

ANDREW MASKREY
Editor

NAVEGANDO ENTRE BRUMAS

LA APLICACIÓN DE LOS **SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA** AL ANÁLISIS DE RIESGO EN AMÉRICA LATINA

LA RED

Red de Estudios Sociales en Prevención de
Desastres en América Latina

1998

El presente libro ofrece una sistematización de experiencias de aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina y un análisis de los problemas conceptuales y metodológicos que deberían enfrentarse en su diseño e implementación. No pretende ofrecer recetas, pero si busca resaltar las cuestiones claves que deberían tomarse en cuenta en las aplicaciones SIG para el análisis de riesgos y las posibles estrategias de diseño e implementación que podrían explorarse. El uso de *inteligencia* en el diseño de modelos espaciales-temporales y desarrollo de aplicaciones a diferentes niveles de resolución como estrategias para reducir la complejidad y la incertidumbre; el uso de métodos participativos de generación de datos y de análisis de riesgos; la aplicación de métodos y técnicas para la gestión de errores y estrategias de implementación de los SIG a corto plazo, basadas en sistemas de bajo costo y ofreciendo funcionalidades muy específicas, son sólo algunas de las recomendaciones que se postulan aquí.

El objetivo central de su publicación, por parte de la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, es que los investigadores, diseñadores y usuarios comprometidos adopten una actitud crítica y analítica hacia el desarrollo de aplicaciones de SIG para el análisis de riesgos, mejorando la calidad de las mismas. La primera parte de este libro ofrece una sistematización y análisis comparativas sobre la aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina, en base a la literatura disponible. La segunda parte del libro ofrece una selección de estudios de casos presentados en un Taller sobre la Aplicación de SIG al Análisis de Riesgos, organizado por la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, en el marco de su V Reunión General llevada a cabo en Lima, Perú, en octubre de 1994.

TABLA DE CONTENIDO

**CAPÍTULO 6: PLANIFICACIÓN REGIONAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO
BAJO CONSIDERACIÓN DE LAS RESTRICCIONES POR AMENAZAS ()..... 4**

ANDRÉS VELÁSQUEZ, HANSJÜRGEN MÉYER, WÁLTER MARÍN, FERNANDO RAMÍREZ, ANA CAMPOS,
ANDRÉS DAVID DREWS, MARYORI ARANGO, MICHEL HERMELÍN, STEPHEN O. BENDER, JULIO SERJE4

INTRODUCCIÓN5

1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE AMENAZAS6

2. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD REGIONAL22

3. LAS CAPITALES EN COMPARACIÓN: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE RIESGOS30

4. PACÍFICO: AMENAZAS. MEDIO AMBIENTE Y PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA34

5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y DEPARTAMENTOS39

CAPÍTULO 6: PLANIFICACIÓN REGIONAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO BAJO CONSIDERACIÓN DE LAS RESTRICCIONES POR AMENAZAS (*)

Andrés Velásquez, Hansjürgen Méyer, Wálter Marín, Fernando Ramírez, Ana Campos¹, Andrés David Drews, Maryori Arango², Michel Hermelín³, Stephen O. Bender⁴, Julio Serje⁵

El occidente colombiano es actualmente una unidad territorial de planificación económica y social; a la vez también es la región colombiana de mayor nivel y diversidad de amenazas naturales. Bajo los nuevos conceptos y esquemas de manejo de riesgos por fenómenos naturales que se han propuesto en el país (restricción a la oferta ambiental, prevención mediante planificación), el CORPES de Occidente y el OSSO/Universidad del Valle desarrollan una visión de las amenazas, de las vulnerabilidades y riesgos y de las estrategias y medidas para su mitigación, para ser incorporadas en las políticas de gobierno en los proyectos de desarrollo.

Se presenta, como parte de los avances del proyecto, una visión integral de amenazas y una primera aproximación para la consideración de vulnerabilidades y riesgos regionales y en las capitales de los ocho departamentos de la región CORPES de occidente.

Se ha acopiado información sobre ocurrencia de desastres en los municipios de la región, a partir de fuentes periódicas desde 1921. El conjunto de la información sobre amenazas, vulnerabilidades y ocurrencias de desastres se está procesando a partir de un Sistema de Información Geográfica desarrollado en el país (PROMAP). Actualmente el proyecto se encuentra en la fase de edición, incluyendo un manual con cartografía sobre distribución de amenazas, vulnerabilidades y ocurrencia histórica de desastres.

* Documento preparado en agosto de 1994, en prensa en las Memorias del Taller OEA sobre planificación del desarrollo regional y prevención de desastres celebrado en Cartagena de Indias en marzo de 1994.

¹ Observatorio Sismológico del **Suroccidente-OSSO**, Universidad del Valle

² **CORPES** de occidente, Unidad del Medio Ambiente

³ Universidad **EAFIT**

⁴ OEA, **Dpto.** de Desarrollo Regional y Medio Ambiente

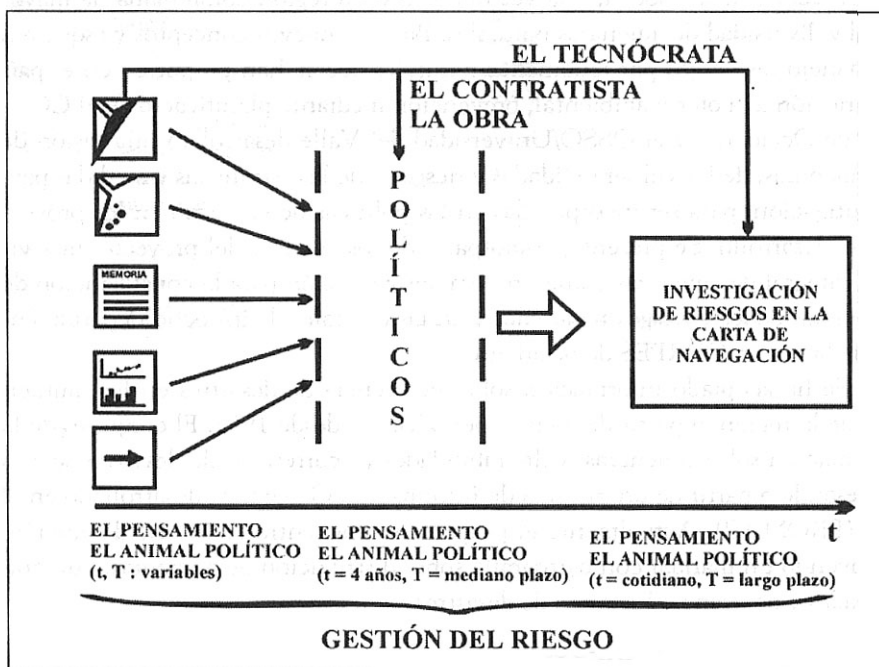
⁵ **SIG Ltda., PROMAP.**

INTRODUCCIÓN

El CORPES de occidente en Colombia, que agrupa a gobernadores, directores de planeación y otros tomadores de decisiones en los ocho departamentos que la conforman, presenta diversos niveles y diversidad de amenazas en un contexto de escaso conocimiento sobre ellas y las vulnerabilidades, con escasa percepción de las opciones y necesidades de adoptar estrategias para la prevención y mitigación de riesgos. Por ello, se están desarrollando investigaciones que deben conducir a generar metodologías e información "práctica" que sirva para incorporar las variables prevención-mitigación en la planificación regional. Se presentan algunos de los avances de evaluación de amenazas, vulnerabilidades y riesgos en la región, con base en la necesidad de generar mecanismos fluidos entre los investigadores y técnicos, los políticos y tomadores de decisiones y la planificación del desarrollo. Ello se ilustra esquemáticamente en la figura 1, en la cual "t" representa el tiempo del pensamiento y acción de cada uno de los actores considerados y "T" los periodos de vida y de intereses, en el marco de la gestión de riesgos.

FIGURA 1. GESTIÓN DEL RIESGO

FIGURA 1. GESTIÓN DEL RIESGO



En el contexto de la región del CORPES de occidente (departamentos Antioquia, Chocó, Caldas, Risaralda, Quindío, Valle del Cauca, Cauca y Nariño), el único foro regional que reúne a las gobernaciones y a sus oficinas de planeación para diseñar políticas y asignar recursos, es de especial relevancia disponer de criterios, metodologías e información para incorporar las variables prevención y mitigación en la planificación del desarrollo en esta región, reconocida como de mayor potencial de amenazas de origen natural y de mayor potencial de desastres en el país.

Se presenta información regional sobre amenazas naturales, se realiza una primera aproximación para el diseño de escenarios de vulnerabilidad, así como una primera aproximación a los riesgos comparados entre las principales ciudades y, finalmente, se señalan problemas derivados de traslapes entre las divisiones político-administrativas y regiones naturales (cuencas hidrográficas).

Aún cuando se incluyen algunos elementos para el diseño de estrategias de mitigación, en esta fase del informe apenas se enfoca este aspecto central, el cual se encuentra en fase de discusión y elaboración. Se espera que el informe contribuya, conjuntamente con los interlocutores en el CORPES, a avanzar en este proceso.

1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE AMENAZAS

La región de planificación del CORPES de occidente, caracterizada por una gran variedad de regiones naturales, topográficas, climáticas, diversidad biológica y antropológica, puede considerarse como una región estratégica en el contexto colombiano y regional, tanto por su posición geográfica (i.e., costas sobre el océano Pacífico y Atlántico), como por el volumen de población e importancia en actividades económicas. Por otra parte, sobre la región se manifiestan directamente casi todas las amenazas de origen natural: desde las hidrometeorológicas y climáticas, pasando por aquellas producto de la interacción clima-paisaje (movimientos de masa, erosión, desertificación), hasta las geológicas con origen en la dinámica interior de la tierra como sismicidad y volcanismo. Además, la gama de fenómenos amenazantes cubre lapsos, ritmos y manifestaciones de ocurrencia desde súbitas y poco pronosticables como los terremotos, hasta lentas y cuasiperiódicas como la alteración climática por el fenómeno El Niño.

Del conjunto de amenazas sobre la región, algunas, principalmente aquellas de origen interno, pueden considerarse como estacionarias en el tiempo, mientras que otras, tales como avenidas torrenciales, inundaciones y movimientos de masa (erosión, deslizamientos) cada vez están aumentando en función de las actividades antrópicas. Además, en un escenario regional caracterizado por el aumento y concentración de vidas y bienes, puede decirse que las vulnerabilidades y riesgos también están en aumento.

1.1 EI CORPES de occidente en comparación

Distribución regional de amenazas

Con base en el "Ensayo de evaluación de las amenazas, de los riesgos y de los desastres en Colombia" (Velásquez & Meyer, 1990), en la figura 2 se muestra, de manera cualitativa, la distribución "acumulada" de las amenazas en Colombia.

La figura corresponde a una adaptación digitalizada de la información cartográfica original (a escala regional), con atributos para cada una de las amenazas correspondientes con los valores señalados a continuación:

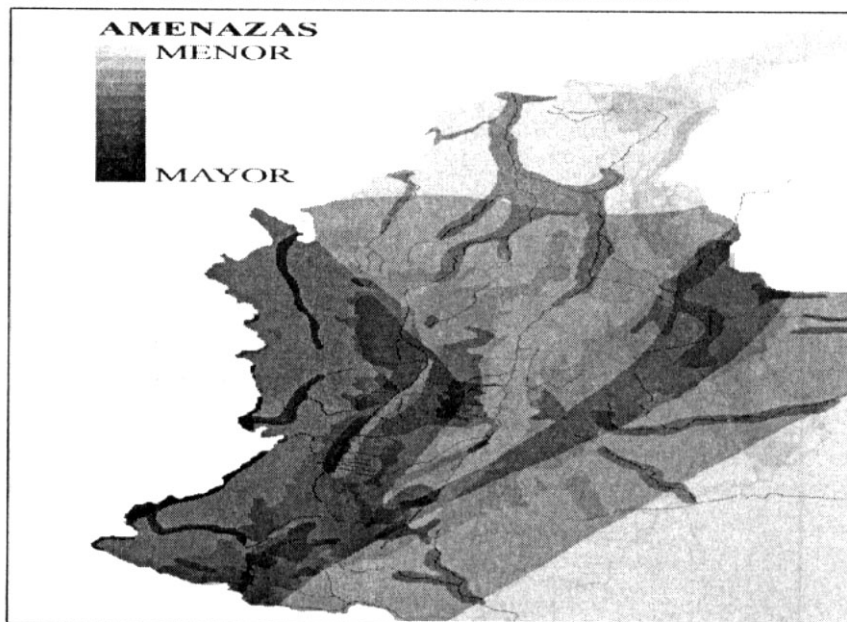
TABLA 1
ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA LA REGIONALIZACIÓN DE AMENAZAS

| | |
|---|------------|
| Pendientes topográficas (a partir de la Cota 1,000) | 3 |
| Amenaza sísmica alta (Ley 1400, 1984) | 20 |
| Amenaza sísmica intermedia (Idem) | 10 |
| Amenaza sísmica baja (Idem) | 2 |
| Amenaza por tsunami | 10 |
| Amenaza volcánica alta (cercanía y drenajes) | 10 |
| Amenaza volcánica baja (cercanía sin drenajes) | 5 |
| Amenaza por ríos torrenciales | 10 |
| Amenaza por inundaciones | 10 |
| Amenaza por acreción/recesión de playas | 10 |
| Mayores amenazas por deslizamientos | 10 |
| SUMA DE VALORES | 100 |

La figura es, pues, una imagen de la distribución acumulativa de amenazas consideradas como valores estáticos ya que no se incorporan factores de recurrencia e intensidad para cada una de ellas. En este sentido, se trata de un escenario regional cuya utilidad es la de permitir reconocer de una manera cualitativa que, en comparación con otras regiones del país, sobre el occidente confluyen los fenómenos amenazantes de origen natural y de interacción entre la naturaleza y las actividades del hombre (inundaciones, avenidas torrenciales y mayores amenazas por deslizamientos).

FIGURA 2. CONFLUENCIA DE AMENAZAS NATURALES

FIGURA 2. CONFLUENCIA DE AMENAZAS NATURALES



Distribución regional de riesgos

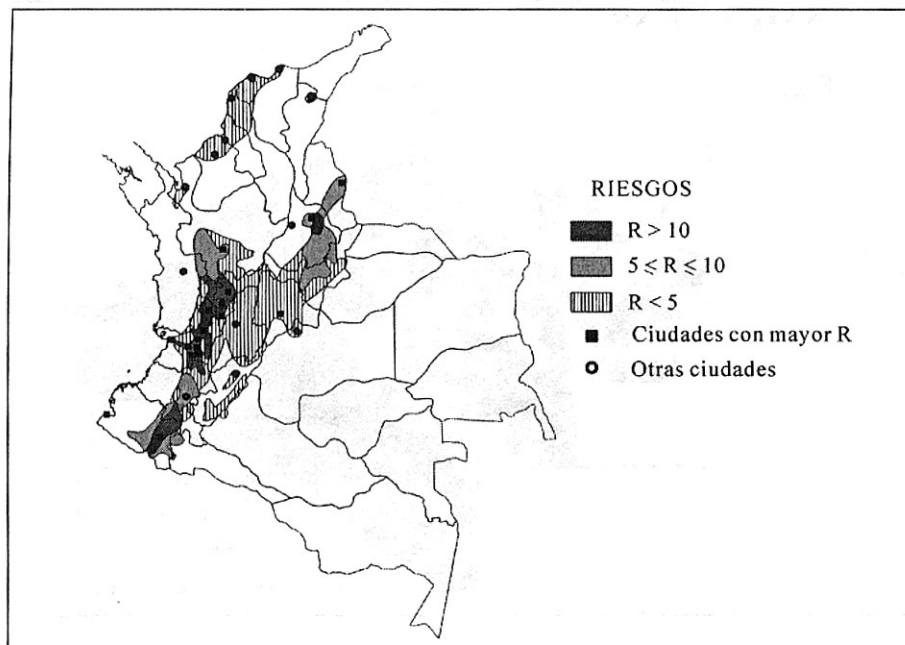
El mapa de la figura 3 es el producto de multiplicar la sumatoria de los valores de atributos de amenazas, por la sumatoria de valores expuestos (densidad de población, zonas con concentración de actividades económicas, infraestructura, ciudades principales), a una escala equivalente. Estos últimos atributos se consideraron según los siguientes valores regionalizados:

TABLA 2
ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA FACTORES EXPUESTOS

| | |
|--|------------|
| Ciudades con más de 100,000 habitantes | 30 |
| Densidad de población mayor que 50 hab/km ² | 20 |
| Densidad de población entre 20 y 50 hab/km ² | 10 |
| Concentración de actividades económicas de primer orden | 20 |
| Concentración de actividades económicas de segundo orden | 10 |
| Sistemas vitales (redes) en sectores críticos | 10 |
| Suma de valores | 100 |

FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE RIESGOS

FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE RIESGOS



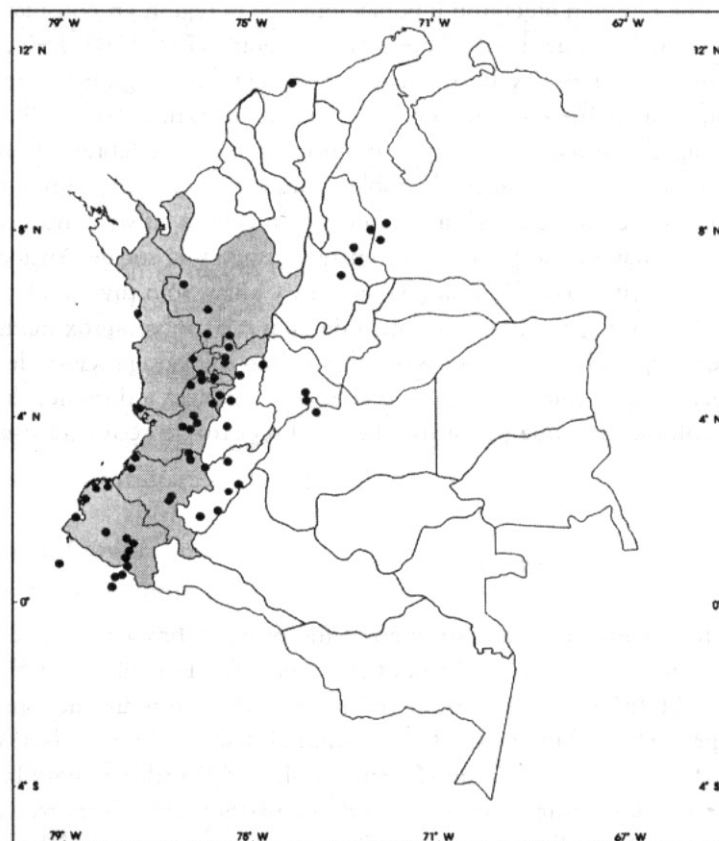
Igual que en el caso anterior, se trata de una imagen cualitativa de la distribución regional de riesgos, entre cuyas limitaciones pueden mencionarse -además de aquellas "arrastradas" desde la zonificación de amenazas-, entre las principales, las siguientes: a) los rangos de distribución de la densidad de población son muy amplios, pueden refinarse hasta la escala municipal, y en ella considerar, además, que en algunos municipios, por ejemplo Buenaventura, la densidad rural es muy baja con respecto al casco urbano; igual observación para las ciudades mayores, en las cuales el corte en 100,000 habitantes introduce un sesgo adicional sobre el peso específico que representan en el contexto regional. Ello se ilustra, y se intenta superar, en los numerales 2 y 3.

Desastres por terremotos en la historia de Colombia

De acuerdo con las fuentes documentales (Ramírez, 1975; Meyer para Woodward-Clyde, 1983; Goberna, 1985; Arango & Velásquez, 1993). también en el occidente colombiano (figura 4), se concentran los mayores efectos de sismos sobre las poblaciones en la historia de Colombia.

FIGURA 4. DESASTRES POR TERREMOTOS

FIGURA 4. DESASTRES POR TERREMOTOS



1566

CALI, POPAYÁN

| | |
|------|--------------------------------------|
| 1610 | FRONTERA CON VENEZUELA |
| 1644 | PAMPLONA |
| 1730 | MEDELLÍN |
| 1736 | POPAYÁN |
| 1766 | CALI, BUGA |
| 1785 | BOGOTÁ CAQUEZA |
| 1805 | HONDA |
| 1825 | SANTA MARTA |
| 1827 | HUILA, SUROCCIDENTE, BOGOTÁ |
| 1834 | PASTO |
| 1835 | TUMACO? |
| 1840 | ABEJORRAL |
| 1868 | ECUADOR, FRONTERA |
| 1875 | CUCUTA |
| 1903 | NOROCCIDENTE |
| 1906 | COSTA PACÍFICA, ECUADOR SUROCCIDENTE |
| 1914 | NOROCCIDENTE |
| 1917 | BOGOTÁ, CENTRO |
| 1923 | CUMBAL |
| 1925 | CALI |
| 1936 | TUQUERRES |
| 1938 | VALLE, ZONA CAFETERA, ANTIOQUIA |
| 1942 | COSTA PACÍFICA, ECUADOR |
| 1950 | FRONTERA CON VENEZUELA |
| 1958 | COSTA PACÍFICA, ECUADOR |
| 1960 | VALLE, ZONA CAFETERA, ANTIOQUIA |
| 1961 | VALLE, ZONA CAFETERA, ANTIOQUIA |
| 1967 | HUILA |
| 1970 | BAHÍA SOLANO |
| 1979 | VALLE, ZONA CAFETERA, ANTIOQUIA |
| 1979 | COSTA PACÍFICA, SUROCCIDENTE |
| 1981 | NORTE DE SANTANDER |
| 1983 | POPAYÁN |
| 1991 | CHOCO, DELTA DEL RÍO SAN JUAN |
| 1992 | URABA |
| 1994 | PÁEZ |

Si se exceptúan eventos asociados a la región del Huila (i.e., nov. 1827, feb. 1967, que también afectaron a poblaciones de la región en consideración), el de Honda en 1805, del borde llanero (Le., Bogotá. 1743, 1785, 1826. 1917), de la región nor-oriental y límites con Venezuela (i.e., región fronteriza en 1610; Pamplona en 1644; Cúcuta en 1785 y norte de Santander en 1981) y, finalmente, algunos sismos en la región atlántica, como el de febrero de 1825 en Santa Marta, el mayor volumen de poblaciones afectadas corresponde a la región en consideración (figura 4), aun teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: a) la mayoría de poblaciones entre Cartago y el sur de Antioquia, es decir, todo el territorio de Quindío, Risaralda y Caldas, sólo tuvo

poblaciones a partir de 1842, con Quinchía, la primera de ellas y b) sobre aproximadamente un 50% de la región hace sólo pocas décadas se han iniciado procesos de ocupación y urbanización, como en Urabá, o apenas se empieza a disponer de mecanismos de información que permitirán llevar el registro de actividad sísmica en la región.

Sismicidad instrumental regional

La información sísmica instrumental fue provista hasta hace pocos años por el Instituto Geofísico de los Andes (U. Javeriana, Bogotá) y por el National Earthquake Information Center (NEIC, USA), en este último caso a partir de la operación de la red sísmológica mundial desde 1963. Con base en esta información se produjo el estudio (García, et al., 1983) utilizado para la zonificación sísmica del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes, la Ley 1400 de 1984. Según esta zonificación, la mayor parte del territorio CORPES de occidente (con excepción de la porción central, norte y oriental de Antioquia y la vertiente al Magdalena de Caldas), se caracteriza como de riesgo sísmico alto.

Un problema básico del país y de la región es el de no disponer de series de información básica instrumental suficientemente antiguas, continuas y de adecuada cobertura, aún reconociendo que se dispone de algunas estaciones sísmológicas e hidrometeorológicas desde principios de siglo. En el caso de la información sísmológica, la dotación y operación de la red sísmológica del suroccidente permiten evidenciar las ventajas de dotar a la región de adecuados sistemas de observación. En la figura 5 se muestra el estado del conocimiento disponible (mapa epicentral) de la base de datos estandarizada mundial (NEIC) para el periodo 1963-1991, en comparación con los resultados de observación para un periodo muestra de cuatro años entre 1987 y 1991 con la red regional. En razón de la capacidad de observar eventos de magnitudes pequeñas, se pueden identificar ahora fuentes sísmicas no conocidas antes; por ejemplo, el cúmulo de actividad en la región del Pacífico entre los departamentos Valle del Cauca y Chocó.

La información instrumental actualmente disponible permite, en primera aproximación, corroborar que las más altas tasas de actividad se localizan en la zona de subducción, frente al litoral, en la zona Wadati-Benioff al norte del Valle del Cauca y en la región norte del Chocó (por fuera de la figura). Como fuente superficial continental destaca la región del Huila. Una idea del aumento de la vulnerabilidad y de los riesgos en la región se deriva de la comparación de efectos para terremotos similares: aquel ocurrido en julio de 1962 afectó a cuarenta poblaciones de Antioquia (además de casi todas las de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca), mientras que el de noviembre de 1979 produjo daños en 80 de Antioquia (Arango & Velásquez, 1993).

Actividad volcánica

De entre el conjunto de volcanes activos en Colombia, definidos como aquellos que han producido erupciones históricas, o presentan actividad fumarólica, termal y/o sísmica asociada, las tasas de actividad en cuanto a recurrencia, distribución e intensidad de los efectos conocidos son variables. Con excepción del volcán Doña Juana en Nariño, que produjo una erupción lateral en 1899 con reportes de cerca de sesenta muertos, la actividad histórica se caracteriza por explosiones freato-magmáticas de mediana a baja

intensidad, con efectos subregionales principalmente por flujos de lodo (Ruiz, 1595, 1845 y 1985; Puracé, 1849; Doña Juana, 1899), por caída de piroclastos y cenizas y por sismicidad asociada con efectos sobre poblaciones cercanas (Galeras y Puracé).

Frente a los mapas de amenazas tradicionales, que ofrecen una imagen estática y parcial de los efectos potenciales de la actividad volcánica, surge como complemento la elaboración de escenarios de amenazas y riesgos que incorporan la información geológica y de reportes históricos en combinación con los elementos vulnerables sobre el territorio, de tal manera que se puedan optar actividades de planificación del desarrollo más entendibles y aplicables por parte de planificadores, políticos y comunidades. Tal es el caso de los escenarios iniciales de riesgo elaborados para el volcán Galeras, y adoptados por el gobernador de Nariño y el alcalde de Pasto en 1989. En la tabla siguiente se sintetiza información sobre tipo de actividad histórica y efectos para los principales volcanes activos de Colombia.

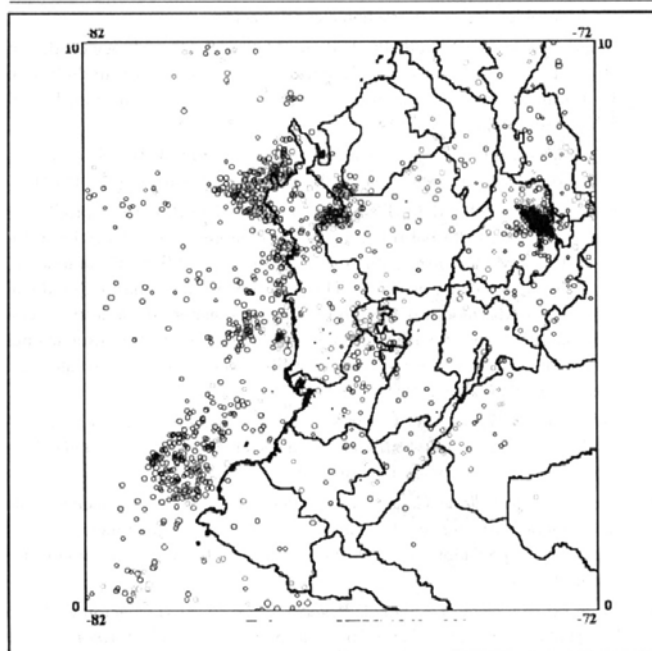
TABLA 3

| Volcán | Actividad Histórica | Efectos Principales |
|------------|--|--|
| Chiles | Fumarólica | Desconocidos |
| Cumbal | Fumarólica, explosión 1923 (?) | Traslado de poblaciones (?) |
| Azufra | Fumarólica | |
| Galeras | Centenares de reportes, incluyendo erupciones medianas | Daños por onda explosiva en Pasto, sismicidad asociada; daños en cultivos; muerte de un grupo de científicos durante pequeña erupción en enero de 1992 |
| Doña Juana | Erupciones en 1897 y 1898, la mayor en 1899 | Daños en poblaciones cercanas (La Cruz, en San Pablo), cerca de sesenta muertos, flujos de lodo, destrucción de puentes, daños en cultivos y ganaderías, cenizas hasta Buga al N e Inzá al E (Ramírez, 1975) |
| Sotará | Termal | |
| Coconucos | Termal | |
| Puracé | Múltiples erupciones, la mayor reportada 1849 | En 1849 con flujos de lodo (la cima era nevada), piroclastos en pueblos cercanos como Puracé, daños en cultivos y caída de cenizas en Popayán y poblaciones vecinas. |

| | | |
|--------------|---|--|
| | | Actividad sísmica asociada. Dieciséis excursionistas muertos durante la erupción de mayo de 1949 |
| Huila | Fumarólica y termal. | |
| Machín | Erupciones históricas (?) | |
| Tolima | Erupciones históricas (?) | |
| Santa Isabel | Actividad fumarólica | |
| Ruiz | Principales erupciones documentadas, en 1595, 1845 y 1985 | Flujos de lodo por deshielo, efectos físicos similares en los tres eventos; escenarios de riesgos identificables; vulnerabilidad y riesgos crecientes comparadas las tres fechas |

FIGURA 5. EPICENTROS NEIC 1963-1992

FIGURA 5. EPICENTROS NEIC 1963-1992



Licuación de suelos

Este fenómeno, mediante el cual los suelos arenosos de formación reciente, y por lo tanto poco o nulamente consolidados, con niveles freáticos altos, pierden instantáneamente la capacidad de soportar cargas, ocurre principalmente por acción de las vibraciones sísmicas fuertes. En la figura 6 se ha cartografiado la distribución de las mayores extensiones de terrenos susceptibles al fenómeno en la región. Se trata de

suelos aluviales en las llanuras de inundación de los ríos principales como el Cauca y los afluentes de la vertiente del Pacífico y del Atrato, así como las formaciones deltaicas, intermareales, litorales y pantanosas.

El mapa de terrenos con susceptibilidad de licuación se acompaña de los reportes disponibles, los que se reseñan a continuación:

- *Atrato-Urabá. 1883:02:08.* Produjo asentamientos (?) en la región del río Sucio el cual cambió de curso. También erupción de un volcán de lodo al N de Mutatá. No hay disponible referencia explícita a licuación, la cual debió ocurrir (White, 1884).
- *Atrato-Urabá. 1977:08:30.* Apartado, grietas NW bordeadas de pequeños depósitos lineales de arena fina. Turbo, reportes similares (Cline, 1977).
- *Atrato-Urabá. 1992:10:17.* El sismo precursor del 17 de octubre produjo licuación en las riberas del río Atrato y sus afluentes. El sismo del 18 en todo el Atrato Medio, principalmente entre Buchadó al Sur y Pavarandocito al N. las regiones más afectadas. Hacia el sur, licuación hasta Quibdó; al norte hasta Apartado. En Murindó la licuación generalizada destruyó casi todas las edificaciones en mampostería, así como las redes e instalaciones básicas del pueblo: acueducto, alcantarillado, energía, hospital, alcaldía, iglesia, escuela (Velásquez, 1992).
- *Bahía Solano. 1970:09:26.* Chorros de arena y agua que saltaban de las tierras húmedas y arenosas. Daños en las calles, en el terraplén de la vía al aeropuerto y en el acueducto (Ramírez, 1970).
- *Costa norte del Valle del Cauca y sur de Chocó. 1991:10:19.* Licuación desde El Choncho hasta cercanías de Sivirú, con base en reconocimientos aéreos y reportes de pobladores y organismos de socorro (OSSO, Archivo macro-sísmico).
- *Costa sur de Colombia y norte de Ecuador. 1906:01:31.* Licuación en Cabo Manglares, Ramírez, 1975, pp. 168); playa de Isla El Pindo. Grietas y licuación desde La Tola hasta Guapí. (Rudolph & Szirtes. 1911).
- *Costa sur de Colombia. 1958:02:19.* Licuación en rellenos (terraplenes para vías) entre el continente y Tumaco y entre la isla Viciosa y el Viaducto. Licuación fuerte en cabo Manglares (Ramírez, 1975; OSSO, Archivo macro-sísmico).
- *Costa sur de Colombia. 1979:12:12.* Subsistencia desde cabo Manglares hasta Guapí. Licuación desde cabo Manglares hasta el sur del río Yurumanguí. Río Patía, por tamaño de conos de deyección (aberturas de 5 metros y conos de 20 metros de diámetro) grietas y desplazamientos de varios metros hasta 50 km adentro de la costa (Herd, Leslie, Meyer, Arango, Person, Mendoza, 1981). En Tumaco hubo daños en las vías, en el aeropuerto y en el acueducto.
- *Popayán. 1983:03:31.* Turbidez y aumento de nivel de aljibes (Santa Rosa, La Mulata, Cajibío, La Rejota, Salé, Las Chozas, Morinda) y pequeños conos de deyección en riberas del río Molinos (Meyer, Duarte, & Paraffan, 1986).

- *Sibundoy (?)*. 1834:01:20. Relaciones poco precisas que parecen indicar licuación en el valle de Sibundoy, al SE de Nariño (Ramírez, 1975; OSSO, Archivo macrosísmico).
- *Valle del Cauca (?)*. 1979:11:23. Este evento, localizado hacia el terreno N. del valle del Cauca (M = VIII+, 108 km.) produjo aumento del nivel freático en varios pozos a lo largo del valle del Cauca; lo cual puede interpretarse por licuación y asentamiento de las capas arenosas de acuíferos (Tenjo, 1993; comunicación personal, Sección de Hidrogeología, CVC, Cali). Las zonas potencialmente licuables del valle del Cauca y de Cali en esa época estaban despobladas, principalmente dedicadas a labores agrícolas.

En otras regiones del país, aun cuando con menor extensión, también ha ocurrido el fenómeno, como por ejemplo en Bogotá, en 1644-1645, según Espinosa (1993); Cúcuta en 1875:05:18, interpretado según reportes de Azuero (1924) y Huila en 1827:11:17 y 1967:02:09. de acuerdo con Ramírez (1967. 1975) y con manuscritos del Archivo Histórico Nacional de Colombia (OSSO, Archivo Macrosísmico). Más recientemente, en 1993, los sismos de los Llanos Orientales produjeron licuación a lo largo del río Casanare, en Puerto Rondón y Puerto Colombia.

Antes que programas geotécnicos exploratorios, detallados y de alto costo. con base en el conocimiento internacional (i.e., Youd, 1991) y nacional, como se desprende de los reportes anteriores, la información disponible, geológica, geomorfológica y de constitución de los terrenos aluviales y artificiales, la cartografía generalizada presentada (figura 6) permite derivar consideraciones que pueden ser incorporadas en la planificación del desarrollo regional.

En primer lugar, los terrenos aluviales recientes deberían dedicarse primordialmente a conservar su vocación agrícola, forestal a agrosilvopastoril; en segundo lugar, las obras de infraestructura, muchas veces sólo realizables en estos terrenos, como por ejemplo acueductos o terraplenes, deben proveerse de estudios específicos para evaluar y de diseños y construcciones apropiadas para mitigar el potencial de licuación y, en tercer lugar, sobre aquellos desarrollos urbanos ya existentes deben proporcionar tanto el conocimiento sobre este potencial como medidas de mitigación pertinentes. Un ejemplo de medidas de mitigación necesarias es el caso de Cali con cerca del 80% de su abastecimiento de agua cimentado sobre terrenos con susceptibilidad de licuación, que requiere dotarse de redundancia y de especificaciones adecuadas en el sistema de redes principales (Campos, 1994).

Debido a que extensiones cada vez mayores de terrenos con este tipo de suelos se están incorporando a las actividades productivas, de establecimiento de infraestructura básica y al desarrollo urbanístico, se requiere en todos los casos evaluar las características de los terrenos (composición y granulometría, espesor y profundidad de estratos arenosos, grado de cohesión de los mismos y posición del nivel freático), con la finalidad de tomar las provisiones de diseño y construcción necesarias cuando no se disponga de otra alternativa, y principalmente, de orientar el uso del suelo en ellos.

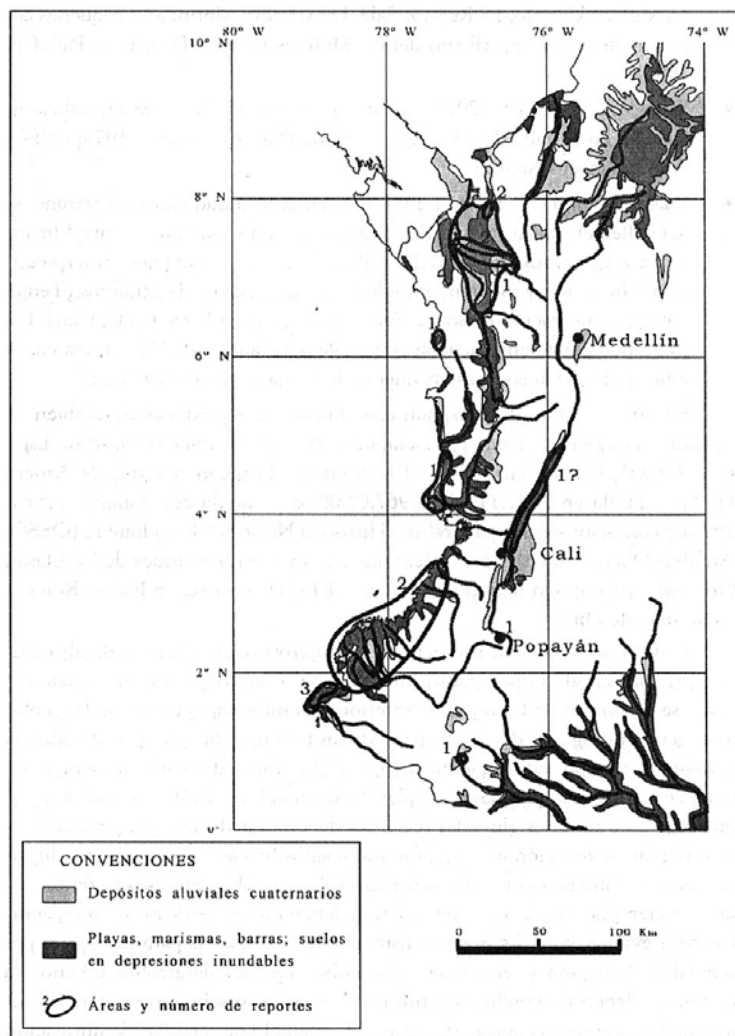
Deslizamientos inducidos

Como fenómeno de segundo orden, los deslizamientos disparados por actividad sísmica se han concentrado sobre las vertientes de selva muy húmeda tropical en la región del

Chocó Biogeográfico y sobre las vías, asociados tanto con sismos de profundidad intermedia (alrededor de 100 km) en el N del valle del Cauca como con la actividad superficial asociada a las fallas geológicas continentales, como en los casos del Huila, de Popayán y del Atrato Medio. Un compendio de los principales deslizamientos inducidos se presenta a continuación:

FIGURA 6. POTENCIAL DE LICUACIÓN

FIGURA 6. POTENCIAL DE LICUACIÓN



- 1827, *Huila*, con represamiento del río Suaza y posterior ruptura e inundación sobre el valle del Magdalena.
- 1834, *Nariño*, deslizamientos sobre la vertiente oriental de la cordillera, hacia el Putumayo.

- 1868, *Nariño-Ecuador*, según Rudolph & Sziertes (1911), reportan flujos de lodo por el río Mira, probablemente asociados a deslizamientos generados por el terremoto que destruyó varias poblaciones al N del Ecuador.
- 1883, *Atrato Medio y Urabá*, incluida erupción de un volcán de lodo cercano a Mutatá. Las descripciones sobre crecientes en los ríos pueden asociarse a deslizamientos sobre las vertientes (White, 1884).
- 1903, *Frontino*, alto Musinga, en el NO antioqueño. Hubo deslizamientos y flujos de lodo asociados.
- 1938, *Arma*, la prensa local reportó agrietamientos del terreno en esta población.
- 1962, *vía Cali-Buenaventura*, hubo varios deslizamientos que interrumpieron las vías férrea y carretable. ^R I
- 1967, *Huila*, principalmente, en este departamento muchas carreteras y caminos fueron bloqueados por los deslizamientos, los cuales ocurrieron en época de fuerte verano (Ramírez, 1975)
- 1970, *Bahía Solano*, centenares de deslizamientos pequeños en cercanías de Bahía Solano, sobre la serranía del Baudó.
- 1971, *frontera con Panamá*, extensas regiones selváticas en la región del Darién en Panamá y Colombia, y posteriores palizadas a lo largo de los ríos.
- 1977, *Urabá*, pequeños deslizamientos en las serranías en la región de Urabá (Cline, 1977).
- 1979, *región andina*, deslizamientos en el Valle del Cauca, y en las vías Supía-La Pintada, Cali-Buenaventura, y en el área urbana de Manizales.
- 1983, *Popayán*, múltiples y pequeños deslizamientos en la región epicentral cercana a Popayán.
- 1987, *Atrato Medio*, serie de sismos con deslizamientos asociados sobre la vertiente húmeda del Atrato en Antioquia, en la región de Murrí (H. Caballero, com. personal).
- 1992, *Atrato Medio*, deslizamientos generalizados sobre la vertiente húmeda de la Cordillera Occidental en la región del Atrato Medio. Múltiples deslizamientos desde Vegachí, al sur, hasta las estribaciones de la serranía de Abibe, cerca de Apartadó. Interrupción de la vía Medellín-Urabá, entre Cañasgordas y Mutatá.
- 1993, *Anchicayá*, pequeños deslizamientos asociados con sismos superficiales en la región del Alto Anchicayá.

Tsunamis

Generados por acción primaria de la ruptura de grandes terremotos bajo el lecho oceánico, la fuente de amenaza primordial para Colombia se localiza frente al litoral Pacífico. Su recurrencia es aproximadamente igual a la de terremotos con magnitudes mayores o iguales a 7.5, pero la amenaza es más difícil de evaluar que para los terremotos por los parámetros adicionales que afectan a las olas del tsunami, como por ejemplo el nivel de la marea en el momento de su ocurrencia. Por otra parte, su predictibilidad es más alta que la de cualquier otra amenaza natural no periódica, mientras que su posibilidad de control, siendo baja, es comparativamente mayor que la de otros fenómenos como terremotos y volcanismo, por ejemplo mediante barreras naturales como arborización. Los tsunamis históricos en Colombia, principalmente los del 31 de enero de 1906 y del 12 de diciembre de 1979, ocurrieron cerca del pico de la marea baja, con un escenario de desastre (mínimo con respecto a si hubieran ocurrido en fase de marea alta) concentrado en las costas de Nariño y Cauca.

1.2 Eventos y desastres

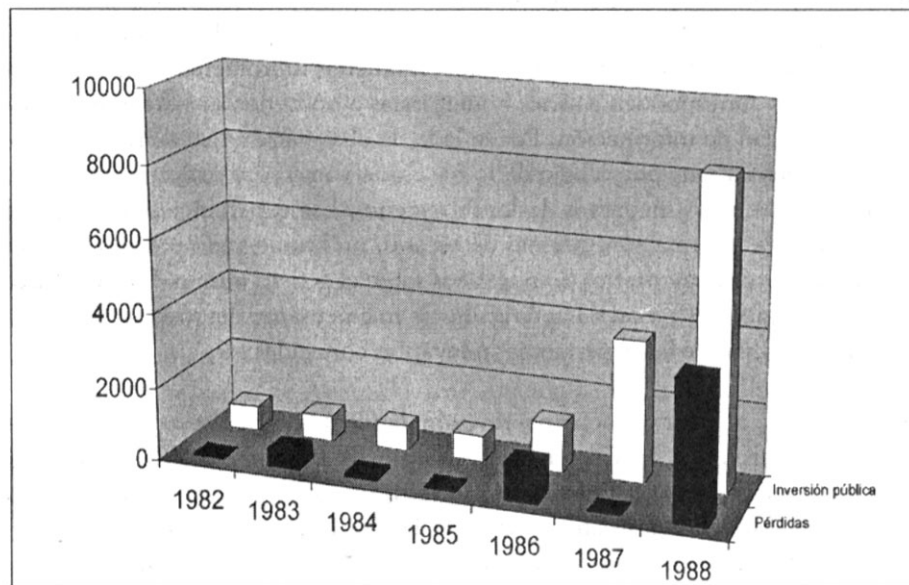
Dentro de la literatura disponible en Colombia son pocos los casos de evaluaciones sistemáticas de ocurrencia de fenómenos naturales, y menos aún de desastres, para periodos representativos en cada caso. Aunque se dispone de catálogos para algunos de ellos, por ejemplo sismos y actividad volcánica, así como de series con treinta o más años para fenómenos hidrometeorológicos, estos catálogos no corresponden a series homogéneas o no tienen la suficiente cobertura y densidad de información. Por su lado, la observación sistemática de efectos se encuentra muy por debajo de lo necesario como para realizar estimativos retrospectivos de los impactos de los fenómenos. Las experiencias en acopio y evaluación de información, además de escasas, no han logrado todavía generar discusión en tomo a criterios homogéneos sobre el acopio mismo. Puede decirse que en la región, este tipo de actividades es fragmentaria, desarticulada y heterogénea. Algunas de las experiencias relevantes conocidas son:

- *Medellín*: a partir del acopio y revisión de fuentes periodísticas e institucionales (archivos de Cruz Roja y Cuerpo de Bomberos), Bustamante & Echeverry (1984) y Bustamante (1988), quienes evalúan la información disponible sobre deslizamientos entre 1977 y 1988, la ciudad ha incorporado entre sus estrategias la incorporación de datos sobre desastres en un sistema de información en la dependencia de planificación.
- *Caldas*: la Corporación Regional Autónoma CRAMSA incorporó, para sus actividades de protección de erosión, información para los municipios de Manizales, Salamina y Aranzazu. Actualmente el Plan de Desarrollo de Manizales continúa los inventarios para la ciudad. Se conoce la existencia de una base de datos elaborada a partir del periódico La Patria en INGEOMINAS.
- *Risaralda*: la CARDER ha incluido en sus estudios para los municipios recuentos de desastres de origen natural.
- *Valle del Cauca*: existe una publicación (Velásquez & Meyer, 1990), que evalúa la información de una base de datos periodística, principalmente El País, para el período 1980-1989, que concluye que las pérdidas directas atribuibles a desastres equivalen

aproximadamente al 30% de la inversión pública departamental en el periodo considerado. En este caso (figura 7), se trata de una región en la que no hubo ningún desastre de grandes proporciones. El promedio acumulado de pérdidas, sin embargo, corresponde a casi el 30% si se lo compara con la inversión pública departamental. Este departamento aporta cerca del 13% del PNB, acoge al 11% de la población del país y corresponde al 2% de su territorio.

FIGURA 7.
PÉRDIDAS DIRECTAS ATRIBUIDAS A DESASTRES EN EL VALLE DEL CAUCA

FIGURA 7.
PÉRDIDAS DIRECTAS ATRIBUIDAS A DESASTRES EN EL VALLE DEL CAUCA



A partir de 1989 la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (DN-PAD, antes ONAD), formuló un cuestionario para los alcaldes del país en el que se solicitaba información sobre tipo, frecuencia y magnitud de eventos desastrosos. Esta información será objeto de análisis, lo mismo que el inventario (de estar disponible) sobre sitios críticos del sistema vial nacional realizado por la Universidad Nacional para el Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

Se conocen, además, otros esfuerzos institucionales y sectoriales por acopiar y procesar información sobre eventos y desastres, principalmente en entidades de atención como Cuerpos de Bomberos y Cruz Roja, o como la base de datos "Desastres-ONAD" (Henríquez, 1992). Esta última, que abarca el periodo 1938-1992, con base en información de periódicos principalmente de Bogotá, ilustra sobre algunos de los problemas relevantes en el acopio y procesamiento de la información, tomando sólo como ejemplo los reportes de personas muertas y comparándolos con algunos eventos para la región en consideración, como se desprende de la tabla siguiente.

TABLA 4
COMPARACIÓN ENTRE BASES DE DATOS (REPORTES DE VÍCTIMAS)

| Departamento | 1938-1992* | 1970-1992** |
|-----------------|------------|-------------|
| Antioquia | 93 | 949 |
| Caldas | 64 | 363 |
| Cauca | 22 | >200 |
| Chocó | 6 | 59 |
| Nariño | 18 | >200 |
| Valle del Cauca | 48 | 1.000 |

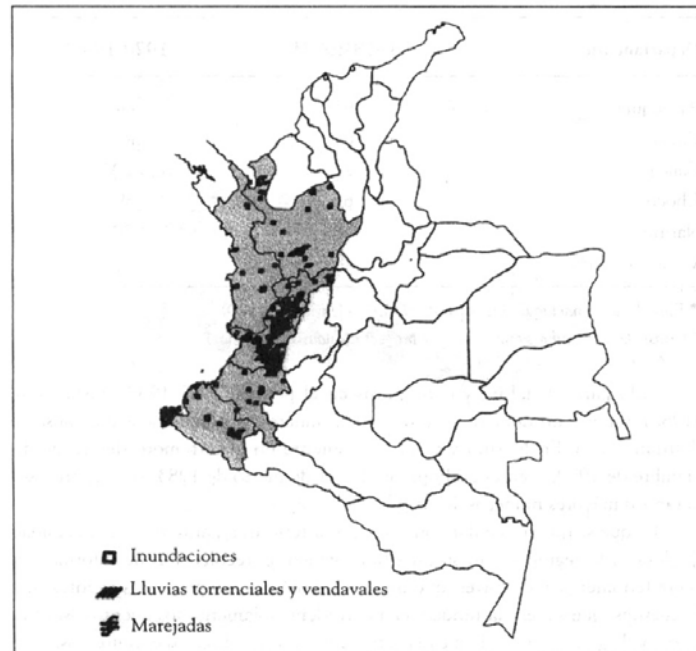
* Base de datos nacional "Desastres-ONAD" (Henríquez, 1990)

** Base de datos subregional para este proyecto (análisis preliminar).

Sólo para Medellín, y con énfasis en el periodo 1977-1988, Bustamante (1988), reporta un número mínimo de 688 muertes documentadas por causa de deslizamientos. En Nariño y Cauca, solamente en el terremoto del 12 de diciembre de 1979, o en el de Popayán del 31 de marzo de 1983, se igualan o superan los mayores números de estas bases de datos.

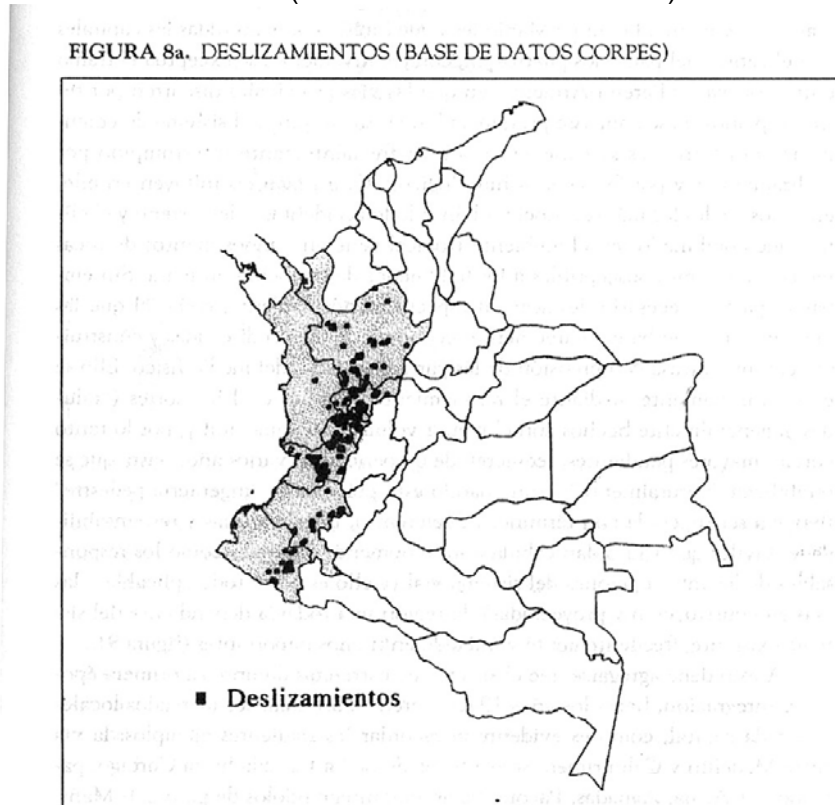
Lo que se quiere señalar con las cifras anteriores es, ante todo, la necesidad de dotar a la región de un sistema homogéneo de recolección de información sobre fenómenos y desastres, que incluya los múltiples y pequeños eventos más frecuentes, que supere la tendencia a considerar solamente los eventos "sorpresivos" y de gran magnitud, que discierna entre efectos directos e indirectos.

Sobre la base de la información hasta ahora acopiada para este proyecto, en la figura 8 se muestra la distribución de deslizamientos y de fenómenos hidrometeorológicos. Realizada con base en fuentes primordialmente periodísticas del valle del Cauca, sirve para ilustrar los sesgos e inconsistencias derivados de fuentes de información, que filtran -o para las que son invisibles- datos que trascienden su capacidad o interés de captar y reportarlos más allá de su principal área de influencia. En la base "Desastres-ONAD", nutrida con periódicos de la capital, este fenómeno ocurre similarmente: el mayor volumen de datos corresponde a Cundinamarca, cuando se desagrega a escala departamental, y a Bogotá, a escala municipal.

FIGURA 8.
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS (BASE DE DATOS CORPES)FIGURA 8.
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS (BASE DE DATOS CORPES)

Los sesgos e inconsistencias en las bases de datos disponibles devienen de un mayor interés o capacidad de captar información cercana a la fuente, aun para eventos de relativa magnitud, ya que éstos desaparecen más rápidamente como noticia en la medida en que aumenta la distancia al centro de la fuente periódica.

No se dispone en la región de conceptos ni de instrumentos que permitan catar, procesar y vincular sistemáticamente la información sobre el conjunto de fenómenos amenazantes y desastres en las proyecciones de planificación. Surge, entonces, como una carea la necesidad de producir orientaciones conceptuales, metodológicas y de instrumentos para incorporar la información de eventos frecuentes y poco frecuentes en el escenario de la planificación territorial.

FIGURA 8a. DESLIZAMIENTOS (BASE DE DATOS CORPES)

2. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD REGIONAL

2.1 VÍAS

El sistema de comunicaciones terrestres de la región está gobernado por la carretera Panamericana, desde el Ecuador hasta Antioquia, y su prolongación hacia la costa atlántica, que denominaremos "troncal occidental", junto con las transversales principales hacia Bogotá y Buenaventura. Internamente, en la región andina, en cada departamento las vías secundarias se desarrollan hacia las poblaciones y áreas rurales a partir del eje vial principal, y mediante variantes -casos de Armenia, Pereira y Manizales-, que intercomunican todas las capitales con el centro del país y los puertos. Si, comparativamente, se exceptúa el tramo entre Popayán y Pereira-Armenia, en que las vías principales discurren por terrenos planos o escasamente pronunciados, en su conjunto el sistema de comunicaciones terrestres se caracteriza por ser frecuentemente interrumpido por deslizamientos y por fenómenos hidrológicos.

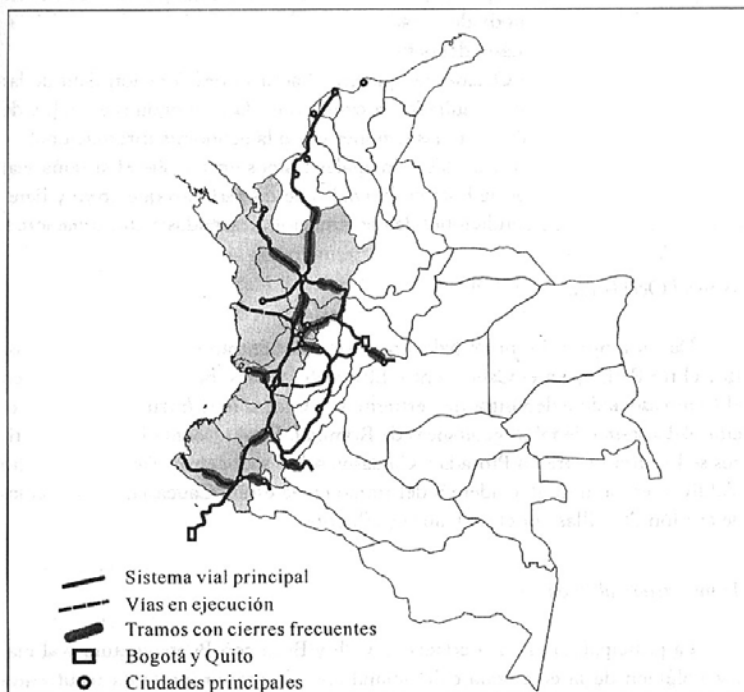
Varios factores influyen en ello, entre los cuales los más reconocidos han sido lo accidentado del terreno y el clima, que combinados en el ambiente tropical generan espesos mantos de rocas meteorizadas, muy susceptibles a los fenómenos de remoción en masa. Sin embargo, parece necesario destacar un aspecto menos evidente, como el

que las vías, en parte con base en argumentos económicos, fueron diseñadas y construidas con una escasa comprensión de las particularidades del medio físico. Ello se expresa usualmente mediante el razonamiento según el cual los cortes ("taludes"), generalmente hechos con el menor volumen de remoción y, por lo tanto con las mayores pendientes, requieren de un periodo de varios años hasta que se establezcan "naturalmente". Aun cuando esta práctica de "ingeniería pedestre" tiende a ser superada con términos de referencia, interventorías y responsabilidades civiles que ya no dan cabida a los fenómenos naturales como los responsables de las interrupciones del sistema vial (y ello es sobre todo aplicable a las vías en construcción y proyectadas), la región será todavía dependiente del sistema existente, frecuentemente vulnerado en tramos importantes (figura 9).

A esto debe agregarse que el sistema de carreteras durante su primera época de integración, hacia los años 1940, pretendía articular los mercados locales con cada capital, como es evidente al recordar los siguientes ejemplos: la vía entre Medellín y Cali primero serpenteaba desde La Pintada hasta Cartago, pasando por Arma, Aguadas, Pácora, Salamina, integrándolos de paso con Manizales y a ésta con Pereira, y que posteriormente siguió la ruta desde La Pintada por Supia, Riosucio y Anserma. y que sólo recientemente, debido a la necesidad de fortalecer y agilizar las relaciones entre los principales centros fabriles y comerciales, se escogió parcialmente el trazado "natural" (similar en parte al del Ferrocarril del Pacífico), por Irra; de la carretera Cali-Bogotá, uniendo a las poblaciones cafeteras del NE del Valle del Cauca (Sevilla, Caicedonia); la antigua carretera Popayán-Pasto que articulaba las poblaciones del NE de Nariño.

FIGURA 9. SISTEMA VIAL PRINCIPAL

FIGURA 9. SISTEMA VIAL PRINCIPAL



De esta manera, tres de las principales regiones de pequeños propietarios agrarios, vinculados al cultivo del café, se dotaron de infraestructura vial y articularon su economía a los mercados regionales e internacionales (el ferrocarril había unido a Cali con Buenaventura a finales de 1915, y a principios de la década de 1920 ya conectaba a Pereira y Manizales con el Pacífico), mientras en las capitales (si exceptuamos a Medellín, que de paso ya estaba comunicada por ferrocarril con la cuenca del Magdalena desde décadas pasadas), paralelamente al auge del comercio, se sentaban las bases del desarrollo manufacturero e industrial.

Así, la Troncal de Occidente, que en su actual configuración data de las últimas tres décadas, es el resultado de cambios en la economía regional, y de tendencias de integración entre las regiones y con la economía internacional.

En la figura 9 se ilustran los principales tramos en los que el sistema vial regional presenta cuellos de botella derivados de los terrenos que cruza y heredados de sus diseños y condiciones de construcción, reseñados a continuación:

Troncal Occidental

De sur a norte, los principales tramos se encuentran en Nariño, entre Pasto y el río Patía, y en el Cauca, entre El Bordo y Rosas. En este último caso, en el tramo asociado a depósitos de vertiente sobre rocas muy fragmentadas por acción del sistema de fallas geológicas de Romeral. En Antioquia los tramos críticos se localizan entre La Pintada y Caldas y, sobre todo, entre Yarumal y Puerto Valdivia, en la montaña, además del tramo entre este y Caucasia, con procesos de erosión de orillas por el río Cauca y afluentes.

Transversales al Pacífico

La principal, la vía que conecta a Cali y Buga con Buenaventura y al mayor volumen de la economía colombiana con el exterior, presenta recurrentes daños producidos por deslizamientos y caídas de rocas en el tramo encañonado del río Dagua, lo mismo que interrupciones por avenidas torrenciales de sus afluentes y por socavación de orillas. Desde el punto de vista de la prevención y mitigación de desastres en la planificación del desarrollo regional, el caso de ésta -realmente un sistema de comunicaciones, ya que incluye también al ferrocarril y al polducto-, ilustra por la negativa: la construcción de la carretera y su culminación en la década de 1970 arrojó los volúmenes de material de retiro al río Dagua, lo que indujo o aceleró procesos de erosión de orillas sobre la banca del ferrocarril y su desactivación durante varios años. Por otra parte, las luces de los puentes que cruzan las quebradas torrenciales fueron hechas sin considerar períodos de retomo adecuados para avenidas torrenciales, o lo que era previsible, que cambios en los usos del suelo de la cuenca, inducidos por la vía misma, condujeran a disminuir estos periodos de retomo.

Aun cuando de mucho menor volumen de tráfico, la otra vía disponible hasta el Pacífico es El Espino - Tumaco, con problemas de inestabilidad frecuente entre el primer lugar, y El Diviso, antes de adentrarse en la llanura costera.

La carretera Medellín-Quibdó, hasta hace muy poco la única vía carretable entre este departamento y otro, todavía es una especie de trocha con múltiples sitios inestables, principalmente entre Ciudad Bolívar y la región del Carmen de Atrato. Aún sin concluir se encuentra la carretera que unirá a la Troncal de Occidente desde Risaralda con el proyectado puerto de Nuquí en el Chocó. En razón de su cruce por la vertiente muy húmeda de la Cordillera Occidental, así como de una avanzada de colonización correlativa a ella, es previsible que en su funcionamiento no estará libre de frecuentes cierres, como ocurre con todas aquellas sobre condiciones naturales y con diseño y construcción similares.

Por último, pero dirigida hacia el Golfo de Urabá, la carretera Medellín-Turbo, con tramos muy inestables entre Santa Fe de Antioquia y Mutatá, pero principalmente entre Cañasgordas y Mutatá, y que, caso de prolongarse como carretera Panamericana, como algunas alternativas proponen, tendría que superar dificultades técnicas y de financiación para sobrepasar los terrenos pantanosos del medio y bajo Atrato.

Transversales andinas

Vía Pasto-Mocoa, con tramos peligrosos al descender hacia el inicio de la planicie amazónica. Popayán-valle del río Magdalena-Florencia, cuyo tramo más inestable corresponde al cruce de la Cordillera Oriental, por fuera de la región CORPES de occidente. Armenia-Ibagué, tramo con frecuentes cierres entre Calarcá y Cajamarca. Manizales-Honda, tramo más inestable en el descenso desde el Páramo de Letras hacia Fresno. Medellín-Bogotá, el tramo de mayores obstáculos y cierres corresponde al frente de erosión de la vertiente del río Magdalena sobre la Cordillera Central, a partir de Cocorná.

2.2. Energía

- *Eléctrica.* Capacidad instalada, producción, distribución, interconexión nacional, proyectos. Amenazas, sísmica, climatológica (El Niño, aguaceros extremos y avenidas torrenciales, colmatación, eutroficación, corrosión por contaminación, deslizamientos sobre embalses).
- *Hidrocarburos.* Producción (algo en Antioquia, impactos cuenca Magdalena, refinamiento (nada), distribución (i.e. Poliducto del Pacífico, terminal petrolero).
- *Carbón.* Producción (Antioquia, subsidencias), Risaralda (Quinchía, muy poco), Valle-Cauca (artesanal, subsidencias en Cali)

2.3. Población

Para un área equivalente al 18.3% del país, en la región se concentraba en 1985 el 38.5% de la población colombiana. De acuerdo con los datos disponibles (DANE, 1987) e investigaciones sobre proyección de población según Banguero y Castelar (1993), quienes evaluaron retrospectiva y prospectivamente la población para cada municipio de Colombia durante el período 1938-2025, las variaciones futuras de las relaciones entre el total de la población de la región CORPES de occidente y el resto del país, así como las relaciones entre las poblaciones totales de los departamentos y de sus capitales, no presentarán variaciones significativas, sobre todo en comparación con las décadas pasadas. Una síntesis de los resultados del censo de 1985 y de las

proyecciones enunciadas se expresa en la siguiente tabla, en la que se ha incorporado también la información de Bogotá:

TABLA 5

POBLACIÓN DE LA REGIÓN CORPES DE OCCIDENTE CON RESPECTO AL PAÍS (%)

| | 1985 | 2025 |
|------------------|------|------|
| Total CORPES | 38,5 | 36,5 |
| Capitales CORPES | 15,0 | 16,5 |
| Bogotá | 14,3 | 15,8 |

Según las proyecciones utilizadas, el porcentaje relativo de población de la región, con respecto al país, tiende a disminuir en 2%, mientras que en las capitales, con respecto a sus departamentos, se incrementa en 1.5%.

Dentro de la región, las mayores densidades de población se concentran en los territorios correspondientes a los departamentos Quindío, Risaralda y Caldas, seguidos de valle del Cauca y Antioquia, con las menores densidades para Chocó y Nariño. Considerando cada departamento con exclusión de sus capitales, en donde se concentra el mayor porcentaje para cada uno, la distribución de la población es según la tabla 6, con datos DANE (1987).

TABLA 6

DENSIDAD DE POBLACIÓN EN LA REGIÓN CORPES DE OCCIDENTE (SIN CAPITALS)

| Departamento | Habitantes/ km ² |
|-----------------|-----------------------------|
| Antioquia | 38 |
| Caldas | 68 |
| Cauca | 29 |
| Chocó | 3.5 |
| Nariño | 4.0 |
| Quindío | 103 |
| Risaralda | 81 |
| Valle del Cauca | 67 |

Por supuesto, considerando regiones metropolitanas como las del Valle de Aburrá y Pereira-Dosquebradas, así como el hecho de que en el valle del Cauca se cuenta, además de Cali, con seis ciudades intermedias importantes, las "densidades" de habitantes serían menores que las señaladas.

De nuevo, tomando como referencias los datos del DANE (1987) y de Banguero & Castelar (1993), la población según capitales es la siguiente:

TABLA 7 POBLACIÓN DE CAPITALES CON RESPECTO A CADA DEPARTAMENTO (%)

| | 1985 | 2025 | Aumento |
|-----------|------|------|---------|
| Medellín | 38 | 38 | 0 |
| Manizales | 36 | 41 | 5 |
| Popayán | 20 | 29.5 | 9,5 |
| Quibdó | 33 | 47 | 14 |
| Pasto | 24 | 38 | 14 |
| Armenia | 50 | 60 | 10 |
| Pereira | 46 | 49 | 3 |
| Cali | 48 | 60 | 12 |

La interpretación de estos resultados puede ser múltiple y está sujeta a suposiciones diversas. Sin profundizar en ello, destacan los siguientes aspectos: para el caso de Medellín puede interpretarse que el crecimiento de la ciudad, cuyo espacio físico está prácticamente agotado, conservará la tendencia a desarrollos en altura y que un porcentaje importante de la nueva población se asentará en los otros municipios del área metropolitana; los crecimientos mayores, coincidentes con los departamentos con menores recursos (Chocó y Nariño), y también con Cauca, podrían explicarse por un mayor dinamismo de población inmigrante a las capitales en busca de resolver una o más de las necesidades básicas insatisfechas -viviendas inadecuadas y hacinamiento, falta de uno o más de los servicios básicos, dependencia económica de los hogares y desescolaridad (los más altos porcentajes de población con necesidades básicas insatisfechas en la región están en Chocó, con 82.8; en Cauca, con 61.1, y en Nariño, con 60.9, según datos del censo DANE de 1985); Armenia y Cali, con 10 y 12 puntos de aumento hacia el año 2025 contrastan con el caso de Pereira, con sólo 3 puntos, en tanto las tres ciudades disponen de ofertas territoriales para su expansión y, entre Armenia y Pereira, se esperaría un mayor crecimiento de ésta última en función de su mayor oferta de empleo en los sectores comercial, manufacturero y de servicios.

De todas maneras, en función del crecimiento real de las capitales, pero sobre todo del hecho de que ellas, según las proyecciones, albergarán en promedio más del 45% de la población regional, la mayor vulnerabilidad por concentración de población se localiza en ellas. En el numeral 3 se volverá sobre este aspecto, referido a la distribución regional de riesgos por capitales.

2.4. Industria

Con la finalidad de utilizarla como indicadores para el futuro diseño de escenarios de vulnerabilidad y riesgo, la información consolidada sobre producción en la región (DANE, 1987), desagregada según las cuatro primeras agrupaciones por departamento, ilustra sobre la diversidad de condiciones económicas entre cada uno de ellos.

Del total de la producción bruta por departamento según agrupaciones industriales (en miles de pesos), los cuatro primeros rubros eran:

TABLA 8
PRODUCCIÓN BRUTA POR DEPARTAMENTO SEGÚN PRIMEROS CUATRO RUBROS

| | |
|-----------|--|
| Antioquia | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tejidos y manufacturas de algodón y sus mezclas, \$68.516.837 2. Fabricación de vehículos automóviles, \$24.224.148 3. Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas, fibras artificiales, excepto plásticos, \$23.956.669 4. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$21.366.008. |
| Caldas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Productos de molinería, \$4.824.344 2. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$4.649.104 3. Fabricación de productos minerales no metálicos nep., \$3.903.562 4. Elaboración cacao y fabricación de chocolates y artículos de confitería, \$3.688.138 |
| Cauca | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingenios y refinerías de azúcar, \$10.853.430 2. Imprentas, editoriales e industrias conexas, \$1.688.720 3. Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abono, \$1.368.478 4. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$629.014 |
| Chocó | <ol style="list-style-type: none"> 1. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$414.443 |
| Nariño | <ol style="list-style-type: none"> 1. Productos de molinería, \$ 1.948.361 2. Bebidas malteadas y malta, \$1.710.898 3. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$1.590.134 4. Industria de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas, \$886.345 |
| Quindío | <ol style="list-style-type: none"> 1. Productos de molinería, \$9.457.094 2. Bebidas malteadas y malta, \$1.851.606 3. Fabricación de productos metálicos estructurales, \$311.615 4. Fabricación de productos de plástico, \$221.447 |
| Risaralda | <ol style="list-style-type: none"> 1. Productos de molinería, \$13.837.584 2. Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado, \$8.716.005 3. Productos de panadería, \$4.491.862 4. Ingenios y refinerías de azúcar, \$3.032.889 |
| Valle | <ol style="list-style-type: none"> 1. Productos de molinería, \$46.669.364 2. Ingenios y refinerías de azúcar, \$45.318.648 3. Fabricación de pulpa de madera, papel y cartón, \$39.859.821 4. Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes cosméticos, otros productos de tocador. |

| | |
|--------|--|
| | \$25.770.462 |
| Bogotá | 1. Bebidas malteadas y malta, \$56.458.739 2. Fabricación de vehículos automóviles, \$49.735.314 3. Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos, \$47.554.432 4. Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, \$35.895.240 |

Notas: Bebidas espirituosas (única industria reportada para Chocó) realmente se producen en Caldas; en éste y en los otros casos la fuente de información no incluye datos sobre minería de metales preciosos. Para Bogotá, el quinto renglón, fabricación de productos de plástico, sigue muy de cerca al cuarto, con \$35.148.545.

Con excepción de Antioquia (¡y Chocó!), todos los departamentos acusaban hacia mediados de la década pasada entre sus principales renglones productivos una importante participación del sector agroindustrial, como productos de molinería o de la industria azucarera. Sobre estos rubros, las consideraciones de amenazas naturales más generales serían las siguientes: para el caso del café, la necesidad de evaluaciones sobre la credibilidad inducida por cambios hacia especies que no requieren sembrío, con efectos de mediano y largo plazo en tasas de erosión-sedimentación y de regulación de fuentes de agua por deforestación; para la agroindustria azucarera la principal amenaza frecuente en el valle geográfico del río Cauca -las inundaciones- ha sido mitigada mediante obras de drenaje como diques de contención y, sobre todo, por la operación del embalse regulador Salvajina a partir de 1985.

Como efectos a mediano plazo se estudian fenómenos de desertificación por salinización de los suelos debido a las prácticas agrícolas de riesgo y uso de maquinaria pesada en los cultivos de caña de azúcar. En el corto plazo, la rentabilidad de estos tipos de agroindustria se ve más afectada, sin embargo, por oscilaciones de precios en el mercado internacional y por otros factores de comercialización, como pérdidas por cierre de vías.

TABLA 9

PRODUCCIÓN BRUTA TOTAL POR AGRUPACIONES INDUSTRIALES (\$000)

| Dpto. | PBT | PBT/Hab. | PBT/PBT Chocó |
|-----------|-------------|----------|---------------|
| Antioquia | 482'243.949 | 125,35 | 1.163,59 |
| Caldas | 39'002.060 | 47,04 | 94,11 |
| Cauca | 16'220.070 | 20,58 | 39,14 |
| Chocó | 414'443 | 1,72 | 1 |
| Nariño | 8'077.308 | 7,98 | 19,49 |
| Quindío | 12'672.943 | 33,97 | 30,58 |
| Risaralda | 51'369.594 | 82,79 | 123,95 |
| Valle | 443'110.321 | 156,63 | 1.069,17 |
| Bogotá | 663'432.619 | 160,35 | 1.528,39 |

Con fuente DANE (1987), la producción bruta total por agrupaciones industriales para los departamentos de la región se muestra en la tabla 9, en la cual se han incluido dos indicadores adicionales: la producción bruta total con respecto al número de habitantes de cada uno, y un indicador como el cociente entre la PBT de cada departamento con respecto a la de Chocó.

- *Minería*: principalmente impactos por dragas (Antioquia, Chocó, Pacífico).
- *Concentraciones industriales*: valle de aburra, oriente antioqueño, Cali-Yumbo.
- *Proceso de industrialización*: aumento de amenazas tecnológicas "directas" y de segundo orden.

3. LAS CAPITALES EN COMPARACIÓN: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE RIESGOS

Una primera aproximación para la caracterización de la vulnerabilidad y el riesgo en las capitales (figura 10), es el resultado de incorporar en una matriz comparativa datos provenientes de amenazas regionales (amenaza sísmica alta e intermedia, cercanía de volcanes activos), de la configuración espacial del entorno urbano (generador de algunas de estas amenazas, principalmente movimientos de masa e inundaciones), de disponibilidad de espacio físico para el crecimiento (que en caso de no existir o de ser escaso contribuye a doble saturación del disponible), en combinación con un factor de importancia industrial relativa (¡amenazas tecnológicas crecientes!) y, finalmente, de indicadores de población y del producto bruto total, ambos expresados como el cociente con respecto a Quibdó, la capital de menor población y de menor producto bruto. Los indicadores resultantes de riesgo son el producto de la sumatoria de los factores amenazantes por los indicadores de población y producto bruto total. También con relación a la figura 10, en las tablas siguientes se expresan, mediante atributos numéricos de valor cualitativo, los factores de amenaza: topografía, amenazas de ocurrencia más frecuente (deslizamientos, lluvias torrenciales, inundaciones, accidentes tecnológicos, incendios para el caso de Quibdó), amenazas de menor frecuencia como sismos y vulcanismo, así como un indicador de saturación del espacio físico urbano y periurbano.

FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE RIESGOS EN LAS CAPITALES CORPES DE OCCIDENTE

FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE RIESGOS EN LAS CAPITALES CORPES DE OCCIDENTE

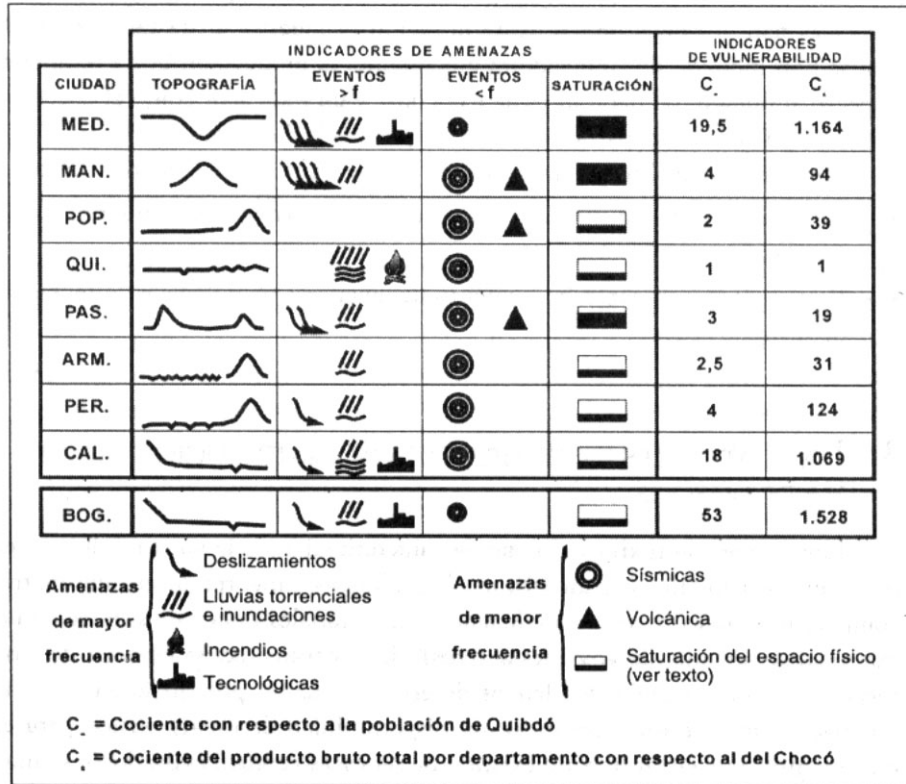


TABLA 10 LAS CAPITALES EN COMPARACIÓN: INDICADORES DE AMENAZAS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS

| | Indicadores de Amenazas | | | | | | | Indicadores de Vulnerabilidad | | Indices Relativos de Riesgo | |
|-----|-------------------------|------|--------|------|------|------|------|-------------------------------|-------|-----------------------------|--------|
| | Top. | Des. | LI, I. | Ind. | Sis. | Vol. | Sat. | Cp. | C\$ | Rp | R\$ |
| MED | 10 | 10 | 5 | 10 | 1 | - | 10 | 19,5 | 1164 | 897 | 53.544 |
| MAN | 10 | 10 | 5 | 2i | 10 | 5 | 10 | 4 | 94 | 208 | 10.816 |
| POP | 1 | - | 5 | 1 | 10 | 5 | 1 | 2 | 39 | 46 | 897 |
| QUI | 1 | 1 | 10 | 10 | 10 | - | 1 | 1 | 1 | 33 | 33 |
| PAS | 3 | 1 | 5 | 1 | 10 | 10 | 5 | 3 | 19 | 105 | 665 |
| ARM | 1 | 3 | 5 | 1 | 10 | - | 1 | 2,5 | 31 | 52,5 | 651 |
| PER | 1 | 3 | 5 | 3 | 10 | - | 1 | 4 | 124 | 92 | 2.852 |
| CAL | 1 | 1 | 10 | 10 | 10 | - | 1 | 18 | 1.069 | 594 | 35.277 |
| BOG | 1 | 1 | 10 | 10 | 5 | - | 1 | 53 | 1.528 | 1.484 | 42.784 |

• *Indicadores de amenazas*- Con respecto a los esquemas mostrados en la figura 10, son los siguientes; **Top.**, topografía: valores máximos atribuidos de 10 para Medellín y Manizales, intermedio (valor 3 por valle estrecho) para Pasto y mínimo de 1 para las demás capitales; para eventos de mayor frecuencia se asignaron así: **Des.** deslizamientos, con valores de 10 para Medellín y Manizales, 3 para Pereira y Armenia, 1 para las restantes capitales, excepto Quibdó; **LI, I.** factores hidrometeorológicos, principalmente lluvias torrenciales e inundaciones con máximos para Quibdó (lluvias), Cali (inundaciones) y Bogotá (¡heladas!), valores intermedios de 5 para las restantes; **Ind.** atributo para indicar accidentes tecnológicos potenciales con valores máximos para Medellín, Cali, Bogotá y Quibdó (para la cual se consideran los incendios urbanos no industriales). **Sis.** Se asignó el valor mínimo a Medellín ("riesgo sísmico intermedio" según el CCCSR, 1984) y los mayores al resto de capitales de la región CORPES de occidente. **Vol.** indica la cercanía a volcanes activos, con el mayor indicador para Pasto e intermedios para Popayán y Manizales. **Sat.** atributo referido a la saturación del espacio físico con menores limitantes al crecimiento o expansión de la malla urbana, con valores máximos para Medellín y Manizales, que prácticamente agotaron el espacio físico urbanizable sin restricciones, e intermedio para Pasto.

En las demás capitales, aun con limitaciones geomorfológicas, se cuenta con extensiones de terreno "urbanizables" que superan sus actuales dimensiones.

• *Indicadores de vulnerabilidad.* **Cp**, corresponde al cociente entre la población de cada capital y la población de Quibdó, según el censo de 1985. **C\$**, es el cociente entre el producto bruto total para los primeros cuatro renglones productivos por departamento y el producto bruto total del Chocó (Dane, 1987).

• *Índices relativos de riesgo.* **Rp y R\$**: corresponden al producto entre la suma de los indicadores de amenazas y la suma de los indicadores de vulnerabilidad para cada capital, en función de la población (cociente Cp). en un caso, y del producto bruto total C\$, en el otro.

Una manera más ilustrativa de representar los índices relativos de riesgo consiste en expresarlos, para cada capital, como el cociente con respecto a Quibdó. Con esta nueva comparación los índices relativos (y generalizados) de riesgo muestran, según valores ascendentes desde Quibdó (expresado como la unidad), cuántas veces en función de la población, y cuántas veces en función de los indicadores económicos utilizados, el riesgo relativo se incrementa para el resto de capitales.

TABLA 11
ÍNDICES RELATIVOS DE RIESGOS POR CAPITALES CON RESPECTO A QUIBDÓ

| Capital | Rp / Rp-Quibdó | R\$ / R\$-Quibdó |
|---------|----------------|------------------|
| Quibdó | 1 | 1 |
| Armenia | 1.6 | 20 |
| Popayán | 1.4 | 27 |
| Pasto | 3.2 | 20 |
| Pereira | 2,8 | 86 |

| | | |
|-----------|-----|-------|
| Manizales | 6.3 | 328 |
| Cali | 18 | 1.069 |
| Medellín | 27 | 1.622 |
| Bogotá | 45 | 1.296 |

R_p = índice relativo de riesgo respecto a población

R_{\$} = índice relativo de riesgo respecto a producto bruto

Esta aproximación debe ser cuidadosamente considerada sólo como un indicador relativo, en función de las siguientes consideraciones:

- Igual que en la regionalización de amenazas, no se consideran frecuencias, intensidades y distribución espacio-temporal de factores incluidos. Así, eventos de baja recurrencia y gran magnitud en alguna de las capitales, o frecuentes eventos de efectos individuales pequeños, pueden hacer variar los indicadores de riesgo. En este sentido, los índices de riesgo resultantes son "estáticos". Como ejemplo, Medellín con amenaza sísmica intermedia, considerando periodos adecuados, puede ser afectada por movimientos sísmicos con grandes efectos sobre el escenario urbano y económico, mientras que en Manizales ocurren frecuentes movimientos de masa cuyas pérdidas acumuladas (¿mayores?) deben ser evaluadas con respecto a las pérdidas por sismos.
- Los factores de forma, esencialmente topográficos, no incorporan variaciones locales propios de la escala urbana (i.e., variaciones geológicas, geomorfológicas, topográficas, de impacto de usos del suelo). Además, de cierta manera otros factores amenazantes como deslizamientos e inundaciones se derivan de la topografía, de la constitución de los terrenos y de los usos urbanos del suelo, entre los principales.
- En el contexto del crecimiento proyectado de las capitales, y más aún de la concentración del producto bruto que ellas representan, los indicadores económicos utilizados, provenientes del total para cada departamento, introducen un sesgo que debe ser filtrado con información más detallada que la disponible. Tal es el caso de Medellín, con la concentración industrial distribuida en los municipios del valle de Aburra y el oriente antioqueño; de la zona industrial Cali-Yumbo, y de la industria azucarera del valle del Cauca, con poca presencia en la capital; de la región metropolitana Pereira-Dosquebradas, o, por otro lado y como caso extremo, el del Chocó y su capital Quibdó como comercializadores de licores, mas no productores.
- Además, debe tenerse en cuenta que la información utilizada data de 1985 y que, si bien puede asumirse que los indicadores generados pueden ser válidos en general, hoy en día, también es cierto que, mientras unos sectores pueden haberse dinamizado en algunas capitales, otros pueden estar en retroceso o en situación difícil, tal como los casos de los productos de molinería (incluido el café) que ocupa el primer renglón en Caldas, Nariño, Quindío, Risaralda y valle del Cauca, o el caso de Antioquia, con el primer renglón ocupado por los tejidos y manufacturas de algodón y sus mezclas.

Finalmente, entre las limitaciones que deben ser superadas por análisis más detallados, en el proceso de obtención de los resultados no se incluyen consideraciones sobre la vulnerabilidad de sistemas e infraestructura vital y productiva. El factor "saturación" se

utilizó como un indicador de amenaza; en realidad, éste debería ser considerado como un factor de vulnerabilidad y complementarse con indicadores más directos tales como densidades (y calidades) de construcciones y densidades de población.

Ahora bien, ¿en qué medida puede ser útil un ejercicio como éste? ¿A qué políticas regionales puede conducir? ¿Es viable, a partir de él, generar proyectos para resolver preguntas como, por ejemplo, pérdidas esperables en la situación actual vs. pérdidas con políticas y programas de prevención-mitigación ... ?).

4. PACÍFICO: AMENAZAS. MEDIO AMBIENTE Y PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

Pocas regiones en el mundo, y ninguna otra en Colombia como aquella comprendida por el Chocó biogeográfico, presentan una confluencia tan grande de amenazas de origen natural: sismicidad, volcanismo, deslizamientos, inundaciones, tsunamis, marejadas (fenómeno El Niño), cambios de curso de ríos (naturales y artificiales), deslizamientos, lluvias torrenciales, erosión y acreción de playas, migración de barras litorales, subsidencias, licuación de suelos. Tal parece que las condiciones tectónicas regionales en estrecha interacción con aspectos climáticos y orogénicos son, en última instancia, las causas primarias de la ebullición de tan diversas formas de vida en la región. Gentry (1990) lo expresa de la siguiente manera, refiriéndose al endemismo característico: *"Se ha especulado que existe allí un episodio de verdadero desenfreno evolutivo, en que la especiación esencialmente accidental, tiene origen en el desplazamiento genético, característico de pequeños grupos poblacionales confinados, todo ello asociado a una constante recolonización en un habitat dinámico, aislado por barreras montañosas, sujeto a lluvias torrenciales localizadas y a frecuentes deslizamientos del terreno"*.

A gran escala esta hipótesis sería objeto de investigación en aquellas extensas regiones deslizadas como efecto secundario de los terremotos de 1970 (Bahía Solano), 1971 (frontera con Panamá) y Atrato Medio (1992).

Pero la influencia de la compleja y dinámica acción de los agentes catastróficos mencionados no se limita a la especiación. En su conjunto, la vida y las actividades económicas y socioculturales interactúan permanentemente e incluso son determinadas por ellos. Tal es, por ejemplo, el caso de la vía al mar, en la cual se invirtieron cuatrocientos años de luchas "contra la naturaleza" desde el descubrimiento de la bahía de Suiz o de Buenaventura en 1525.

Puede decirse que ninguna concepción del desarrollo, ninguna política o programa, de conservación o de utilización, puede ser ajena a las variables físico-dinámicas de la región. De acuerdo con la información histórica disponible, puede aseverarse que todas las poblaciones del Pacífico colombiano han sufrido uno o varios desastres en su existencia (incluidos incendios) y que muchas de ellas han tenido que ser reconstruidas o relocalizadas en una o más ocasiones.

Uno de los fenómenos más violentos y de consecuencias en extensas áreas son los terremotos. Casi toda la región considerada por el Proyecto Biopacífico (GEF-PNUD, 1983) es aquella en la cual se ha calculado que ocurrirán las mayores aceleraciones del terreno como producto de vibraciones sísmicas (CCCSR, 1984). La región contribuye con más del 90% de la energía sísmica liberada en el país, cuya causa primaria es el movimiento convergente de las placas tectónicas de Nazca y Suramérica. Los efectos directos, las vibraciones, encuentran cada vez más elementos expuestos vulnerables, principalmente por la utilización de materiales rígidos y tipologías de construcción andinas en viviendas y obras de infraestructura. Entre los fenómenos de segundo orden destacan los asentamientos del terreno (subsidiencias), la licuación de suelos, los tsunamis y los deslizamientos. Este conjunto de fenómenos secundarios produce alteraciones que, en los casos de las zonas más bajas -por ejemplo, los deltas-, conduce a destrucción de poblaciones, migración de cauces y a cambios en el régimen y composición de las aguas.

Entre los principales problemas identificados, propios de las amenazas mismas, de programas de desarrollo y de utilización de los recursos de la región con indicación de las problemáticas derivadas de algunos de los fenómenos catastróficos en la región, se precisan:

4.1. Amenaza por tsunami

Producto de la evaluación de un sector de la costa, entre los departamentos Cauca y la porción litoral central de Chocó, con base en inspección aérea visual (Meyer & Velásquez, 1992), con indicación de las principales poblaciones afectadas por tsunamis en 1906 y 1979, se concluye que en general toda la franja litoral baja y las riberas de los ríos se encuentra expuesta al fenómeno. El crecimiento demográfico y la concentración de vidas y bienes expuestos implica un aumento del riesgo, principalmente a partir de los últimos años.

La exposición relativa de las poblaciones ante tsunamis, por comparación con su desarrollo histórico y urbanístico está aumentando: los escasos y pequeños poblados que existían en 1906 sobre el litoral del delta del río San Juan fueron arrasados por las olas en 1906, según reportes de prensa de la época y relatos por tradición oral. Hoy, en el sector litoral evaluado, se observa una creciente utilización de terrenos amenazados para actividades urbanísticas, de servicios y turismo y, eventualmente, portuarias, como ocurre en la región al norte de Buenaventura. Hacia el sur, en el litoral nariñense en donde han ocurrido los mayores efectos, los riesgos se han incrementado, principalmente en razón del asentamiento de población en terrenos de baja mar en Tumaco (paradójicamente con el apoyo de la esposa del entonces presidente a raíz del terremoto y tsunami de 1979), y por el crecimiento de actividades portuarias y económicas (i.e., acuicultura).

4.2. Licuación

Debido a las características fisiográficas, geomorfológicas e hidrológicas (vías de comunicación naturales) de la región, en la cual predominan poblaciones asentadas sobre suelos recientes (barras y diques de arena en proceso de formación), los efectos de la licuación se traducen en pérdidas de viviendas y obras básicas de infraestructura,

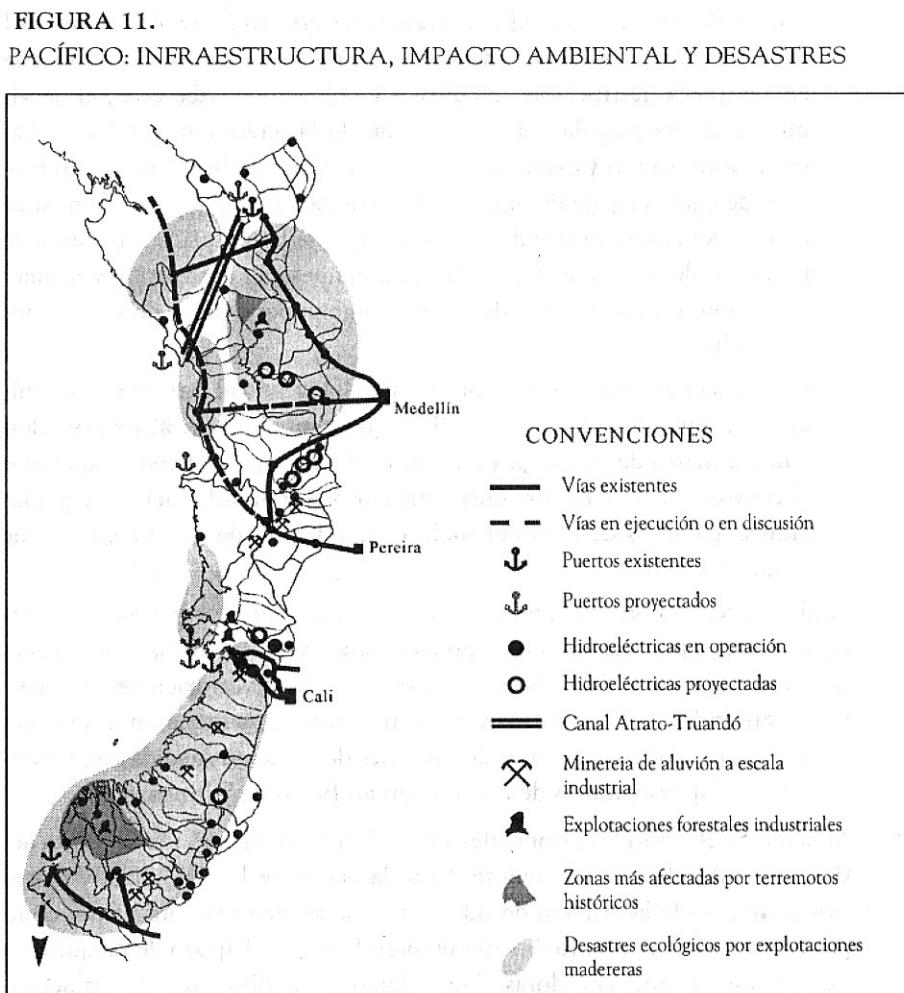
como se ha evidenciado en los terremotos de 1979, 1991 y 1992. En la figura 6 se ha ilustrado la distribución de los terrenos susceptibles, los cuales, en cuanto a mayor extensión, se localizan en Nariño y en el medio y bajo Atrato.

4.3. Proyectos de desarrollo e impactos actuales y potenciales

Con referencia a la figura 11, se ilustran los principales impactos actuales y potenciales derivados de programas y actividades de ocupación, explotación y de uso del territorio para proyectos de infraestructura:

- *Zonas más afectadas por terremotos:* Corresponden a las regiones con mejor documentación para algunos de los terremotos más importantes desde aquel que afectó a gran parte de Colombia y Ecuador el 31 de enero de 1906, y especialmente al litoral, desde el delta del río San Juan hasta Cabo Manglares.

FIGURA 11.
PACÍFICO: INFRAESTRUCTURA, IMPACTO AMBIENTAL Y DESASTRES



- *Desviación de ríos:* Se señalan dos de las regiones que podrían ser las más dramáticas de una serie permanente de alteraciones de cauces con consecuencias catastróficas:

— La variación en el curso del río Patía por el Sanquianga, proceso activo desde principios de la década de 1970; ahora conocido como río Patianga, está cambiando aceleradamente, en el lapso de una generación, las condiciones de vida de miles de pobladores ribereños de poblaciones como Salahonda y Bocas de Satinga, y probablemente alterando en un "punto de no retorno" todo el ecosistema terrestre, fluvial y marino del delta del Patía y zonas de influencia. Entre los efectos más notorios se encuentra la destrucción de cultivos y poblaciones ribereñas, el decaimiento de Salahonda por disminución de la navegabilidad del río Patía, la inundación y cambios en las condiciones ambientales de los bosques de guandas y de manglar (se ha estimado que el 60% de la madera blanda del país se extrae de esta región), la sedimentación y cambios de las masas de agua que afectan la industria pesquera artesanal, y la amenaza sobre los ecosistemas de la isla Gorgona por avance de sedimentos hacia ella.

— La desviación del río Sucio por el caño Curvaradó al Atraco medio, iniciado a principios de los años 1970, que también, pese al relativo desconocimiento del tema en el interior del país, ha contribuido a alterar el ecosistema de la región, entre otras razones por aislamiento de poblaciones, cambios de usos del suelo e inundación de extensas zonas de bosque natural.

Ambos casos fueron producidos por compañías madereras y, probablemente, acelerados por fenómenos como terremotos y subsidencias. Lo cierto es que sobre estos dos "laboratorios" no se conocen investigaciones que permitan entender los fenómenos y sus consecuencias, aunque en el primero ya se han invertido centenares de millones de pesos en medidas ingenieriles como pilotajes y muros de contención en Bocas de Satinga.

- *Minería:* Se ilustran las principales zonas de minería de oro aluvial. Esta actividad, realizada artesanalmente desde la época de la conquista, y posteriormente, desde la primera década de este siglo mediante dragas por compañías extranjeras, es actualmente emprendida con el apoyo de maquinaria pesada como retroexcavadoras. Puede decirse que sobre este tipo de actividad todavía no existe una clara política regional y nacional, como se desprende de la reciente explotación masiva de una compañía ruso-colombiana en Timbiquí, o del hecho que en los últimos meses se han identificado cerca de treinta retroexcavadoras, explotando terrazas aluviales en los ríos cercanos a Buenaventura (Raposo, Aguaclara, Anchicayá), sin conocimiento oficial ni permisos conocidos por parte de las autoridades del municipio y de la región.

- *Relocalización de poblaciones en riesgo:* Los casos más relevantes se concentran en las poblaciones mayores. En Tumaco se están invirtiendo cerca de ocho mil millones de pesos para relocalizar a unas 3200 familias en alto riesgo por tsunami, muchas de las cuales se asentaron después del terremoto y maremoto del 12 de diciembre de 1979. En la actualidad se han anunciado inversiones por \$ 45.000 millones para programas de relocalización en las zonas de baja mar en Buenaventura (El País, mayo 11/94).

- *Proyectos energéticos:* En la región se cuenta con los desarrollos hidroeléctricos del río Anchicayá (Alto y BaJo) y del Calima (Calima I) en el valle del Cauca. Entre los proyectos en fase de estudios de factibilidad y diseño están Arrieros del Micay (Cauca) y Calima III (valle); en fase de estudios preliminares El Siete (tres desarrollos en el Alto Atrato, Chocó), y Penderisco, Murri y Bajo Murri en Antioquia. En el caso de los proyectos en el río Anchicayá, grosso modo, se puede evidenciar un manejo del entorno con énfasis en la protección de la selva húmeda, con acceso restringido y muy poca colonización, fenómeno a que quizás ha contribuido el que la antigua vía a Buenaventura, que cruza cerca a los proyectos, es muy poco utilizada desde hace veinte años, cuando entró a operar la segunda fase del proyecto. Los sismos de octubre de 1992 en el Atrato Medio, y los extensos fenómenos asociados de deslizamientos, palizadas, sedimentación posterior y licuación, evidencian la necesidad de evaluaciones de riesgos por amenazas naturales para este tipo de proyectos, en especial en la región del Pacífico.

- *Corredores de comunicaciones existentes:* Por sólo considerar los viales, la carretera a Tumaco -y, principalmente, a Buenaventura- todavía no han sido evaluadas en términos de los impactos que han generado. Con relación a las vías existentes y a las proyectadas sólo se dispone de conocimiento institucional y de investigaciones parciales sobre las lecciones de los éxitos y fracasos de las políticas ambientales de protección en las cuencas afectadas. Este es, pues, un campo de investigación que debe ser reforzado en el inmediato futuro, en el cual también deben ser analizados proyectos como el de navegabilidad del río Atrato, o el de Esteros en el litoral sur, y de las carreteras Medellín-Quibdó y Pereira-Nuquí.

- *Proyectos de comunicaciones:*

- Carretera Tumaco-Ecuador, la cual atravesará la parte baja de la cuenca del río Mira. Parece obvio señalar que ésta será la ocasión para una avanzada adicional de las empresas madereras y de acuicultura. Los fenómenos potenciales de origen natural más relevantes serían los asentamientos y licuación de suelos.

- Poliducto Buenaventura-Buga y puerto petrolero. En su estado actual, el proyecto concibe desarrollarse a lo largo de la cuenca del río Dagua con el terminal petrolero fuera de la bahía de Buenaventura. En la figura se incluye la bahía de Málaga y la Base Naval, sobre la cual se preveían inicialmente las instalaciones, así como el trazado que preveía abrir una nueva trocha entre ésta y el valle geográfico del Cauca por la cuenca del río Calima. El trazado inicial por Calima fue objetado por organizaciones comunitarias, académicas y por el INDERENA.

- Vía a Nuquí y Puerto. Especial importancia tienen estos proyectos que aspiran a acercar la región cafetera al Pacífico, dotar al país de un puerto de gran calado y competir con Buenaventura. Los impactos principales devienen del cruce de la Cordillera Occidental, cuya vía, cruzando territorios de selva muy húmeda, se verá sometido a amenazas de cierre por deslizamientos, y a una avanzada de colonización que ya está enfrentando a las poblaciones indígena y negra con la obra.

- Proyecto carretera Panamericana. Dos trazados tentativos se encuentran en discusión. Uno que conectaría a Nuquí con Panamá, siguiendo a media ladera la

serranía del Baudó (Nuquí, Bahía Solano, Bahía Cupica, Cristal, Palo de Letras), con impactos previsibles por deslizamientos y deforestación y otra que comunicaría a Barranquillita y Lomas Aisladas (o a El Tigre con Cacarica, Cristal) con Palo de Letras, cruzando la región pantanosa del Bajo Atrato (Mejía, A., edit., 1990). Estas alternativas han considerado, también, una transversal desde Cúcuta (y Venezuela) hasta Bahía Solano o Bahía Cupica.

- Proyecto Atrato-Truandó. Esta idea ha permanecido desde hace más de doscientos años en las agendas gubernamentales. Incluye variantes tales como un puerto en la bahía de la Candelaria (golfo de Urabá), el canal navegable mismo, o un canal seco (puente terrestre interoceánico) con terraplén sobre la zona pantanosa del Atrato.

- Existen, además, proyectos para conectar más directamente a Antioquia con el Pacífico a través de una vía por Urao hasta Bahía Solano.

Debido a la importancia de las vías, tanto en las opciones de desarrollo regional e internacional como en las estrategias que hasta ahora cada subregión está impulsando (en una especie de competencia subregional que involucra al valle del Cauca y sus proyectos de unir mercados de la cuenca del Magdalena, del centro del país, de los Llanos-Amazonia, así como la nueva vía a Buenaventura y modernización del puerco de Risaralda con la vía y puerco en Nuquí, y las señaladas de Antioquia), este punto parece de especial consideración en el seno del CORPES de occidente, para incorporar en las alternativas en curso medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y desastres. En las consideraciones sobre este asunto es necesario incorporar, además de la legislación ambiental y de prevención colombiana, los acuerdos y pactos internacionales suscritos por el gobierno nacional.

5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y DEPARTAMENTOS

Con excepción de Quindío, cuyo territorio corresponde exclusivamente a la cuenca del río La Vieja, tributario del Cauca, todos los departamentos ocupan territorios de dos o más cuencas hidrográficas, algunas de ellas con características físico-naturales muy diferentes.

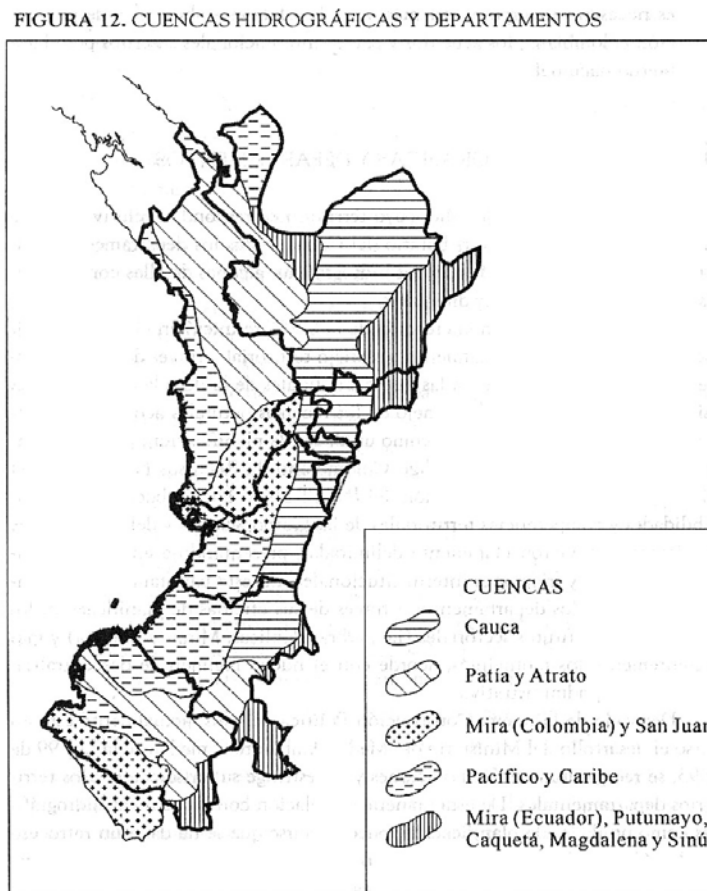
A partir de 1954, con la creación de la CVC, se inició en el país el ejercicio de un modelo de ordenamiento y manejo territorial a través de Corporaciones Autónomas Regionales, a las que hacia finales de la década de 1960 se les asignó la responsabilidad de manejo de los recursos naturales acorde con visiones de las cuencas hidrográficas como unidades de planificación; posteriormente también con relación al Código Colombiano de Recursos Naturales y del Medio Ambiente y con la creación del INDERENA.

Las atribuciones, responsabilidades y competencias territoriales de las Corporaciones y del INDERENA no siempre estuvieron claramente delimitadas, presentándose en muchas ocasiones traslapes y fricciones interinstitucionales. En este panorama tenían también injerencia los departamentos a través de sus oficinas de planificación, los ministerios e institutos sectoriales (i.e., Obras Públicas, Minas y Energía) y más

recientemente los municipios, acorde con el nuevo régimen de descentralización política y administrativa.

Derivado de la nueva Constitución Política del país, actualmente está en curso el desarrollo del Ministerio del Medio Ambiente y, mediante la Ley 99 de 1993, se reorganizan las Corporaciones y se restringe su jurisdicción a los territorios departamentales. De esta manera, en relación con las cuencas hidrográficas como unidades de planificación, puede decirse que se ha dado un retroceso en el país, y que los retos para el manejo ambiental que incorporen entre sus estrategias centrales la prevención y mitigación de desastres tendrán que desarrollarse en un escenario institucional fragmentado. Para ilustrar los nuevos retos de coordinación y manejo que la ley impone, se presenta a continuación el inventario de cuencas por departamento, así como de las Corporaciones existentes sobre los diferentes territorios (figura 12).

FIGURA 12. CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y DEPARTAMENTOS



Antioquia: el área central corresponde a la cuenca del río Cauca y sus tributarios Porce-Nechí; la porción oriental, el llamado "frente de erosión de Magdalena", con ríos como el Cocorná, San Luis y Nare, con la Corporación CORNARE. Como unidad fisiográfica compartida por el Cauca y Magdalena, las vertientes de la serranía de San Lucas. La vertiente occidental de la Cordillera Occidental, drenando al Atrato, con la Corporación

CORPURABA, cuyas actividades se centran en los alrededores del Golfo de Urabá; la porción septentrional al Golfo de Urabá y Caribe desde la serranía de Abibe y al Norte, los nacimientos de los ríos Sinú y San Jorge (de cuyo manejo parcial se ocupa la CVS), éste último tributario del Cauca.

Caldas: vertientes del Cauca y del Magdalena, con CRAMSA, que se ocupó principalmente de manejo de riesgos en Manizales y poblaciones vecinas. En la vertiente del Magdalena se comparten cuencas con Antioquia (Samaná, La Miel) y con Tolima.

Cauca: cuencas altas de los ríos Cauca, Patía, Caquetá y Magdalena (la llamada "Estrella hidrográfica") y la vertiente del Pacífico entre los ríos Guapi y Naya. La CRC, con jurisdicción departamental, creada a raíz del terremoto de 1983 en Popayán, se ha ocupado preferentemente de la zona andina. Presenta obvio traslape territorial con la CVC.

Chocó: comparte territorios de las cuencas del Atrato y del San Juan; vertientes de la serranía del Baudó al Pacífico y de la serranía del Darién al golfo de Urabá. CODECHOCO tiene jurisdicción departamental.

Nariño: ríos San Juan-Mataje, en límites con Ecuador, Guamués y Putumayo en la vertiente amazónica, Patía, y vertientes al Pacífico en la ensenada de Tumaco y entre el río Satianga (incorporado al Patía) y el río Guapi. CORPONARIÑO, con jurisdicción departamental realiza actividades tanto en la zona andina como en el Pacífico.

Quindío: cuenca del río La Vieja, tributario del Cauca. La CRQ tiene jurisdicción departamental con vertientes compartidas con Risaralda (río Barbas).

Risaralda: vertientes de los ríos Cauca y San Juan. La CARDER, departamental, tiene acciones en todos los municipios, incluyendo a Pueblo Rico sobre la vertiente del Chocó.

Valle del Cauca: vertientes de los ríos Cauca y San Juan y del Pacífico entre los ríos Naya y Dagua. La CVC, con énfasis inicial en el Alto Cauca hasta La Virginia, presenta traslapes con la CRC. Sobre el Pacífico fue promotora de PLADEICOP, el Plan de Desarrollo Integral de la Costa del Pacífico.

REFERENCIAS

ARANGO. M. y A. VELÁSQUEZ. 1993, *Catálogo histórico sísmico para Medellín*. CAOS Asoc. para PNUD-Municipio de Medellín, Ed. Cadena, Medellín.

AZUERO. E., 1924, *El terremoto de Cúcuta 1875-1925*. Escritos referentes a esta catástrofe. Luis Pebres Cordero comp., Ed. Minerva, Bogotá.

BUSTAMANTE. M., 1988, *Los desastres de Medellín, ¿naturales?* Memorias II Conferencia de riesgos geológicos en el valle de Aburrá. Medellín.

BUSTAMANTE, M. y L. M. ECHEVERRY, 1984, *Inventario de desastres recientes de origen geológico en el valle de Aburrá*. Memorias I Conferencia de Riesgos Geológicos del valle de Aburra. Medellín, 7 p. y mapa.

CCCSR, 1984, *Código colombiano de construcciones Sismorresistentes*. Decreto Ley 1400 de 1984.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE), 1987, Colombia estadística, Vol. II, Municipal. Div. de Edición DANE, Bogotá.

GARCÍA, L. E., et al., 1983, *Estudio general de riesgo sísmico de Colombia*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, Bogotá.

GEF-PNUD. 1993, Proyecto COL/92/G31 *Conservación de la biodiversidad del Chocó biogeográfico -Proyecto Biopacífico-*, Plan Operativo. BIOPACÍFICO, Santafé de Bogotá, manuscrito, versión del 2 de junio de 1993.

GENTRY, A., 1990, La región del Chocó. En: *Selva húmeda de Colombia*. Villegas Editores, Santafé de Bogotá. 200 p.

CLINE, K. M., 1977, *Reconnaissance Report August 30, 1977*. Earthquake Northwestern Colombia. Inédito, Woodward-Clyde Consultants.

CUERVO, G., L.M., 1992, *De la vela al apagón: 100 años de servicio eléctrico en Colombia*. CINEP, Bogotá, 273 p.

ESPINOSA, A., 1993, Conferencia sobre sismicidad histórica en el Seminario-Taller Popayán 10 años después. (*Grabación de W. Marín*). Popayán, marzo 1993.

HENRÍQUEZ, M., 1992, *Base de datos sobre desastres en Colombia* (Desastre-ONAD), entre 1938 y 1992.

HERD, D. G., T. LESLIE., HJ. MEYER., J. L. ARANGO.. W. J. PERSON. y C. MENDOZA, 1981, *The Great Tumaco, Colombia Earthquake of 12 December 1979*. *Science*. Vol. 211. No. 4481. Jan. 1981, pp. 441-445.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Mapas a diversas escalas y fechas, monografías, atlas regionales.

INGEOMINAS, Instituto Nacional de Investigaciones en Geología, Minería y Química. (1990). Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1'500.000.

MEJÍA. A. ed., 1990. Colombia, *Antioquía y la Cuenca del Pacífico*. Gobernación de Antioquia. Edinalco S.A., Medellín. 154 pp.

MEYER, HJ. para Woodward-Clyde Consultants, 1983, *Mocroseismic studies and geophysical data for the Calima III Project*.

MEYER, HJ., Duarte, J. y A. Paraffan. 1986, *El sismo de Popayán del 31 de marzo de 1983*. Cap. 4. p. 120. Ed. INGEOMINAS.

MEYER HJ. y A. VELÁSQUEZ, 1992, Aproximación al riesgo por tsunami en la costa del Pacífico en Colombia. Publicaciones ocasionales del OSSO No. 2. U. del Valle, Cali. 43 pp.

OEA, DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL. 1984, Planificación del desarrollo regional integrado: directrices y estudios de casos extraídos de la experiencia de la OEA. Washington, D.C., 236p.

OEA, DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE, 1991, Manual sobre *el manejo de peligros naturales en la planificación integrada para el desarrollo regional*. OEA, Washington, D.C. (versión en Castellano por el CISMID, Lima).

OEA, DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE, 1991, *Desastres, planificación y desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los riesgos*. OEA, Washington, D.C., 80p.

OSSO, OBSERVATORIO SISMOLÓGICO DEL SUROCCIDENTE/U. DEL VALLE. Archivos sobre amenazas y desastres.

RAMÍREZ, J. E., 1967, El macrosismo del Huila. En: *Revista Javeriana*: 323-333. Bogotá.

RAMÍREZ, J. E., 1970, El terremoto de Bahía Solano. En: *Revista Javeriana*, Bogotá, No. 370: 573-585.

RAMÍREZ, J. E., 1975, Historia de los terremotos en Colombia. IGAC, Ed. Andes, Bogotá.

RUDOLPH, E. y S. SZIRTES. 1911, *El terremoto colombiano del 31 de Enero de 1906*. Traducción parcial anotada. Serie: Pub. Ocasionales del OSSO, No. 1. Universidad del Valle, Cali, 1991.

TENJO, S., 1993, Comunicación personal. Sección de Hidrogeología, CVC, Cali.

VELÁSQUEZ, A., 1990, *Apuntes y reflexiones para la historia del camino al océano Pacífico*. Documentos AIV No. 1. Asociación de Ingenieros del Valle, Cali. pp.93-100.

VELÁSQUEZ, A., 1992, Reconocimientos de campo Delta del San Juan. *Archivo OSSO*.

VELÁSQUEZ, A. y HJ. MEYER. 1990. *Un ensayo de evaluación de las amenazas, de los riesgos y de los desastres en Colombia*. AGID Report No. 13, Cap. 42. Ed. Eafit, Medellín.

VELÁSQUEZ, A. y HJ. MEYER, 1990, *Un estimativo de pérdidas por desastres en el valle del Cauca durante el decenio 1980*. AGID Report, No. 13, Cap. 41. Ed. Eafit, Medellín.

WHITE, J. E., 1884, *Volcanes del Atrato. Folletines de la Luz, Medellín*. Transcripción de original en La Estrella de Panamá (1883).; pp. 204-205.

YOUD, L., 1991, *Mapping of earthquake-induced liquefaction for seismic zonation. Proceedings Fourth International Conference on Seismic Zonation*. EERI, Stanford, CA., Vol 1. pp.111-138.