

**PLANIFICACION REGIONAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO BAJO
CONSIDERACION DE LAS RESTRICCIONES POR AMENAZAS**

Andrés Velásquez (1), Hansjürgen Meyer (1), Walter Marin (1), Andrés David Drews (2), Ana Campos (1), Michel Hermelín (3), Stephen O. Bender (4), Maryory Arango (2)

(1) Observatorio Sismológico del Suroccidente -OSSO, Universidad del Valle

(2) CORPES de Occidente, Unidad del Medio Ambiente

(3) Universidad EAFIT

(4) OEA, Depto. de Desarrollo Regional y Medio Ambiente

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 8 departamentos de la región CORPES de Occidente.

Nombre del conferenciante y dirección:

Andrés Velásquez
OSSO/Universidad del Valle
Ciudad Universitaria del Valle
Apdo. Aéreo 25360
Cali, Colombia.

E-Mail: osso@univalle.edu.co
Tel.: (92) 3 397222
Fax.: (92) 3 313418

PLANIFICACION REGIONAL DEL OCCIDENTE COLOMBIANO BAJO CONSIDERACION DE LAS RESTRICCIONES POR AMENAZAS

**Andrés Velásquez (1), Hansjürgen Meyer (1), Walter Marin (1),
Andrés David Drews (2), Ana Campos (1), Michel Hermelín (3),
Stephen O. Bender (4), Maryory Arango (2)**

- (1) Observatorio Sismológico del Suroccidente -OSSO, U. del Valle
- (2) CORPES de Occidente, Unidad del Medio Ambiente
- (3) Universidad EAFIT
- (4) OEA, Depto. de Desarrollo Regional y Medio Ambiente

INTRODUCCION

El CORPES de Occidente en Colombia, que agrupa a gobernadores, directores de planeación y otros tomadores de decisiones en los 8 departamentos que la conforman, se 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 Fig. 1, en la cual "t" representa el tiempo del pensamiento y acción de cada uno de los actores considerado y "T" los periodos de vida y de intereses, en el marco de la gestión de riesgos.

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 planificación 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 ésta la 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. CARACTERIZACION 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 de tiempo, 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 EL CORPES DE OCCIDENTE EN COMPARACION

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 Fig. 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 :

TABLA1. ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA LA REGIONALIZACION 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).

Distribución regional de riesgos. Este mapa (Fig. 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

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-, las siguientes entre las principales: 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; Gobema, 1985; Arango & Velásquez, 1993), también en el Occidente colombiano (Fig. 4), se concentran los mayores efectos de sismos sobre las poblaciones en la historia de Colombia

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 (i.e., 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 feb. de 1825 en Santa Marta, el mayor volumen de poblaciones afectadas corresponde a la región en consideración (Fig. 4), aún 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 fué proveída 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 a partir de 1963. Con base en esta información se produjo el estudio (García, et al, 1983) utilizado para la zonificación sísmica del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes, 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 permite evidenciar las ventajas de dotar a la región de adecuados sistemas de observación. En la Fig. 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 4 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 40 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 60 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 sísmicidad 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. ACTIVIDAD Y EFECTOS DE LOS PRINCIPALES VOLCANES COLOMBIANOS

VOLCAN	ACTIVIDAD HISTORICA	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 60 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. 16 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
Cerro Bravo	Actividad fumarólica	

Licueción 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 Fig 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. Apartadó, 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 Apartadó. 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 terraplen 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 Sivrú, con base en reconocimientos aéreos y reportes de pobladores y organismos de socorro (OSSO, Archivo macrosísmico).

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 macrosísmico).

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 mts y conos de 20 de diámetro) grietas y desplazamientos de vanos 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 Rejoia, 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; el 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, aún 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 (Fig. 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 agrosilvopastoral; 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 proveerse tanto el conocimiento sobre este potencial como de 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 a 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.

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 NW 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.

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 Murri (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 a Apartadó Interrupción de la vía Medellín - Urabá, entre Cañasgordas y Mutatá
1993. Anchicavá, pequeños deslizamientos asociados a sismos superficiales en la región del Alto Anchicayá.

Tsunamis. Generados por acción primaria de la ruptura de grandes terremotos bajo en 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 controlabilidad, 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 de tiempo representativos en cada caso. Aunque se dispone de catálogos para algunos de ellos, por ejemplo sismos y actividad volcánica, así como de series con 30 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 observación sistemática de efectos se encuentra muy por debajo de lo necesario 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 torno a criterios homogéneos sobre el acopio mismo. Puede decirse que en la región este tipo de actividades es fragmentaria, desarticulada e inhomogénea. Algunos 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 Patna 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 periodo 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 (Fig. 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 le 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.

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 disponibles) 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, ó 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 comparandolas con algunos eventos para la región en consideración, como se desprende de la tabla siguiente

TABLA 4. COMPARACION 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 sólo el terremoto del 12 de diciembre de 1979, ó en Popayán el del 31 de marzo de 1983, se acercan ó 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 sólo los eventos "sorpresivos" y de gran magnitud, que discrimina entre efectos directos e indirectos.

Con base en la información hasta ahora acopiada para este proyecto en la Fig. 8 se muestra la distribución de deslizamientos y de fenómenos hidrometeorológicos. Realizadas con base en fuentes primordialmente penodísticas del Valle del Cauca, sirven para ilustrar los sesgos e inconsistencias denvados 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 penódicos de la capital este fenómeno ocurre similarmente: el mayor volumen de datos corresponde a Cundinamarca, cuando se desagrega a escala departamental y a Bogotá cuando a escala municipal.

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

No se dispone en la región de conceptos ni de instrumentos que permitan catar, procesar e vincular sistemáticamente la información sobre el conjunto de fenómenos amenazantes y desastres en las proyecciones de planificación. Surge, entonces, como una tarea 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.

2. ELEMENTOS PARA LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD REGIONAL

2.1 VIAS

El sistema de comunicaciones terrestre de la región está gobernado por la Carretera Panamericana desde el Ecuador hasta Antioquia y su prolongación hacia el la Costa Atlántica, que denominaremos "Troncal Occidental", junto con las transversales pncipales 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 pncipal, 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 exceptua el tramo entre Popayán y Pereira-Armenia, en que las vías principales discurren por terrenos planos ó 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 de altos costos, 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 estabilicen "naturalmente". Aún cuando esta práctica de "ingeniería pedestre" tiende a ser superada con términos de referenci, 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 (Fig. 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 Supía, 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. 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), paralelo 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 Fig. 9 se ilustran los principales tramos en los que el sistema vial regional presenta cuellos de botella devnados 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 poliducto, 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 periodos 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

Aún 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 carreteable 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 Fé de Antioquia y Mutatá, pero principalmente entre Cañasgordas y Mutatá, y que, caso de prolongarse como Carretera Panamericana. como algunas alternativas lo 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 Cocomá.

2.2 ENERGIA

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 POBLACION

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 periodo 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 expresan en la siguiente tabla en la que se ha incorporado también la información de Bogotá :

TABLA 5. POBLACION DE LA REGION CORPES DE OCCIDENTE CON RESPECTO AL PAIS (%)

	1985	2025
TOTAL CORPES	38,5	36,5
CAPITALES CORPES	15,0	16,5
BOGOTA	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%.

TABLA 6. DENSIDAD DE POBLACION EN LA REGION CORPES DE OCCIDENTE (Sin capitales)

DEPARTAMENTO	HABITANTES/ km ²
Antioquia	38
Caldas	68
Cauca	29
Chocó	3,5
Nariño	4,0
Quindío	103
Risaralda	81
Valle del Cauca	67

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).

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 6 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. POBLACION 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 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 esta 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, refendo a la distribución regional de negocios 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 de la producción bruta por departamento según agrupaciones industriales (en miles de pesos), los cuatro primeros rubros eran

TABLA 8. PRODUCCION BRUTA POR DEPARTAMENTO SEGUN PRIMEROS CUATRO RUBROS

Antioquia	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 y fibras artificiales, excepto plásticos, \$23.956.669 4. Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas, \$21.366 008
Caldas	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 rículos 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 este 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