



**FACULTAD DE INGENIERÍA
FORESTAL**

Acuerdo del Consejo
Superior 05 de junio de 1961



**Propuesta metodológica para el análisis y
especialización de la vulnerabilidad ante
amenazas hidroclimáticas, para la gestión integral
del riesgo en la planificación ambiental de
cuencas hidrográficas**

***Msc. Jorge Mario Vera Rodríguez
Msc. Adriana Paola Albarracín Calderón***

***MSc. Héctor Cárdenas Martínez
Director***

***Miguel Thomas Castellanos
Asesor***

***Maestría: Planificación y Manejo Ambiental
de Cuencas Hidrográficas***

Pregunta de Investigación

¿Cómo formular, desde una visión holística, un marco conceptual y metodológico susceptible de generalización, que permita integrar eficazmente la gestión del riesgo en los procesos de planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas, a partir de la identificación y espacialización de la vulnerabilidad, ante amenazas, remoción en masa y flujos torrenciales?





**ONU: Enero de 1975 y
octubre de 2008**
Excluyendo las epidemias,
se registraron:

- **8.866 eventos**
- **2.283.767 personas
muertas**
- **Pérdidas económicas
contabilizadas
US\$1,53 billones**

Entre 2003 y 2008

- **5 de los desastres que
cobraron más vidas.**
- **4 de los que causaron
mayores pérdidas
económicas.**

**Cuenca del río
Combeima, desde 1956**

- **453 muertos**
- **870 heridos**
- **9543 damnificados**
- **1984 familias
afectadas**
- **364 viviendas
destruidas**

Objetivo General

- Formular una propuesta conceptual y metodológica que desde una perspectiva holística permita la identificación y espacialización de la vulnerabilidad ante amenazas hidroclimáticas y su articulación en los procesos de gestión integral del riesgo y planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas, aplicable a diversos ámbitos territoriales.



Objetivos Específicos



Identificar los componentes, estructura y función de la vulnerabilidad como factor de riesgo de desastre, para su evaluación y espacialización.



Identificar el conjunto de indicadores más adecuado para la evaluación de la vulnerabilidad.



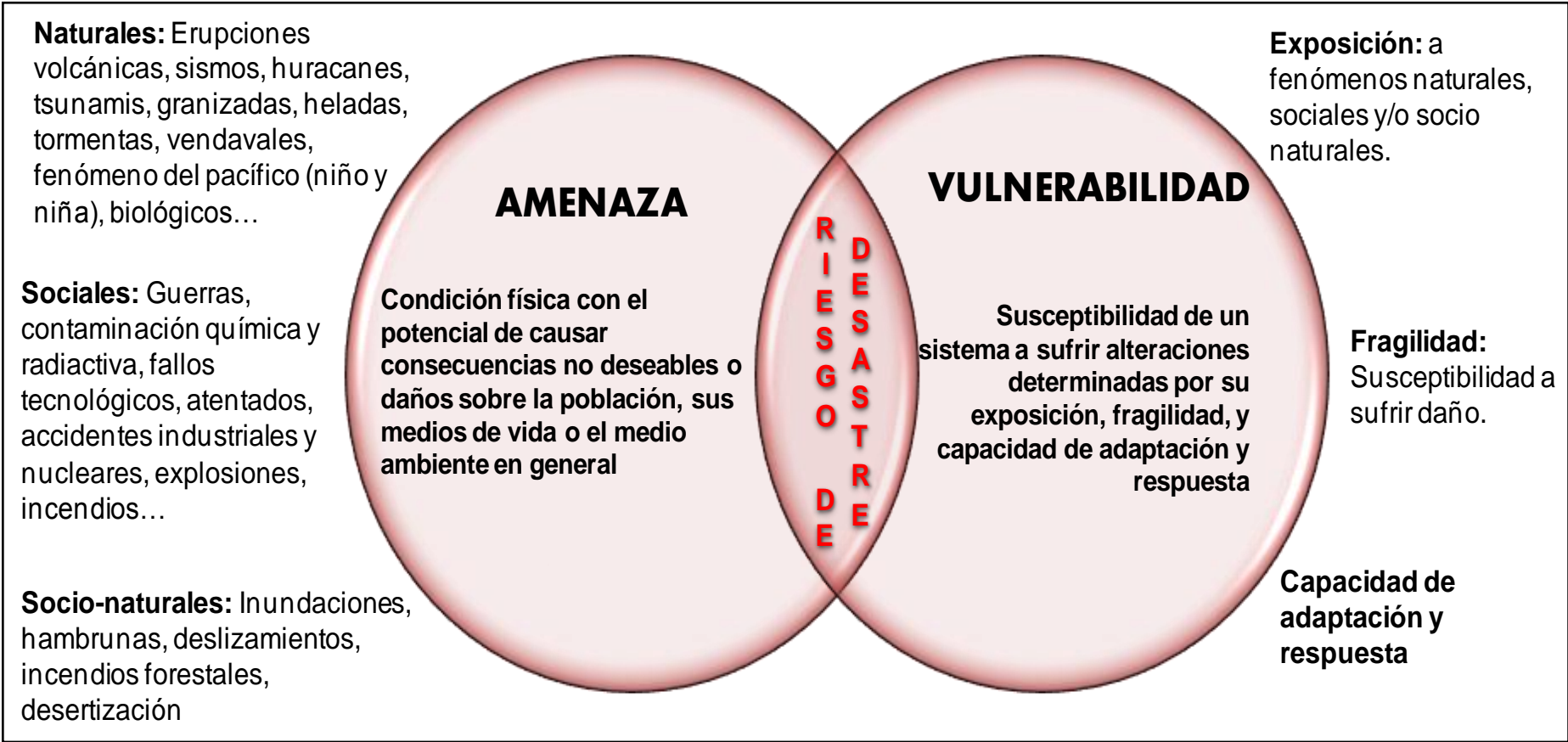
Proponer una metodología para la espacialización de los factores y componentes del modelo conceptual de la vulnerabilidad propuesto.



Validar los modelos conceptual y metodológico propuestos a través de su aplicación y articulación en la zonificación ambiental para el caso de la microcuenca de la quebrada Cay, cuenca del río Combeima.



LOS FACTORES DEL RIEGO DE DESASTRE



Factores y componentes de la vulnerabilidad

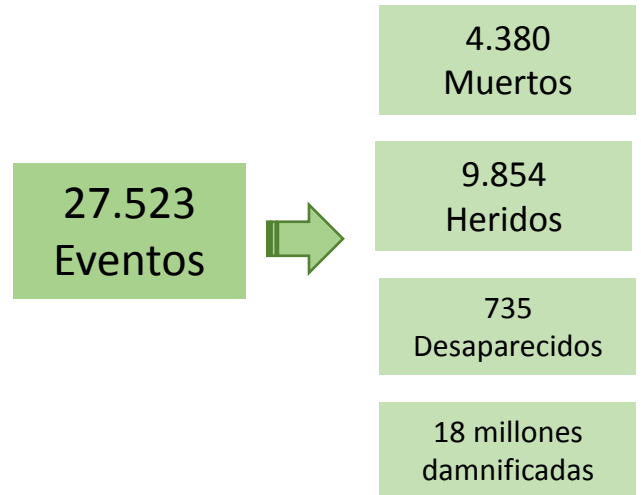
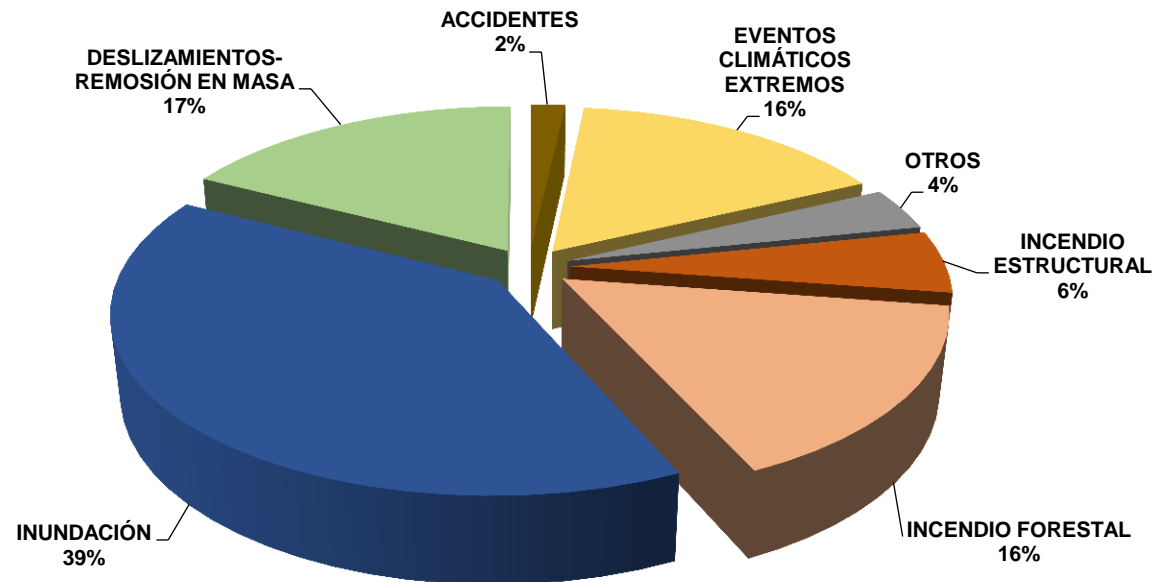


**Los desastres no son naturales son
construcciones sociales ligadas al
modelo de desarrollo**



LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO ÁMBITO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE

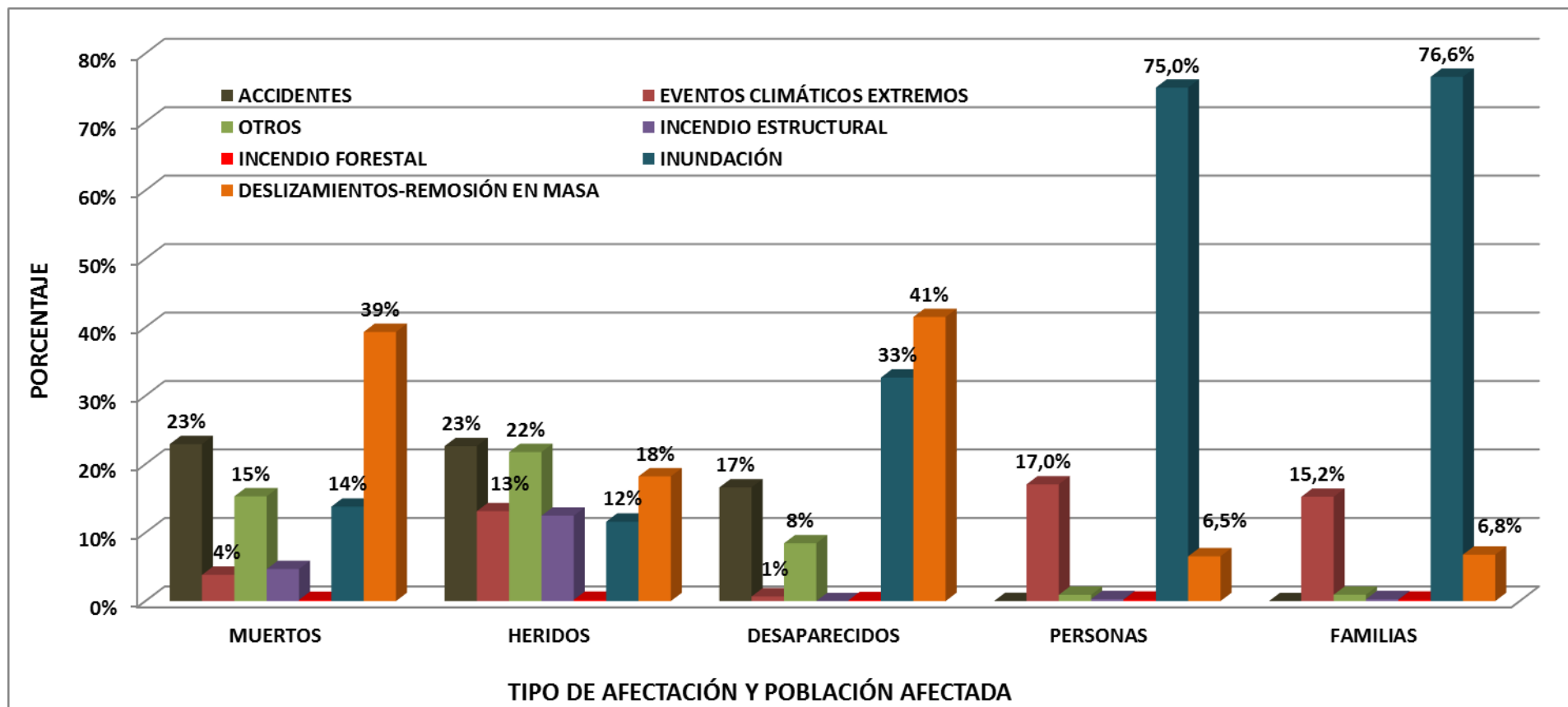
Principales causas de las emergencias reportadas que fueron registradas por el SNPAD entre el 1 de enero de 1998 y el 31 de diciembre de 2014



Fuente: Cálculos de los autores con base en el registro nacional de emergencias del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD).



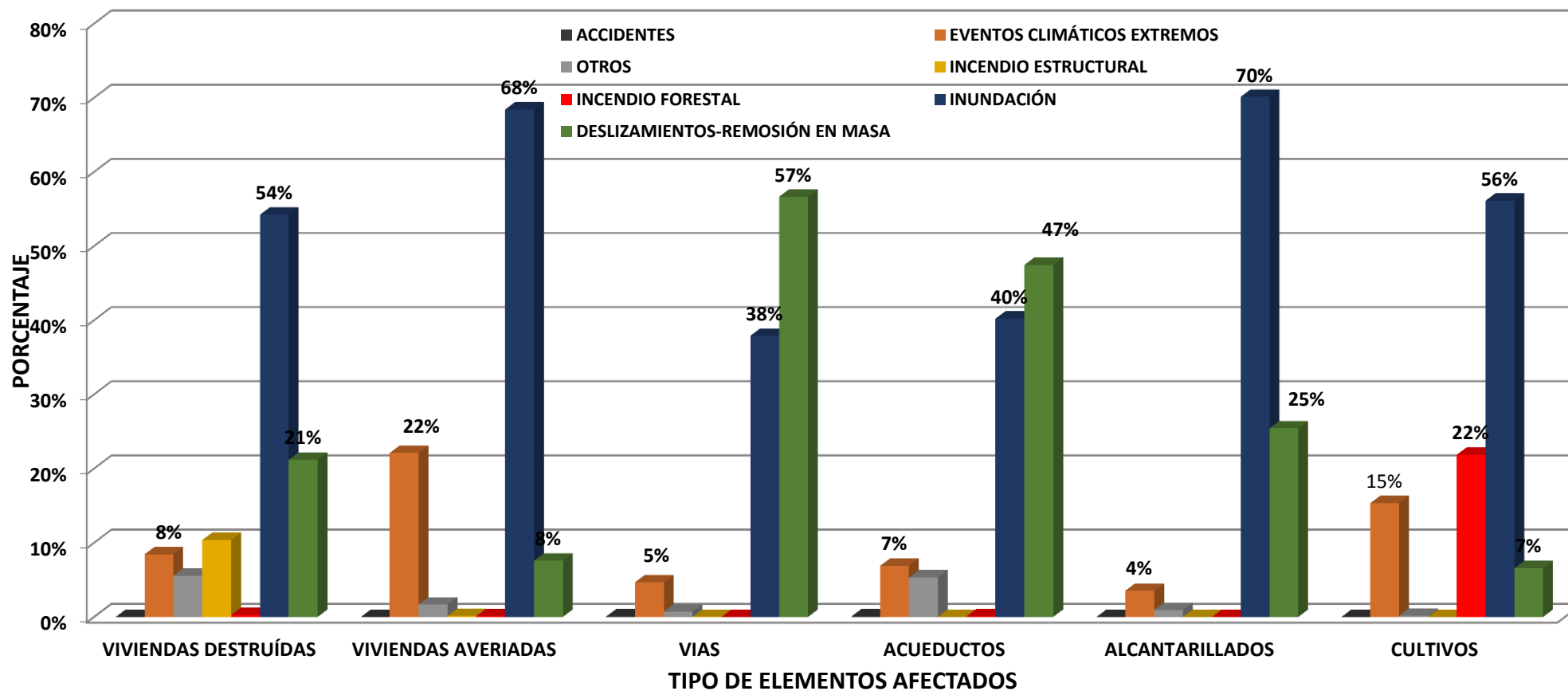
Afectación a personas y viviendas en las emergencias reportadas que fueron atendidas por el SNPAD entre el 1 de enero de 1998 y el 31 de diciembre de 2014



Fuente: Cálculos de los autores con base en el registro nacional de emergencias del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD).



Afectación a la infraestructura y medios de vida en las emergencias reportadas que fueron atendidas por el SNPAD entre el 1 de enero de 1998 y el 31 de diciembre de 2014



Fuente: Cálculos de los autores con base en el registro nacional de emergencias del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD).



Propuesta metodológica para el análisis y espacialización de la vulnerabilidad a nivel de cuencas hidrográficas

Debe ser un proceso participativo que integre:

Conocimientos técnico-científicos

- Que dan rigurosidad y fundamentación técnico-científica

Conocimiento experto local

- Que da certeza con respecto a la pertinencia del conocimiento generado, su aplicabilidad y referencia efectiva para la toma de decisiones. sobre la base del conocimiento del territorio y sobre todo desde el papel como constructores del mismo



Esquema propuesto por Schröter, Polsky y Patt (2005)

Consta dos fases:

Fase 1. previa a la formulación del modelo de vulnerabilidad que se desarrolla en 3 pasos.

Fase 2. permite la formulación y desarrollo de dicho modelo en 5 pasos



Ocho pasos para el análisis y espacialización de la vulnerabilidad

PASOS PARA EL MODELO

DEFINIR AREAS DE ESTUDIO DE FORMA PARTICIPATIVA
* Identificar a los actores * Elegir escalas espacial y temporal **1**

CONOCER LA HISTORIA DEL TERRITORIO (ÉNFASIS EN DESASTRES Y EMERGENCIAS)
* Revisión de literatura * Consulta a investigadores y expertos **2**
* Metodologías participativas * Explorar el área y las zonas vecinas

LAS HIPOTESIS: ¿QUÉ ES VULNERABLE FRENTE A LO QUE OCURRA?
* Identificar las amenazas * Organizar subgrupos de interés **3**

DESARROLLAR UN MODELO CAUSAL DE LA VULNERABILIDAD
* Analizar la sensibilidad de los elementos expuestos y su fragilidad **4**
* Formalizar el modelo

DETERMINAR LOS INDICADORES DE PARA MEDIR LOS COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD
* Indicadores de exposición * Indicadores de sensibilidad **5**
* Indicadores de capacidad de adaptación

OPERACIONALIZAR EL MODELO(S) DE VULNERABILIDAD
* Aplicar modelos de ponderación y combinación de indicadores **6**
* Validar los resultados

PROSPECTIVA DE LOS RESULTADOS
* Elegir los escenarios con las partes interesadas **7**
* Aplicar el modelo

COMUNICAR DE FORMA CREATIVA LOS RESULTADOS
* Ser claros acerca de la incertidumbre del modelo **8**
* Lograr la confianza de los actores
* Uso de múltiples medios interactivos



PASOS QUE RESUELVEN EL MODELO



Fuente: Tomado y adaptado por los Autores de Schröter, Polsky y Patt (2005, 579)

Determinación del sistema de indicadores propuestos para el análisis y espacialización de la vulnerabilidad

Se tienen en cuenta
tres factores de
vulnerabilidad

- Exposición
- Fragilidad
- Capacidad de adaptación y respuesta



ESTIMACIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y VALORES DE LOS COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD

Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad

Categoría	Valor	Convención
Bajo	1	Amarela
Medio	3	Naranja
Alto	5	Rojo

Fuente: Los Autores

Categorización de variables para el cálculo de indicadores de vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (Puntaje SISBEN III)



Fuente: Los Autores



Estimación de la Vulnerabilidad Global (V)

$$V = VE + VF + VCAyR$$

Donde

V= Vulnerabilidad Global

VE= Vulnerabilidad por Exposición

VF= Vulnerabilidad por Fragilidad

VCAyR= Vulnerabilidad determinada por capacidad de adaptación y respuesta

Estimación de la Vulnerabilidad por exposición (VE)

$$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$$



Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la Vulnerabilidad por Exposición

COMPONENTES	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Ecosistemas (VEE)	Localización	Bosque natural	Elementos ubicados en zonas de nivel de amenaza alta tendrán vulnerabilidad alta (3 puntos)
		Parques naturales	
		Humedales	
		Páramos	
		Reservas naturales	
Infraestructura (VEI)	Localización	Vías de comunicación, puentes	Elementos ubicados en zonas de nivel de amenaza media tendrán vulnerabilidad media (2 puntos)
		Líneas vitales (acueducto, energía eléctrica, alcantarillado)	
		Hospitales, escuelas, ancianatos, mataderos	
Población (VEP)	Localización	Viviendas	Elementos ubicados en zonas de nivel de amenaza baja tendrán vulnerabilidad baja (1 punto)
Sistemas de Producción (VESP)	Localización	Cultivos, Producción Pecuaria, Plantaciones Forestales, Industrias, Centros Recreacionales	

Fuente: Los Autores



Estimación de la Vulnerabilidad por fragilidad (VF)

$$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA + VFI}{4}$$

**A su vez la VFA (Vulnerabilidad por fragilidad ambiental)
se estima con base en tres componentes:**

(CPUS)= Conflicto por uso del suelo

(NDEF)= Nivel o grado de deforestación

(IECC)= Impacto estimado del cambio climático

$$VFA = \frac{CPUS + NDEF + IECC}{3}$$



Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la Vulnerabilidad por Fragilidad

COMPONENTES	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS
Socioeconómica (VFSE)	Condiciones de vida de la población	Promedio de puntaje de SISBEN III	<50 puntos, Vulnerabilidad Alta (3 puntos) . 50 a 70 puntos, Vulnerabilidad media (2 puntos) . >70 Puntos, Vulnerabilidad Baja (1 punto) .
Ambiental (VFA)	Equilibrio en la relación Sociedad-Naturaleza (degradación de base ecosistémica y prácticas productivas inadecuadas, efectos estimados del cambio climático)	Conflictos por uso del suelo	Área en conflicto > 40%, vulnerabilidad alta (3 puntos) Área en conflicto 20,1 a 40%, vulnerabilidad media (2 puntos) Área en conflicto < 20%, vulnerabilidad baja (1 punto)
		Nivel de deforestación	Coberturas boscosas <20% alta, vulnerabilidad alta (3 puntos) Coberturas boscosas entre 20,1 a 50%, vulnerabilidad media (2 puntos) Coberturas boscosas >50%, vulnerabilidad baja (1 punto)
		Impacto estimado del cambio climático en temperaturas, precipitación, generación de sedimentos, entre otros.	Impacto estimado alto, vulnerabilidad alta (3 puntos) Impacto estimado medio, vulnerabilidad media (2 puntos) Impacto estimado bajo, vulnerabilidad baja (1 punto)
Física (VFF)	Sismoresistencia, materiales de construcción, características estructurales y estado de mantenimiento	viviendas	Inadecuada (cumple menos de 2 criterios), vulnerabilidad alta (3 puntos)
		infraestructura productiva social y de servicios	Deficiente (cumple 2 criterios), Vulnerabilidad media (2 puntos) Óptima (Cumple 3 o más criterios), Vulnerabilidad baja (1 punto)

Fuente: Los Autores



Estimación de la Vulnerabilidad determinada por la Capacidad de Adaptación y Respuesta (VCAyR)

$$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRPR + VCAyRGGT}{3}$$

(VCAyRACE) = Vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento

(VCAyRPR) = Vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo

(VCAyRGT) = Vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial



Componentes, variables y criterios de evaluación para determinación de la Vulnerabilidad determinada por Capacidad de Adaptación y Respuesta

COMPONENTES	VARIABLES DE MEDICIÓN		CRITERIOS
Ahorro y Capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial (Artículo 79 Ley 617 de 2000)	Índice de desempeño fiscal de los departamentos y municipios	<60 puntos, vulnerabilidad alta (3 puntos) 60 a 75 puntos, vulnerabilidad media (2 puntos) >75 puntos, vulnerabilidad baja (1 punto)
Percepción del Riesgo (VCAyRPR)	Nivel de prioridad dado a la gestión del riesgo	Percepción de la comunidad	No es tenido en cuenta, vulnerabilidad alta (3 puntos) Se tiene en cuenta pero no es prioritario, Vulnerabilidad media (2 puntos) Es prioritario, Vulnerabilidad baja (1 punto)
		Percepción desde la institucionalidad	
Gobernanza y capacidad de Gestión Territorial (VCAyRGT)	Existencia e implementación de planes estratégicos que contemplan el componente de Gestión del Riesgo	POT	Evaluada con base en la matriz de la Tabla 4. Vulnerabilidad alta (3 puntos) Vulnerabilidad media (2 puntos) Vulnerabilidad baja (1 punto)
		Plan de Desarrollo	
		POMCA	
		Estudios de Riesgo (Vulnerabilidad y amenaza)	
		PGAR	

Fuente: Los Autores



Matriz de evaluación para determinar Vulnerabilidad por capacidad de gobernanza y gestión territorial

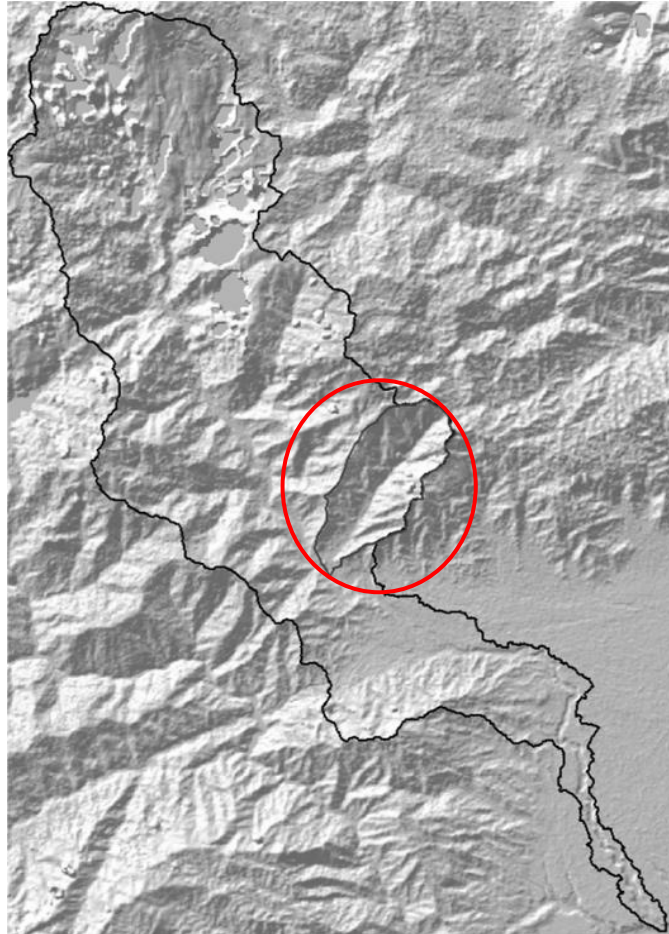
Instrumento que contempla la gestión del riesgo	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica
POT	Alta	Media	Alta	Media	Baja
POMCA	Alta	Media	Alta	Media	Baja
PGAR	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Política pública	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Plan de desarrollo	Alta	Media	Alta	Media	Baja
Estudios de riesgo	Alta	Media	Alta	Media	Baja

Fuente: Los Autores



VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Ubicación de la microcuenca de la quebrada Cay en la cuenca del Rio Combeima



1946 hectáreas (ha), que representan el 7% del área de la cuenca del río Combeima; esta microcuenca limita al oriente con la divisoria de aguas del río Chípalo; al occidente con la cuchilla de Chapetón, por el norte con la divisoria de aguas del río la China y al sur con el río Combeima.

Alturas de entre 1300 y 1900 m.s.n.m., con altura promedio de 2100 m.s.n.m. y pendiente máxima de $78,8^\circ$ y promedio de $29,14^\circ$.

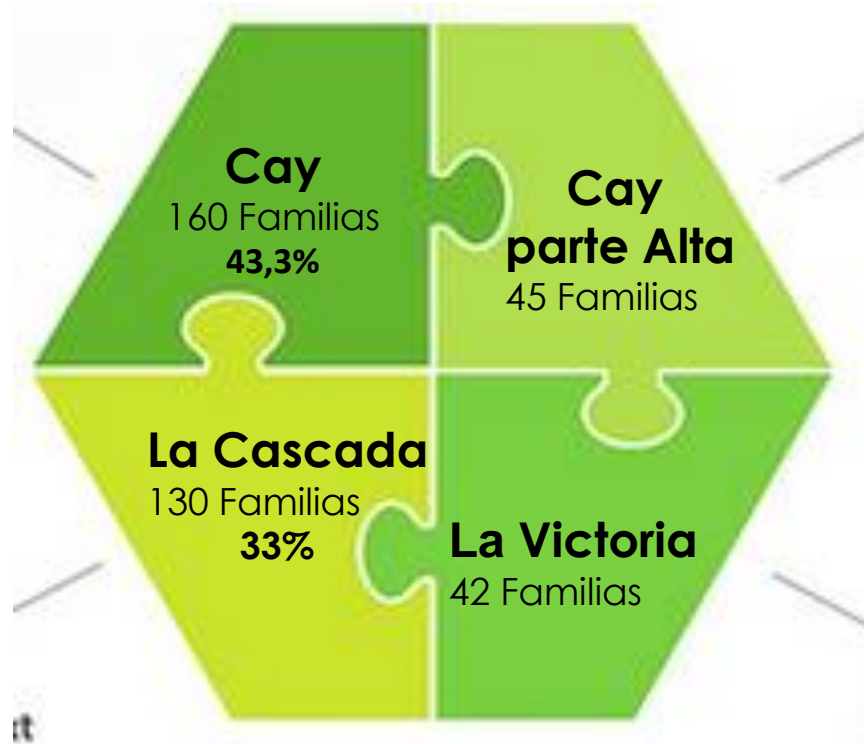
La quebrada Cay nace a los 2.800 m.s.n.m. y desemboca a los 1.300 m.s.n.m., su cauce principal tiene un recorrido de 8,34 Km y posee un caudal medio anual de 500 l/s



DEMOGRAFÍA

724 habitantes
421 adultos
303 niños

551 habitantes
337 adultos
214 niños



225 habitantes
120 adultos
105 niños

172 habitantes
101 adultos
71 niños

49,8% hombres
50,2% mujeres.



Estimación y espacialización de la vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa e inundación

$$V = VE + VF + VCAyR$$

Donde

V= Vulnerabilidad Global

VE= Vulnerabilidad por Exposición

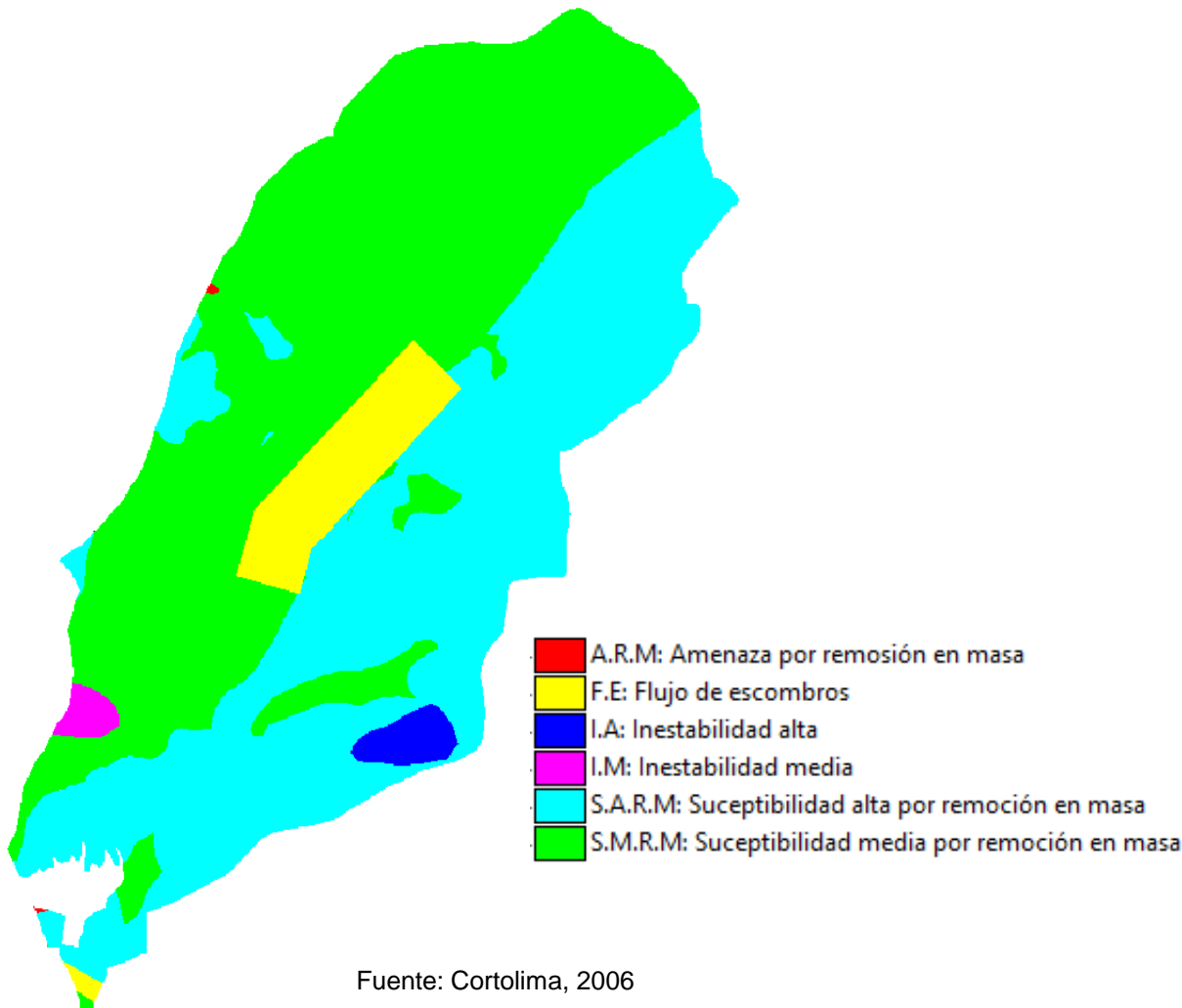
VF= Vulnerabilidad por Fragilidad

VCAyR= Vulnerabilidad determinada por
Capacidad de Adaptación y Respuesta



Cálculo de la vulnerabilidad por exposición (VE)

Estimar la vulnerabilidad por exposición requiere un mapa de amenazas: primera opción mapa de amenazas del POMCA del río Coello.

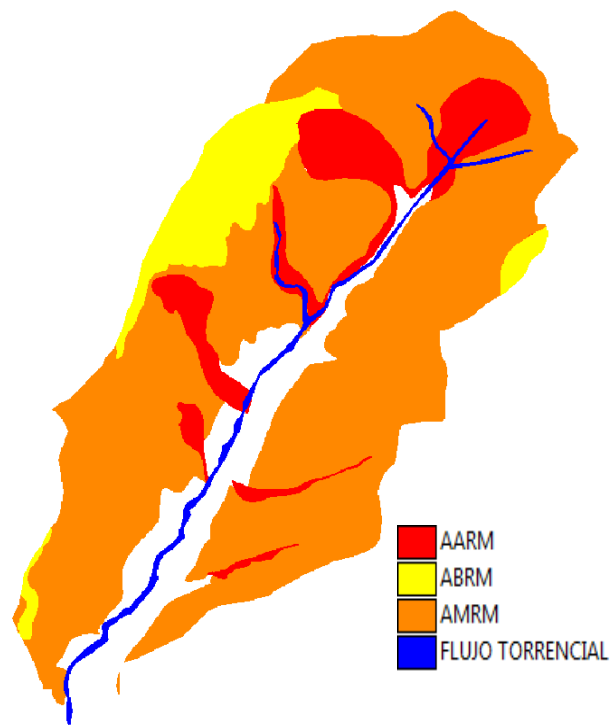


Al efectuar un análisis detallado de las categorías empleadas para la clasificación de las amenazas se encontraron deficiencias conceptuales, dado que por un lado, no existe claridad respecto a qué diferencia existe entre susceptibilidad e inestabilidad y por otro existen criterios que ubican la susceptibilidad más como una vulnerabilidad física que como una amenaza



Cálculo de la vulnerabilidad por exposición (VE)

Áreas con amenaza por remoción en masa y torrencialidad en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Secretaría de planeación municipal, 2006

Tipo y niveles de amenaza seleccionados en la microcuenca de la quebrada Cay

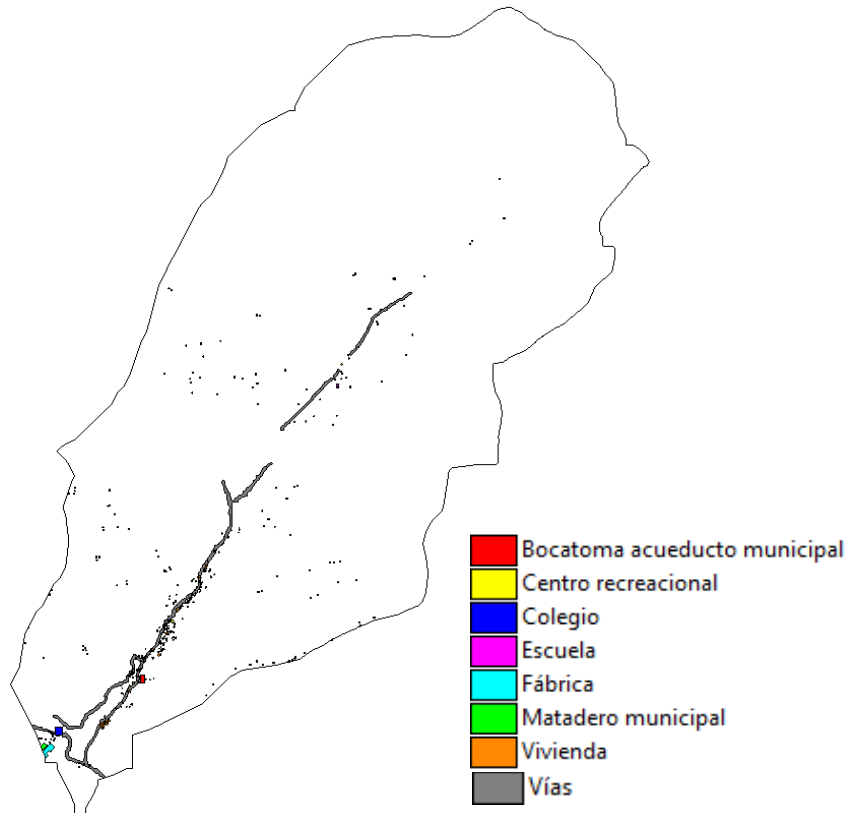
Tipo de amenaza	Área (ha)	%
Amenaza alta de remoción en masa (AARM)	208,3	12,1
Amenaza baja de remoción en masa (ABRM)	168,9	9,8
Amenaza media de remoción en masa (AMRM)	1304,1	75,5
Torrencialidad	45,3	2,6
Total	1726,3	100

Fuente: Secretaría de planeación municipal, 2006



Cálculo de la vulnerabilidad por infraestructura (VEI)

Infraestructura identificada en la microcuenca de la quebrada Cay



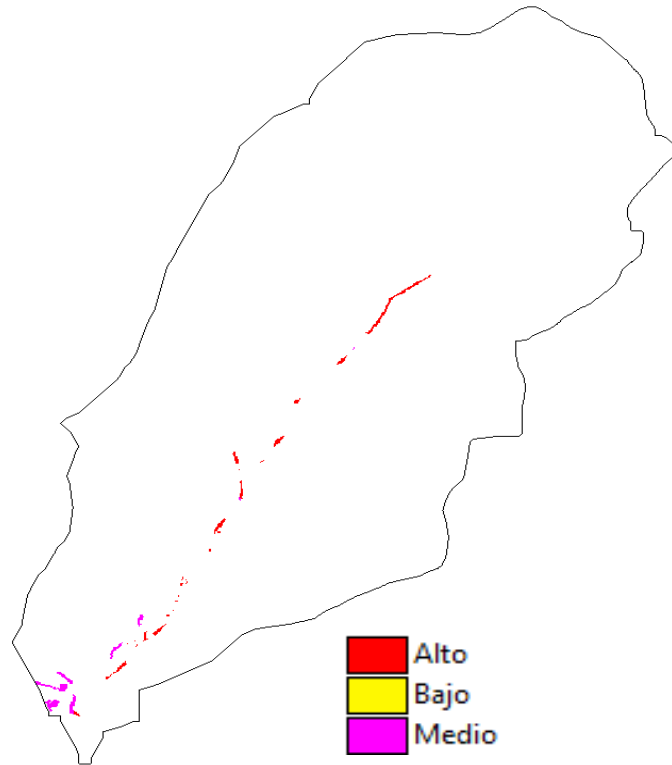
Fuente: Los Autores

Matriz de dos dimensiones para determinar la VEI y la VEP en la microcuenca de la quebrada Cay

Infraestructura	Tipo y nivel de amenaza			Torrencialidad
	Amenaza alta por remoción en masa (AARM)	Amenaza media por remoción en masa (AMRM)	Amenaza baja por remoción en masa (ABRM)	
Bocatoma acueducto	Alta	Media	Baja	Alta
Centro recreacional	Alta	Media	Baja	Alta
Colegio	Alta	Media	Baja	Alta
Escuela	Alta	Media	Baja	Alta
Fábrica	Alta	Media	Baja	Alta
Matadero municipal	Alta	Media	Baja	Alta
Vivienda	Alta	Media	Baja	Alta
Vía	Alta	Media	Baja	Alta

Fuente: Los Autores

Grado de amenaza asociado a la infraestructura identificada en la microcuenca de la quebrada Cay

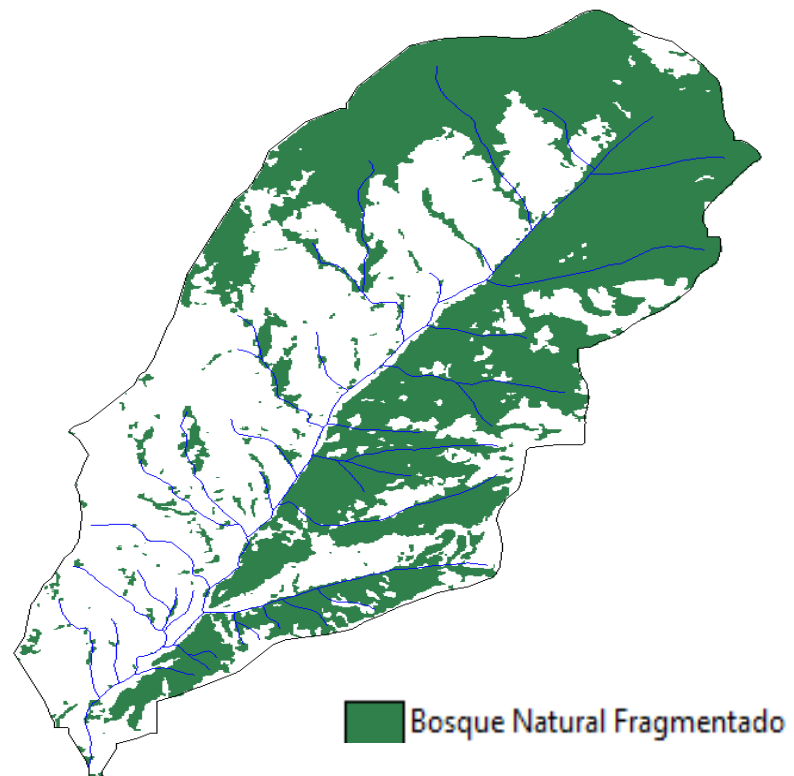


Fuente: Los Autores

59,4% de la infraestructura considerada, presenta un nivel de exposición alto, y el 40,6% exposición media a las amenazas consideradas. Con base en lo anterior se estima que el valor de la **VEI** es **Alto**.



Áreas con coberturas boscosas existentes en la microcuenca de la quebrada Cay

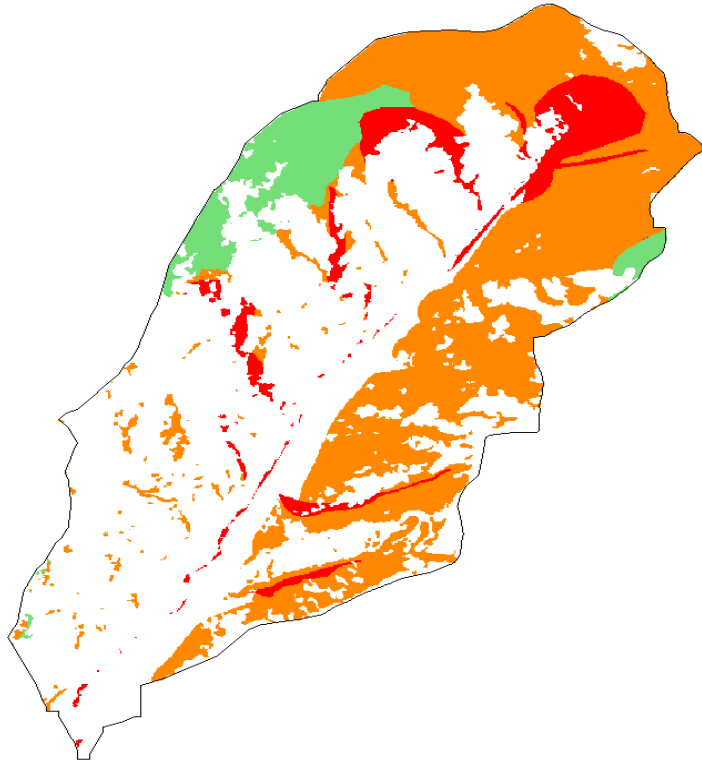


914,6 ha de
bosque natural
fragmentado

Fuente: Los Autores



Nivel de amenaza asociado a las coberturas boscosas existentes en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Los Autores

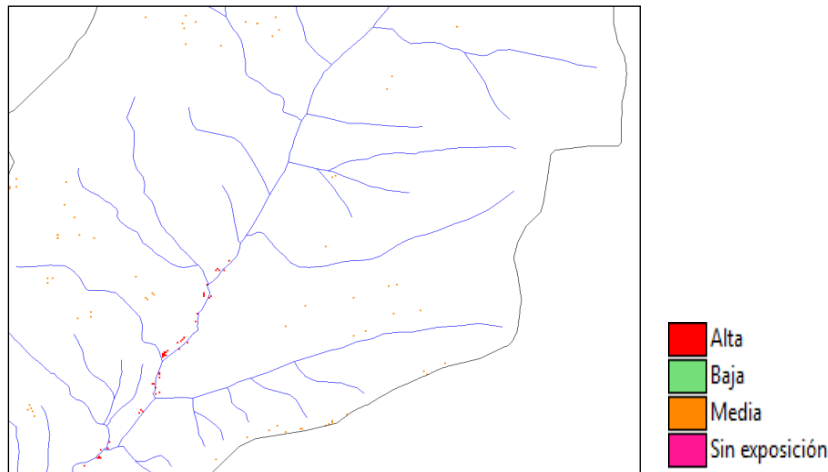
Nivel de Amenaza	Área	%
Alta	121,3	14,2
Baja	111,5	13,1
Media	618,7	72,7
Área total en bosque	851,5	93,1

Con base en los niveles de exposición del área boscosa, se determina que la **VEE es media**.



Población (VEP):

Nivel de amenaza asociado a las viviendas en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Los Autores

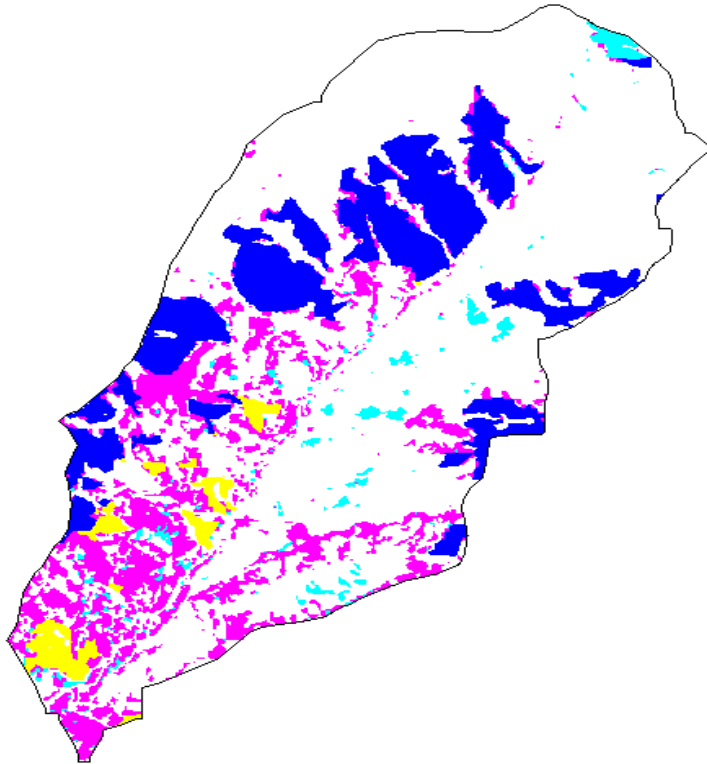
Nivel de exposición	%
Alta	35,2
Baja	3,8
Media	61,0
Total	100%

Fuente: Los Autores

Las viviendas se encuentran expuestas en áreas con nivel de amenaza alta, se determina que la **VEP** es **alta**.



Sistemas de producción identificados en la microcuenca de la quebrada Cay (VESP)



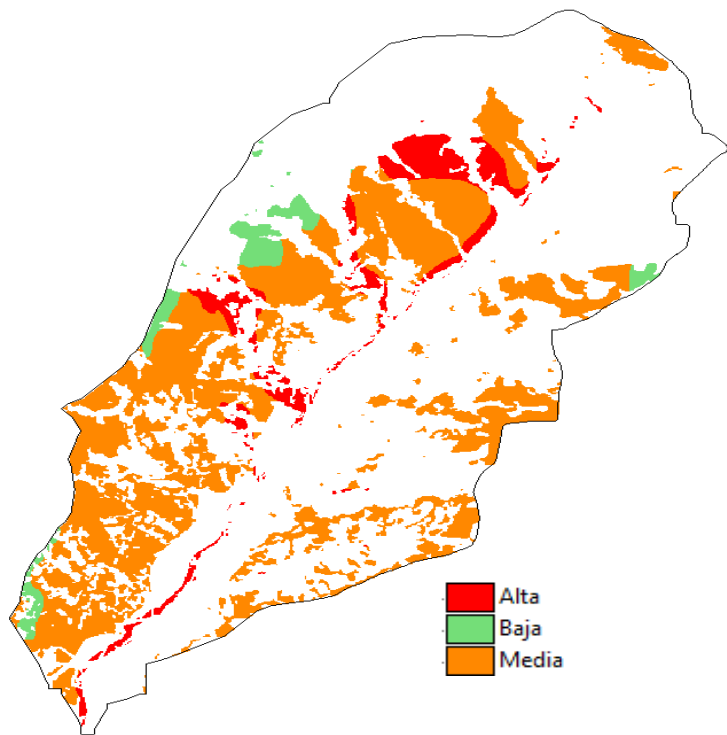
Fuente: Los Autores

Sistemas de producción	Área	%
Cultivos anuales o transitorios	43,8	6,6
Cultivos Permanentes	302,9	45,6
Pastos limpios	40,7	6,2
Pastos enmalezados o enrastrojados	275,5	41,6
Total	663,0	100

Fuente: Los Autores



Nivel de amenaza asociado a los sistemas de producción identificados en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Los Autores

Nivel de exposición	Área	%
Alta	75,3	12,5
Media	493,0	81,5
Baja	36,1	6,0
Total	604,4	100

Fuente: Los Autores

El 91,2% de los sistemas de producción presentes en la microcuenca de la quebrada Cay presentan algún grado de exposición ante fenómenos de remoción en masa o torrenciales, siendo predominante el nivel de exposición medio; por esta razón se estima que la **VESP** es **media**.



Vulnerabilidad por fragilidad (VF)

Cálculo de la vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)

Valores promedio de los puntajes de Sisben III para los habitantes de las veredas de la microcuenca de la quebrada Cay

CODIGO	NOMBRE	PUNTAJE	VFSE
001_062	La Cascada	20,12	Alta
001_059	Cay P/A	23,64	Alta
001_043	Chapetón	20,35	Alta
001_064	La Victoria	20,22	Alta
001_058	Cay	31,62	Alta
001_134	Ibagué	24,72	Alta
001_061	El Gallo	20,05	Alta
001_063	La Coqueta	21,38	Alta
001_043	ZU Chapetón	40,31	Alta

Fuente: Cálculo de los autores a partir de la base de datos de Sisben III



Cálculo de la vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)

Criterios aplicados para la determinación de conflictos por uso del suelo

El artículo tercero del decreto 1449 de 1977 establece respecto a las áreas forestales protectoras

El Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables (decreto 2811 de 1974) en su artículo 83 inciso d.

Las áreas con un nivel de erosión actual fuerte serán consideradas áreas de recuperación y manejo ambiental y aquellas en que la erosión sea severa, serán consideradas áreas Forestales protectoras

Las áreas con alturas mayores a 2500 m.s.n.m serán áreas forestales protectoras.

Las áreas con niveles de inestabilidad media serán considerados aptos para recuperación y manejo y las de inestabilidad alta serán recomendadas como áreas forestales protectoras.

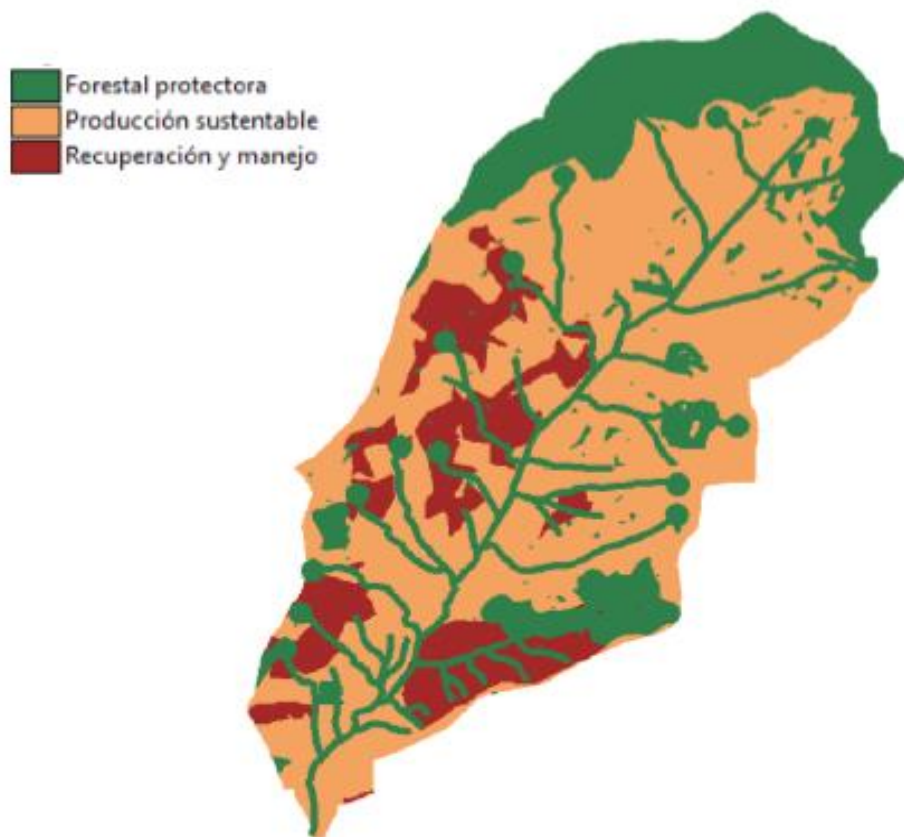
Finalmente las áreas que no cumplan ninguna de las anteriores restricciones serán consideradas áreas para producción sustentable; estableciendo como restricción para su uso los requerimientos de modelos de producción silvopastoril, agroforestal y recreacional con énfasis en ecoturismo.

En caso que las áreas de bosque existentes actualmente no necesariamente deban ser destinadas a zonas forestales protectoras, o como de recuperación y manejo, se debe orientar su uso sustentable como zona forestal protectora-productora, de manera que no se deje abierta la posibilidad a la pérdida de coberturas boscosas en la microcuenca.

Para determinar las áreas en conflicto por uso se contrastarán los mapas de uso y cobertura actual de la tierra y el mapa obtenido de usos recomendados, de manera que las áreas que tengan un uso actual diferente del uso recomendado se considerarán áreas en conflicto por uso



Resultado de usos del suelo recomendados para la microcuenca de la quebrada Cay



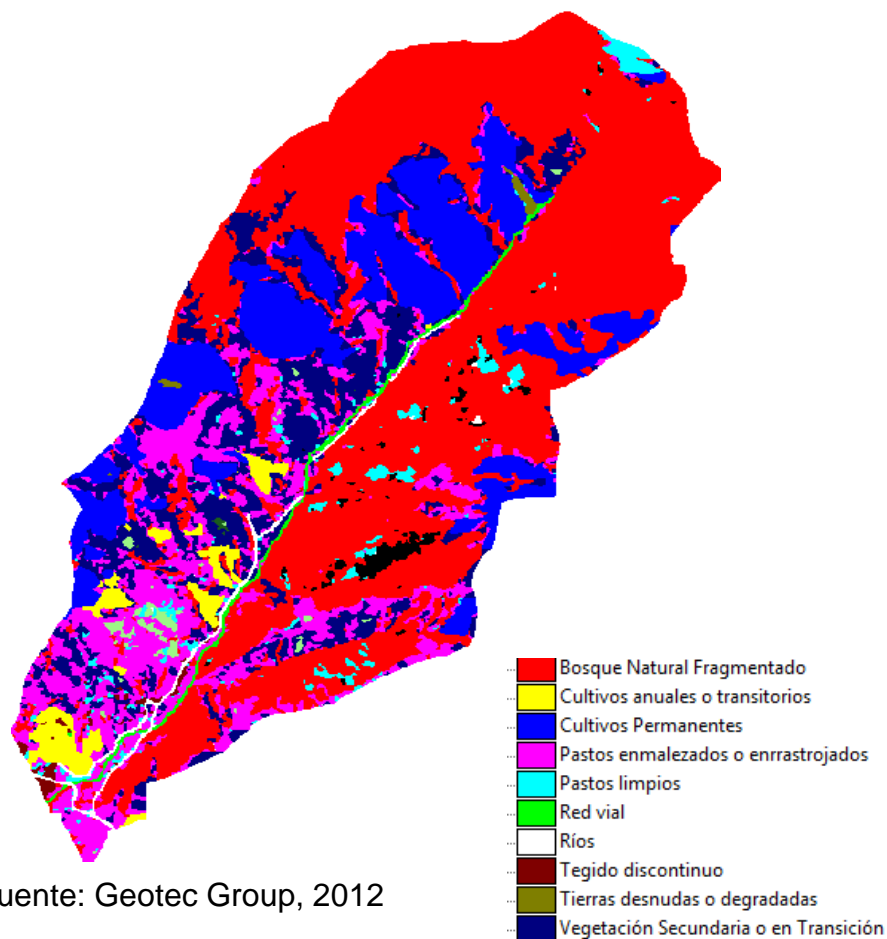
Uso Recomendado	Área	%
Producción Sustentable	1051,5	54,0
Forestal Protectora	654,0	33,6
Recuperación y manejo	241,1	12,4

Fuente: Los Autores

Fuente: Los Autores



Distribución de las coberturas de la tierra en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Geotec Group, 2012

Grupo	Area (ha)	%
Bosque Natural Fragmentado	914,3	47,0%
Pastos enmalezados o enrastrajados	324,3	16,7%
Cultivos anuales o transitorios	302,5	15,5%
Vegetación Secundaria o en Transición	295,8	15,2%
Cultivos Permanentes	43,4	2,2%
Pastos limpios	23,1	1,2%
Red vial	16,8	0,9%
Ríos	15,8	0,8%
Tejido discontinuo	7,3	0,4%
Tierras desnudas o degradadas	2,8	0,1%
Total	1946	100%

Fuente: Calculo de los autores con base en Geotec Group, 2012



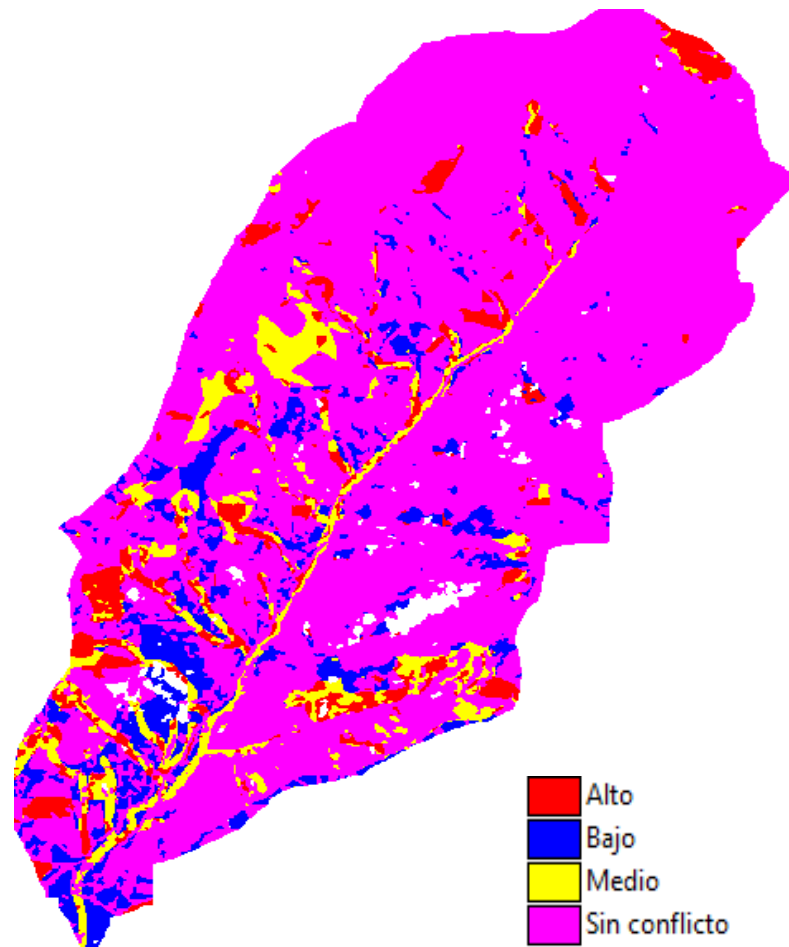
Matriz de dos dimensiones para determinar conflictos por uso en la microcuenca de la quebrada Cay

Cobertura	Usos recomendados		
	Forestal protectora	Producción sustentable	Recuperación y manejo
Bosque natural fragmentado	Sin conflicto	Sin conflicto	Sin conflicto
Cultivos anuales o Transitorios	Alto	Sin conflicto	Alto
Cultivos permanentes	Alto	Sin conflicto	Medio
Pastos enmalezados o enrastrojados	Medio	Bajo	Sin conflicto
Pastos limpios	Alto	Bajo	Medio
Red vial	Medio	Sin conflicto	Sin conflicto
Ríos	Sin conflicto	Sin conflicto	Sin conflicto
Tejido discontinuo	Alto	Sin conflicto	Alto
Tierras desnudas o degradadas	Alto	Alto	Alto
Vegetación secundaria o en transición	Medio	Sin conflicto	Sin conflicto

Fuente: Los Autores



Niveles de conflicto por uso del suelo identificados en la microcuenca de la quebrada Cay



Fuente: Los Autores

Nivel de conflicto	Área	%
Alto	125,2	6,4
Medio	126,7	6,5
Bajo	159,3	8,2
Sin conflicto	1534,8	78,9



Impacto estimado del cambio climático

Modelación para la determinación de la producción de sedimentos bajo escenarios de cambio climático en la cuenca hidrográfica del río Coello.
Ocampo y Ramírez (2013),

periodo de referencia
1988 – 2007.

Para estimar la influencia del cambio climático tomaron el periodo **2011 – 2030**

Variables consideradas:
1. Cobertura y uso actual del suelo
2. Tipos de suelo
3. Relieve



Estimación de sedimentos (ton/ha.año) según subcuencas en la cuenca mayor del río Coello para los escenarios 1988-2007 y 2011-2030

Subcuencas	1988-2007	Clasificación grado perdida suelos /erosión	2011-2030	Clasificación grado perdida suelos /erosión
Combeima Parte Alta	33,49	Moderada	17,26	Moderada
Toche Parte Alta	29,11	Moderada	12,57	Moderada
Combeima Parte Alta	17,44	Moderada	8,5	Moderada
Toche Parte Media	11,51	Moderada	13,27	Moderada
Combeima Parte Media	274,16	Muy Alta	147,06	Alta
Cay	65,09	Alta	60,49	Alta
Bermellón	37,45	Moderada	27,99	Moderada
Combeima Parte Media	185,19	Alta	157,62	Alta
Anaime Parte Media	143,4	Alta	139,23	Alta
Coello Parte Media	43,76	Moderada	37,03	Moderada
Coello Parte Media	29,12	Moderada	26,97	Moderada
Anaime Parte Alta	39,17	Moderada	30,14	Moderada
Cocora	62,61	Alta	61,70	Alta
Anaime Parte Alta	23,84	Moderada	20,26	Moderada
Coello Parte Media	121,07	Alta	121,38	Alta
Coello Parte Media	267,25	Muy Alta	267,19	Muy Alta

Fuente: Ocampo y Ramírez (2013)



Cálculo de la vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)

Los diversos tipos de edificaciones existentes en la microcuenca fueron construidas antes de 1998 por lo que no tuvieron en cuenta los parámetros de sismo resistencia de las normas técnicas respectivas NT-98 y NTC-2010, (aunque ya se había promulgado el Decreto 1400 de 1984 el cual dio origen al Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes)(inadecuado).

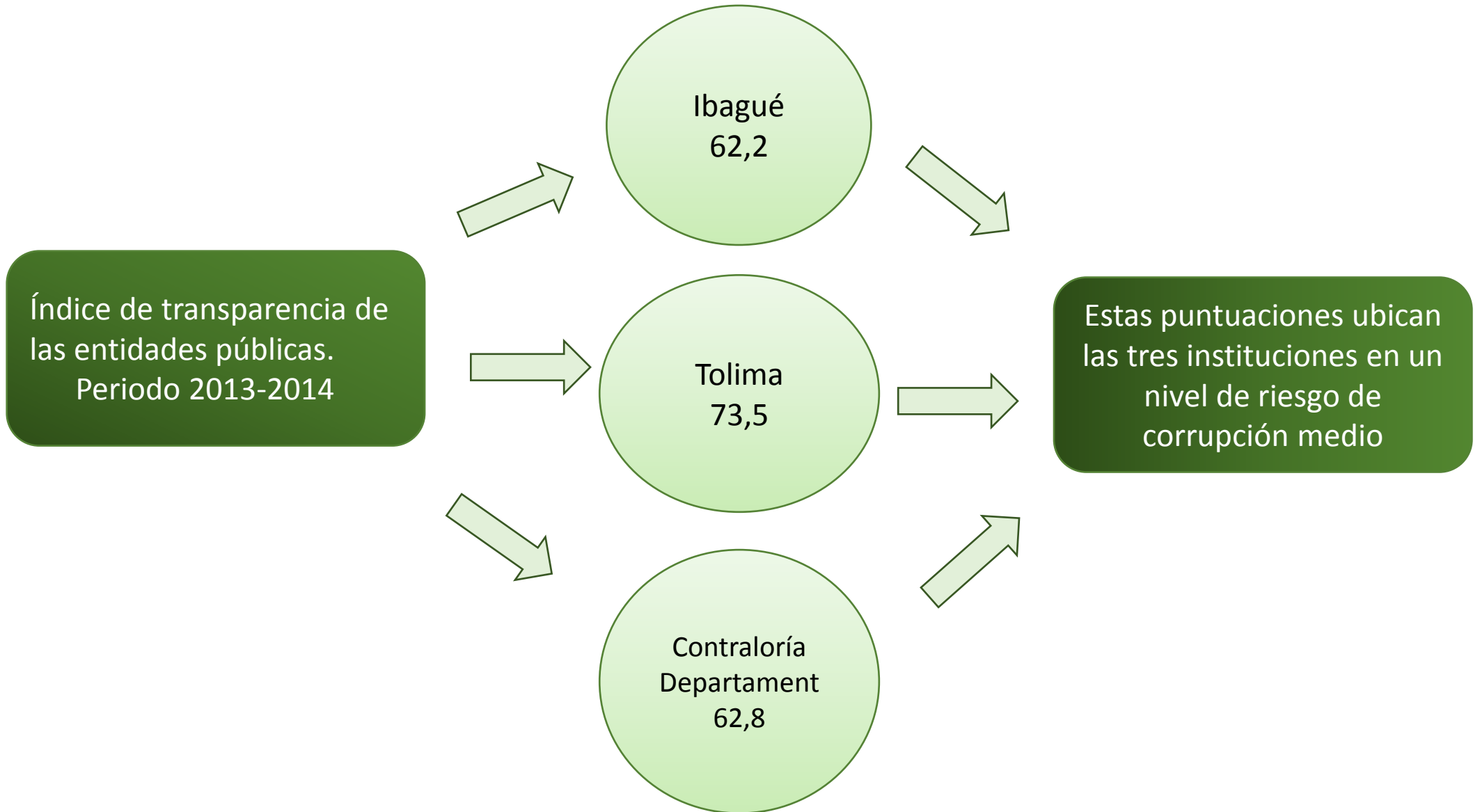
La mayor parte de las estructuras son de uno o dos niveles (pisos), por lo que se estima que su nivel de cimentación es superficial (inadecuado).

En cuanto a los materiales de las viviendas se identifica que aproximadamente el 49% de estas están construidas en bloque o ladrillo, el 27% están hechas en bahareque y el 24% en tabla (inadecuado).

La población para acceder a la microcuenca solo cuenta con una vía la cual se encuentra en regular estado en la mayor parte de los tramos (deficiente)



Cálculo de la vulnerabilidad por fragilidad institucional (VFI)



**Vulnerabilidad por capacidad
de respuesta, adaptación y
recuperación (VCAyR)**



Capacidad de
ahorro y
endeudamiento
de los entes
territoriales.



Percepción
social del riesgo
institucional y
comunitaria



Capacidad de
gobernanza y
gestión territorial.



Indicador de Desempeño Fiscal para la Gobernación del Tolima y La Alcaldía de Ibagué (2013)

Ente territorial	1	2	3	4	5	6	Indicador Fiscal	Rankin nacional
Tolima	82,35	2,17	73,90	84,45	82,03	27,40	62,22	26
Ibagué	45,20	10,64	66,99	87,63	86,72	53,97	76,03	20

Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2014)

Tolima puesto 11
Ibagué puesto 12

- 1/ Autofinanciación de los gastos de funcionamiento = $\text{Gasto funcionamiento} / \text{ICLD} * 100\%$
- 2/ Respaldo del servicio de la deuda = $\text{Servicio de la deuda} / \text{ingreso disponible} * 100\%$
- 3/ Dependencia de las transferencias de la Nación y las Regalías = $\text{Transferencias} + \text{Regalías} / \text{ingresos totales} * 100\%$.
- 4/ Generación de recursos propios = $\text{Ingresos tributarios} / \text{ingresos corrientes} * 100\%$
- 5/ Magnitud de la inversión = $\text{Inversión} / \text{gasto total} * 100\%$
- 6/ Capacidad de ahorro = $\text{Ahorro corriente} / \text{ingresos corrientes} * 100\%$



Percepción del riesgo

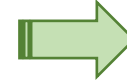
Orden de importancia que la comunidad considera como los principales problemas que deben ser atendidos por parte de los organismos estatales en la microcuenca de la quebrada Cay

Problema	Prioridad
Mercadeo de los productos agropecuarios	Alta
Altos costos de producción	Alta
Mal estado de vías de penetración y de caminos vecinales	Alta
Mal estado de las viviendas	Media
Inestabilidad de los terrenos, constantes deslizamientos y procesos de erosión.	Media
Deficiencia en la atención en salud.	Media
Manejo de basuras.	Media
Debilidades en los procesos de organización y participación social de los habitantes.	Media
Deforestación	Baja
Caza	Baja

Fuente: Los Autores



Capacidad de gobernanza y gestión del territorio



Para evaluar este componente de la capacidad de adaptación y respuesta se aplicó la matriz propuesta en la metodología y se obtuvieron los siguientes resultados

Instrumento que contempla la gestión del riesgo	No cuenta	Desactualizado y aplica	Desactualizado y no aplica	Actualizado y no aplica	Actualizado y aplica
POT		Media (3)			
POMCA		Media (3)			
PGAR				Media (3)	
Política pública			Alta (5)		
Plan de desarrollo				Media (3)	
Estudios de riesgo				Media (3)	

Fuente: Los Autores



Consolidado de los resultados obtenidos en la estimación de la vulnerabilidad (V) y sus componentes en la microcuenca de la quebrada Cay

Componentes de la vulnerabilidad	variable	Puntaje		Nivel		Total (V)		
VE	<u>VEI</u>	5	4.0	Media		M		
	<u>VEE</u>	3						
	<u>VEP</u>	5						
	<u>VESP</u>	3						
VF	<u>VFSE</u>	5	4.2	Alta		D		
	<u>VFA</u>	<u>CPUS</u>					3	3.7
		<u>NDEF</u>					3	
		<u>ICC</u>					5	
	<u>VFF</u>	5						
	<u>VFI</u>	3						
<u>VCAyR</u>	<u>VCAyRACE</u>	3	3	Media		A		
	<u>VCAyRPR</u>	3						
	<u>VCAyRGT</u>	3						

Fuente: Los Autores



Conclusiones y Recomendaciones

La ausencia de un modelo holístico de gestión del riesgo y planificación en cuencas hidrográficas, hace que tanto las amenazas como la vulnerabilidad tengan un mayor impacto negativo sobre la población, sus medios de vida y los ecosistemas que los sustentan.

A partir de un modelo conceptual holístico de los factores de riesgo de desastre (amenaza y vulnerabilidad) es posible enriquecer los procesos de zonificación ambiental definidos en los planes de cuencas adoptados a la fecha en el país.

Es posible adoptar una serie de indicadores de vulnerabilidad ante amenazas hidroclicmáticas basados en fuentes de información y metodologías de análisis aplicables a cualquier cuenca hidrográfica del país, de manera que se puedan efectuar comparaciones y generalizaciones



Conclusiones y Recomendaciones

Es necesario una solidez conceptual que sustente los procesos de identificación, caracterización y espacialización del riesgo de desastres, de manera que estos ejercicios tengan una coherencia y profundidad que los constituya en soporte para los procesos de gestión de riesgo de desastres.

La microcuenca hidrográfica es sin duda un escenario propicio para los procesos de gestión del riesgo de desastres ligados a amenazas hidroclimáticas, que permiten además dimensionar y articular de manera coherente los impactos potenciales del cambio climático.

Sí es posible adoptar metodologías para la espacialización de la vulnerabilidad susceptibles de generalización que permitan superar los sesgos basados en la identificación de las amenazas y trascender la visión arraigada de los desastres como naturales y llegar a una visión del desastre como construcción social y por lo tanto susceptible de gestión integral más allá de la intervención técnica estructural.



Conclusiones y Recomendaciones

La metodología propuesta por su carácter participativo, permite generar una mejor percepción del riesgo a nivel de la institucionalidad, la organización el colectivo social en general, y el individuo, lo que en implica el desarrollo de procesos de gestión desde la misma fase de identificación y caracterización.

Es necesario profundizar en los componentes de percepción institucional, social e individual del riesgo en los actores locales, así como de la gobernanza y la vulnerabilidad institucional.

Es necesario replantear los procesos de identificación de amenazas a nivel de la cuenca mayor del río Coello dado que la ambigüedad de las categorías empleadas para la clasificación de estas conlleva serias dificultades e incertidumbres en los procesos de gestión del riesgo.



**Potencialidades
dentro de la
metodología
propuesta**

Tienen carácter incluyente tanto del conocimiento técnico experto, como del saber local.

Permite la operativización de variables mediante indicadores generalizables, por lo que se logra trascender de la experiencia en un ámbito espacial particular, hacia la generalización.

Permite trascender la visión de las ciencias naturales, o de las ciencias aplicadas que han sido hegemónicas en gestión del riesgo, para llegar a una visión holística que articula miradas y herramientas de las ciencias naturales y las ciencias sociales hacia una mirada inter y transdisciplinar.

Facilita la articulación de la gestión integral del riesgo y no solo de las amenazas a los procesos de ordenación territorial y en particular de la ordenación de cuencas hidrográficas.

Así planteada, permite la incorporación de Sistemas de información geográfica (SIG) para facilitar la toma de decisiones alrededor de la gestión ambiental.



Producto de la Investigación

- Base de datos bibliográfica
- Artículo arbitrado y aprobado por la revista Cuencas y Desarrollo.
- Dos ponencias en eventos nacionales.
- Dos artículos listos para presentarse a arbitraje.



Muchas Gracias



FACULTAD DE INGENIERÍA
FORESTAL

Acuerdo del Consejo
Superior 05 de junio de 1961

