en Manizales
13. Pérdida de glaciares y regulación hídrica
14. Previsiones climáticas y transición energética
15. Sismos históricos para el Occidente colombiano: 1961 y 1962
16. Sistema de Fallas Romeral y Riesgo Sísmico
17. Terremotos: eventos y previsiones
18. Urge profundizar la Zonificación Sísmica de Manizales

**

- Acceso al suelo y segregación urbana.
- Acciones por la vida en nuestro territorio.
- Adaptación del PCC al Cambio Climático.
- Cambio Climático y Gestión del Riesgo en el Territorio.
- Colombia anfibia: del territorio al acuatorio del Magdalena.
- Colombia: huracanes y terremotos acechan.
- Ecosistemas y biodiversidad en Caldas.
- El agua en Caldas- sus problemáticas y su gestión.
- Incendios forestales y clima en Colombia.
- Invasiones y pasivos ambientales en Manizales.
- Las huellas ecológica e hídrica.
- PCC, cultura cafetera y cambio climático.
- Pequeños desastres que también cuentan en Colombia.
- Por un hábitat más verde y más humano.

- *Propuesta para un ordenamiento que blinde el agua en Caldas*.
- *SOS por el agua para Manizales*.
- *Suelos del Eje Cafetero de Colombia*.
- *Terremotos: eventos y previsiones*.
- *Uso del fracking en Colombia, para extraer hidrocarburos*.
- *La cuenca del río "De La Vieja".*

**

- *Crisis del petróleo, ¿y Colombia qué?*
- *De la física celeste a la cronometría y Utilidad de la Luna.*
- *Dimensión geográfica del Anden Pacífico colombiano*.
- *El clima de Colombia en el segundo semestre de 2026*.
- *El fértil valle del río Cauca.*
- *El PCC, la gentrificación y los derechos del territorio*.
- *El Tapón del Darién* .
- *El Territorio como sujeto: una perspectiva*.
- *El tiempo y sus dimensiones en la ciencia*.
- *Emergencia en Colombia por incendios forestales*.
- *Geografía de la Ecorregión Eje Cafetero de Colombia*.
- *La Altillanura, remanso de esteros, garzas y morichales*.
- *Legado de Newton, como soporte para la ciencia moderna*
- *Páramo de Herveo y Estrella Fluvial de Caldas.*
- *PCC de Colombia y Medio Ambiente*. .
- *Por una política pública de vivienda digna*.
- *Reconversión o hecatombe cafetera*.
- *Región Gran Caribe de Colombia*.

**

PDF: *Las cuentas del agua*. – [Teaching Resource]

Lectura: Por falta de bosques con el agua al cuello.

PDF: *Daño a reserva forestal que protege a Manizales*.

Lectura. *Nuestras aguas subterráneas*.

PDF: *Desarrollo urbano y huella ecológica.* (Ecología)

PDF: *Huella hídrica en Colombia.* (Ecología)

Video: *Colombia, trópico andino y agua.*

Lectura: *El inestable clima y la crisis del agua.*

Lectura: *El porqué de los aguaceros en Colombia*.

Lectura: *La expansión aguacatera y la consulta minera en el Eje Cafetero*.

Lectura: *El agua en la biorregión caldense.*

Lectura: *El agua en Colombia: glosas*.

Lectura: *Colombia Tropical ¿y el agua qué?*

…

PDF: *Bosques, Cumbre del Clima y ENSO.* – Workshop Item.

PDF: *Agua y clima en Colombia*. – [Teaching Resource]

Lectura: *Dinámicas del clima andino colombiano*.

Lectura: *Acuerdo Climático: avance necesario pero insuficiente.*

Lectura: *Bosques, Cumbre del Clima y ENSO.*

PDF: *Sol, clima y calentamiento global*.

PDF: Glaciares y desiertos – Manual de Geología

PDF: *COP 23, la cumbre del clima en Bonn*.

PDF: *Sol, clima y calentamiento global.*

Lectura: *Análisis de la Vulnerabilidad frente a la Amenaza Hidrogeológica*.

Lectura: *La adaptación de la ciudad al trópico andino*.

PDF: *Calentamiento global en Colombia.* – [Teaching Resource]

PDF: *Cambio Climático en Caldas – Colombia.*

…

Video: *Cultura y Astronomía – OAM*.

Video – Gestión del riesgo natural y el caso de Colombia. – [Teaching Resource]

PDF: Ciclo geológico – Manual de Geología

PDF: Flujo de agua en el suelo. – Geomecánica

PDF: Aguas subterráneas. – Manual de Geología

PDF: Aguas superficiales. – Manual de Geología

PDF: Propiedades hidráulicas de los suelos. – Geomecánica

PDF: Guía No. 2: Coordenadas Astronómicas

PDF: Guía No. 7: Cosmografía.

Video: *Cómo observar el cielo: Carta Celeste DFA.*

…

PDF: Materia y energía. – Manual de Geología

PDF: Tierra sólida y fluida. – Manual de Geología

PDF: Sistema solar. – Manual de Geología

PDF: Tiempo geológico. – Manual de Geología

PDF: Minerales. – Manual de Geología

PDF – *Desarrollo minero-energético de Caldas*. – [Teaching Resource]

PDF- *Minería metálica sí, pero sustentable*.

Lectura: *La economía en la era del conocimiento.*

PDF: Intemperismo o meteorización. – Manual de Geología

PDF: Erosión de suelos. – Geomecánica

Lectura: *Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica.*

PDF: *Gestión del riesgo por sismos, volcanes y laderas*.

PFF: *Sismo, bahareque y laderas*.

PDF: *Cincuenta años de la llegada del hombre a la Luna*

Lectura: *Río Blanco, cuna de vida…*

…

Video: *F J de Caldas y J Garavito Armero*.

Video: *Newton: de Grecia al Renacimiento.*)

Video: *Albert Einstein en los cien años de la Teoría de la Relatividad.*

Video: *La Cosmología de Stephen Hawking*.

Video: Mecánica Planetaria.

Video: *Tiempo y Calendarios*.

Video (Sol, Lunas y Planetas)

Video: Materia oscura y Energía oscura.

Video: *Tres décadas del Hubble*.

Video – La Luna.

Video – El Universo.

…

PDF: Rocas ígneas. – Manual de Geología

PDF: Rocas metamórficas. – Manual de Geología

PDF: Rocas sedimentarias. – Manual de Geología

PDF: Montañas y teorías orogénicas. – Manual de Geología

PDF: Macizo rocoso. – Manual de Geología

PDF: Estructura del suelo y granulometría. – Geomecánica

PDF: Consistencia y plasticidad. – Geomecánica

PDF: Relaciones gravimétricas y volumétricas del suelo. – Geomecánica

PDF: Clasificación de suelos. – Geomecánica

PDF: *Caldas, el precursor de la ciencia neogranadina.*

PDF: *Isaac Newton*.

PDF: *Albert Einstein*.

PDF: *Stephen Hawking*.

…

PDF: Geomorfología. – Manual de Geología

PDF: Esfuerzos en masas de suelo. – Geomecánica

PDF: Círculo de Mohr. – Geomecánica

PDF: Consolidación de suelos. – Geomecánica

PDF: *Túnel Manizales*. – [Teaching Resource]

PDF: *Geomecánica de las laderas de Manizales*. – [Teaching Resource]

PDF: *Vulnerabilidad de las laderas de Manizales*.

PDF: *Ingeniería, incertidumbre y ética*. [Teaching Resource]

Video: *Cultura y Astronomía*. – [Teaching Resource]

Video: El camino a las estrellas. – [Teaching Resource]

PDF – *Guía astronómica.*

…

PDF: Sismos. – Manual de Geología

PDF: Vulcanismo. – Manual de Geología

PDF: Movimientos masales. – Manual de Geología

PDF: *Colombia: riesgos geodinámicos y hábitat*.

Lectura: *Minería en Tolda Fría ¿y el agua qué?*

Lectura: *Minería en áreas de interés ambiental*.

PDF: Geología estructural. – Manual de Geología

PDF: *Vulnerabilidad de las laderas de Manizales*. – [Teaching Resource]

PDF: Manualgeo: Lecturas complementarias. – Manual de Geología

PDF: Tablas y cuadros de geomecánica. – Geomecánica

…

Lectura: *El volcán y el desastre de Armero.* – [Teaching Resource]

Lectura: *La amenaza volcánica del Cerro Machín.*

Lectura: La amenaza volcánica de Cerro Bravo.

PDF: *La historia del Cerro Sancancio*. – [Teaching Resource]

PDF: *La encrucijada ambiental de Manizales*. – [Teaching Resource]

PDF: *Manizales frente a un desafío ambiental*.

PDF: *Huracanes y terremotos acechan*. – [Teaching Resource]

PDF: *Sismos y volcanes en Colombia*. – [Teaching Resource]

PDF: *Desafíos del Complejo Volcánico Ruiz – Tolima.* – [Teaching Resource]

PDF: *Sismos y volcanes en el Eje Cafetero*. – [Teaching Resource]

Video: *Dinámicas del clima andino colombiano*. – [Teaching Resource]

PDF: *Fisiografía y geodinámica de los Andes de Colombia*. – [Teaching Resource]

…

PDF: *Arroyo Bruno, entre la muerte negra y la vida wayuu*.

PDF: *Vida y desarrollo para el territorio del Atrato*.

PDF: *El siniestro de Mocoa, designio de la imprevisión*.

PDF: Agua y clima en el desafío ambiental.

PDF: *Irma arrasa las Antillas Menores*.

Video: *Huracán Iota: tifón que abate a San Andrés.*

PDF: *El desastre en el río Mira*.

Video: *Cambio Climático en Caldas – Colombia.*

PDF: *El Ruiz, amerita medidas de prevención y no pánico.*

PDF: *El Ruiz continúa dando señales…*

PDF: *Cerro Bravo, tras trescientos años de calma volcánica*.

PDF: *Aprendiendo del sismo de Honshu, Japón*.

PDF: *No hay más terremotos, simplemente desastres más grandes*.

…

Lectura: *América Latina: opciones en la economía del conocimiento*

PDF: *Investigación estratégica en el PNN de los Nevados.*

Lectura: ¿Violación de derechos ambientales en Río Blanco?

PDF: *Colombia biodiversa: potencialidades y desafíos.*

PDF: *Colombia: riesgos geodinámicos y hábitat*.

PDF: *Otra vez El Niño, ¿cómo adaptarnos?*

Video: *Huracanes y terremotos acechan*.

PDF: *Deuda histórica con el Pacífico Colombiano.*

Video: *Manizales: un diálogo con su territorio.*

Video: *Laderas del Trópico Andino: caso Manizales*

Lectura: *Vulnerabilidad de las laderas de Manizales*.

Video: *Caldas en la biorregión cafetera.*

Video: *El Río Grande en la Audiencia Ambiental Caribe (PGN 2020)*

PDF: *¿Ajustes a la locomotora energética de Colombia?*

PDF: *Ciencias naturales y CTS*.

Video: *Desarrollo y revoluciones tecnológicas.*

PDF: *Desarrollo energético y clima salvaje*.

Video: *Dinámicas del clima andino colombiano*.

Video: *Eje Cafetero: Cambio climático y vulnerabilidad territorial.*

PDF: *ONG: desarrollo sostenible, gestión del riesgo y cambio climático*.

PDF: *Por falta de bosques con el agua al cuello*.

PDF: *¿Qué hacer con la vía al Llano?*

Lectura: *Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica*.

...

PDF: *Amenaza para la Reserva de Río Blanco en Manizales.*

PDF: *Arroyo Bruno, entre la muerte negra y la vida wayuu.*

PDF: *Bosques en la cultura del agua.*

PDF: *Caldas en la biorregión cafetera.*

PDF: *Cambio climático y sustentabilidad del territorio.*

PDF: *Clima extremo, desastres y refugiados.*

Lectura: *Cumanday, ¿el león dormido?*

PDF: *CTS, Economía y Territorio.*

Video: *Desarrollo y revoluciones tecnológicas.*

PDF: *El Río Grande, su ecosistema y la hidrovía.*

Video: *El territorio caldense, un constructo cultural.*

PDF: *Ingeniería, incertidumbre y ética.*

PDF: *La economía azul en la esfera de la producción*.

PDF: *Manizales: un diálogo con su territorio.*

PDF: *Minería metálica sí, pero sustentable.*

PDF: *¿Para dónde va el Magdalena?*

PDF: *Perfil ambiental de Manizales y su territorio.*

PDF: *¿Qué hacer con la vía al Llano?*

PDF: *Sismo, bahareque y laderas*.

PDF: *Sismos y volcanes en Colombia*.

PDF: *UMBRA: la Ecorregión Cafetera en los Mundos de Samoga.*

…

Lectura: *Del antropocentrismo al biocentrismo*.

PDF: *Antropoceno… ¿concepto cultural o geológico?*

PDF: *El desarrollo urbano y económico de Manizales*.

PDF: *El aporte ético y técnico de la UN en Aerocafé.*

Lectura: *¿Cuál es el mejor sistema de transporte para Colombia?*

Video: *Colombia Intermodal: Hidrovías y Trenes.*

PDF: *Árboles, poblaciones y ecosistemas.*

PDF: *Bioturismo y ruralidad en la Ecorregión Cafetera*.

PDF: *Ecorregión Cafetera y Bioturismo*.

PDF: *Bosques para la Estabilidad del Medio Ambiente*.

PDF: *Nuestros bosques de niebla en riesgo*.

Lectura: *América Latina, crecimiento y desarrollo.*

Video: *Gobernanza forestal para la ecorregión andina*.

PDF: *Lecciones de Río Blanco: más ecosistemas para la crisis del agua.*

PDF: *Vida y desarrollo para el territorio del Atrato*.

PDF: *Pacífico biogeográfico y geoestratégico colombiano*.

…

PDF: *Procesos de Control y Vigilancia Forestal en Colombia*. – [Book]

PDF: *Sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera*. -[Book]

Lectura: *El Río Grande en la Audiencia Ambiental Caribe de la PGN.*

PDF: *Gestión del patrimonio natural en Colombia*. – [Teaching Resource]

Lectura: *Gobernanza forestal para la ecorregión andina".*

Lectura: *Reflexiones para el manejo de la guadua en Palestina – Caldas.*

Lectura: *Un S.O.S. por la bambusa guadua*.

Lectura: *Nuestros bosques de niebla en riesgo.*

…

PDF: *Guía astronómica.* – [Book]

PDF: *Geotecnia para el Trópico Andino*. – [Book]

PDF: *Retrospectiva histórica de la minería en Marmato* – [Teaching Resource]

PDF: *Fase Prospectiva del POMCA del Río Campoalegre*. – [Teaching Resource]

PDF: *Fase Prospectiva del POMCA del Río Guarinó*. – [Teaching Resource]

PDF: *Economía colombiana: crisis y retos.* – [Teaching Resource]

PDF: *La economía en la era del conocimiento.* – [Teaching Resource]

PDF: *Plusvalía urbana para viabilizar el POT de Manizales*. – [Teaching Resource]

PDF: *Eje Cafetero: construcción social e histórica del territorio*. – [Teaching Resource]

…

PDF: *Geomecánica: fuentes complementarias*. – Geomecánica

PDF: *Manualgeo: Bibliografía*. – Manual de Geología

PDF: *Bibliografía*. – Guía Astronómica

…

Fuente: *Documentos digitales de Gonzalo Duque Escobar*

… 

*Gonzalo Duque-Escobar. Profesor de la U.N. de Colombia. *Autor de 20 textos, más de 500 videos y de 1400 publicaciones.* https://sites.google.com/unal.edu.co/godues1

Fuentes Bibliográficas:

- *20 años de estudios sobre el Caribe colombiano. Banco de la República (Cartagena). CEER, 2020.*

- A extender el Parque Natural Nacional de Los Nevados. Por: Gonzalo Duque-Escobar; La Patria. Manizales, mayo 6 de 2024.

- *A propósito de la reactivación del V.N. Del Huila*. Por Gonzalo Duque-Escobar. Manizales, 9 03 2007.

- *A recuperar la cuenca del Risaralda. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Contexto de CT&S de la U.N. de Colombia-Manizales, 2023.*

- Acciones frente al clima y el desarrollo. Por Gonzalo Duque Escobar. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria, Manizales, 2013-04-29.

- Acciones por la vida en nuestro territorio. Por Gonzalo Duque Escobar. Programa del Centro Cultural del Banco de la República de Manizales, Octu¡re 1 de 2026.

- Acecha El Niño fortalecido por el calentamiento global. Duque Escobar, Gonzalo. 2014-06-08. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), de la Universidad Nacional de Colombia.

- Actividad del volcán Puracé en Cauca. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Samoga, Manizales, 1-12-2025.

- *Actualización Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2015 – 2030*. Portal de la UNGRD. Consultado en 2024.

- Acuerdo Climático: avance necesario pero insuficiente. Gonzalo Duque Escobar. [Ref.: La Silla Vacía. Bogotá, 2018.12.20.]

- Acuerdo sectorial ganadero. Duque Escobar, Gonzalo. 2019-05-06. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) – Manizales.

- Acuerdos en temas sensibles y estratégicos con Brasil. Gonzalo Duque-Escobar. Ed. Circular RAC 578. OAM U-N. de Col, Manizales. September 3 de 2010.

- ¿Acuerdo y Pacto pos covid? Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria. 06.01.2020.

- *Adaptación del PCC al Cambio Climático*. Gonzalo Duque-Escobar Documento del OPP, In: Cátedra UNESCO de la U.N. de Colombia Sede Manizales. Febrero 1 de 2025.

- Agricultura sostenible: reconversión productiva en la cuenca del río San Francisco. Aguirre D. Carlos Mario, Ortiz O. Doralice, Duque E. Gonzalo. (2014). Corporación Aldea Global.

- Aguas subterráneas: patrimonio abundante inexplotado y amenazado. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Museo Interactivo Samoga. Manizales, 2024.

• Al Bahareque le Fue Muy Bien. Jorge E. Robledo; José F. Muñoz y Gonzalo Duque Escobar (2009). Idea U.N. Boletín 45.

• Amenaza sísmica en el Eje Cafetero. Por Gonzalo Duque-Escobar. Abril 25 de 2016. (OAM) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Amenazados agua y páramo en el PNN los Nevados. Por Gonzalo Duque-Escobar. November 2024. Conference: Contexto en CT&S de la U.N. de Colombia.

• Amenazas naturales en los Andes de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2007),

• Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Ana Campos G., Niels Holm-Nielsen, Carolina Díaz G., Diana M. Rubiano V., Carlos R. Costa P., Fernando Ramírez C. y Eric Dickson. 2012. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial.

• Análisis de la sismicidad en el Pacífico colombiano. Por: Edgar Castilla; Ronald Sánchez. Bol. Cient. CIOH 2014; 32:135-147.

• Anotaciones sobre el riesgo sísmico en Manizales. Duque Escobar, Gonzalo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Manizales, 2012-02-27

• Antes que La Colosa a "galerizar" Cajamarca. Duque Escobar, Gonzalo (2010).

• Antropoceno… ¿concepto cultural o geológico? Duque Escobar, Gonzalo. Observatorio Astronómico de Manizales (OAM). Manizales, 2018-10-22.

• Aprendiendo del sismo de Honshu, Japón. Duque Escobar, Gonzalo (2011) Circular 602 de la Red de Astronomía de Colombia RAC (602).

• Armero 25 años… el desastre y la erupción del Ruiz de 1985. Duque Escobar, Gonzalo (2010) In: Conmemoración 25 años de la erupción del Ruiz. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• *Armero, noche de muerte y destrucción*. Por Gonzalo Duque Escobar- Museo Samoga de la U. N. de Colombia. Manizales, 19, 11, 2014.

• Aspectos geofísicos y amenazas naturales en los Andes de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2009) Congreso de Desempeño Humano en Altura. 19 11 2009, Manizales.

• Atlas de Amenaza Volcánica en Colombia. Héctor Cepeda Vanegas, Marta L Calvache, Núñez Alberto, Ricardo A Méndez Fajuri, Héctor Mora, Henry Villegas (2000).

• Atlas de Colombia. INGEOMINAS, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2024). Imprenta Nacional de Colombia.

• Bosques en la cultura del agua. Duque Escobar, Gonzalo (2011) Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria.

• Bosques: regulación hídrica y pluviométrica. Gonzalo Duque-Escobar; Museo Interactivo Samoga. U.N. de Colombia Sede Manizales. Mayo 27 de 2022.

- Breve historia Breve historia de la Tierra. Cecilia Caballero, Inst. Geofísica, UNAM, 2016.

- Calentamiento global en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2011) In: El Día Mundial del Medio Ambiente. Junio 6 de 2011, Instituto Universitario de Caldas.

- Cambio Climático en Colombia: La Amenaza. Antecedentes. Gonzalo Duque Escobar y Ricardo Álvarez León, 2022. U.N. de Colombia, y Fundación Nuevos Horizontes, Manizales.

- Cambio Climático en Colombia: La Amenaza. Antecedentes. Gonzalo Duque Escobar y Ricardo Álvarez León, 2022. Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia, y Fundación Nuevos Horizontes, Manizales.

- *Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera de Colombia* Sadeghian Khalajabadi, S., Lince Salazar, L. A., Medina Rivera, R. D., & Imbachí Quinchoa, L. C. (2020). Chinchiná: Cenicafé

- Caracterización General del Escenario de Riesgo Sísmico. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Bogotá, 2021.

- Catálogo de Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Formación Machín. Ricardo Arturo Mendez Fajury (2002). Revista Ingeominas ISSN: 0121-8425. Colombia.

- Catálogo de Volcanes Activos de Colombia. Ricardo Arturo Mendez Fajury (1989)Boletín Geológico - Ingeominas ISSN: 0120-1425. Colombia.

- Cerro Bravo, tras trescientos años de calma volcánica. Duque-Escobar Gonzalo (Revista Eje 2015).

- Chocó: víctima del cambio climático. Duque Escobar, Gonzalo (2024) La Patria, Lunes, Nov 18, 2024.

- Ciclo Geológico. Duque Escobar, Gonzalo (2017) In: Manual de geología para ingenieros. N. de Colombia – Sede Manizales, Manizales, Colombia.

- Cien años de civilidad en la construcción de territorio. Libro Centenario SMP Manizales (1912-2012). Albeiro Valencia Llano; José Clareth Bonilla Cadavid; Ómar Franco Gutiérrez; José Fernando Echeverri Echeverri; Claudia Torres Arango y Gonzalo Duque Escobar. © Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales. Primera edición: Junio de 2012.

- Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física (8.ª ed.). Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Pearson Educación.

- Clima en Colombia y seguridad hídrica. Por: Gonzalo Duque-Escobar. En: Plan Departamental de Agua del gobierno de Caldas. Manizales, abril 30 de 2024.

- Clima: las heladas en Colombia. Gonzalo Duque-Escobar (2020). Museo Interactivo Samoga. Documento original en Razón Pública.

- *Colombia: agro y nueva ruralidad.* Gonzalo Duque-Escobar; Museo Samoga. Manizales, mayo 20 de 2023.

- Colombia: retos y desafíos del cambio climático. Gonzalo Duque Escobar. Director del Observatorio Astronómico de Manizales. In: U.N. Periódico. Agosto 1 de 2022.

• Colombia: riesgos geodinámicos y hábitat. Gonzalo Duque Escobar. Febrero 19 de 2018, Escuela de Arquitectura y Urbanismo – U. N. de Colombia.

• Colombia – Sismos de 1979. Por Gonzalo Duque-Escobar. In: Manualgeo. Universidad Nacional de Colombia. Noviembre 25, 2021.

• Colombia: Tanto temblor: ¿qué pasa? Duque Escobar, Gonzalo; 2019-01-30. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

• Cómo florece la vida en medio del arsénico, símbolo de la muerte. Por: Gonzalo Duque Escobar Ed. RAC 591 de 2010. OAM, de la UN de Colombia Sede Manizales.

• Compendio histórico del río Magdalena. Por: Hernando Mora A. Artículo del Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia Número 1, Volumen VI 1939.

• *Con la ola de calor, arde Colombia*. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Documento para La Silla Vacía. Manizales, enero 27 de 2024.

• Consideraciones acerca de la erupción del Volcán Nevado del Ruiz (13.11.85) con base en el análisis de las cenizas volcánica. MACIA, C. & CALVACHE, M.L. (1987) Geología Colombiana, No. 16. pp. 7 – 15. 1 Fig. 1 Lam., 1 Tabla. Bogotá.

• Conviviendo con el volcán. Duque Escobar, Gonzalo. 30-08-2010. Documento SMP Manizales-Universidad Nacional de Colombia. Programa Civismo en Acción. Abril 9 de 2022.

• COP 23, la cumbre del clima en Bonn. Duque Escobar, Gonzalo.6-11-2017. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

• COP21, un reto social y político a nivel global. Duque Escobar, Gonzalo. 7-12-2015. OAM de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• COP-27, Colombia y la debacle por La Niña. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Miembro Correspondiente de la Academia Caldense de Historia. Manizales, noviembre 7 de 2022.

• COP28: ¿y las energías fósiles qué? Por: Gonzalo Duque-Escobar (2023); U.N. de Colombia & Academia Caldense de Historia.

• *Corrección de la acidez del suelo: alteraciones químicas del suelo.* Sadeghian, S. & Díaz Marín, C. (2020). Revista Cenicafé, 71(1), 7-20.

• Costa Pacífica, Amenaza y Riesgo sísmico. Hans Jurgen Meyer y Andrés Velásquez.. OSSO. Desastres & Sociedad. Nº1. La Red. 1993.

• Crisis del clima: y el calentamiento global ¿qué? Gonzalo Duque – Escobar. U.N. de Colombia Sede Manizales, septiembre 6 de 2021.

• Crisis del petróleo, ¿y Colombia qué? Gonzalo Duque, Contexto en CT&S de la U.N. de Colombia. Manizales, marzo 23 de 2026.

• Crisis por la creciente amenaza climática. Por: Gonzalo Duque Escobar, Documento del Museo Samoga. La Patria, mayo 31 de 2021.

• Crisis y Opciones en el Río Grande de Colombia. Gonzalo Duque Escobar, 11 12 2020. En: Audiencia Ambiental Caribe, en Barranquilla, por la Procuraduría General de la Nación.

• CTS, Cultura y Ruralidad en Caldas. Duque Escobar, Gonzalo Documento para la REDVAV y VECINA, Noviembre de 2019.

• CTS, Economía y Territorio. Duque Escobar, Gonzalo (2018). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

• Cuando llegan las lluvias. Gonzalo Duque-Escobar. U.N. de Colombia - Observatorio Astronómico de Manizales OAM. Manizales, 8.11.2021.

• Cuatro PNN, patrimonio natural de la Ecorregión Cafetera. Duque Escobar, Gonzalo. 14-08-2017. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Cultura del agua en los ríos urbanos. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Especial para la Revista Eje 21. Manizales. Noviembre 2 de 2020.

• Cumanday, ¿el león dormido? Por: Gonzalo Duque-Escobar 26 feb 2020.

• De la amenaza climática a la gestión del riesgo. Por: Gonzalo Duque Escobar. Socio SMP y Profesor U. N. de Colombia In: Periódico UNAL / 12-12-2022.

• De la Cumbre de Durban al desastre de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo. Diciembre 15 de 2011. OAM de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• De la evaluación de amenazas al control de riesgos – la Estadística y las catástrofes naturales. MEYER, Hansjürgen. (2007) OSSO. Desastres & Sociedad. MEYER, Hans Jurgen y VELÁSQUEZ, Andrés. Costa Pacífica, Amenaza y Riesgo sísmico. OSSO. Nº1. La Red. 1993.

• De la gestión del riesgo por las amenazas naturales. Gonzalo Duque-Escobar. Ed. Circular RAC 587. Observatorio Astronómico de Manizales OAM. November 6, 2010.

• De los Parques Naturales al SIMAP – Manizales. Gonzalo Duque-Escobar, Universidad Nacional de Colombia y Miembro de la SMP de Manizales. Septiembre 20 de 2021

• Degradación del hábitat y gestión ambiental. Duque Escobar, Gonzalo (2018-03-26) Universidad Nacional de Colombia; Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

• Del antropocentrismo al biocentrismo. Duque Escobar, Gonzalo 2019-01-28. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

• Del apogeo al debilitamiento de la UNGRD. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, julio 29 de 2024.

• Desafíos del Complejo Volcánico Ruiz – Tolima. Duque Escobar, Gonzalo (2013), Documento UN-SMP- para el Día del Medio Ambiente. Neira, Caldas. Junio 5 de 2013.

• Desarrollo energético y clima salvaje. Duque Escobar, Gonzalo (2015). La Patria

• Desarrollo minero-energético de Caldas. Duque Escobar, Gonzalo. 2014-12-8. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

• Desarrollo urbano y huella ecológica. Duque Escobar, Gonzalo. 2018-10-8. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

• Desastre por sismo del 10-08-2026 en El Palmar Chocó. Por: Gonzalo Duque Escobar: Universidad Nacional de Colombia; Manizales, lunes 10 de agosto de 2026.

• Deslizamiento en Rosas, una tragedia mitigada. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Manizales, enero 16 de 2023.

• Día de La Tierra, ¿y la sustentabilidad? . Gonzalo Duque-Escobar Documento del OAM de la Universidad Nacional de Colombia; Ed. RAC 464 de abril 22 de 2008

• Día de los océanos: mares y océanos del planeta azul. Gonzalo Duque-Escobar, Documento conmemorativo del Día Internacional de los Océanos. Manizales, junio 8 de 2021.

• Día Internacional de la Tierra-Colombia. Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria. 2021.04.19.

• Dia Mundial del Medio Ambiente: El Universo. Por Gonzalo Duque-Escobar (5-06-2020). In: Museo Interactivo Samoga y Observatorio Astronómico de Manizales OAM.

• Diálogos con el Territorio y Gestión del Riesgo– Por Gonzalo Duque-Escobar. Módulo para la Especialización en Geografía de la U. de C.

• Dimensión Ambiental del Occidente Caldense. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Documento para la Federación de ONG de Caldas y Corpocaldas. Riosucio y Viterbo; 2023.

• Dimensión geográfica del Anden Pacífico colombiano. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, 4-08-2023 (Act.2026).

• Dimensión Socioambiental del Río Grande de La Magdalena. Por Gonzalo Duque-Escobar. In: Semana Cultural del Café. Chinchiná, Junio 29 de 2023.

• Dinámicas del clima tropical andino. Gonzalo Duque-Escobar. Contexto de Astronomía y CTS de la U.N. de Colombia. Mayo 26 de 2020.

• Dinámicas Territoriales y Paisaje Cultural Cafetero PCC. Gonzalo Duque Escobar. Diplomado en Paisaje Cultural Cafetero. Cátedra Unesco. Agosto 2 de 2020.

• Disaster Management Center. University of Wisconsin. Organización de los servicios de salud para situaciones de desastre. OPS- Washington 1975.

• Doble terremoto en Turquía y Siria. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la U. N. de Col., Ing. Civil con posgrados en Geotecnia, Geofísica y Economía. Manizales, 2023.

• ¿Dónde está la gestión planificadora del riesgo volcánico? Gonzalo Duque Escobar. Ed RAC 493. Observatorio Astronómico de Manizales OAM. November 14, 2008.

• Ecoparques turísticos: nodos para articular cultura y biósfera. Duque Escobar, Gonzalo. Junio 5 de 2011. OAM de la Universidad Nacional de Colombia - Manizales.

• Ecorregión Cafetera: evaluación ambiental del territorio. Gonzalo Duque Escobar. Museo Interactivo Samoga. In "Quehacer Cultural". Manizales, 26 de abril de 2021.

• Ecorregión Cafetera: minería y medio ambiente. Gonzalo Duque-Escobar, Museo Interactivo Samoga, In: "Quehacer Cultural"; Manizales, Julio 20 de 2021.

• Ecorregión y bioturismo. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Boletín Ambiental 163 del IDEA-U.N. - Sede Manizales. Enero 20 de 2020.

• Ecosistemas en riesgo y protección ambiental. Gonzalo Duque-Escobar. Recopilación para la Revista Civismo de la SMP de Manizales; junio 6 de 2023.

• Ecosistemas y biodiversidad en Caldas. Escuela Ambiental EVA de la RVAC. Museo Samoga; 2025 10 27.

• Ecoturismo en la tierra del café. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Interactivo Samoga. Manizales, 22-09-2025.

• *Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café.* SADEGHIAN K., S. Cenicafé 54(3):242-257. 2003.

• Eje Cafetero: cambio climático y vulnerabilidad territorial. Doralice Ortíz Ortíz; y Jorge Julián Vélez y Gonzalo Duque-Escobar – 2019. In: CIMAD- de la Universidad de Manizales.

• Eje Cafetero: fortaleza minero-industrial y posibilidades agropecuarias. Duque Escobar, Gonzalo (2012) Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria. 2012-05-27.

• El agua debe preservarse como un patrimonio de interés común. Entrevista a Gonzalo Duque-Escobar, por Irina Juliao Rossi. En Agencia de Noticias UN; marzo de 2016.

• El agua en Caldas- sus problemáticas y su gestión. Gonzalo Duque-Escobar. October 2025. Conference: para la Escuela Virtual Ambiental EVA de la Red de Veedurías Ambientales de Caldas.

• El agua en Colombia: glosas, retos y perspectivas. Duque-Escobar, G. (2021). Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional UNAL.

• El agua en Colombia: una visión global. Por: Gonzalo Duque Escobar. In: "La Conversa del Agua": de los colectivos urbanos de Manizales. Manizales, junio 9 de 2022.

• El agua en la biorregión caldense. Gonzalo Duque-Escobar. Manizales, noviembre 11 de 2014 (Act.2022)

• El agua y la crisis ambiental en el Norte de Caldas. Gonzalo Duque-Escobar- Vicepresidente de la REDVAC. May 17 de 2025.

• El Alto Oriente caldense y sus características ambientales y geográficas. Escueta Ambiental Vecina. EVA de la RVAC. Museo Samoga, 27 de octubre de 2025.

• El Café frente a la Amenaza Climática. Gonzalo Duque- Escobar. October 2024 Foro Ambiental del N-W de Caldas, en La Merced.

• El calentamiento global arrecia… ¿y las heladas qué? Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia; In: Razón Publica. Bogotá, 2020-01-27.

• El carbón andino colombiano. Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2018-07-30.

• El clima de Colombia en el segundo semestre de 2026. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia; 2 de junio de 2025.

• El cuidado de la casa común: Agua y Clima. Duque Escobar, Gonzalo (2016) In: Jornada Académica Laudato Si', Octubre 25 de 2016. Universidad Católica de Manizales.

• El desastre de Armero a los 30 años de la erupción del Ruiz. Duque Escobar, Gonzalo (2015) In: Curso de Contexto CTS, Noviembre 11 de 2015, Auditorio Juan Hurtado.

• El desastre en el río Mira. Duque Escobar, Gonzalo 2009-02-26-. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura Departamento de Ingeniería Civil.

• El desastre sísmico 2026, un balance y la amenaza. Gonzalo Duque Escobar; In Cátedra de Histoiria Regiopnal de Manizales y Caldas, Manizales, 24-08-2026.

• El fértil valle del río Cauca. Gonzalo Duque-Escobar. (7-07-2026). I Museo Interactivo Samoga y SMP de Manizales.

• El gran acuatorio del oriente colombiano. Gonzalo Duque-Escobar; Documento del Museo Samoga. La Patria; Manizales, noviembre 7 de 2024.

• El Huila, "Tierra de Promisión". Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, agosto 1 de 2026.

• El inestable clima y la crisis del agua. Gonzalo Duque-Escobar: Profesor Universidad Nacional de Colombia y Miembro del CROT de Caldas. Manizales, 2016.

• El Machín: la mayor amenaza volcánica de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2008)

• El Magdalena, una cuenca posible: Magdalena Caldense. Centro Cultural del Banco de la República de Manizales; Febrero 5 de 2026.

• El Magdalena: hidrovía, ecosistemas y conflictos en el territorio. Por Gonzalo Duque-Escobar; Cátedra UNESCO – U.N. de Colombia; En "Pacto de País por el Río Grande". 2024.

• El Nevado del Ruiz vuelve a rugir. Entrevista a Gonzalo Duque Escobar. UNIMEDIOS/ Agencia de Noticias UN- Manizales, marzo 12 de 2012.

• *El Nuevo Domo de Lava del Volcán Nevado del Ruiz y la Geomorfología Actual del Cráter Arenas*, Milton Ordóñez, Carlos Laverde y Cristian López. 2020. S. G. Colombiano-Observatorios Vulcanológicos.

• El ocaso del bosque andino y la selva tropical. Gonzalo Duque-Escobar; Universidad Nacional de Colombia Ref.: Manizales, La Patria, agosto 27 de 2018 (Act 2021).

• El Paisaje Cultural Cafetero, ¿sujeto de derechos? Duque Escobar, Gonzalo (2014) Documento UN-SMP Manizales. La Patria.

• El porqué de los aguaceros en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo. Observatorio Astronómico de Manizales (OAM). Manizales, 2019-05-06.

• El Quindío, antes y después del desastre. Por: Gonzalo Duque Escobar. Pijao-Quindío. Junio 23 de 1999.

• El río Cauca en el desarrollo de la región. Duque Escobar, Gonzalo (2019) In: Cátedra de Historia Regional de Manizales y Caldas en 2019., U. de Caldas. Manizales.

• El siniestro de Mocoa, designio de la imprevisión. Duque Escobar, Gonzalo. Abril 10 de 2017. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• El territorio caldense: ¿un constructo cultural? Gonzalo Duque-Escobar – 2019. In "II encuentro de saberes DACHI KUITA". ESAP Manizales.

• El Territorio como sujeto: una perspectiva. Por: Gonzalo Duque Escobar; In: Reconstrucción de Risaralda, Fidatelco. Centro de Convenciones Expofuturo, Pereira, 1 09 2026.

• El tiempo geológico o la biografía de la Tierra. Servicio Geológico Colombiano. (Consultado el 14-10-2026.). El Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez.

• El tortuoso camino de los acuerdos climáticos. Duque Escobar, Gonzalo. Diciembre 22 de 2014. OAM de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• El Volcán Cerro Bravo. Gonzalo Duque-Escobar. Septiembre de 2020. Documento del Museo Samoga de la U-N- de Colombia.

• El volcán y el desastre de Armero. Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 30 de junio de 2020.

• El vulcanismo moderno en Los Andes de Colombia. Héctor Cepeda Vanegas (1987). INGEOMINAS. I Seminario Gerardo Botero Arango sobre la Geología de la Cordillera Central de Colombia. Ponencia.

• Emergencia e imprevisión. , Duque Escobar, Gonzalo (2011)

• Emergencia en Colombia por incendios forestales. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Museo Samoga de la U.N. de Colombia: Manizales, septiembre 14 de 2026.

• En el borde del caos. 2000. WILCHES-CHAUX, Gustavo. Fondo Nacional Ambiental & Fundación para la Comunicación Popular FUNCOP CAUCA, Ed. Casa Pensar (U.J.).

• En el Volcán Nevado del Huila: incertidumbre y éxodo. Duque Escobar, Gonzalo (2007).

• Encantos del PCC: puebliando por la Ecorregión Cafetera. Gonzalo Duque-Escobar. Profesor U.N. de Col, y Miembro de la ACH y del OPP - Cátedra UNESCO. Manizales, 2024 Act. 2026.

• Erupción volcánica con tsunami en Tonga. Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia. Especial para la Revista Eje 21. Manizales, 19-01-2022.

• Erupción y éxodo en el V.N. del Huila. Por: Gonzalo Duque Escobar. Profesor de la U.N. de Colombia Sede Manizales y Director del AOM. Abril 28 de 2007.

• Estilos Estructurales De Los Terrenos De Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2007).

• *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Caldas*. IGAC. (2004). Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

• Estudio sobre desastres ocurridos en Colombia. Cardona, O. D., Ordaz, M. G., Moreno, A. M., Yamín, L. E. & Wilches-Chaux, G. (2004). ERN, ACCI, DNP y Banco Mundial. 1964.

• *Evaluación de modelos para estimar la erosividad de la lluvia en el Valle del Cauca, Colombia*. Daniela Calero; Carolina Martínez López; Juan Carlos Menjivar Flores. November 2021.

• Fase Prospectiva Del Poma De La Cuenca Del Río Guarinó, Duque Escobar, Gonzalo and Ortiz Ortiz, Doralice (2009). Corporación Aldea Global-Corpocaldas.

• *Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia*. Sadeghian Khalajabadi, S. (2008). Chinchiná: Cenicafé.

• Fisiografía y geodinámica de los Andes de Colombia. (Teaching Resource) Duque Escobar, Gonzalo and Duque Escobar, Eugenio (2016) U.N. de Colombia Sede Manizales.

• Formación del sector Norte de los Andes (Colombia). Por: Gonzalo Duque-Escobar, Extracto del Manual de geología para ingenieros y complementado. May 2, 2016.

• Fundamentos de economía y transportes. Duque Escobar, Gonzalo (2006) Book Universidad Nacional de Colombia.

• Fundamentos de geología. Teruggi, M. E. (2011), Universidad Nacional de La Plata.

• Ganadería y agricultura regenerativas. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor la Universidad Nacional de Colombia, Depto de Ingeniería Civil. Enero 15 de 2024.

• Geografía humana de Colombia: Región Andina Central (Tomo IV, Vol. III). Instituto Colombiano de Antropología e Historia. (1996).

• Geología y amenazas naturales para el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Guarinó. Carlos Borrero. Julio de 2009. Documento de diagnóstico para la Fase Prospectiva del POMA de la Cuenca del río Guarinó. CORPOCALDAS.

• Geología, ciencia y cultura. (2.ª ed.). Servicio Geológico Colombiano. (2019). SGC Editorial.

• *Geomecánica*. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique (2016) Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales. Manizales, Colombia.

• Geomecánica de las laderas en Manizales. Duque Escobar, Gonzalo and Duque Escobar, Eugenio and Murillo López, Cristina (2009). In: Foro: Gestión del riesgo, Manizales 13/08/2009.

• Geomecánica. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique (2016) Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales. Manizales, Colombia.

• Geotecnia para el trópico andino. Duque-Escobar, G. y Escobar-Potes, C. E. (2016). Universidad Nacional de Colombia. Repositorio Institucional UNAL.

• Gestión ambiental del riesgo en el territorio. Duque Escobar, Gonzalo. Febrero 26, 2018. IDEA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Gestión del Riesgo en Manizales.. Duque Escobar, Gonzalo (2012).

• Gestión del riesgo natural y el caso de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2008) Documento de trabajo. Manizales, Colombia

• Gestión del riesgo natural y el caso de Colombia. . Duque Escobar, Gonzalo (2008)

• Gestión del riesgo por inestabilidad de terrenos en Manizales: Conclusiones y Recomendaciones. Por: Gonzalo Duque Escobar. Relatoría del Foro de la U.N. de Colombia, 2009.

• Gestión del Riesgo por Sismos, Volcanes y Laderas en la Política Ambiental de Manizales. Duque Escobar, Gonzalo (2012) Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.

• Gestión del riesgo. Anexo. Duque Escobar, Gonzalo (2014) Anexo al Manual de Geología para Ingenieros. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

• Gestión territorial regional y cambio climático. Gonzalo Duque-Escobar (2022). Profesor U.N. de Colombia, Socio Honorario de la SCIA y Socio de la SMP de Manizales.

• Gestión y política pública ambiental, para el manejo sostenible y uso ecoeficiente del patrimonio natural en Colombia. Álvarez León, Ricardo; González González, Henry; Duque Escobar, Gonzalo. Fundación Verdes Horizontes. Soluciones Arquitectónicas y Ambientales & IDEA de la Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 2016-10-12.

• Girasoles para la Ecorregión Cafetera. Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Compendio temático. Manizales, septiembre 24 de 2021.

• Glaciares colombianos: más que montañas con hielo. Por Jorge Luis Ceballos, 23 de julio de 2018. Razón Pública.

• Gobernanza forestal para la ecorregión andina". Duque Escobar, Gonzalo (2014) Revista Civismo Nº 464. SMP Manizales.

• Guía astronómica. Duque Escobar, Gonzalo (2020); OAM-Universidad Nacional de Col.

- Hablemos de Ordenamiento Territorial y Sociedad Civil. Gonzalo Duque Escobar. U. N. de Colombia, Ponenciaen la Universidad Autónoma de Manizales el 13 de marzo de 2025.

- Hacia la sustentabilidad urbana. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia; Manizales, 2023-08-02.

- Haití sin resiliencia para el desastre. Duque Escobar, Gonzalo. U.N. de Colombia. Observatorio Astronómico de Manizales (OAM). Manizales, 2010-01-16.

- Historia Social Del Caribe Colombiano. Polo Acuña Jose Y Solano Sergio Paolo, 1925.

- Historia de la Sociedad Colombiana de Geotecnia SCG. Gonzalo Duque-Escobar. 2026.

- Historia de los terremotos en Colombia Jesús Emilio Ramírez S,J., (1975) Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia,

- Historia del Tolima en Colombia. Luis Alvaro Hernández O. Feb 01, 2020.

- Historia del Tolima y sus pueblos indígenas. Nubia Milena Diaz Patiño Col- Presentación. May 10, 2020.

- Historia sísmica de Bogotá. Por Armando Espinosa Baquero. 2004. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

- Historia Social Del Caribe Colombiano. Polo Acuña Jose Y Solano Sergio Paolo, 1925.

- Historia y Geografía del Tolima. Por: Info Romilel Dec 11, 2019.

- Honda, una joya colonial del Magdalena. Duque Escobar, Gonzalo. Mayo 8 de 2016. UN-SMP Manizales.

- Huracanes y terremotos: ¿y cómo está Colombia? Gonzalo Duque Escobar (2017) [Objeto de aprendizaje - Teaching Resource]

- Impacto del Cambio Climático en Colombia. Min-Ambiente. Consultqado el 1 de Abril de 2026.

- Ingeniería Sísmica. SARRIA, Alberto. Ed. Uniandes. Bogotá, 1990.

- Intimidades del Ruiz para un examen de la amenaza volcánica. Duque Escobar, Gonzalo (2012) Observatorio Astronómico de Manizales OAM. La Patria.

- *Introducción a la ciencia del suelo.* Daniel F. Jaramillo J. U.N. de Col., Facultad De Ciencias, Medellín 2002.

- Introducción a la geología. Becerra, F. (2016). Fac. de Ing. Universidad Surcolombiana.

- Investigación estratégica en el PNN de los Nevados. Duque Escobar, Gonzalo (2017) Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 2017.11.20.

- Investigación Geotérmica del Macizo Volcánico del Ruiz. Central Hidroeléctrica de Caldas, CHEC (Marzo de 1983). Consultoría de Contecol Ltda. Mapa Geovulcanológico: Escala del Original 1: 25.000. Mapa base de Ingeominas.

- Kagoshima International Conference on Volcanoes. 1988. Kagoshima Prefectural Goverment. Nira, Jica, Volcanological Society of Japan, IAVCEI. Publicaciones Insugeo: Conicet y Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. En: http://www.insugeo.org.ar

- La adaptación de la ciudad al trópico andino. Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la Universidad Nacional de Colombia. Manizales, febrero 7 de 2022.

- La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. Altieri, MA y Yurjevic, A. (1992). CEPAL.

- La amenaza climática en la Ecorregión Cafetera. Por: Gonzalo Duque Escobar. In: Semana Ambiental del Instituto Universitario de Caldas. Manizales. Junio 7 de 2022.

- La amenaza volcánica de Cerro Bravo. Duque Escobar, Gonzalo (2013-06-24). Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

- La amenaza volcánica del Cerro Machín. Duque Escobar, Gonzalo. Documento elaborado en el marco del programa RAC II de la Red Ambiental de Caldas. Manizales, 4 12 2021.

- La amenaza volcánica y la gestión del riesgo, en la planeación y ordenamiento del territorio de Colombia. Por Gonzalo Duque-Escobar. Documento UN-SMP. Manizales, 1 feb 2008.

- La amenaza volcánica y la gestión del riesgo, en la planeación y ordenamiento del territorio de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2008).

- La catástrofe del Eje Cafetero en un país sin memoria. Por María Rosario Saavedra y Gonzalo Duque Escobar. CINEP, Bogotá, 1999.

- La conservación de los suelos y la sostenibilidad de la productividad en la zona cafetera. Gómez-Aristizábal, Álvaro de J., & Rivera-Posada, J. H. (1993), Avances Técnicos Cenicafé.

- La encrucijada ambiental de Manizales. Gonzalo Duque Escobar (2017) Razón Pública. Bogotá, Colombia.

- La Geotermia: alternativa energética renovable y amigable. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la Universidad Nacional de Colombia. Revista Eje 21. Manizales. Febrero 15 de 2022.

- La historia de la Tierra. Inst. Nall de Formación Docente. (2016): Geología argentina.

- La historia de la Tierra: Introducción al tiempo geológico. Región de Murcia. (2015). Consejería de Educación, Cultura y Universidades.

- La historia del Cerro Sancancio. Duque Escobar, Gonzalo (2017) Documentación. Revista Eje 21, Manizales, Colombia.

- La Inestable Tierra. Basil Boot y Franf Fitch. Biblioteca Científica Salvat. España, 1986.

- *La Integración regional de la Amenaza volcánica para el Parque Nacional de Los Nevados en ambiente SIG*. Henry Villegas (2003): Geología Colombiana, 28, Bogotá.

• La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial. Sarache Castro, William Ariel and Cardona Alzate, Carlos Ariel and Giraldo García, Jaime Alberto and Duque Escobar, Gonzalo and Orrego Alzate, Carlos Eduardo and Tamayo Arias, Johnny Alexander and Builes Ocampo, Sabina and Cardona Jaramillo, Adriana and Granados Ortiz, María Luisa (2007). Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.

• La Luna. Duque Escobar, Gonzalo (2009) Observatorio Astronómico de Manizales.

• La neotectónica regional del territorio colombiano y su relación con algunas amenazas geológicas TOUSSAINT, Jean Francois.. III conferencia de geología ambiental. Armenia, 1994.

• La previsión en la gestión del riesgo volcánico. . Duque Escobar, Gonzalo (2012)

• La sed de los cafetos. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales – IDEA: Boletín Ambiental N°6 de 1992 (Act. 2022).

• La Tierra en movimiento. GRIBBIN, John. Biblioteca Científica Salvat. España, 1986.

• La Tierra planeta vivo. CASQUET-MORALES, Et al. Colección Salvat. España, 1985.

• Las amenazas naturales en el Eje Cafetero. Por Gonzalo Duque Escobar. In: Revista Impronta de la ACH. Manizales, Febr. De 2024.

• Las lecciones del volcán nevado del Ruiz y el desastre de Armero. Duque Escobar, Gonzalo. En: Curso de Contexto CTS. U.N. de Colombia.

• Las sombras del Ruiz (1985-2025). Por Gonzalo Duque-Escobar In: La Conmemoración de los 40 años del desastre de Armero, en la Academia de Historia del Tolima. 12-09-2025.

• Laudato sí: El Cuidado de la Casa Común: Memorias. Luis Guillermo Restrepo J. · Emilio Chuvieco · Paola Andrea Calderón Cuartas · Monseñor Gonzalo Restrepo Restrepo · Rafael Fayos Febrer · Andrés Salazar Arango · Gunter Pauli · Antonio Elio Brailovsky · Gonzalo Duque Escobar (2020). Universidad Católica de Manizales.

• Lessons from Some Recent Earthquakes in Latin America. ESTEVA, L., RASCON, O y GUTIERREZ, A. IV Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica .1969. 67

• Lessons from Some Recent Earthquakes in Latin America.ESTEVA, L., RASCON, O y GUTIERREZ, IV Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica . 1969.

• Llegó La Niña… ¿y entonces? Gonzalo Duque Escobar (17 ene 2019). OAM de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Lluvias por frentes fríos también afectan a Caldas. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Museo Interactivo Samoga de la U. N. de Colombia. Manizales, 2026-02-23.

• Logros y retos tras 25 años del Observatorio Vulcanológico de Manizales. Duque Escobar, Gonzalo (2011),

• Los Bosques de Niebla en Colombia.Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia, En el Día internacional de la Biodiversidad. Marzo 3 de 2020.

• Los desastres naturales y la protección de la salud. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica 575, Washington, D.C. 2000.

• Los Desastres No Son Naturales, Omar Darío Cardona. 1993. Compilador: Andrew Maskrey. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

• Los glaciares en Colombia se siguen derritiendo. El Santa Isabel, a punto de desaparecer. Redacción Ambiente, 18 de julio de 2025. El Espectador.

• *Manejo integral de malezas y conservación de suelos en la zona cafetera de Colombia.* Gómez, A., & Rivera, J. H. (1993). Chinchiná: Cenicafé.

• Manizales frente a la coyuntura volcánica. Duque Escobar, Gonzalo (2012) La Patria. 2011-04-16.

• Manizales, ciudad de laderas y paisajes del trópico andino. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Documento UN de Colombia – SMP Manizales. Manizales, noviembre 15 de 2023.

• Manizales: política pública ambiental y gestión del riesgo. Duque Escobar, Gonzalo (2012).

• Manizales: política pública ambiental y gestión del riesgo. Duque Escobar, Gonzalo (2012) Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria.

• Manual de geología para ingenieros. Duque Escobar, Gonzalo (2003. Act 2022) Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

• *Manual de laboratorio de suelos*. Carrillo, I. F. (1985). Cenicafé.

• Mapa Metamórfico de Colombia. INGEOMINAS 2001 Mario Maya Sánchez y Edgar Vásquez Arroyave INGEOMINAS, 2001.

• Mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del Nevado del Tolima, Colombia, S. A. Héctor Cepeda Vanegas y Luis A Murcia. (1988) Boletín Geológico - Ingeominas ISSN: 0120-1425.

• Materia y Energía. Duque Escobar, Gonzalo (2017) In: Manual de geología para ingenieros.

• Mecánica de los suelos. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique (2002) Universidad Nacional De Colombia.

• Microzonificación sísmica de la ciudad de Manizales. Centro de estudios sobre desastres y riesgos - CEDERI, Centro de Investigación– CIMOC. Universidad de Los Andes 2002.

• Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Manizales. CIMOC -Alcaldía de Manizales, 2002.

• Misión de Sabios de Caldas: Encuesta. Duque-Escobar, Gonzalo 27-11-2020. U.N. de Colombia y SMP Mzls.

• Mitigación de Desastres en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. OPS. Vulnerability of Water Supply Systems to Landslides. PAHO, 1997.

• Modelo de evolución morfotectónica del Sistema de Fallas de Romeral a nivel regional. José Luis Naranjo. Universidad de Caldas. Manizales 2005.

• Modelo de evolución morfotectónica del Sistema de Fallas de Romeral a nivel regional. José Luis Naranjo. Universidad de Caldas. Manizales 2005.

• *Monitoring and Mitigation of Volcano Hazards*. Roberto Scarpa, Robert I. Tilling. 2012 – Science.

• Murillo enfrenta la amenaza conviviendo con el volcán. Gonzalo Duque-Escobar (14 05 2023). Profesor de la U.N. de Colombia Sede Manizales. Documento del Museo Samoga.

• *Nevado del Ruiz volcano (Colombia): pre-eruption observations and the November 13, 1985 catastrophic event*. BARBERI, Fand MARTINI, M. and ROSI, M. 1990. Journal of Volcanology and Geothermal Research.

• No hay más terremotos, simplemente desastres más grandes. Duque Escobar, Gonzalo (2010) Circular RAC 554 .

• Notas sobre sismos y volcanes en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2012) En:

• Nuestros bosques de niebla en riesgo. Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria. 9.03. 2020.

• Nueva falla geológica altera mapa de amenaza sísmica en Colombia. Carlos A. Vargas (2011) U.N. Periódico.

• *Observaciones preliminares sobre flujos de lodo cuaternarios relacionados con la actividad del volcán nevado del Ruiz…* Mojica, Jairo; Brieva, Jorge; Villarroel, Carlos; Colmenares, Fabio and Moreno, Manuel (2012). Geología Colombiana.

• ONG: desarrollo sostenible, gestión del riesgo y cambio climático. Por Gonzalo Duque-Escobar. In: Foro en la Universidad de Manizales. Junio 5 de 2019.

• Organización de los servicios de salud para situaciones de desastre. OPS- Disaster Management Center. University of Wisconsin. Washington 1975.

• OSSO 25 años después: María Mercedes Durán (2012). contribuciones hacia un modelo de fomento del conocimiento para la reducción de riesgos.

• *Petrografía y geoquímica de las rocas ancestrales del Volcán Nevado del Ruiz*. Luz Mary Toro Toro; Carlos Alberto Borrero-Peña; Luis Fernando Ayala Carmona. Boletín de Geología. Vol. 32, N° 1, de 2010.

• Planeación preventiva y cultura de adaptación ambiental. Por Gonzalo Duque-Escobar. Observatorio Astronómico de Manizales, Ed. Circular RAC 607. Abril 17 de, 2011

• Prácticas culturales y gestión del riesgo sísmico. Lina A. Zambrano-H y Edwin A. Gómez-S. 1994.

• Prediagnóstico de aspectos geológicos. Michel Hermelín y Andrés Velásquez. Inédito. Plan Integral de Desarrollo Urbano de Manizales. Medellín1985.

• Programa de prevención sísmica para Medellín: estudio de la amenaza, zonificación, análisis y vulnerabilidad sísmica para Medellín. PNUD- Universidad EAFIT., Medellín, 1994.

• Pyroclastic rocks. Robertl. Tilling, Geologist, Branch of Igneous and Geothermal Processes, U.S. Geological Survey, Menlo Park, California.

• *Quaternary eruptive history and hazard-zone model at Nevado del Tolima and Cerro Machín volcanoes, Colombia.* Thouret, Jean-Claude; Cantagrel, J-M; Robin, C.; Murcia, A.; Salinas, R.; Cepeda, H. Journal of volcanology and geothermal research. Medellín. 1995.

• Reconversión o hecatombe cafetera. Gonzalo Duque Escobar La Patria; Manizales, noviembre 4 de 2024.

• Red Sismológica Regional del Eje Cafetero, Viejo Caldas y Tolima, ISSN 0123-9074, vol. 6, N 1, año 2001.

• Red Sismológica Regional del Eje Cafetero, Viejo Caldas y Tolima, vol. 6, Número 1, año 2001.

• Reflexiones en torno al sector forestal en el departamento de Caldas como alternativa de paz y desarrollo sostenible. Jorge Julián Vélez Upegui; Doralice Ortiz Ortiz; Gonzalo Duque Escobar. Boletín Ambiental 199 de 2023– IDEA- U.N. de Colombia Sede Manizales

• Riesgo en la zona andina tropical por laderas inestables. Duque Escobar, Gonzalo. 2000-11-08. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Riesgo en zonas andinas por amenaza volcánica. Duque Escobar, Gonzalo (2006),

• Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica. Duque Escobar, Gonzalo. Memorias VII curso internacional sobre microzonificación y su aplicación al planeamiento urbano para la mitigación de desastres. CISMID – JICA. Lima 1995.

• Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica.. Duque Escobar, Gonzalo. CISMID – JICA. Lima 1995.

• Riesgo sísmico, Giner-Robles, J.L. ; Pozo Rodriguez, M. ; Carenas Fernández, B. ; Domínguez Díaz, C. ; García Ruíz, A. ; Regadío García, M. y De Soto García, I.S. Universidad Autónoma de Madrid.

• "Riesgo sísmico: los terremotos". Gonzalo Duque-Escobar. Universidad Nacional de Colombia. 2020.

• Rocas Ígneas.. Manual de geología para ingenieros. Capítulo 07-, Duque Escobar, Gonzalo (2003),

• Santa Isabel: un volcán complejo en alerta amarilla. Por Gonzalo Duque Escobar; 15-09-2023. Profesor Especial de la Universidad Nacional de Colombia, e Ingeniero Civil.

• Seis diálogos con el territorio. . Duque Escobar, Gonzalo (2012).

• Seminario Internacional de Manejo Sanitario en Situaciones de Desastre. Universidad Javeriana- OPS- ACODAL- Ministerio de salud de Colombia. Melgar .1991.

• Sin gestión del riesgo, el invierno volverá a hacer de las suyas. Por: Gonzalo Duque-Escobar, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 14-12-2011.

• Sinergias entre el volcán Galeras y su Santuario de Flora y Fauna. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Editorial de la Circular RAC 355 de diciembre 2 de 2005. Act. 2025.

• Sismo de Ansermanuevo, del 19-01-2024. Por: Gonzalo Duque-Escobar (2024); Profesor Especial de la Universidad Nacional de Colombia, e Ingeniero Civil

• Sismo superficial de magnitud intermedia en Anserma Nuevo del 19 de enero de 2024. Duque Escobar, Gonzalo (2024) Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia.

• Sismo, bahareque y laderas. Duque Escobar, Gonzalo (1999) [Objeto de aprendizaje - Teaching Resource]

• Sismos y volcanes en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2010) Documento de trabajo. Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.

• Sismos y volcanes en el Eje Cafetero: Caso Manizales. Gonzalo Duque Escobar (2012) [Objeto de aprendizaje - Teaching] U. N. de Colombia.

• Sismos. Duque Escobar, Gonzalo (2017) In: Manual de geología para ingenieros. U. N. de Colombia.

• Sistematización de Experiencias y Estrategias de los Planes de Acción Inmediatos PAI de la cuenca del río Guarinó y la Charca de Guarinocito. Vela Murillo, Norma Patricia and Duque Escobar, Gonzalo and Ortiz Ortiz, Doralice (2012) Editorial Blanecolor Ltda. Manizales.

• *Suelos de Colombia: Origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* IGAC. (1995). Subd. Agrológica.

• *Suelos de la zona cafetera.* Por: Hernán González Osorio; Luz Adriana Lince Salazar. 2013, CENICAFÉ.

• *Suelos del Eje Cafetero.* JM Calle, 2001; Proyecto U.T.P. - GTZ Facultad de Ciencias Ambientales.

• *Taxonomía de suelos. Consideraciones para la zona cafetera de Colombia*. Luz Adriana Lince-Salazar & Siavosh Sadeghian (2001). Boletín Técnico de Cenicafé.

• Temas de ordenamiento y planificación del territorio. Duque Escobar, Gonzalo (2012)

• Terremotos y políticas públicas para Manizales. Duque Escobar, Gonzalo (2012) Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. La Patria. 2012-03-05.

• Tiempo geológico. Duque Escobar, Gonzalo (2017) In: Manual de geología para ingenieros.

• Tiempo geológico. Gómez, J. (2008). Rev. Divulgación Científica y Tecnológica, 12(3).

• Tiempo y Calendarios. Duque-Escobar, Gonzalo. Observatorio Astronómico de Manizales OAM. U.N. de Colombia. Manizales. 2020-09-27.

• Túnel Manizales. Duque Escobar, Gonzalo and Duque Escobar, Eugenio (2010) In: XIII Congreso Colombiano de Geotecnia, SCG - U.N. de Colombia, 21-24 de Sep 2010, Manizales.

• UMBRA: la Ecorregión Cafetera en los Mundos de Samoga. Gonzalo Duque-Escobar, (2015. Act. 2022). Museo Interactivo Samoga. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

• Una política ambiental pública para Manizales, con gestión del riesgo, Gonzalo Duque Escobar (2012). Documento de discusión. Manizales, Colombia.

• Una política ambiental pública para Manizales, con gestión del riesgo por sismos, volcanes y laderas. Duque Escobar, Gonzalo (2012).

• Viaje por la historia del río Grande. Verónica Aristizábal Q.; Francisco J. Flórez B.; Juan D. Correa U. 2024; Mincultura-Col.

• Volcán Cerro Bravo. Gonzalo Duque Escobar; Museo Samoga –de la U.N. de Col. 2020. Act. 2026.

• *Volcán Nevado del Ruiz*. IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá.

• Volcán Nevado del Tolima: de la amenaza a la gestión territorial. Gonzalo Duque Escobar. Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia. Manizales, 25-04-2023.

• Volcán Nevado del Tolima: de la amenaza a la gestión territorial. Gonzalo Duque Escobar. R. Eje 21. 2023.

• Volcanes… Duque Escobar, Gonzalo (2012).

• Volcanic hazard maps of the Nevado del Ruiz volcano. Héctor Cepeda Vanegas y Eduardo Parra P. (1989) Journal Of Volcanology And Geothermal Research ISSN: 0377-0273. Ed: Elsevier. USA.

• *Volcano-glacier interactions on composite cones and lahar generation: Nevado del Ruiz, Colombia, case study*. J.C. Thouret Jair Ramírez; B. Gibert-Malengreau; et all. October 2007; Annals of Glaciology 45(1):115-127. J.C.

• Volcanoes. Gordon A. Macdonald. University of Hawaii. Prentice Hall, Inc 1971.

• Volcanology. Williams and McBirney. Freeman, Cooper & Co. San Francisco CA USA. 1980.

• Vulcanismo. Manual de geología para ingenieros. Capítulo 06-, Duque Escobar, Gonzalo (2003).

• Vulnerabilidad de las laderas de Manizales. Gonzalo Duque Escobar, (2017) In: Problemática Ambiental por Riesgo en las Laderas de Manizales, Concejo de Manizales.

• ¿Y la transición ecológica, qué?. Gonzalo Duque-Escobar, Museo Samoga. 6 11 2023.

El Autor



Gonzalo Duque-Escobar, es Ingeniero Civil con estudios de posgrado en Geofísica Aplicada, Economía y Mecánica de Suelos, y profesor de la Universidad Nacional por más de 50 años, donde ha dictado las cátedras de Geología, Astronomía, Topografía y Mecánica de Suelos; además ha sido ex Presidente de La Red de Astronomía de Colombia RAC en el período 2004-2006. Además, en los últimos de docencia, ha tenido a su cargo módulos en varias cátedras de los siguientes programas académicos:

Posgrado en Vías y Transportes UN: Economía y Transportes

Maestría Medio Ambiente y Desarrollo: Seis diálogos con el territorio

Posgrado Geografía: Gestión del Riesgo Natural

Curso de Contexto en Astronomía OAM-U.N.

Curso de Contexto CTS-U.N.

También, ha sido Investigador en el tema de los fenómenos geodinámicos y sobre las amenazas naturales con el Idea de la Universidad Nacional; miembro de la Corporación Aldea Global, Socio de la SMP de Manizales, Miembro Correspondiente de la Academia Caldene de Historia, Miembro Honorario de la SCIA y autor de más 20 libros más de 500 videos y más de 1500 documentos de interés nacional, regional o general, los cuales se pueden consultar en su Web: https://sites.google.com/unal.edu.co/godues1

Libros digitales de Gonzalo Duque Escobar



• Agricultura sostenible: reconversión productiva en la cuenca del río San Francisco. Aguirre D. Carlos Mario, Ortiz O. Doralice, Duque E. Gonzalo. (2014). Corporación Aldea Global..

• Cambio Climático en Colombia: La Amenaza. Antecedentes. Gonzalo Duque Escobar y Ricardo Álvarez León, 2022. Museo Interactivo Samoga de la U.N. de Colombia, y Fundación Nuevos Horizontes, Manizales.

• Cien años de civilidad en la construcción de territorio. Libro Centenario SMP Manizales (1912-2012). Albeiro Valencia Llano; José Clareth Bonilla Cadavid; Ómar Franco Gutiérrez; José Fernando Echeverri Echeverri; Claudia Torres Arango y Gonzalo Duque Escobar. © Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales. Primera edición: Junio de 2012. ISBN 978-958-57465-0-3.

• CTS, Economía y Territorio. Duque Escobar, Gonzalo (2018). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

• Elementos para la construcción de una visión estructurada del desarrollo de Caldas. . Duque Escobar, Gonzalo (2014) U.N. – SMP Manizales. Manizales.

• Encantos del PCC: puebliando por la Ecorregión Cafetera. Por: Gonzalo Duque-Escobar. U.N. de Col, ACH y OPP de la Cátedra UNESCO. Manizales, 2024 act. 2026.

• Fundamentos de CT&S y Economía. Duque Escobar, Gonzalo (2006) Universidad Nacional de Colombia.

• Fundamentos de economía y transportes. Book. Duque Escobar, Gonzalo (2006) Universidad Nacional de Colombia.

• Gestión y política pública ambiental, para el manejo sostenible y uso ecoeficiente del patrimonio natural en Colombia. Álvarez León, Ricardo; González González, Henry; Duque Escobar, Gonzalo. Fundación Verdes Horizontes. Soluciones Arquitectónicas y Ambientales Asesores – Consultores. &.Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 2016-10-12.

• Geomecánica. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique (2016) Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales. Manizales, Colombia.

• Geotecnia para el trópico andino. Escobar Potes, Carlos Enrique and Duque Escobar, Gonzalo (2016) Book. U.N. de Colombia, Sede Manizales, Colombia.

• Guía astronómica. Duque Escobar, Gonzalo (2020) Universidad Nacional de Colombia.

• Introducción a la teoría económica. Duque Escobar, Gonzalo (2019) Museo Interactivo Samoga, Manizales.

- La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial. Sarache Castro, William Ariel and Cardona Alzate, Carlos Ariel and Giraldo García, Jaime Alberto and Duque Escobar, Gonzalo and Orrego Alzate, Carlos Eduardo and Tamayo Arias, Johnny Alexander and Builes Ocampo, Sabina and Cardona Jaramillo, Adriana and Granados Ortiz, María Luisa (2007). Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales, Colombia.

- Laudato sí: El Cuidado de la Casa Común: Memorias. Luis Guillermo Restrepo Jaramillo · Emilio Chuvieco · Paola Andrea Calderón Cuartas · Monseñor Gonzalo Restrepo Restrepo · Rafael Fayos Febrer · Andrés Salazar Arango · Gunter Pauli · Antonio Elio Brailovsky · Gonzalo Duque Escobar (2020). Universidad Católica de Manizales.

- Legalidad y sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera. Duque Escobar, Gonzalo and Moreno Orjuela, Rubén Darío and Ortiz Ortiz, Doralice (2014) Carder-Corporación Aldea Global, CARs Socias del Proyecto

- Manual de geología para ingenieros. Duque Escobar, Gonzalo (2003. Act 2022) Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

- Mecánica de los suelos. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique (2002) Universidad Nacional De Colombia.

- Panorama Geofísico y Geográfico de Colombia y el Eje Cafetero. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Profesor U.N. de Col, y Miembro de la ACH y de la SMP de Manizales, 2026.

- Procesos de Control y Vigilancia Forestal en la Región Pacífica y parte de la Región Andina de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo and Moreno Orjuela, Rubén Darío and Ortiz Ortiz, Doralice and Vela Murillo, Norma Patricia and Orozco Muñoz, José Miguel (2014) Carder- Corporación Aldea Global, CARs Socias del Proyecto.

- Sistematización de Experiencias y Estrategias de los Planes de Acción Inmediatos PAI de la cuenca del río Guarinó y la Charca de Guarinocito. Vela Murillo, Norma Patricia and Duque Escobar, Gonzalo and Ortiz Ortiz, Doralice (2012) Ed. Blanecolor Ltda. Manizales, Colombia.

- UMBRA: la Ecorregión Cafetera en los Mundos de Samoga. Gonzalo Duque-Escobar, (2015. Act. 2022). Museo Interactivo Samoga. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.