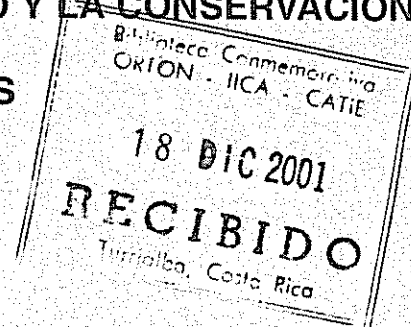


**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**



**"VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES EN LA CUENCA  
JONES GUATEMALA EN FUNCION DE VARIABLES BIOFÍSICAS,  
SOCIOECONÓMICAS E INSTITUCIONALES"**

**POR**

**MARVIN TURCIOS SAMAYOA**

**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
2001

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**



// **VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES EN LA CUENCA JONES  
GUATEMALA EN FUNCION DE VARIABLES BIOFÍSICAS, SOCIOECONÓMICAS E  
INSTITUCIONALES**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación  
para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza y como requisito parcial para optar por el grado de:**

*Magister Scientiae*

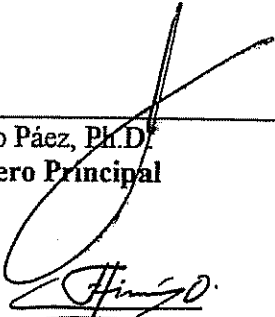
✓ **Por**  
**Marvin Turcios Samayoa**

**Turrialba, Costa Rica**  
**2001**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES:



---

Gilberto Páez, Ph.D.  
Consejero Principal



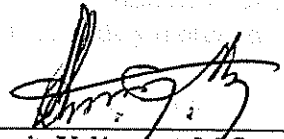
---

Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
Miembro Comité Consejero



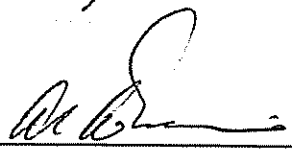
---

Bommat Ramakrishna, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



---

Sergio Velásquez, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero



---

Ali Moslemi, Ph.D.  
Director Escuela de Posgrado



---

Marvin Turcios Samayoa  
Candidato

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el centro de mi propia existencia y de todo lo que me rodea, desde los inicios de mi vida hasta el final.

A mi consejero principal, Dr. Gilberto Paez, por la estrecha colaboración brindada durante la trayectoria de la presente investigación y hacerme comprender sobre la verdadera importancia de un profesor consejero en la ejecución de tesis.

A los miembros de mi Comité Asesor: Dr. Francisco Jiménez, Dr. Bombahk Ramakrishma, M. Sc. Sergio Velázquez, por su valiosa asesoría brindada.

Al Dr. Alan González, por facilitar el apoyo financiero necesario para desarrollar la presente investigación.

A la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID), por proporcionar el financiamiento necesario para la ejecución de los estudios de maestría y la presente investigación. Especialmente al Lic. Eddin Barrientos, por creer en la formación de capital humano, como una alternativa de desarrollo sostenible para nuestro país.

A mis asesores externos, M. Sc. Juventino Gálves. M. Sc. Luis Alberto Castañeda. Por la asesoría brindada a nivel de campo y facilitar el apoyo logístico necesario para su ejecución.

A mi querida esposa Elizabeth de Jesús Turcios y mi adorada hija Beberly Sofia Turcios, por ser parte principal de mi vida y motivo de inspiración en su recorrido.

A mis padres, Raymundo Turcios y Alicia Samayoa por el apoyo incondicional que siempre me han brindado a través de mi vida. Que este triunfo sea solamente uno de los muchos que se merecen.

A mis hermanos, Henry Turcios, Gisela Turcios y Brisly Turcios, por el apoyo brindado y que el presente constituya un augurio de los éxitos académicos por venir.

A la familia Turcios Flores, por su anuencia de colaboración mostrada durante el proceso de ejecución de tesis.

A mis amigos y colegas: José Roman Carrera, Alejandro Santos, Mario Samuel Buch, José Robledo, Freddy Rosales, Cristóbal Villanueva, Oscar Hernández y Karen Hernández, por su apoyo y amistad.

Al personal de Defensores de la Naturaleza, por la colaboración prestada.

A todas las personas que en alguna forma brindaron su colaboración en la ejecución de campo: Alejandro Morales, Otto Morales y Rolando Morales.



Turcios, M. 2001. Vulnerabilidad a desastres naturales en la cuenca Jones Guatemala, en función de variables socioeconómicas, biofísicas e institucionales. 105p.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, desastres naturales, cuenca, Jones, Guatemala, análisis multivariado, proceso de Markov, vulnerabilidad biofísica, vulnerabilidad socioeconómica, vulnerabilidad institucional.

## RESUMEN

Se colectó información primaria por medio de entrevistas a 120 familias seleccionadas completamente al azar de un total de 984 familias existentes en la cuenca, además se entrevistaron representantes de las instituciones con presencia en la cuenca y líderes comunitarios. La información secundaria se obtuvo de fotografías aéreas, mapas cartográficos y documentos pertinentes. El análisis de la información se realizó por medio de técnicas multivariadas y procesos de Markov, utilizando SAS, ArcView, r2v y PciWork y otros.

Los resultados obtenidos demuestran que existe un gran desconocimiento de la población acerca de factores asociados al riesgo (70%) y manejo racional de bosques. Los índices de opinión favorables a la conservación, derivados de la respuesta afirmativa a seis preguntas claves, muestran que un 55% de la población tienen intenciones de involucrarse en iniciativas de conservación de recursos naturales y de prevención de desastres.

El análisis estructural de grupos de variables socioeconómicas, biofísicas e institucionales, revela una fuerte correlación canónica entre conjuntos de variables biofísicas (10) y variables socioeconómicas (11) altamente significativa (0.99), con similares resultados para las correlaciones canónicas entre los conjuntos de variables biofísicas e institucionales (2) y variables socioeconómicas e institucionales. (0.80 y 0.99, respectivamente)

Las probabilidades Markovianas de cambios de uso de la tierra en la cuenca entre 1987 y 2000, revela que las categorías de uso de mayor inestabilidad corresponden a los bosques de galería y bosques de pino ubicados en la parte media y alta de la cuenca. La transición de áreas boscosas a uso agrícola como etapa previa a convertirse en áreas de pastoreo extensivo muestra predominancia entre el total de combinaciones posibles en las 10 categorías de uso consideradas. Los resultados de la regresión logística revelaron que los factores que coadyuvan de forma significativa al cambio, corresponden a distancia a centros poblados, a carreteras, cauces de ríos, altura sobre el nivel del mar, geología, uso potencial de los suelos y tipología de manejo.

Los coeficientes de ponderación asociados a componentes principales, indican que tienen mayor peso variables biofísicas que las socioeconómicas e institucionales. La vulnerabilidad está determinada en gran medida por factores de precipitación, pendiente y ubicación de viviendas en áreas de peligro, así como el crecimiento poblacional y el estatus legal de las fincas, por parte del conjunto de variables socioeconómicas e institucionales, respectivamente.

Las comunidades que presentaron bajos índices de involucramiento en actividades de conservación corresponden a Llano Verde, Pata Galana y Jones. Los mayores niveles de vulnerabilidad biofísica, socioeconómica e institucional corresponden a las comunidades de El Cajón, Jones y La Espinilla, respectivamente.

Estrategias indicativas para reducir la vulnerabilidad estimada comprenden acciones relacionadas con las normas (leyes, reglamentos, etc), autoridad que rija el proceso de desarrollo, organización institucional y comunitaria, plan de acción, recursos necesarios y vínculos efectivos para su funcionamiento. El plan de acción debe enfatizar en el fortalecimiento del conocimiento sobre los factores asociados a la vulnerabilidad y estrategias preventivas. Entre las acciones propuestas se incluye la recuperación de áreas degradadas, reforestación en la parte alta y media de la cuenca, implementación de normas, legalización de la tierra. Una reorganización administrativa orientada a atender las demandas en materia de prevención de desastres, es necesaria a nivel institucional, además de establecer vínculos que garanticen la operativización de programas específicos.

Turcios, M. 2001. Vulnerability of natural disasters in the Jones watershed, Guatemala as a function of socioeconomic, biophysical and institutional variables. 105p.

Key words: vulnerability, natural disasters, Jones watershed, Guatemala, multivariate analysis, Markov chain, biophysical vulnerability, socioeconomic vulnerability, institutional vulnerability.

### SUMMARY

The study was carried out in the Jones River watershed and included the collection of primary information through interviews of 120 families randomly selected from a total of 984 families within the watershed as well as interviews of the representatives of institutions and community leaders present in the watershed. The secondary information was obtained from aerial photographs, cartographic maps and relevant documents. The analysis of the information was through multivariate techniques and Markov chain, applying SAS, ArcView, r2v and PCIWork software programs.

The results showed that a lack of knowledge exists in the population with respect to conservation, sets of 2<sup>6</sup> possible combinations of yes/no responses show that 55% of the population have intentions to participate in natural resource conservation and disaster prevention activities.

The analysis of the group structure on socioeconomic, biophysical and institutional variables reveals a highly significant canonic correlation (0.99) between sets of biophysical variables (10) and socioeconomic variables (11). Similar significant canonic correlations were revealed between sets of biophysical and institutional variables (2) and socioeconomic and institutional variables (0.80 and 0.99, respectively).

The Markovian probabilities of landuse change within the watershed, between 1987 and 2000, show that the categories with greatest instability correspond to gallery and pine forests located in the medium and high sectors of the watershed. The conversion of forest areas to pasture areas, with agricultural areas being the intermediate step, is the most predominant of the 10 possible landuse combinations. The logistic regression show that the factors that are catalysts to this change are, distance from populated areas, distance from roads, waterways, elevation above sea level, geology and potential landuse and type of management.

The weighed coefficients associated to the principal components, indicate that the biophysical variables have a greater importance than the socioeconomic and institutional variables. The vulnerability is determined by the mean precipitation, slope and location of households in high risk areas, population growth, legal status of the farms, and in part by the socioeconomic and institutional variables.

The Llano Verde, Pata Galana and Jones communities presented low involvement indices. Meanwhile the highest levels of biophysical, socioeconomic and institutional vulnerability correspond to the El Cajon, Jones and La Espinilla communities, respectively.

In order to reduce the vulnerability the following actions are necessary, and include components related to norms (laws, rules etc.), an authority body to enforce the different developmental stages, institutional and community organization, action plan, necessary resources and links to function properly. The action plan must start with knowledge strenghtening on factors associated with vulnerability, apart from preventive measures. Included in the proposed actions, is the recuperation of degraded areas, reforestation in the high and medium sectors of the watershed, implementation of normas, legalization of the land. An administrative reorganization oriented towards catering to the demands linked to the prevention of disasters, is necessary at the institutional level, apart from establishing links that guarantee the proper operation of specific programs.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
SUMMARY .....	v
CONTENIDO .....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	x
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Definición del problema .....	1
1.2 Importancia de la investigación.....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.4 Hipótesis .....	3
<b>2. Revisión de literatura .....</b>	<b>3</b>
2.1 Caracterización y administración de los recursos naturales .....	3
2.2 Conceptos básicos.....	5
2.3 Factores que inciden en la ocurrencia de desastres naturales .....	6
2.4 Relación entre vulnerabilidad y pobreza.....	7
2.5 Desastres naturales .....	8
2.6 Relación entre uso de la tierra y ocurrencia de desastres .....	9
2.7 Algunos aspectos de la vulnerabilidad en Guatemala.....	10
2.8 Marco legal y su relación con desastres naturales.....	10
2.9 Participación de las municipalidades en la prevención de desastres .....	13
2.10 Características de la cuenca Jones.....	14
2.11 Sistemas productivos en la cuenca Jones.....	17
2.12 Daños ocasionados por Mitch .....	19
2.13 Estimación económica de las pérdidas ocasionadas por Mitch.....	20
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>22</b>
3.1 Localización del estudio .....	22

3.1 Localización del estudio .....	22
3.2 Definición de la población y muestra.....	23
3.3 Fuente secundaria de información .....	23
3.4 Fuente Primaria de información .....	23
3.5 Variables socioeconómica de comunidades dentro de la cuenca .....	24
3.6 Variables Biofísicas .....	27
3.7 Variables de comportamiento.....	30
3.8 Variables institucionales .....	31
3.9 Perfil institucional.....	32
3.10 Análisis de la información.....	33
3.11 Evaluación de cambios en el uso de la tierra para el periodo 1987 2000.....	35
3.12 Probabilidades de cambio de uso de la tierra.....	37
3.13 Modelo de análisis de factores asociados al cambio .....	40
3.14 Estimación y tipificación de la vulnerabilidad .....	42
3.14 Coeficiente de vulnerabilidad .....	43
<b>4. Resultados y discusión .....</b>	<b>45</b>
4.1 Características básicas de la cuenca Jones.....	45
4.2 Perfil físico.....	48
4.3 Indices de opinión de los Joneños respecto a conservación de recursos naturales.....	50
4.4 Perfil institucional.....	52
4.5 Relaciones múltiples entre conjuntos de variables.....	56
4.6 Dinámica del uso de la tierra en la cuenca Jones .....	59
4.7 Factores que coadyuban al cambio de uso de la tierra para el periodo 1987-2000 ....	63
4.8 Tipificación de las familias de la cuenca Jones.....	65
4.9 Estrategia indicativa para enfrentar la vulnerabilidad en la cuenca Jones .....	71
<b>5. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<b>7. Literatura citada .....</b>	<b>84</b>
<b>8. Anexos .....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Cuantificación de los daños ocasionados por el huracán Mitch en la cuenca Jones, Guatemala	20
Cuadro 2	Pérdidas económicas ocasionadas por el huracán Mitch, clasificadas por rubro y orden de importancia	21
Cuadro 3	Matriz general de correlaciones simples por conjuntos de variables	35
Cuadro 4	Categorías de uso de la tierra evaluadas en la cuenca Jones	37
Cuadro 5	Estimación del número de parcelas necesarias para el análisis espacial	38
Cuadro 6	Matriz de probabilidades markovianas de cambios entre dos instantes. (1987-2000)	40
Cuadro 7	Variables explicativas consideradas en el análisis de cambio de uso de la tierra, para un periodo de 13 años (1987-2000)	41
Cuadro 8	Categorías establecidas para la clasificación scores compuestos	44
Cuadro 9	Ocupación de la población de la cuenca Jones, Guatemala	47
Cuadro 10	Rubros de ingresos económicos en la cuenca Jones	47
Cuadro 11	Ubicación de las habitaciones existentes en la cuenca Jones respecto al cauce del río y relieve	49
Cuadro 12	Índice de opinión o probabilidad estimada ( $p=0.54$ ) y esperado ( $p=0.5$ )	51
Cuadro 13	Tipología de manejo de la cuenca Jones	52
Cuadro 14	Matriz Markoviana de probabilidades de transición de usos de la tierra para el periodo 1987-2000	60
Cuadro 15	Áreas de cambio estimadas a partir de las probabilidades de markov	62
Cuadro 16	Áreas (Has) para los cambios de uso de la tierra en distintas categorías, durante el periodo 1987-2000, estimado de forma directa (SIG)	62

Cuadro 17	Parámetros estimados en el modelo multinomial logístico para las transiciones ocurridas entre 1987 y 2000	63
Cuadro 18	Score compuesto de variables socioeconómicas para cada una de las comunidades de la cuenca Jones	65
Cuadro 19	Score compuesto de variables biofísicos para las comunidades de la cuenca Jones	66
Cuadro 20	Score de variables institucionales correspondiente a las comunidades de la cuenca Jones	68
Cuadro 21	Score compuesto para la totalidad de variables evaluadas por comunidad	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica de la cuenca Jones, Guatemala	22
Figura 2	Estimación del número de parcelas en función del comportamiento de la variancia de cambio para dos periodos	38
Figura 3	Proceso de cambio de uso de la tierra entre dos instantes dados	39
Figura 4	Ingresos anuales por familia dentro de la cuenca Jones	47
Figura 5	Número de respuestas positivas (si)	51
Figura 6	Regresión lineal entre estimación de áreas, por el método probabilístico de Markov y la estimación directa (SIG)	62
Figura 7	Clasificación de vulnerabilidad social de las comunidades de la cuenca Jones	66
Figura 8	Clasificación de la Vulnerabilidad biofísica de las comunidades de la cuenca Jones	67
Figura 9	Clasificación de la vulnerabilidad institucional por comunidad en la cuenca Jones	68
Figura 10	Clasificación de la vulnerabilidad global por comunidades de la cuenca Jones	70

## LISTA DE ANEXOS

Cuadro 1 <sup>a</sup>	Censos de población para 1984, 1994 y 2000, en las comunidades de la cuenca Jones	89
Cuadro 2 <sup>a</sup>	Analfabetismo de las comunidades dentro de la cuenca Jones	89
Cuadro 3 <sup>a</sup>	Distribución del uso actual del suelo en las fincas de la cuenca Jones	89
Cuadro 4 <sup>a</sup>	Uso potencial de los suelos en la cuenca Jones	90
Cuadro 5 <sup>a</sup>	Distribución de las categorías geológicas existentes en la cuenca Jones	90
Cuadro 6 <sup>a</sup>	Factores que limitan el logro de los objetivos institucionales a nivel regional	90
Cuadro 7 <sup>a</sup>	Presencia institucional en las comunidades de la cuenca Jones	91
Cuadro 8 <sup>a</sup>	Percepción comunitaria respecto a los factores que afectan el logro de los objetivos institucionales	91
Cuadro 6 <sup>a</sup>	Índice de opinión de la población en la cuenca Jones	91
Cuadro 9 <sup>a</sup>	Organización existente en las comunidades que conforman la cuenca Jones	91
Cuadro 10 <sup>a</sup>	Distribución del presupuesto institucional para el año 2001	62
Cuadro 11 <sup>a</sup>	Plan de inversiones en las comunidades de la cuenca Jones, de la municipalidad de Río Hondo para el periodo 2000-2005	92
Cuadro 12 <sup>a</sup>	Frecuencia observada de las 2000 parcelas distribuidas dentro de la cuenca Jones	93
Cuadro 13 <sup>a</sup>	Características de los factores que coadyuban al cambio diferenciado (n=2000)	93
Cuadro 14 <sup>a</sup>	Matriz de correlación de las 23 variables que conforman el análisis de correlación canónica	94
Cuadro 15 <sup>a</sup>	Matriz de variancias-covariancias para las 23 variables	94
Cuadro 16 <sup>a</sup>	Promedio de variables estandarizadas de las variables evaluadas en los score de variables	95
Cuadro 17 <sup>a</sup>	Scores para el total de variables	95
Figura 1 <sup>a</sup>	Red hidrológica y vías de acceso de las comunidades de la cuenca Jones	96
Figura 2 <sup>a</sup>	Distribución de las 2000 parcelas distribuidas al azar dentro de la cuenca Jones	97



Figura 3ª	Uso del suelo para 1987	98
Figura 4ª	Uso del suelo para el año 2000	99
Figura 5ª	Aras deforestadas para el periodo 1987-2000	100
Figura 6ª	Uso potencial de los suelos en la cuenca Jones	101
Figura 7ª	Geología de la cuenca Jones	102
Figura 8ª	Ubicación de las comunidades dentro de la cuenca Jones	103
Figura 9ª	Mapa de celdas utilizado para la ortorectificación de fotografías aéreas (1:50,000)	104

## 1. Introducción

### 1.1 Definición del problema

La región Centroamericana es cada vez más vulnerable a los fenómenos naturales extremos, tales como huracanes, fenómenos del niño y la niña, terremotos, situación favorecida por su ubicación geográfica (BID 1999 a). La falta de conocimientos por parte de la población de las cuencas, sobre las implicaciones que el mal manejo de los recursos naturales tiene sobre el equilibrio de los ecosistemas y sobre la vulnerabilidad a desastres naturales, aunado a factores de carácter cultural que favorece la percepción de los fenómenos naturales como sobrenaturales, limitan la capacidad de acción necesarias para prevenir y contrarrestar los efectos de los desastres (Chaux 1993).

Características como pobreza, elevados niveles de analfabetismo, sistemas productivos no sostenibles, crecimiento acelerado de la población, sobreexplotación de los recursos naturales, desvalorización de los servicios ambientales, son algunos factores que incrementan la vulnerabilidad a desastres naturales. (Wijkman 1998, Maskrey 1993, Bastarrachea 2000, BID 1999b).

Gran parte de la población de las cuencas corresponde a grupos sociales que desarrollan actividades de aprovechamiento y explotación de recursos naturales de manera convencional e insostenible. Actividades carentes de un ordenamiento territorial bajo el concepto de cuenca como unidad de planificación y acción.

Como consecuencia de la ausencia de una planificación adecuada, muchos sistemas productivos han o están rebasando la capacidad de resiliencia de los ecosistemas en el cual se desarrollan, amenazando la sostenibilidad de los mismos y aumentando la vulnerabilidad hacia los desastres naturales, con los consecuentes efectos significativos en la pérdida de vidas humanas y el desarrollo socioeconómico del área. (SG SICA 2000).

Cada cuenca hidrográfica, presenta condiciones particulares en relación a la interacción existente entre factores biofísicos socioeconómicos e institucionales, por lo que la descripción de los factores de mayor importancia que interactúan entre y dentro cada uno del conjunto de variables evaluadas, constituyen el paso principal para una mayor comprensión del estado actual de las cuencas y emitir recomendaciones acertadas.

### 1.2 Importancia de la investigación

La caracterización biofísica y socioeconómica de las cuencas hidrográficas permite establecer las principales causas que favorecen la ocurrencia de los desastres.

La importancia de desarrollar la investigación en la cuenca Jones radica en que aparte de haber sido una de las áreas más dañadas con el paso del huracán Mitch en 1998, comprende parte de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, considerada como una de las áreas de mayor biodiversidad a nivel centroamericano. Alberga al menos 885 especies de mamíferos, 110 especies de reptiles y anfibios, aves y otras especies de fauna mayor, es sitio esencial para especies endémicas (bromelias, orquídeas, anfibios y reptiles). En esta área se encuentra el bosque nuboso de mayor extensión, es considerado uno de los bancos de semilla de coníferas tropicales en el que se han registrado 17 especies, fuente de germoplasma para proyectos agroforestales, incluye cinco zonas de vida y sirve de hábitat para el ave nacional de Guatemala, El Quetzal (Defensores de la naturaleza 1992).

El huracán Mitch dejó a su paso pérdidas de vidas humanas y daños económicos considerables que amenazan la sostenibilidad del desarrollo alcanzado. Se estima que entre el 50 y 75% de las pérdidas económicas causadas se debieron al mal diseño, ubicación de viviendas, vías, puentes e industria. (BID 1999b).

En la República de Guatemala la cuenca del río Motagua presentó los más altos niveles de daños ocasionados y dentro de esta, la Sub-cuenca Jones. De acuerdo al presente estudio el total de daños económicos asociados a los daños ocasionados a pérdida de tierras, edificios públicos, viviendas y vías de comunicación asciende a US\$3,495,278. La cifra descrita con anterioridad no incluye los daños ocasionados a los bosques y erosión de las partes altas de la cuenca.

Gran parte de estudios asociados a la ocurrencia de desastres ocasionados por fenómenos naturales extremos se limitan a la evaluación de los daños directos y las causas a nivel global. Los mismos autores sugieren la necesidad de desarrollar estudios a niveles de microcuencas que permitan visualizar de forma particular los principales factores asociación a la vulnerabilidad a desastres naturales, utilizando la experiencia y información ya recabada por instituciones que han tenido presencia o están presentes en el área, complementar información necesaria y utilizar diversos instrumentos de obtención de información y análisis, tales como entrevistas, sistemas de información geográfica, bases de datos y análisis estadístico (Bastarrachea 2000, OEA 2000<sup>a</sup>, OEA 2000b, OEA 2000c).

La investigación desarrollada en la cuenca Jones integra los principales factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales asociados a la vulnerabilidad a desastres, utilizando métodos de análisis que permiten visualizar estimar los factores mas importantes dentro del conglomerado considerado y desarrollaron las líneas de acción orientadas a reducir la vulnerabilidad.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la cuenca hidrográfica Jones para diseñar estrategias de acción que disminuya su vulnerabilidad.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Caracterizar el estado actual de los recursos naturales, por medio de variables biofísicas, socioeconómicas e institucionales que inciden en la vulnerabilidad a desastres naturales de la cuenca Jones, Guatemala.

Estimar la incidencia de los factores principales que están asociados a la vulnerabilidad a desastres naturales en la cuenca.

Evaluar la predisposición de los pobladores de la cuenca para involucrarse en el manejo comunitario de la conservación de los recursos naturales y la prevención de desastres naturales.

Tipificar comunidades por grado de vulnerabilidad a desastres naturales.

Proponer pautas orientadas a minimizar la vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica Jones.

### 1.4 Hipótesis

Existe relación significativa entre conjuntos de factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales asociados a desastres naturales.

El uso de la tierra en la cuenca Jones es dinámica y cambia significativamente en el tiempo.

Existe un número mínimo de variables que explica razonablemente bien la transición entre los diferentes usos.

La tipificación basada en variables biofísicas, socioeconómicas e institucionales, orienta el diseño de estrategias para paliar la vulnerabilidad.

## 2. Revisión de literatura

### 2.1 Caracterización y administración de los recursos naturales

La evaluación del estado de los recursos naturales en una cuenca es indispensable para comprender la situación actual y desarrollar propuestas que contribuyan a reducir la vulnerabilidad a los desastres naturales. El proceso de planificación debe identificar los conflictos entre las actividades actuales y las propuestas, la evaluación de los recursos naturales permite identificar proyectos y formular estrategias. (OEA 2000<sup>a</sup>)

Es evidente que la tarea de administración de recursos naturales presenta diversas dificultades en todos los niveles de su implementación. Los diferentes proyectos desarrollados en esta materia han encontrado diferentes obstáculos en su desarrollo, obedeciendo a causas múltiples que se resumen a continuación:

Guatemala ha sido un país eminentemente agrícola a través de generaciones, por lo que la cultura agrícola es una cultura que prevalece hasta nuestros días. En este sentido los diferentes gobiernos de turno han centrado sus políticas de desarrollo en el marco de la producción agrícola, las cuales han sido respuesta a mercados incipientes y de corto plazo. Como consecuencia de estas políticas se ha dado un proceso de avance de la frontera agrícola de forma descontrolada, muchas de las áreas con vocación forestal han cambiado a uso agrícola, con lo cual se ha dado un proceso de degradación ambiental que se acentúa en el presente.

El problema de la tenencia de la tierra subsiste con sus respectivas consecuencias. El proceso de minifundios-latifundios se concentra a medida que se incrementa la densidad poblacional, sin contar con políticas que orienten el desarrollo de una reforma agraria acorde a la situación actual. Como consecuencia la presión sobre el uso del suelo se incrementa, la escasez de agua se hace evidente en regiones con regímenes hídricos deficientes, los conflictos comunitarios por el uso y aprovechamientos de los recursos naturales se acentúan y las instituciones gubernamentales y no gubernamentales no logran acoplarse de manera eficiente a las necesidades que la sociedad plantea como resultado de la interrelación de diversos factores que inciden en su comportamiento.

El estímulo estatal a la exportación de productos agrícolas no tradicionales, ha fomentado el uso de tierras en las partes altas de las cuencas, acelerando aún más el proceso de degradación de suelos y la presión sobre los bosques naturales que aún existen. Este factor aunado a las necesidades de seguridad alimentaria, desvalorización de recursos naturales, burocracia estatal y falta de mercado, hacen que el sector forestal sea poco atractivo y su rentabilidad a corto y mediano plazo sea poco atractiva para el productor acostumbrado a visualizar las actividades económicas a corto plazo (granos básicos, hortalizas, producción pecuaria, etc.) (Cabrerá 1999, ENB 1999c).

Los bosques constituyen un recurso natural renovable que se encuentra presente en las partes altas de las cuencas. Sin embargo su manejo queda subordinado a las políticas sectoriales que distintas instituciones han implementado. El MAGA (2000) en una consultoría desarrollada, describe que el sub-sector forestal afronta problemas diversos que impiden su desarrollo pleno. Sin embargo el sector forestal afronta varios problemas que impiden su desarrollo, siendo los más importantes:

Desvalorización de los servicios ambientales que los bosques prestan a la sociedad y su relación con los costos de oportunidad que para el propietario significa su conservación.

No constituye un sector de importancia dentro de las políticas de estado para el desarrollo nacional.

No existe suficiente investigación y promoción que conlleve al sector forestal a establecer mecanismos diversificación de especies, procesamiento de productos y comercialización eficientes.

Tradicionalmente los bosques naturales han sido considerados como tierras de uso residual y de poco valor, repercutiendo en la valoración de los servicios ambientales que éstos prestan a la sociedad en general.

## 2.2 Conceptos básicos

Dado la diversidad de conceptos descritos por especialistas en la materia de desastres naturales, entidades dependientes de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), tales como la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para Casos de Desastres (UNDRO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), promovieron una reunión de expertos a fin de unificar definiciones de términos de uso común en la literatura relacionada con desastres naturales.

Entre los conceptos relacionados con desastres naturales se definieron los siguientes:

**Amenaza o Peligro:** Probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

**Vulnerabilidad:** Como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala determinada.

**Riesgo específico:** Grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

**Elementos Bajo Riesgo:** Población, edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

**Riesgo Total:** Número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir el producto del Riesgo Específico y los elementos bajo riesgo. (OPS-OMS, 1993)

### 2.3 Factores que inciden en la ocurrencia de desastres naturales

Una sociedad vulnerable tiene menos capacidad de recuperarse de los efectos de los desastres provocados por fenómenos que pueden ser frecuentes. Eventos menos significativos que aquellos que causan los desastres naturales de gran envergadura se presentan en nuestras sociedades con mayor frecuencia, causando igual o mayores daños que los efectos de un evento de gran magnitud.

Los diferentes sistemas productivos existentes en la cuenca, el impacto que ello genera, los ingresos que la población obtiene, destino de los ingresos, acceso a servicios, entre otros, son solo algunos factores sociales que inciden en la vulnerabilidad a desastres naturales.

Si bien es cierto existen varios estudios que demuestran la incompatibilidad entre uso actual el uso potencial de los suelos, la experiencia indica que existen sesgos de tipo cultural que impiden implementar las recomendaciones técnicas derivadas. Los factores asociados a este comportamiento son de tipo cultural, muchos grupos sociales ponen resistencia a cambios recomendados debido a que no responden a las expectativas que son influenciadas por la cultura en la cual se desarrollan (OEA 2000b).

Conocer los diferentes elementos que interactúan con los factores sociales en la ocurrencia de desastres naturales, es importante para darle seguimiento sustantivo a su disminución (BID 1999b).

La degradación ambiental ocasionada por el crecimiento poblacional y su relación con la intensidad de uso de los recursos naturales, favorece la ocurrencia de desastres aún ante fenómenos naturales no tan intensos.

Mientras muchas áreas con vocación agrícola están subutilizadas, otras con vocación forestal están siendo cultivadas de manera intensiva, causando altos índices de erosión, deforestación y contaminación por uso intensivo de productos químicos que afectan además de la flora del suelo el recurso hídrico. (Bastaerrechea 2000, BID 1999b).

Las prácticas agrícolas insostenibles unidas a una mayor frecuencia en la aparición del fenómeno del Niño, han incidido considerablemente en la severidad con que los incendios forestales han afectado las áreas boscosas, incidiendo en el avance de la frontera agrícola y la pérdida de diversidad biológica (Ramírez 1999, ENB 1999c).

### 2.3.1 Factores institucionales

La responsabilidad en el manejo y conservación de los recursos naturales corresponde a las diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que han sido creadas para tales propósitos. Sin embargo los programas desarrollados no cuentan con el apoyo político técnico y financiero que se requiere para obtener resultados que impacten en los ecosistemas y la sociedad en general.

La ocurrencia de desastres naturales desvía los programas de desarrollo, concentrando sus capacidades en acciones de mitigación, posteriores a la ocurrencia de un desastre. Como consecuencia se distorsiona el destino del presupuesto estimado para programas de desarrollo y limita la capacidad del país para reducir el riesgo, atender emergencias y emprender la recuperación a largo plazo, después de la ocurrencia de un desastre. Esto hace que la vulnerabilidad aumente ante un próximo fenómeno que pueda causar nuevamente un desastre, en vez de disminuirlo. (Wilches-Chaux 1993)

El programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) destaca en uno de sus informes la tendencia centralizadora de las instituciones estatales. Este fenómeno consiste en extender sus actividades de lo nacional a lo comunitario sin reconocer ámbitos intermedios, consistentes en la organización municipal y comités de desarrollo urbano y rural. Además describe la dificultad por parte de las organizaciones municipales en la obtención del financiamiento necesario para ejecutar proyectos de desarrollo comunitario.

Un factor adicional que favorece la débil participación de las municipalidades en la administración de los recursos naturales, corresponde a la capacidad técnica para generar y ejecutar proyectos de esta naturaleza. (PNUD 2001)

Un ejemplo que ilustra las debilidades del sector institucional para enfrentar de forma eficiente la ocurrencia de desastres naturales, lo constituyó la secuencia del fenómeno El Niño, incendios forestales y el huracán Mitch durante 1998. Las actividades desarrolladas se enfocaron a actividades de mitigación, reconstrucción de las principales vías de comunicación y en menor medida a la reconstrucción de suelos degradados.

Gran parte de las vías de comunicación reconstruidas no incorporaron en su diseño factores de riesgo, lo cual denota que el factor de riesgo no constituye un elemento de planificación.

### 2.4 Relación entre vulnerabilidad y pobreza

Los indicadores para grupos sociales marginados están asociados con factores de orden económico tales como: poder adquisitivo, acceso a servicios, nivel educativo, entre otros.



Los bajos niveles de ingresos económicos asociado con la dificultad de acceder a la educación, favorecen el fracaso de las campañas orientadas a disminuir los niveles de riesgo de la población. Los programas de vivienda no satisfacen las demandas existentes, favoreciendo que grupos marginales se ubiquen en áreas con altos niveles de riesgo.

América central reporta índices de desarrollo social muy por debajo de las proyecciones que organismos internacionales se han propuesto. Dentro de las razones que han favorecido la situación actual pueden mencionarse conflictos armados internos, que aparte de absorber gran parte del presupuesto del estado, obstruyeron el desarrollo global, adicionalmente los procesos de desarrollo se han visto afectados de manera significativa por la ocurrencia de grandes desastres tal es caso del terremoto en 1976 y el huracán Mitch en 1998. (BID 1999<sup>a</sup>, ENB 1999b, Wilches-Chaux 1993, MINUGUA 1996).

## 2.5 Desastres naturales

Centroamérica comprende un área de 500,000 km<sup>2</sup> con una población cercana a los 30 millones. Es una región que ha sido históricamente afectada por desastres naturales de diferente magnitud, lo cual unido a la difícil condición socioeconómica en que la mayoría de los habitantes se encuentra, constituye una región altamente vulnerable a los desastres naturales.

La existencia de las placas tectónica de Cocos, Caribe y Norteamérica en constante interacción, además de una extensa red de fallas activas, hacen que la región sea propensa a la ocurrencia de terremotos con las respectivas consecuencias.

Los principales cinco desastres ocurridos entre los años 1972 y 1997 reportan pérdidas cercanas a los US\$5.500.00 millones de dólares y cerca de 41000 vidas humanas. A lo anterior se le une la existencia de la cadena volcánica muchos de ellos permanente activos, presencia constante de huracanes del Gran Caribe, presencia de fenómenos como la Niña y El Niño que afectan el sistema productivo agrícola, el cual es la base de la economía regional (BID 1999<sup>a</sup>, OEA 2000b).

Altos índices de degradación ambiental en asocio con condiciones socioeconómicas precarias incrementan la vulnerabilidad a desastres naturales, a su vez, la ocurrencia de éstos fenómenos, alteran sensiblemente el equilibrio económico nacional, afectando a toda la sociedad. (PNUD 2000, Cardona 1993a).

El concepto "Desastres naturales" presenta varias modalidades de acuerdo a la disciplina en que se defina. Sin embargo en el presente estudio el concepto de desastres naturales se centra en la relación existente entre el factor económico, social, físico, institucional y ambiental.

Lavell (1987), define los desastres naturales como "una ocasión de crisis o stress social, observable en el tiempo y el espacio, en que sociedades o sus componentes (comunidades, regiones etc.) sufren daños o pérdidas físicas y alteraciones en su funcionamiento rutinario. Tanto las causas

como las consecuencias de los desastres son producto de procesos sociales que existen en el interior de la sociedad”.

### 2.5.1 Causas y efectos de los desastres

La ocurrencia de desastres naturales de gran envergadura como los terremotos, huracanes y otros que afectan gran cantidad de poblaciones en corto tiempo, tienden a persuadir el efecto de otros considerados pequeños desastres, los cuales debilitan la población a lo largo del tiempo (Maskrey 1993).

Haciendo una evaluación en función de tiempo, puede concluirse que los daños ocasionados por los “pequeños desastres” que ocurren frecuentemente son similares o superiores a los desastres de gran envergadura que acaparan los medios de comunicación.

Los efectos principales pueden resumirse en una descripción de la economía de un país, provocando una espiral descendente en su desarrollo.

Los desastres pueden ser causados por fenómenos naturales, antrópicos o tecnológicos - que han generado directamente la evolución de un factor detonante (evento). Se puede determinar como causas a los problemas ambientales que producen desequilibrio en algunos ecosistemas, los accidentes en el manejo de sustancias peligrosas para el ser humano, las fallas tecnológicas etc.

Entre los principales fenómenos naturales asociados a desastres se encuentran:

**Deslizamientos:** causado por movimiento de tierras que provoca el cierre de vías, accidentes, aislamiento de personas o bienes, sedimentación, etc.

**El Niño:** genera anomalías globales o regionales en el clima, tales como lluvias y sequías, y consecuentes tipos de eventos

**Sismos:** provocado por rupturas terrestres como límites de placas tectónicas. causando ruptura de obras o redes de infraestructura vital, viviendas, edificios públicos, puentes, etc.

**Inundación:** producto de lluvias intensas, favorecido por terrenos de alta pendiente y poca cobertura vegetal. Causa sedimentación, avalanchas, pérdida de cosechas, tierras, epidemias, etc.

### 2.6 Relación entre uso de la tierra y ocurrencia de desastres

Baritto (2000) desarrollo un estudio de factores asociados al uso de la tierra en el colapso ambiental sufrido en la costa norte de Venezuela en 1989, habiendo desarrollado un estudio de cambios de uso de la tierra en un periodo comprendido de 1958 a 1994, encontrando que a pesar que el área estudiada muestra una tendencia hacia la recuperación y el equilibrio, además de existir un parque nacional en parte alta del área, la cobertura de la tierra no mostró relevancia como factor asociado a la ocurrencia del desastre en la zona. Además determinó que la distribución de eventos extremos en ese mismo periodo de tiempo, no muestra un comportamiento cíclico, poniendo entre

dicho el uso de periodos de retorno de precipitación como un método de predicción de eventos extremos. Además concluye que la explicación del fenómeno puede darse en función de la pendiente y distancia de los centros poblados al cauce del río, entre otros.

Storvogel (1995), menciona que los factores económicos y sociales constituyen los factores de mayor relevancia en la transformación del paisaje a través del tiempo.

PNUD (2001) describe el uso de los suelos como un factor íntimamente relacionado con los sistemas económicos desarrollados en el área rural, la tendencia de deforestación a nivel nacional no ha disminuido en los últimos años. Además la alta recurrencia de los incendios forestales es un factor adicional que contribuye en la degradación de los recursos forestales que aún existen en el territorio nacional.

## **2.7 Algunos aspectos de la vulnerabilidad en Guatemala**

La unidad Ejecutor de Proyectos de Acueductos Rurales y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia desarrollaron una investigación sobre desastres naturales y zonas de riesgo en Guatemala.

El estudio comprende la evaluación de la vulnerabilidad física, social, ambiental, institucional, integrada a nivel nacional, además del impacto económico de los desastres.

Para el establecimiento de las amenazas se contó con bases de datos existentes en instituciones relacionadas con el tema. Determinó que los fenómenos hidrometeorológicos han ocurrido en mayor número en comparación a fenómenos geodinámicos y geofísicos respectivamente.

Para cada uno de los factores evaluados dentro de las distintas categorías de vulnerabilidad, se generaron indicadores que representan el nivel de riesgo de un grupo social. Basado en la carga o ponderación asignada, se generaron los "indicadores ponderados", asignándoles el valor mínimo de vulnerabilidad a las regiones geográficas que presentaron mejores condiciones en cada categoría evaluada y los valores mas altos a las regiones con las peores condiciones.

Para establecer la vulnerabilidad integrada se tomaron en cuenta los desastres naturales acontecidos de los años 1505 a 1999, las áreas degradadas ambientalmente, los niveles de exclusión social y las actividades productivas.

Los resultados obtenidos clasifican el departamento de Zacapa presenta una vulnerabilidad integrada baja y el municipio de Río Hondo con el valor mas bajo dentro de una escala de vulnerabilidad global clasificada como escasa, baja, media, alta y extrema. (UNEPAR-UNICEF, 2000)

## 2.8 Marco legal y su relación con desastres naturales

La constitución política de la república de Guatemala establece que el estado debe organizarse para ofrecer la seguridad íntegra de las personas y sus familias.

El estado Guatemalteco ha creado un marco legal que define la política de acción en materia de recursos naturales, ocurrencia de situaciones de emergencia y mecanismos de respuesta

En conjunto con las municipalidades esta obligado a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico, con un uso racional y eficiente de los recursos naturales. Estos incluyen la flora, fauna, ríos, lagos y otras fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, evitando la depredación, contaminación ambiental y promulgando un equilibrio ecológico. Además las fuentes de agua de gran dimensión pueden ser de uso público con la obligación de la reforestación de áreas vecinas a ellas.

El estado tiene la potestad como parte de la defensa y seguridad de la población el declarar un estado de excepción como consecuencia de un desastre natural y con ello centralizar los recursos o aumentar la disponibilidad para distribuirlos a donde corresponda.

A pesar de existir un marco legal que regula el actuar del sector institucional en caso de ocurrencia de desastres naturales, el actuar de manera conjunta se limita a mitigación de los desastres, las acciones seguidas no obedecen a planes de contingencia previamente elaborados, sino a planes elaborados posterior a la ocurrencia del desastre, ocasionando retraso en las acciones de mitigación. (FLACSO 1998)

Las instituciones relacionadas con la administración de los recursos naturales del país, tales como el Ministerio de Agricultura, Ministerio del medio Ambiente y secretarías específicas, además del Comité Nacional de Emergencias, constituyen el marco institucional derivado de los mandatos institucionales encargados de establecer las políticas correspondientes a fin de cumplir con el mandato constitucional correspondiente.

El instituto Nacional de Bosques no constituye una entidad relacionada directamente con la ocurrencia de desastres naturales. Sin embargo el contenido de la ley considera que los recursos forestales son parte de los sistemas de producción existen en las cuencas hidrográficas, particularmente en las partes media y altas.

Estrategias que estimulen el uso adecuado de los suelos con vocación agrícola pueden contribuir en la conservación de los ecosistemas naturales y por ende el desarrollo sostenible de la población relacionada.

Entre los aspectos mas importantes contenidos en la ley forestal caben mencionar los siguientes:

Que el incremento de la productividad sostenible de los bosques, así como de los bienes y servicios que aportan a la sociedad guatemalteca, constituye el principio para su conservación y se requiere, además, una identificación concreta por parte del sector público y privado de la importancia del bosque como protector de la biodiversidad y de otros recursos naturales que son la base de la economía del país, como el suelo y el agua, así como un crecimiento racional de la agricultura y la ganadería que no afecte tierras de vocación forestal.

Que es propicio fomentar el desarrollo forestal y su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento del uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima.

Promover la reforestación de áreas forestales que actualmente se encuentran sin bosque.

Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva, y Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades de leña, vivienda, infraestructura rural y de alimentos.

A pesar de contar con estatutos legales que fomentan la recuperación de áreas deforestadas, su cumplimiento afronta problemas de carácter técnico y administrativo. Los incentivos forestales promovidos para la reforestación se aplican solamente a fincas que posean un estatus legal de propiedad estable, no así aquellas propiedades correspondientes a fincas o áreas comunitarias amparadas por documentos que no garantizan su desarrollo pleno.

Paralelamente a las actividades desarrolladas por el Instituto Nacional de Bosques el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), entidad gubernamental no relacionada de manera directa con la ocurrencia de los desastres naturales. Sin embargo del éxito que se tenga en la administración de las áreas protegidas declaradas legalmente depende buena parte de la conservación de biodiversidad con que cuenta el país, indispensable para su desarrollo sostenible, tomando en consideración los servicios ambientales y el potencial económico que el desarrollo turístico de éstas áreas representa para la economía del país.

Con la creación de áreas protegidas se pretende crear unidades geográficas que preserven las condiciones naturales para las especies silvestres y con ello prevenir la extinción masiva de especies en peligro de extinción. Además las Areas Protegidas constituyen unidades de conservación que prestan servicios ambientales y prevención de erosión, producción de agua y

paisajes que en su conjunto disminuyen la vulnerabilidad a desastres naturales de la población en general. (ENCUSB, 1999<sup>c</sup>)

### 2.8.1 Organismos de respuesta

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado (CONRED), es la dependencia responsable de coordinar todas las actividades, con el objeto de prevenir, mitigar y reparar daños causados por los desastres naturales. Trabaja en coordinación de distintas unidades de los ministerios y aglutina a todas las organizaciones de ayuda social que puedan involucrarse en auxilio y rehabilitación necesaria derivada de los desastres naturales.

Esta conformado por un coordinador general nombrado por el presidente de la república y cuenta con el apoyo de todos los ministerios e instituciones afines. La organización cubre todo el territorio nacional, contando con sub-comités establecidos en todo el interior del país. Estos comités están integrados por autoridades regionales y locales, tales como gobernadores, alcaldes, miembros de los cuerpos de Bomberos Municipales y Bomberos voluntarios, la cruz roja, la policía nacional civil, las fuerzas armadas, los hospitales y puestos de salud y los consejos de desarrollo urbano y rural.

De acuerdo a lo establecido por la ley, las funciones del Consejo Nacional corresponden como sigue: Garantizar el cumplimiento de las finalidades de la Coordinadora Nacional de acuerdo con las competencias que se establezcan en la ley; aprobar el Plan Nacional de Emergencia; aprobar los manuales generales o sectoriales de procedimientos; emitir opinión, cuando se considera procedente sobre iniciativas de ley del Organismo Ejecutivo relacionadas con situaciones de desastres específicas o generales; Aprobar los proyectos de acuerdos y convenios de asistencia técnica y financiera como organismos internacionales y gobiernos extranjeros, exceptuándose en los casos de emergencia y de desastres en los que la ayuda podrá ser perjuicio de la aprobación gubernamental que de acuerdo con la ley, en cada caso sea necesario.

Referente a la declaratoria de alerta existen dos tipos: uno relacionado con la alerta a nivel del CONRED y la alerta pública que es declarada por el consejo nacional a propuesta del coordinador de la junta y secretaría ejecutiva.

A nivel interinstitucional se forman los Comités de Operaciones de Emergencia (COE), en el cual se aglutinan diversas instituciones relacionadas con el tipo de emergencia que se cubra. Este sistema opera luego que CONRED se declara en incapacidad de atender la emergencia, ya sea por falta de personal técnico o falta de solvencia económica para atenderlo. En estos casos el centro funcionará como centro de información especializada y centro de apoyo y coordinación en la atención de unos desastres de gran extensión.

## **2.9 Participación de las municipalidades en la prevención de desastres**

Las municipalidades constituyen las entidades autónomas y descentralizadas que participan en el desarrollo regional. Dentro de los reglamentos establecidos en el código municipal se describe que las municipalidades contemplan por excelencia las pautas del uso del suelo, programas de desarrollo de reordenamiento territorial a nivel urbano y rural, así como también los servicios públicos mínimos que deberán establecerse en las comunidades para salvaguardar la vida y la salud de la población ante cualquier amenaza.

En este sentido se busca también la descentralización del país para el desarrollo social y cultura con el apoyo del Ministerio de Finanzas públicas, Banco de Guatemala, Consejo nacional de desarrollo urbano y rural, amparado en el decreto 52-87 del congreso: Contiene todo el marco conceptual acerca de la planificación urbanística, uso del suelo y asentamientos humanos como reguladores a los desastres naturales. Para ello se apoya del servicio de profesionales como ingenieros y arquitectos para refrendar el diseño y construcción de viviendas, edificios y construcciones de servicio social.

Sin embargo gran parte de las municipalidades del país se limitan a la construcción de obras de desarrollo urbanístico, involucrándose en forma mínima en actividades de desarrollo de los recursos naturales existentes dentro de su jurisdicción.

De acuerdo a los datos proporcionados por la municipalidad de Río Hondo, se puede determinar que dentro de las proyecciones de inversión proyectadas para los próximos años, dentro de las comunidades que comprende la cuenca Jones, no contempla involucrarse en actividades relacionadas con el medio ambiente o administración de los recursos naturales. Estos datos revelan la necesidad de parte de entidades relacionadas con recursos naturales y/o medio ambiente, en definir estrategias orientadas a lograr una mayor participación de la municipalidad.

Las proyecciones de inversión municipal dentro de la cuenca Jones, contempla el desarrollo de drenajes como actividad relacionada con el medio ambiente de las comunidades. Sin embargo las actividades proyectadas no contemplan el tratamiento de estas aguas, por lo que al final de su construcción, continuarán alimentando el volumen de aguas contaminadas que actualmente desembocan en el río Jones.

## **2.10 Características de la cuenca Jones**

### **2.10.1 Origen de sus habitantes**

Los primeros pobladores de la cuenca Jones provenientes de Andalucía España quienes se asentaron en la parte baja de la cuenca donde hoy esta asentada la comunidad de Jumuzna.

A finales del siglo XIX, se registra una nueva inmigración de personas provenientes de Morazán, un municipio que se encuentra ubicado en la parte central de la república, además de pobladores provenientes de la república de El Salvador. Las razones obedecieron a sequías prolongadas en sus lugares originales quienes vieron en los afluentes de los ríos existentes en la cuenca Jones, como una oportunidad de asegurar la producción alimentaria. Este segundo grupo se asentó en lo que hoy se conoce como Jones y la Espinilla.

### **2.10.2 Producción agrícola**

Para finales del siglo XIX y principios del siglo XX el cultivo principal en la zona, era el cultivo de maíz y frijol, además de haber iniciado el establecimiento de las plantaciones de caña de azúcar en los márgenes del río Jones, par la producción de dulce artesanal.

Durante los años comprendidos de 1950 a 1965 se intensificó la explotación de papa en las partes altas de la cuenca (montaña el cedral), en las zonas de menor pendiente (aproximadamente 130Has). La práctica de estos cultivos permaneció por un periodo de 15 años, abandonándose por falta de asistencia técnica para controlar el tizón tardío de la papa.

De 1965 a 1985 el cultivo relevante en la cuenca fue el tomate, principalmente en la parte baja que corresponde a las márgenes del río Jones y Río Cañas. La práctica del cultivo se suspendió debido a los ataques severos de tizón tardío, lo que hizo del tomate un cultivo poco rentable y con altos riesgos de pérdida.

Durante la década de los 70 comenzaron a disminuir las áreas destinadas a la producción de caña de azúcar para dar paso al establecimiento de pastizales. Actualmente existen remanentes de cultivo de caña en zonas cubiertas por el sistema de riego existente en la zona, principalmente en las comunidades de Jones, El Cajón y Mal Paso.

Es importante mencionar que los márgenes del río Jones y las partes bajas de los afluentes del río Jones siempre estuvieron cubiertas de árboles frutales, principalmente de mango. Estas áreas fueron arrastradas por las corrientes de agua generadas durante el huracán Mitch, dejando a su paso asolvamiento de rocas y arena.

### **2.10.3 Producción forestal**

La explotación de los recursos maderables se remonta a los años de 1930 cuando se inició la explotación de maderas preciosas existentes en la parte alta de la cuenca (actualmente bosque de latifoliadas), principalmente de la especie de cedro.

Paralelo a las actividades de extracción de madera se fue desarrollando la actividad ganadera en la parte alta de la cuenca, actividad que aún subsiste de manera extensiva. Se estima que actualmente existen no mas de 1000 cabezas de ganado dispersos en toda la parte alta de la



cuenca, cantidad que tiende a disminuir por razones de carácter normativo, luego de la creación del área protegida en la parte alta de la cuenca.

De 1958 a 1976 se dio la mayor explotación de madera en la cuenca Jones, se extrajo madera de pino, proveniente de la parte alta y media de la cuenca, en las áreas que comprende las sub-cuencas del río La Lima, Colorado, Cañas y Blanco respectivamente.

Las actividades de extracción de madera a gran escala finalizaron en el año 1984 cuando se planificaba desarrollar aprovechamientos en la Sub-cuenca del río Colorado. Las razones obedecieron a la oposición de la población de 17 comunidades que se benefician del agua que produce la cuenca. El argumento principal fue el daño ocasionado a la cuenca y a las vías de comunicación. Como consecuencia de este enfrentamiento se perdió la vida de dos personas.

La posición de la población de no permitir la extracción de productos maderables de la cuenca persiste hasta la fecha, manifestándose a través de rótulos publicitarios y comunicados regionales.

#### **2.10.4 infraestructura**

Durante la década de 1920 del siglo pasado se procedió a construir los canales de conducción de agua para riego por parte de los pobladores del área. La actividad no contó con la participación del estado, lo cual dio independencia en el manejo del sistema de riego existentes. El sistema de riego implementado fue el de surcos por gravedad y su distribución por turnos.

Este sistema de administración permanece hasta hoy y muchas de sus tomas tienen un carácter de propiedad privada, ocasionando conflictos de uso principalmente en la parte baja de la cuenca.

En 1935 se construye la carretera de terracería que conduce a la comunidad de Jones, durante el gobierno del general Jorge Ubico, la cual fue construida artesanalmente.

Para 1940 se construyó la carretera que conduce de Jones a la Montaña el Imposible, como parte de la infraestructura necesaria para iniciar la explotación de maderas preciosas. Durante 1944 se construye la carretera que de la capital conduce al Océano Atlántico, denominada actualmente CA-9 la cual atraviesa las comunidades de Jesús María, El Petón y Pata Galana.

Durante el año 1999 se procedió a asfaltar las carreteras que conducen a las comunidades de Mal Paso, Llano Verde, Jumúzna, además de pavimentar algunas Calles internas de Pata Galana y el Petón.

Actualmente solamente las carreteras que conducen de la ruta al Atlántico a las comunidades de Jones, El Cajón y la Espinilla se encuentran transitables. La carretera que conducía de la aldea Jones a la finca Alejandría dejó de ser funcional, debido a la dificultad para

desarrollar explotaciones de madera por parte de los propietarios de tierras en la parte alta de la cuenca.

La construcción de las vías de acceso a las comunidades se remonta al año 1968, cuando se construyó la carretera que conduce a la comunidad La Espinilla. En 1970 se introduce la energía eléctrica a las comunidades de la cuenca, exceptuando el Cajón de Jones.

## 2.11 Sistemas productivos en la cuenca Jones

Los sistemas de producción existente en la cuenca Jones corresponden a agricultura de tipo intensiva en las partes bajas y extensiva en la parte media y alta de la cuenca. Una descripción general de los sistemas de producción predominantes se desarrolla a continuación.

### 2.11.1 Agricultura

Según el diagnóstico participativo desarrollado por Defensores de la naturaleza (1998), en la cuenca Jones predominan la producción de granos básicos como maíz y frijol, producción de ganado vacuno, para el cual se han establecido en la parte baja de la cuenca, áreas de pastos bajo riego y en menor escala, pasto de corte. Entre las especies de pastos predominantes, esta el jaragua (*Hypharrena rufa*) y en algunas áreas donde el manejo es intensivo, se utiliza el zacate de corte (*Panicum maximun*).

En las comunidades que se encuentran en la parte media de la cuenca (Jones y El Cajón), se localizan las mayores áreas destinadas a la producción de granos básicos, principalmente maíz y frijol. Los rendimientos alcanzados oscilan entre 22 y 28 quintales por hectárea para maíz y entre 19 y 22 quintales por hectárea para el cultivo de frijol.

En la parte baja de la cuenca predominan las áreas destinadas al pastoreo de ganado vacuno. Se estima que existen un total de 2908 cabezas de ganado vacuno, de los cuales un 34% corresponde a vacas en estado reproductivo. (MAGA 1999).

La existencia de áreas de pastoreo con diferentes pendientes, inciden en la productividad de sus pastos y por ende en la carga animal. Para las partes con relieve pronunciado la carga animal se estima en un máximo de 2.14 cabezas de ganado por hectárea, mientras que en zonas con relieve plano la carga animal puede ascender hasta en 3.57 cabezas/Ha. Las razones obedecen a una mayor productividad de los suelos, además de contar con sistemas de producción intensivos.

Mientras tanto en las zonas donde no existe riego, el pastoreo se limita a la época lluviosa del año, principalmente durante los meses de julio a octubre. Las razones obedecen a las características topográficas y climáticas de la zona, que no favorecen el pastoreo y la recuperación temprana de los pastos. (MAGA 1999b)

Brown et al (1996), desarrollaron un estudio en la cuenca del río Jones, determinando el valor del bosque nuboso en la protección de cuencas.

Como parte de sus conclusiones determinaron que 654 Has de la parte alta de la cuenca, específicamente áreas comprendidas dentro del río la Lima y río Blanco, se utilizan en pastizales. Además determinaron que otras 564 Has de la cuenca corresponden a matorrales, lo que indica que posiblemente han sido utilizadas para pastoreo o agricultura migratoria.

### **2.11.2 Productividad de los sistemas de producción**

Brown et al (1996), determinó que la productividad de los pastizales es hasta 28 veces mayor en comparación a aquella área donde no existe riego para su producción, además la agricultura permanente es 6 veces mas productiva en los terrenos regados que en los secos. Determinó además que en la cuenca Jones el área de riego que comprende el 30% del total de los terrenos agrícolas en la cuenca, produce el 90% de las ganancias agrícolas. Los estudio se desarrollaron en el periodo comprendido en los años de 1994 a 1995, 3 años antes de la ocurrencia del huracán Mitch.

### **2.11.3 Sistema de riego**

La importancia de la cuenca Jones radica en su producción de agua. Las cuencas que comprende los ríos Blanco, La lima, Colorado y Cañas abastecen el agua que conforma el río Jones.

Durante la época seca del 80 al 95% del caudal del río se utiliza para riego en la parte media y baja de la cuenca, donde se desarrollan sistemas de producción agropecuaria. (Brown et al. 1996)

Así mismo se cuantificó el agua consumida, para lo cual dividió el área regable en 3 estratos (zona 1 confluencia de ríos La Lima, Colorado Cañas hacia la parte alta, zona 2 que comprende de la confluencia de los 3 ríos mencionados anteriormente hasta la zona de Mal Paso y la Espinilla con áreas de relieve plano y zona 3, toda la parte baja de la cuenca con relieve predominantemente plano).

El estudio determinó que comparativamente el consumo de agua en la zona 2 es mucho mayor que en la zona 1 debido a la disponibilidad de agua y por ubicarse en esta zona áreas con mayor potencial productivo y de mayor demanda de agua. El comportamiento de los caudales osciló entre 900 a 3900 lps, mientras que en la zona 1 el comportamiento del caudal del río Cañas varió de 200 a 500 lps.

En la zona 3 se presentó un déficit de agua ocasionado por el fuerte uso en la zona 2, por lo tanto en caudal varió de 80 a 500 lps, el consumo de agua se mantuvo aún en época lluviosa debido al déficit hídrico que esta zona presenta.

La cuenca abastece de agua para consumo domiciliario a 17 comunidades y produce agua para abastecer el sistema de riego que se distribuye a partir de la comunidad de El Cajón de Jones, pasando por Jones hasta regar las partes bajas de la cuenca correspondientes a las comunidades de Jumuzna, Jesús María, El Petón, Pata Galana, Llano Verde, La Espinilla y Mal Paso, además de regar otras comunidades fuera de la cuenca como Llano Largo, Las Delicias, El Rosario, Las Pozas y la Pepezca. (MAGA 1999, DN 1998, Brown et al 1996)

El sistema de riego tiene una extensión de 1781 Has, y su distribución se desarrolla por un sistema de canales que derivan el agua en 39 tomas distribuidas a lo largo del río. Muchas de las tomas son de carácter privado y son útiles a un grupo reducido de usuarios, mientras que otras como las tomas que conducen agua a la comunidad de Llano Verde que son de utilidad a múltiples usuarios que deben seguir turnos establecidos de mutuo acuerdo. Cada una de las tomas cuenta con un representante quien dispone del uso y condiciones de distribución del agua que se deriva de las tomas.

El agua se conduce por gravedad hacia las unidades productivas de los beneficiarios y dentro de cada unidad productiva se distribuye en su mayor parte por inundación, incurriendo en desperdicios de agua que ocasionan una aparente escasez. (MAGA 1999)

## **2.12 Daños ocasionados por Mitch**

Los principales sectores afectados durante el paso del huracán Mitch en 1998 corresponden al sector infraestructura, tierras productivas y viviendas, además de 7 personas fallecidas.

El total de viviendas destruidas corresponde a un total de 21, siendo la comunidad de Jones la más afectada, mientras que las comunidades de El Petón y el Cajón con menor número. Sin embargo al relacionar el total de casas destruidas con el total de la población existente, puede determinarse que el Cajón de Jones sufrió el mayor porcentaje, mientras que El Petón y la comunidad de Jones el segundo y tercer porcentaje de la población dañada.

Las razones asociadas a las pérdidas de vivienda corresponden a la altura alcanzada por el nivel del agua y a la ubicación de las viviendas en niveles menores a los alcanzados por las crecientes de río.

La comunidad más afectada con relación a pérdida de cultivos corresponde a El Cajón con 72.85% de la población afectada, además de 4 Km de carretera dañados.

**Cuadro 1: Cuantificación de los daños ocasionados por el huracán Mitch en la cuenca Jones, Guatemala.**

Nombre de Comunidad	Tipo de daño							
	VD	VDAÑ	PAD	KCD	PF	PD	PPA	PD
Cajón	1	1	1	3	0	110	72.85	1
Jones	14	14	1	6.5	7	137	15.52	2
La Espinilla	6	5	1	3	4	43	8.16	1
Mal Paso	0	8	1	0	0	20	5.78	
Jesús María	0	0	1	0	0	35	12.73	
Jumuzna	0	0	1	0	0	22	9.91	1
Pata Galana	0	0	1	0	0	75	18.25	
Llano Verde	0	5	1	0	0	60	13.07	
El Petón	8	5	1	0	0	42	8.61	1
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>38</b>	<b>9</b>	<b>12.5</b>	<b>11</b>	<b>544</b>		<b>6</b>

Fuente: Unidad Técnica Municipal y enriquecido por medio de encuesta 2001.

**Referencias:**

VD = Viviendas destruidas

PF= 5 Personas fallecidas

VDAÑ= Viviendas dañadas

PD= Personas damnificadas

PAD= Proyectos de agua dañados

PPA= Porcentaje de la población afectada

KCD= Km. De carretera dañados

PD= Puentes destruidos

Todos los puentes existentes dentro de la cuenca resultaron destruidos, gran porcentaje de las carreteras resultaron dañadas, además de la destrucción total de las tomas que conducen el agua del sistema de riego y la destrucción de las derivaciones del agua para consumo domiciliario.

El sector carreteras, Jones sufrió el mayor daño con 6.5 Km de carretera de terracería con alta pendiente. El nivel de daños sufrido obedece a ser la comunidad con camino de terracería mas alejada de la carretera principal (CA-9).

Todos los proyectos de agua potable resultaron dañados debido a que todas las comunidades derivan el agua del río Colorado, un afluente del río Jones. Las derivaciones del agua para consumo humano se hacen directamente del cauce del río son altamente vulnerables a las crecidas en época lluviosa.

### 2.13 Estimación económica de las pérdidas ocasionadas por Mitch

La restauración del puente Jones y el dragado construido en el cauce del río constituye el valor máximo de los costos por reconstrucción de los daños ocasionados, (US\$.1,733,333.00), mientras que la pérdida de tierras constituye el segundo renglón mas importante (US\$.913,912.00). El resto de pérdidas corresponden principalmente a infraestructura de comunicación terrestre.

La importancia del puente Jones radica en formar parte del conjunto de puentes que conforman la ruta al Atlántico, vía de comunicación que conecta el centro de la república de Guatemala con la los puertos instalados en la costa Atlántica, además de ser la vía de comunicación principal para comunicarse con la zona norte del país.

Cuadro 2. Pérdidas económicas ocasionadas por el huracán Mitch, clasificadas por rubro y orden de importancia.

Rubro	Monto (US\$)	%
Pérdida de tierras	913,912.00	24.26
Pérdida de cosechas	69,833.00	1.85
Daños a vivienda	157,334.00	4.18
Vías de comunicación	2,150,333.00	57.09
Sistemas de agua potable	160,000.00	4.25
Reparación de escuelas	43,867.00	1.16
Reparación de tomas de conducción de agua	271,387.00	7.20
<b>Total</b>	<b>3,766,666</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Unidad Técnica Municipal, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), enriquecido por encuesta del autor. 2001

El MAGA (1999) reporta que todas las tomas existentes dentro de la cuenca sufrieron daños considerables. Además el cauce del río cambió drásticamente, por lo que se hace necesario desarrollar labores de reconstrucción durante cada crecida significativa que se presente en la época lluviosa.

Durante la creciente provocada por huracán Mitch en 1998, todas las derivaciones fueron destruidas por el arrastre de arena y piedras de la parte alta de la cuenca, además el ancho del río creció considerablemente, modificando el cauce normal del río.

La población afectada ha desarrollado actividades de rehabilitación de tomas destruidas, con la colaboración de entidades de gobierno que han proporcionado los materiales de construcción necesarios.

Las principales tomas destruidas han sido rehabilitadas de manera parcial a lo largo del cauce del río Jones. Sin embargo la calidad técnica es cuestionable, tomando en cuenta que todos los años durante la época lluviosa los beneficiarios se hallan obligados a modificar la localización de las derivaciones por varios motivos entre los que cabe destacar:

La reconstrucción de las tomas no involucra en su diseño el factor de riesgo. Las derivaciones están ubicadas en su gran mayoría en el mismo lugar donde se encontraban antes del evento de 1998.

El cauce del río cambia constantemente, volviendo inútiles las obras construidas. Muchas derivaciones se desarrollaron instalando tubos en las orillas del río, los cuales son arrastrados por el río durante las crecidas que ocurren en la época lluviosa.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Localización del estudio

El estudio se desarrolló en cuenca del río Jones Guatemala, correspondiente al área nor-oriental de la república, entre los ríos Motagua y Polochic. Gran parte del área esta comprendida por la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, la cual fue declarada como área protegida en el año 1990 por decreto 49-90 del congreso de la República.

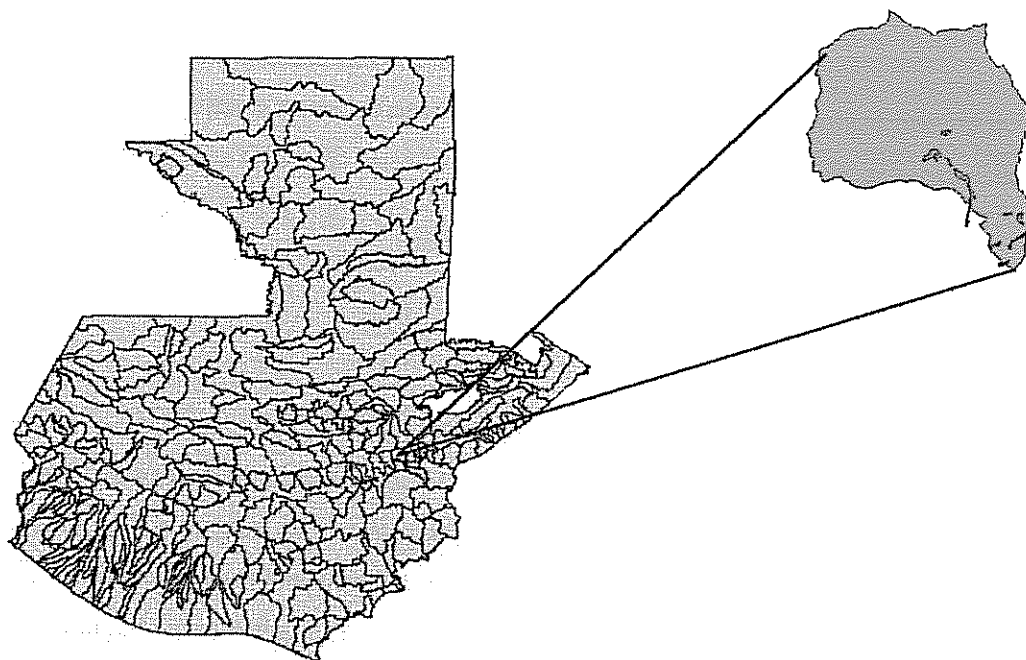


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca Jones, Guatemala

Constituye uno de los afluentes principales del río Motagua. La cuenca tiene 95.3 kilómetros cuadrados, temperatura promedio de 12° °C, geología predominante: San Agustín con un 42% del total del área; serie de suelos predominante: el Chol (67%); Capacidad de uso predominante: Clasificación VI al VIII (Metodología USDA), correspondiente a un 91% del área total de la cuenca; cobertura forestal para el año 1995: 59% del total del área de la cuenca; pérdida de cobertura forestal (1987-1995): 22% y incendios recurrentes (1997-1998): 11% (Nuñez 1993).

### 3.2 Definición de la población y muestra

La población en estudio (N), esta conformada por las familias que habitan dentro de la cuenca hidrográfica. La fuente de información secundaria utilizada constituyen censos de población existentes en el Instituto Nacional de Estadística (censos 1964, 1973, 1984 y 1994) y la información disponible con los presidentes de comité en cada comunidad (Censo 2000). En las comunidades que no contaban con la información requerida, ésta se generó por medio de los croquis como instrumento para completar el universo (N).

Con fines de identificación se asignaron códigos a cada una de las familias (unidad muestral) dentro de la cuenca, con lo cual se conformó el marco lista para el muestreo.

El diseño de muestreo es el bietápico completamente al azar, estimándose la muestra (n) con base en el comportamiento de la variancia del área productiva de la finca. Este es un indicador de uso y manejo del suelo, como factor relevante de sostenibilidad.

En la primera etapa se seleccionaron 30 familias ( $n_1$ ) completamente al azar de las 984 del marco lista de la cuenca (N). El tamaño total de la muestra se estimó de acuerdo a la siguiente fórmula (Sheafer et al. 1987).

$$n = \frac{N * s^2}{(N - 1)D + s^2}$$

**Donde:**

$n = n_1 + n_2$  ( $n_1$  (30) es el número de familias entrevistadas durante la primera etapa y  $n_2$  (90) las familias entrevistadas durante la segunda etapa)

N= Número total de hogares que habitan dentro de la cuenca

$s^2$ = Variancia de la muestra basado en 30 familias

D=  $B^2/4$ = Margen de error fijado en 0.45 Has (semiintervalo de confianza)

Donde B=  $2t\alpha/2s_1$  - Limite de confianza al 95% de probabilidad

### 3.3 Fuente secundaria de información

La información secundaria se obtuvo de fotografías aéreas, archivos, mapas, anuario estadístico y publicaciones diversas sobre el tema. Las instituciones que proporcionaron información útil para el desarrollo de la investigación están: Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Municipalidad de Río Hondo, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) y la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN).



### 3.4 Fuente Primaria de información

Se obtuvieron por medio de entrevistas de jefes de familia. El cuestionario fue previamente diseñado y validado. La recolección de información primaria comprendió además del llenado de boletas de encuesta, la inspección visual de la cuenca. El objetivo en estos recorridos fue obtener impresiones e información necesaria para evaluar las variables relacionadas con daños ocasionados durante el paso del huracán Mitch y georeferenciar la localización de las tomas de agua, distribuida a lo largo del río Jones, utilizando para ello un GPS (Geografic Procesing Spacial) de alta precisión. Además se geoposicionaron los sitios representativos de la vegetación existente dentro de la cuenca, con la finalidad de facilitar la el proceso de fotointerpretación de la cuenca en la fase de gabinete.

### 3.5 Variables socioeconómica de comunidades dentro de la cuenca

Las variables seleccionadas en el presente trabajo de investigación, obedecen a objetivos planteados, habiéndose tomado como referencia la disponibilidad de tiempo y recursos disponibles. En la encuesta desarrollada se incluyeron 27 variables correspondientes a aspectos socioeconómicos, biofísicos y aquellas relacionadas con la disposición de involucrarse en la conservación de recursos naturales.

**Población.** Se procedió a revisar los diferentes anuarios y censos existentes en el Instituto Nacional de Estadística (INE), donde se obtuvo la información para los diferentes censos desarrollados. Con fines de evaluación de vulnerabilidad se considera que las comunidades con mayor densidad poblacional presentan mayores riesgos de sufrir ante la amenaza de los fenómenos naturales asociados a la ocurrencia de desastres naturales. De La información recabada, se estimó el crecimiento poblacional en la cuenca Jones, a través de una regresión lineal simple en función del tiempo.

**Tamaño de las familias.** Se determinó con base a la encuesta desarrollada en las comunidades. La cantidad de miembros que conforman la familia entrevistada no incluye aquellos que han emigrado a cualquier lugar o que han formado un nuevo hogar.

**Tenencia de la tierra.** La distribución de la tierra dentro de las familias que habitan la cuenca Jones se desarrolló por medio de instrumentos de encuesta, tanto a nivel de familias como a nivel institucional e informantes claves, además de información secundaria contenida en estudios desarrollados previamente.

Los resultados obtenidos se expresan como unidad de área (Has), que poseen las familias entrevistadas dentro de la cuenca.

**Educación.** Se procedió a consultar las instituciones encargadas de la educación pública, principalmente la supervisión de educación a nivel municipal, Unidad Técnica Municipal y Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA).

Los resultados se expresan en términos de porcentaje de la población analfabeta por comunidad y porcentaje de la población escolar.

**Movilidad social.** Defensores de la Naturaleza (1998), menciona en el diagnóstico participativo desarrollado dentro de algunas de las comunidades que conforman la cuenca Jones que existe una fuerte migración de la población que se encuentra dentro de la cuenca hacia los Estados Unidos, sin embargo no especifica el porcentaje de la población que se encuentra en este estatus. Esta variable se cuantificó utilizando los instrumentos de encuesta y la información recabada se presenta como miembros de la familia entrevistada que se encuentran en Estados Unidos.

Similar metodología se utilizó para estimar la migración de las familias a la ciudad capital. Sin embargo es de anotar que las características que revisten la migración hacia la ciudad capital difieren notoriamente de las características de la migración a Estados Unidos. La migración a Estados Unidos es temporal pudiendo ir de un periodo de tiempo de 1 año como mínimo hasta un máximo de 20 años. Mientras que las personas que han emigrado a la ciudad capital presentan características migratorias con tendencia irreversible.

**Ocupación.** La ocupación principal de la población esta en función de la disponibilidad de las fuentes de producción. Se han considerado cinco rubros que agrupan el total de la población: Agricultura, Comercio, Asalariado local, Jornalero y Asalariado en el extranjero (se considera a la población que ha emigrado a Estados Unidos). Dentro de una misma familia pueden reportarse distintas ocupaciones a la vez.

**3.5.1 Ingresos económicos.** Variable muy relacionada con la ocupación de las familias; sin embargo, las fuentes de ingresos no son exclusivas, pudiendo ser múltiples de acuerdo a las posibilidades, profesión y número de miembros que componen las familias.

La población que reporta menores ingresos económicos corresponde a las familias que se dedican a trabajos temporales en el sector agrícola. Se considera los más vulnerables desde el punto de vista económico, debido al carácter estacional del empleo, su remuneración económica muy a menudo corresponde al salario mínimo (US\$3.30/jornal). Mientras tanto la población menos vulnerable desde el punto de vista económico, es aquella que depende de remesas de Estados Unidos. Los valores intermedios corresponden a la población que se dedica a actividades pecuarias, asalariado local y comercio. Muchas familias pueden derivar sus ingresos de las combinaciones de fuentes.

La fórmula utilizada para estimar los ingresos de las familias entrevistadas se describe a continuación: (Brown et al 1996, modificado por el autor)

$$IT_i = \sum_{j=1}^6 X_j$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, 4, \dots, 120$

$IT$  = Ingresos anuales estimados en cada una de las familias de la cuenca Jones

$X_1$  = Ingreso anual por concepto de actividades agrícolas.

$X_2$  = Ingreso por concepto de producción ganadera

$X_3$  = Ingresos promedios por actividad comercial en la zona

$X_4$  = Ingreso promedio de los salarios por año

$X_5$  = Ingresos promedios por jornal para un periodo de tiempo de 240 días.

$X_6$  = Ingresos promedios, correspondientes a remesas enviadas por miembros de la familia que se encuentran en Estados Unidos.

La estimación de los ingresos derivados de actividades agrícolas se obtuvo con base en la fórmula siguiente:

$$X_1 = \text{Área (Has)} * \text{Producción promedio (Kg)} * \text{Precio promedio de venta (US\$)}$$

Donde:

$X_1$  = Estimación de ingresos anuales por concepto de granos básicos

Área = Área cosechada durante un año.

La estimación de ingresos derivados de actividades pecuarias ( $X_2$ ) se calculó con base a la fórmula siguiente:

$$X_2 = \prod_i W_i$$

Donde:

$W_1$ : Área de la finca destinada a la producción de pastos y forrajes (Has)

$W_2$ : Carga animal promedio en el estrato ubicado (Animales en una Ha)

$W_3$ : Índice de natalidad del hato ganadero (Vacas lactantes/total de cabezas)

$W_4$ : Producción promedio de leche durante 365 días en un promedio de 8 meses de lactancia.

$W_5$ : Precio de venta de la leche (US\$)

$W_6$ : Ganancia de peso anual promedio de una cabeza de ganado (Kg)

Los datos obtenidos para el cálculo de ingresos por familia corresponden a los valores mínimos, además no incluyen otros rubros de la economía que generan ingresos adicionales, tales como venta estacional de frutas y ganado menor.

### 3.6 Variables Biofísicas

Para la generación de datos correspondientes a aspectos biofísicos de la cuenca se consultó literatura de carácter secundario. Sin embargo parte de la información se encontró a una escala 1:250,000 y otros mapas generados por la ONG's encargada de la administración del área protegida reportan información correspondiente a la zona núcleo y zona de amortiguamiento respectivamente.

Dado la necesidad de contar con información correspondiente a toda la cuenca, se generaron mapas de acuerdo a las variables de interés, utilizando hojas cartográficas generadas por el Instituto Geográfico Nacional y series de fotografías aéreas del año 2,000.

#### 3.6.1 Índice de presión de uso del suelo

Corresponde a una variable compuesta, que integra la distribución de uso del suelo en las fincas que poseen las familias dentro de la cuenca, tomando las variables de uso agrícola, pecuario y bosques en su conformación. Una familia con grandes áreas productivas representa tener potencial de fácil recuperación ante un desastre natural, por lo tanto se considera menos vulnerable en términos económicos. Sin embargo desde el punto de vista físico representa un mayor potencial de pérdidas por erosión de suelos, pérdidas por cosecha ante una inminente inundación o sequía, o inhabilitación de tierras.

Para estimar el índice de presión de uso, se tomo en consideración la distribución de uso que cada familia entrevistada hace uso de la finca que posee. Las variables evaluadas corresponden al tamaño de la finca, área de bosques, área destinada para la producción agrícola y producción pecuaria respectivamente. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$IP_u = \frac{A_b}{A_f}$$

Donde:

$IP_u$  = Índice de presión de uso,  $0 \leq IP_u \leq 1$

$A_b$  = Área de bosque (Has)

$A_f$  = Área total de la finca (Has)

### 3.6.2 Ubicación

Para cada familia se clasificó la ubicación de la vivienda, en función de los factores asociados a pendiente y ubicación respecto al río, así como variables asociadas a la amenaza. En función de las características del área se establecieron cuatro posibles variantes de ubicación:

- a) Ubicación de la vivienda en zona con relieve plano
- b) Ubicación de la vivienda en sitio plano con amenazas de derrumbes por estar cerca de áreas con alta pendiente
- c) Ubicación de la vivienda en sitio correspondiente a corte y relleno de ladera.
- d) Ubicación de la vivienda en posición cercana al río

### 3.6.3 Calidad de vivienda

Se determinó la frecuencia con que se presentan los distintos tipos de construcción, tomando como referencia el techo, material con que esta construida la pared y el piso.

Basado en los materiales de construcción predominantes, se definió un índice de calidad de vivienda, consistente en la asignación de un valor relacionado con el material de construcción y su relación con la vulnerabilidad. El valor mínimo alcanzado representa una baja vulnerabilidad, mientras que índices máximos representan la máxima vulnerabilidad asociada. (0.3 y 1 respectivamente)

Para definir la calidad de los materiales utilizados en la construcción, se asignaron puntajes que representa su calidad de forma descendente.

Para calcular el índice de calidad de vivienda se utilizó la fórmula:

$$CV = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{\sum \max\{y_1, \dots, y_i\}}$$

Donde:

CV = Calidad de vivienda

$y_1$  = Material de construcción del piso: Ladrillo, cemento y suelo natural (1, 2 y 3 respectivamente)

$y_2$  = Material de construcción de la terraza: Lámina, teja y palma (puntajes de 1, 2, 3, y 4)

$y_3$  = Material de construcción de la pared: Block, adobe y bajareque (1, 2 y 3 respectivamente).

### **3.6.4 Pérdida de tierras ocasionadas por el huracán Mitch**

Para estimar las pérdidas de tierras ocasionadas por el paso del huracán Mitch en noviembre del año 1998, se recurrió a los informes generados por las instituciones relacionadas directamente con el desastre. Se visitó la Unidad Técnica Municipal de Río Hondo, Comité Nacional de Emergencias CONRED y Defensores de la Naturaleza principalmente.

Los resultados mostraron datos incompletos que requerían mas detalles, estos se incluyen en la encuesta como interrogantes relacionadas principalmente con la pérdida de tierras. Los datos se expresan de manera porcentual en Has de tierra pérdida por familia. Con la finalidad de complementar los resultados y desarrollar datos comparativos se procedió a analizar por Sistemas de Información Geográfica (SIG), fotografías aéreas para el año 2000, escala 1:40000. La metodología específica se describe en la sección de fotointerpretación.

### **3.6.5 Vulnerabilidad posicional**

Basado en la sobreposición de los mapas de comunidades y formaciones geológicas, se estableció la ubicación puntual de las familias que conforman la muestra de la población total de la cuenca. La asignación de los valores dentro de la matriz de datos corresponde a puntajes asignados en función de la vulnerabilidad.

Las familias ubicadas en la serie geológica San Agustín son menos vulnerables a las inundaciones o terremotos, en comparación a las familias ubicadas en la serie geológica aluvién. La serie aluvién corresponde a suelos formados por deposición de partículas de suelos arrastradas de la parte alta, por lo que la consistencia de los suelos es menor y se ubican colindantes con la falla geológica del Motagua.

### **3.6.6 Densidad urbana de la población**

Se estableció con base a la relación existente entre la población total que habita en comunidad y el área total, utilizando el mapa de comunidades y la información contenida en el censo para el año 2000.

Las comunidades con mayor densidad urbana de población, son consideradas de mayor vulnerabilidad, en comparación con aquellas comunidades que presentan las densidades menores, dado las probabilidades de sufrir mayores daños en función de unidad de área. Los resultados obtenidos se expresan como número de habitantes por hectáreas.

### 3.6.7 Uso potencial de los suelos

La clasificación del uso potencial de los suelos de la cuenca Jones se desarrolló con base en la hoja cartográfica generada por el Instituto Geográfico Nacional. La clasificación de los suelos corresponde al sistema de clasificación del departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA).

### 3.6.8 Otras variables biofísicas

Los datos necesarios para establecer la ubicación de las familias entrevistadas en relación a variables biofísicas, tales como lámina normal de precipitación, uso potencial de los suelos, tipología de manejo, normal de temperatura y geología, se establecieron en base a la sobreposición del mapa de comunidades con cada una de las capas correspondientes.

## 3.7 Variables de comportamiento

Dentro del instrumento de encuesta se formularon preguntas relacionadas con la disposición del lugareño a involucrarse en actividades de manejo de recursos naturales y prevención de desastres.

### 3.7.1 Opinión optimista o reacción esperada

Esta es una variable generada por medio de seis preguntas que conforman combinaciones factorial  $2^6$  posibles, de respuestas si y no, o sea de 1 y 0.

Las preguntas comprenden la opinión del entrevistado sobre la posibilidad en reducir los efectos de los desastres naturales a través de medidas preventivas, sobre la contribución de los bosques en el comportamiento de los caudales, sobre la importancia de conservar la parte alta de la cuenca como un área protegida, sobre la participación del entrevistado en eventos relacionados con la conservación de los recursos naturales, participación del entrevistado en eventos relacionados con la prevención de desastres naturales y finalmente sobre la necesidad de parte de las instituciones relacionadas con la prevención de desastres naturales de desarrollar eventos relacionados con el tema, a nivel comunitario.

Se definió una variable compuesta por la suma de si=1, correspondiente a siete valores posibles, es decir  $Y=0, 1, 2, \dots, 6$  respuestas aditivas de si.

El análisis de resultados se presentan como índices de opinión, representados por la sumatoria de respuestas afirmativas en relación al total de preguntas formuladas.

Con la finalidad de establecer la significancia estadística de los resultados obtenidos se procedió a desarrollar una prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  (Ji cuadrado), considerando como variables sujetas de análisis, el valor esperado y valor observado.

El valor esperado para una secuencia de seis preguntas (si, no), tienen distribución binomial, representada por la ecuación de probabilidad siguiente: (Steel et al. 1988)

$$P(Y=y_0) = \binom{n}{Y} P^Y (1 - P)^{n-Y}$$

Donde :

$P(Y=y_0)$  = Probabilidad de ocurrencia para eventos  $y_0$ .

$Y$  = Indices de opinión igual a 0, 1, 2, 3, ..... ,6

$n$  = Número máximo de respuestas positivas en una distribución binomial (6)

Se consideró pertinente hacer preguntas relacionadas a campañas de prevención de incendios forestales y sobre la necesidad de quemar las gramíneas existentes en la parte baja de los bosques de pino como práctica usual.

Defensores de la Naturaleza reporta que la cuenca Jones es una de las áreas dentro de la Reserva de Biosfera de las Minas, donde mayor incidencia de incendios se presenta anualmente, siendo la causa principal, la quema del sotobosque como medio de regeneración del pasto natural existente.

La prueba de hipótesis sobre la distribución observada y distribución esperada, se desarrolló por medio del análisis de la prueba de Ji cuadrado ( $\chi^2$ ).

### 3.8 Variables institucionales

Principalmente se refiere a los factores relacionados con la administración de los recursos naturales y el estatus legal de las fincas.

#### 3.8.1 Estatus legal de las unidades de finca

El estatus legal de las unidades de finca se refiere al régimen de propiedad bajo el cual posesiona el área. El estatus legal de las propiedades se relaciona con la oportunidad del propietario a acceder servicio financieros, incentivos y en muchos de los casos la imposibilidad de reclamo ante una invasión. Lo anterior también tiene efectos colaterales de desarrollo de los sistemas productivos existentes en la finca.

La tenencia de la tierra tiene relación directa con la ocupación y por ende las fuentes de ingreso de las familias, así como la presión que pueda ejercer sobre los recursos naturales existentes en ella. Se procedió e entrevistar los jefes de familia seleccionadas en el diseño de muestreo, además se validó la información por medio de informantes clave dentro de cada una de las nueve comunidades que comprende la cuenca. Como complemento se consulto los reportes de estudios desarrollados la fundación Defensores de la Naturaleza, como entidad encargada de administrar los recursos naturales existentes en la parte media y alta de la cuenca.



### 3.8.2 Variables de manejo

Se determinó basado en el mapa de manejo de la cuenca. La clasificación asignada se divide en zona núcleo del área protegida, zona de amortiguamiento y el área ubicada en la parte baja de la cuenca.

Los factores normativos asociados al manejo se relacionan con el impedimento legal de efectuar transacciones o traspasos de áreas ubicadas en la zona núcleo de la área protegida, además de la prohibición de efectuar actividades productivas.

El cumplimiento de estas normas requiere de actividades de control y vigilancia además del establecimiento de programas de extensión comunitaria orientados a concientizar la población sobre la importancia del área y funciones que cumple.

Para fines de interpretación de resultados se considera la zona núcleo como menos vulnerable en comparación a la zona de amortiguamiento y la parte baja de la cuenca correspondiente a zona fuera de áreas protegidas.

### 3.9 Perfil institucional

Con la finalidad de contar con la información básica para analizar el entorno institucional que operan en el área bajo estudio se procedió a recabar la información necesaria, por medio de instrumentos de encuesta previamente diseñado y validado con personal de algunas instituciones representativas del área.

Primeramente se consultó la literatura existente en materia institucional, de manera específica para el área de Jones. Lo anterior incluyó visitas a cada una de las instituciones que de acuerdo a la información proporcionada por los líderes de cada una de las comunidades tienen algún grado de influencia sobre el área.

Los principales aspectos evaluados fueron los siguientes:

#### 3.9.1 Presencia

Desde el punto de vista geográfico las instituciones tienen definidas su área de acción de acuerdo a los objetivos para los cuales fueron creadas, por normas administrativas internas. Para el caso de las organizaciones no gubernamentales (ONG's) estas se representan por una función delegada por parte del estado a través de una figura jurídica particular.

La presencia o ausencia de las instituciones se desarrolló por medio de entrevistas a los coordinadores a nivel departamental y municipal, la información brindada se confrontó con la información proporcionada por los líderes de las comunidades quienes además, dieron respuestas a variables relacionadas con la organización comunitaria.

### 3.9.2 Factores limitantes

Para ello se consultó la literatura relacionada con el funcionamiento institucional de Guatemala, específicamente en materia de recursos naturales y desastres naturales, experiencias previas, entre otros. En base a la información relacionada se formuló una boleta e encuesta conteniendo los criterios de evaluación, los cuales miden el nivel de influencia de los factores evaluados, sobre el logro de los objetivos que persigue la institución que representa.

Los indicadores de evaluación utilizados, poseen una escala que describen la influencia de cada factor evaluado en base a los calificativos siguientes: Afecta mucho, afecta y afecta poco.

Los factores evaluados se describen a continuación:

- a) Presupuesto: Como afecta el presupuesto con que opera la institución en el logro de los objetivos generales
- b) Logística y su relación con la eficiencia
- c) Injerencia política en la toma de decisiones
- d) Centralización administrativa y financiera
- e) Inestabilidad laboral
- f) Celos institucionales
- g) Imagen institucional
- h) Organización comunitaria
- i) Armonía laboral
- j) Coordinación interinstitucional.
- k) Marco legal que rige el funcionamiento de las instituciones encargadas del manejo de recursos naturales en la cuenca Jones.

### 3.9.3 Programas de inversión desarrollada

Con la finalidad de establecer el porcentaje total que representa la inversión en administración de los recursos naturales, dentro del presupuesto total con que operan las principales organizaciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que operan dentro de la cuenca, se procedió a establecer el presupuesto anual y porcentaje destinado a inversiones y operación.

### 3.9.4 Organización comunitaria

Se determinó por medio de entrevistas los líderes de las comunidades quienes manifestaron la existencia de organizaciones en sus respectivas comunidades, así como la existencia de conflictos, comités de emergencia, sistemas de alerta temprana y mecanismos de funcionamiento y limitantes.

### 3.10 Análisis de la información

Para el análisis de las variables se aplicaron técnicas y fórmulas estadísticas univariadas y multivariadas por medio de sistemas de análisis estadístico SAS.

#### 3.10.1 Correlación canónica

Con la finalidad de obtener medidas de la relación entre grupos de variables, se procedió a estimar el coeficiente de correlación canónica entre conjuntos de variables socioeconómicas, biofísicas e institucionales.

El conjunto de variables socioeconómicas corresponde a los índices de opinión relacionado con la disposición de involucrarse en actividades de conservación, tamaño de las fincas, tamaño promedio que personas que componen la familia, movilidad social, actividades productivas, densidad poblacional, crecimiento poblacional y porcentaje de población escolar.

El conjunto de variables biofísicas comprende la intensidad de uso de los suelos, calidad de vivienda, uso potencial de los suelos, ubicación de la vivienda respecto al río, pérdida de tierras durante el paso del huracán Mitch, densidad poblacional, zona de vida, altura sobre el nivel del mar, normal de precipitación, normal de temperatura y pendiente.

El conjunto de variables institucionales corresponde a la tipología de manejo establecida en la cuenca y el estatus legal de las propiedades de las familias, específicamente las unidades de finca.

La matriz general de correlaciones entre variables simples que conforman los tres conjuntos de variables se representa como sigue:

$$R = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix}$$

Donde:

R= Matriz de correlaciones

R<sub>11</sub>= Entre variables socioeconómicas (10)

R<sub>22</sub>= Entre variables biofísicas (11)

R<sub>33</sub>= Entre variables institucionales (2)

R<sub>12</sub>= Entre conjunto de variables socioeconómicas y biofísicas.

R<sub>13</sub>= Entre conjunto de variables socioeconómicas y institucionales

R<sub>23</sub>= Entre conjunto de variables biofísicas y institucionales

Cuadro 3: Matriz general de correlaciones simples por conjuntos de variables.

1 R <sub>12</sub> Γ <sub>12</sub> · · ·	$\Gamma_{13}$ ..... Γ <sub>1,10</sub>	$\Gamma_{1,11}$ ... ..... Γ <sub>1,21</sub>	..... Γ <sub>1,22</sub> ..... Γ <sub>1,23</sub>
Γ <sub>21</sub> · · · ·	1 R <sub>11</sub> 10X10	Γ <sub>2,11</sub> ..... Γ <sub>2,10</sub>	..... Γ <sub>2,21</sub> ..... Γ <sub>2,22</sub> ..... Γ <sub>2,23</sub>
· · · · ·	·	· · · · ·	· · · · ·
Γ <sub>10,1</sub> Γ <sub>11,1</sub> · · · ·	Γ <sub>10,2</sub> Γ <sub>11,2</sub> · · · ·	Γ <sub>10,3</sub> Γ <sub>11,3</sub> ..... Γ <sub>11,1</sub> 0	1 Γ <sub>11,1</sub> ..... Γ <sub>11,21</sub> ..... Γ <sub>11,23</sub>
· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·
Γ <sub>21,1</sub> Γ <sub>22,1</sub> Γ <sub>23,1</sub>	Γ <sub>21,2</sub> Γ <sub>22,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>21,3</sub> Γ <sub>22,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>11,21</sub> ..... Γ <sub>11,21</sub> ..... Γ <sub>11,23</sub> ..... R <sub>11,21</sub> ..... Γ <sub>11,23</sub>
· · ·	· · ·	· · ·	· · ·
0	0	0	0
Γ <sub>21,1</sub> Γ <sub>22,1</sub> Γ <sub>23,1</sub>	Γ <sub>21,2</sub> Γ <sub>22,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>21,3</sub> Γ <sub>22,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>21,21</sub> ..... Γ <sub>21,21</sub> ..... Γ <sub>21,23</sub>
· · ·	· · ·	· · ·	· · ·
0	0	0	0
Γ <sub>22,1</sub> Γ <sub>23,1</sub>	Γ <sub>22,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>22,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>22,21</sub> ..... Γ <sub>22,21</sub> ..... Γ <sub>22,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>22,1</sub> Γ <sub>23,1</sub>	Γ <sub>22,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>22,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>22,21</sub> ..... Γ <sub>22,21</sub> ..... Γ <sub>22,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>23,1</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>23,1</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>23,1</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>23,1</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0
Γ <sub>23,1</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,2</sub> Γ <sub>23,2</sub>	Γ <sub>23,3</sub> Γ <sub>23,3</sub>	..... R <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,21</sub> ..... Γ <sub>23,23</sub>
· ·	· ·	· ·	· ·
0	0	0	0

Donde:

- Correlación canónica (R11, R22) = Máxima raíz característica entre los conjuntos de variables
- Correlación canónica (R11, R33) = Máxima raíz característica entre los conjuntos de variables
- Correlación canónica (R22, R33)= Máxima raíz característica entre los conjuntos de variables

Considerando la existencia de tres conjuntos de variables correspondientes a variables socioeconómicas, biofísicos y institucionales, el número de posibles combinaciones pares, corresponde a tres, por lo que los resultados se expresan como correlaciones canónicas entre grupos de variables socioeconómicas y biofísicas; variables socioeconómicas e institucionales; y variables socioeconómicas e institucionales, respectivamente.

Los análisis de la información recabada para establecer la relación entre grupos de variables se desarrolló por medio del programa estadístico SAS, a través del comando Proc cancorr.

3.11 Evaluación de cambios en el uso de la tierra para el periodo 1987 2000

3.11.1 Fotointerpretación

Se analizaron series de fotografías aéreas para la cuenca Jones correspondiente a dos periodos de tiempo (1987 y 2000). La escala de las fotografías disponibles corresponde a 1:60,000 y 1:40,000 respectivamente. Para poder desarrollar la fotointerpretación de las fotografías se

procedió durante la etapa de campo a geoposicionar las áreas representativas de la cuenca y las vías de comunicación.

Se digitalizaron curvas a nivel de la cuenca. Para ello se utilizaron las hojas cartográficas con curvas a nivel a cada 20 m, correspondientes a la Río Hondo, Pueblo Viejo y Gualán. El programa utilizado para digitalizar fue el r2v, utilizando los comandos autotracing y Select Control Point para georeferenciar las coordenadas representativas y poder ser utilizadas posteriormente en el programa ArcView.

Previamente a la generación del mapa de celdas (20x20), necesario para la fotointerpretación de las fotografías aéreas, se procedió a generar el mapa de elevación digital de la cuenca, utilizando los comandos Create TIN from feature y Interpolate Grid del programa de sistemas de información geográfica, ArcView versión 3.2.

El proceso de ortorectificación de las fotografías aéreas se desarrollo utilizando el paquete de Software PciWork, el cual requiere de utilización de mapas de referencia para generar puntos de control. El GCP alcanzado correspondió a una media 6 pixeles (25m) lo cual es aceptable si se considera que el área cuenta con relieve ondulado y de altas pendiente, además de no contar con suficientes puntos de control.

La ortorectificación del conjunto de fotografías aéreas, para los dos eventos evaluados, se desarrolló por medio del comando "Generate Orthophoto" y "Mosaic generation" del programa PciWork.

### 3.11.2 Generación de mapas

La utilización de este instrumento de análisis se justifica en identificar áreas geográficas que representen variables biofísicos, principalmente relacionadas con la vulnerabilidad a desastres naturales tales como pendiente, uso actual, uso potencial, entre otras. El instituto Geográfico Nacional, es la entidad estatal encargada de generar, recopilar y distribuir la información geográfica generada a nivel nacional, principalmente de orden biofísica.

Los mapas generados provienen de diversas fuentes, principalmente de las hojas cartográficas correspondientes a la cuenca Jones y los mosaicos de fotografías aéreas generados previamente.

La generación de los mapas específicos para la cuenca bajo estudio, se desarrollaron a través de los paquetes de software ArcView, PciWork y R2v respectivamente.

Las mapas generados, utilizando hojas cartográficas del área de estudio, corresponden al uso potencial de los suelos, geología y red hidrológica respectivamente. La escala de la información generada corresponde a 1:40,000.

Las fotografías aéreas fueron utilizadas para la actualización de vías de acceso, ubicación de las comunidades y la generación de los mapas de uso de la tierra para los años 1987 y 2000, respectivamente. Todos los mapas fueron generados a una escala 1:40,000.

### 3.11.3 Mapas de uso de la tierra

Comprende la fotointerpretación del uso de la tierra durante los últimos 13 años. Para ello se utilizaron las fotografías aéreas de marzo de 1987 y enero del 2000 (escala 1:60000 y 1:40000 respectivamente), debidamente ortorectificadas.

La delimitación de las distintas categorías de uso existente en la cuenca bajo estudio, se desarrolló en base croquis elaborados en los distintos recorridos de campo y puntos de referencia georeferenciados por medio de GPS de alta precisión (GeoExplorerII), que sirvieron como guía para la delimitación de polígonos en los mosaicos de fotografías aéreas.

## 3.12 Probabilidades de cambio de uso de la tierra

### 3.12.1 Categorías de uso del suelo

De acuerdo a la evaluación de las fotografías aéreas correspondientes a los años 1987 y 2000, se establecieron 10 categorías de uso para la evaluación de cambios de uso. La razón de haber establecido una categoría de uso adicional para el año 2000 obedece a los daños en suelos contiguos al cauce de los ríos, ocasionados por el huracán Mitch en noviembre del año 1998. Los daños fueron ocasionados principalmente por asolvamiento de área que previamente correspondían a las categorías de bosque de galería, uso agrícola, pastoreo bajo riego y uso urbano, por lo que se agregó una categoría adicional, denominada suelos degradados.

Cuadro 4. Categoría de uso de la tierra evaluadas en la cuenca Jones

Categoría de uso	Descripción básica
Bosque de galería	Área de bosque ubicado en el entorno de las fuentes de agua
Pastoreo bajo riego	Área destinada a la producción de forrajes, utilizando riego por gravedad durante gran parte del año. (8 meses)
Bosque seco	Constituidos principalmente por especies espinosas de la familia leguminoseae, ubicados en la parte baja.
Área agrícola	Áreas destinadas al cultivo de granos básicos, principalmente maíz y frijol.
Área urbana	Constituye las zonas pobladas de la cuenca cubiertas de huertos frutales.
Pastoreo extensivo	Principalmente aquellas áreas abandonadas posterior al cultivo tradicional (rosa tumba y quema) de granos básicos y utilizadas para el pastoreo
Bosque de pino	Áreas de la cuenca cubiertas por bosques de coníferas ( <i>Pinus sp.</i> )
Bosque de pino ralo	Área de la cuenca cubiertas por árboles dispersos de pino ( <i>Pinus sp.</i> ). Estos bosques se caracterizan por presentar incendios recurrentes, lo cual afecta la regeneración natural y la calidad de los fustes.
Bosque latifoliado	Constituido principalmente por bosques latifoliados que se encuentran en la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.
Suelo degradado	Suelos que fueron fuertemente erosionados y/o azolvados por las corrientes ocasionadas por el huracán Mitch.

### 3.12.2 Unidad muestral de información

La unidad básica de información se representa por una parcela de 20m x 20m (0.04 ha) distribuidos gráficamente como puntos en un mapa cuadrulado de cuenca. Estos puntos se distribuyeron completamente al azar dentro de un área de 9530 Has, equivalente a s a 238,250 unidades de muestra.

La estimación del número de parcelas necesarias en la evaluación siguió el criterio de comportamiento de la curva de variancia en función del número de muestra.

El cálculo de variancia para datos de distribución binomial, se detalla como sigue:

$$\sigma^2 = pq/n$$

donde:

$\sigma^2$  = Variancia entre unidades muestrales

p = Probabilidad de cambio

q = Probabilidad de estabilidad (no cambio)

n = tamaños de muestra o número de parcelas contenidas en la categoría de uso evaluada

Se evaluaron cuatro tamaños de muestras: 500, 1000, 1500 y 2000 parcelas, distribuidas completamente al azar dentro del marco de la cuenca, de los cuales se seleccionaron las parcelas correspondientes a la categoría de manejo seleccionada (bosque de latifoliadas) y se determinó el comportamiento del uso en función de cambio.

Cuadro 5. Estimación del número de parcelas necesaria para el análisis espacial

No. de parcela	Puntos en (LA) n	No cambio	Cambio Z	p=z/n	q=(1-P)	s=(np)/n
500	103	74	29	0.71845	0.28155	0.00196
1000	213	162	51	0.76056	0.23944	0.00085
1500	304	216	88	0.71053	0.28947	0.00068
2000	434	300	134	0.69124	0.30876	0.00049

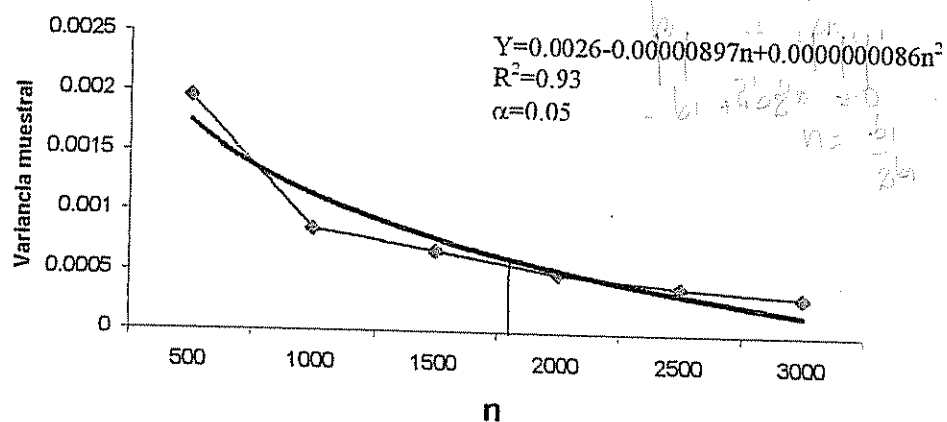


Figura 2. Estimación de número de parcelas en función del comportamiento de la variancia de cambio para dos periodos dados.

De la función de segundo grado entre la variancia y el número de muestras que minimiza o estabiliza la variancia.  $(ds/dn=-b_1/2b_2)$  se calculó el óptimo en 1728 parcelas, habiendo aproximado a 2000 el tamaño de la muestra, debido a la existencia de polígonos pequeños, tales como las áreas urbanas y suelo degradado.

En base a las categorías de uso existentes en los dos periodos evaluados (1987-2000) se procedió a elaborar una matriz markoviana que describe las probabilidades de transición de las categorías de uso entre los dos periodos evaluados.

El comportamiento del uso del suelo en función de los cambios entre un periodo dado, se determinó en base en la distribución de parcelas completamente al azar dentro del mapa representativo de la cuenca Jones. Cada una de las parcelas dentro del total ( $n=2000$ ) esta representado por un pixel correspondiente a un área de  $20m*20m$ .

Se definió CU como una variable discreta que representa las diferentes posibilidades de cambio de uso de la tierra para dos instantes dados (1987 - 2000), considerando entre las alternativas a evaluar la ausencia de cambio.

La ausencia de cambio, entre dos instantes dados, representa la estabilidad de la categoría de uso evaluada.

El número de transiciones posibles ( $CU_i$  a  $CU_j$ ), entre dos instantes dados, se representa por  $\Delta cu/\Delta t=(CU_j - CU_i)/(t_{h+1} - t_h)$ .

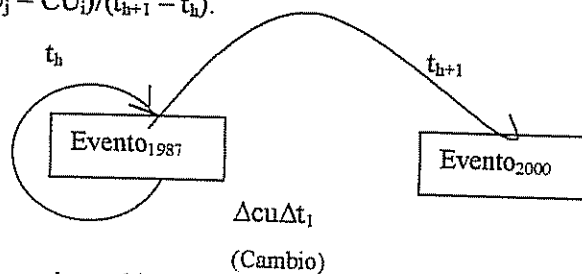


Figura 3: Proceso de cambio en el uso de la tierra entre dos instantes dados.

El número de categorías de uso definidas en el presente estudio fue de 10, lo que constituye 9 posibles cambios de uso para cada categoría de uso. El número total de categorías de uso evaluadas (10), constituyen el conjunto de categorías de uso (CU), donde  $CU=\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ , definidos por valores discretos.

La combinación de las categorías de uso para los periodos de tiempo evaluado fue útil para generar la matriz markoviana de probabilidades con dimensiones  $i= 1, 2, 3, \dots, I$  filas y  $j= 1, 2, 3, \dots, j$  columnas, compuestas por  $I \times J$  combinaciones de cambios, equivalentes a una matriz de  $10 \times 10$ , donde  $n_{ij}$  representa la frecuencia con la que ocurre cada una de ella en la muestra  $n$  (cuadro 6).



### 3.12.3 Matriz Markoviana

También llamada matriz de probabilidades de transición. Permite analizar la estabilidad del ecosistema en función de los cambios ocurridos en un periodo de tiempo dado, además de proporcionar información sobre la tendencia de cada categoría de uso establecida, en función de las probabilidades de transición entre categorías de uso.

La probabilidad para eventos condicionales se define por:

$$P_{(j/i)} = n_{ij}/n_{i+}$$

Cuadro 6. Matriz de probabilidades markovianas de cambios entre dos instantes. (1987-2000)

$T_{t+1}$	$T_t$											$P_{t+}$
$t_h$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UT <sub>i</sub>	1	P(1/1)	P(2/1)	P(3/1)	P(4/1)	P(5/1)	P(6/1)	P(7/1)	P(8/1)	P(9/1)	P(10/1)	1.0
	2	P(1/2)	P(2/2)	P(3/2)	P(4/2)	P(5/2)	P(6/2)	P(7/2)	P(8/2)	P(9/2)	P(10/2)	1.0
	3	P(1/3)	P(2/3)	P(3/3)	P(4/3)	P(5/3)	P(6/3)	P(7/3)	P(8/3)	P(9/3)	P(10/3)	1.0
	4	P(1/4)	P(2/4)	P(3/4)	P(4/4)	P(5/4)	P(6/4)	P(7/4)	P(8/4)	P(9/4)	P(10/4)	1.0
	5	P(1/5)	P(2/5)	P(3/5)	P(4/5)	P(5/5)	P(6/5)	P(7/5)	P(8/5)	P(9/5)	P(10/5)	1.0
	6	P(1/6)	P(2/6)	P(3/6)	P(4/6)	P(5/6)	P(6/6)	P(7/6)	P(8/6)	P(9/6)	P(10/6)	1.0
	7	P(1/7)	P(2/7)	P(3/7)	P(4/7)	P(5/7)	P(6/7)	P(7/7)	P(8/7)	P(9/7)	P(10/7)	1.0
	8	P(1/8)	P(2/8)	P(3/8)	P(4/8)	P(5/8)	P(6/8)	P(7/8)	P(8/8)	P(9/8)	P(10/8)	1.0
	9	P(1/9)	P(2/9)	P(3/9)	P(4/9)	P(5/9)	P(6/9)	P(7/9)	P(8/9)	P(9/9)	P(10/9)	1.0
	10	P(1/10)	P(2/10)	P(3/10)	P(4/10)	P(5/10)	P(6/10)	P(7/10)	P(8/10)	P(9/10)	P(10/10)	1.0

La estimación de las áreas de cambio, correspondientes a cada categoría de uso se desarrolló utilizando la extensión "Change" del programa ArcView.

La estimación de las áreas sujetas de cambio de uso, utilizando el método de probabilidades de Markov, se comparó con los resultados obtenidos por medio del método de estimación directa (SIG). Con la finalidad de obtener mayor precisión en la estimación de áreas de cambio en las categorías evaluadas, los resultados obtenidos en ambos métodos se modelaron por medio de una regresión simple con intercepto igual a cero ( $y = bx$ ).

### 3.13 Modelo de análisis de factores asociados al cambio

Con la finalidad de desarrollar un modelo que explique la intensidad de acción de los factores que producen los cambios entre categoría de uso, asociada a una variable categórica de presencia y ausencia, se determinaron las probabilidades de cambio en el uso de la tierra, analizado en función de un conjunto de variables explicativas, correspondiente principalmente a factores de carácter biofísico.

La variable transformada (Y), representa la ocurrencia de cambio (1) o no cambio (0), para la muestra evaluada ( $n=2000$ ), la cual se distribuyen en la muestra binomialmente.

Las probabilidades de los eventos de transición representados por la variable transformada (Y), llevan asociado una probabilidad de ocurrencia.

Dado que la variable transformada (Y) presenta dos posibles alternativas (0,1), la probabilidad de ocurrencia en un evento (Y=1) en una población N puede ser definida como  $\pi$ , mientras que la no ocurrencia (Y=0) será  $1-\pi$ .

A partir de una muestra tamaño n,  $\pi$  es aproximado a partir de p, de manera que:

$$E(Y) = [1 * Pr_{(Y=1)}] + [0 * Pr_{(Y=0)}] = Pr_{(Y=1)} = p$$

$$P = \pi ; E(Y) = \pi$$

Con variancia estimada:

$$E(Y^2) = [1^2 * Pr_{(Y=1)}] + [0^2 * Pr_{(Y=0)}] = Pr_{(Y=1)} = p$$

$$\text{Var}(Y) = E(Y^2) - [E(Y)]^2$$

$$\text{Var}(Y) = p - [p]^2 = p - p^2 = p(1-p) = pq$$

La cual se distribuye binomialmente según (Steel et al, 1997)

$$f(Y) = \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y}$$

$$f(Y) = \frac{n!}{y!(n-y)!} p^y (1-p)^{n-y}$$

donde: y = número de veces que ocurre Y=1

n-y = número de veces que ocurre Y = 0

n = total de individuos que conforman la muestra

El conjunto de variables explicativas se explica en el Cuadro 9. Las 11 variables explicativas corresponden a variables de carácter biofísico que representan las directrices de tipo físico natural que regulan los procesos de cambio dentro del área, para el tiempo considerado.

Cuadro 7. Variables explicativas consideradas en el análisis de cambio de uso de la tierra, para un periodo de 13 años (1987-2000).

	Variable	Unidad
X <sub>1</sub>	Uso 1987	Categoría de uso UT= (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10)
X <sub>2</sub>	Altura ✓	msnm
X <sub>3</sub>	Distancia a fuentes de agua ✓	m
X <sub>4</sub>	Geología	Clases (1,2,3,4,5,6,7)
X <sub>5</sub>	Área Prot.	Clases (1,2,3)
X <sub>6</sub>	Precipitación ✓	Lámina anual en mm
X <sub>7</sub>	Pendiente ✓	Porcentaje
X <sub>8</sub>	Incendios forestales	Binomial (0,1)
X <sub>9</sub>	Uso potencial →	Clases (3,4,6,7,8)
X <sub>10</sub>	Distancia a centros poblados ✓	m
X <sub>12</sub>	Distancia a carreteras ✓	m

La modelación de la relación de variables y respuesta categóricas en función de variables explicativas, requiere la aplicación de lo que se conoce como regresión logística (L), el cual es el logaritmo natural del chance (Odd=  $p/(1-p)$ ) de ocurrencia de alguna de las alternativas comprendidas en Y. Para el presente caso la relación con las variables explicativas se establece como sigue:

$$L = \ln \left( \frac{p}{1-p} \right) = \beta'x$$

De esta manera es posible establecer valores de probabilidad relacionados a las variables explicativas, que se encuentren restringidos al intervalo  $0 \leq p \leq 1$ , despejando p de la ecuación anterior se obtiene: (Steel et al, 1997)

$$p(x) = \frac{e^{\beta'x}}{1 + e^{\beta'x}} ; \text{ con } 0 \leq p \leq 1$$

Donde:

$p(x)$ : probabilidad estimada de las alternativas de Y (0,1)

e: base de los logaritmos naturales

x: matriz de incidencia de factores

$\beta$  : Vector de conjunto de parámetros estimados

El modelo generalizado que explica la relación entre la matriz de variables explicativas y la variable independiente que representa la dinámica de cambio de uso de la tierra, se describe como sigue:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11}$$

Donde:

Y = Valores esperados (0,1)

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$  son variables independientes

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  son coeficientes de regresión estimados para las variables consideradas.

### 3.14 Estimación y tipificación de la vulnerabilidad

Para estimar la vulnerabilidad en cada una o grupo de las comunidades evaluadas se procedió a estimar los componentes principales para cuatro conjuntos de variables: Socioeconómicas, biofísicas, institucionales y general. Las variables originales fueron estandarizadas por la fórmula:

$$Y_{ij} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)}{S_j}$$

Donde:

$Y_j$  = Variable original transformada o estandarizada

$X_{ij}$  = Valor de la observación "i" de la variable independiente "y"

$X_j$  = Promedio general de la variable "j"

$S_j$  = Variancia

Las ponderaciones se obtuvieron de los componentes principales derivados de la solución de la ecuación.

$$|R - I_\lambda| = 0$$

donde:

R = Matriz de correlaciones

$\lambda_i$  = Son raíces características ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_p$ )

Los componentes principales asociados las máximas  $\lambda_i$  se obtienen por combinaciones lineales  $y_1, y_2, \dots, y_p$ , para los coeficientes  $a_i$ .

$y_1, y_2, \dots, y_{21}$  no están correlacionadas entre sí.

Var ( $y_1$ ), var ( $y_2$ ), ..., var ( $y_p$ ) son máximos.

Los vectores de coeficientes  $a_i$  son tales que  $\sum a_i^2 = 1$ .

### 3.14 Coeficiente de vulnerabilidad

Para los fines de esta investigación se define coeficiente de vulnerabilidad como el score compuesto (SC), dado por la ecuación siguiente:

$$SC_i = \sum_{j=1}^{21} \bar{y}_{ij} a_j$$

, que es una escalar obtenida del producto de los coeficientes de

ponderación por la media general de cada variable estandarizada.

Donde:

$SC_i$  = Score compuesto

$y_{ij}$  = Media de la variable  $i$  en la comunidad  $j$ .

$a_j$  = Coeficientes del primer componente principal con la variable  $i$

Esta estimación se repiten por cada una de las variables socioeconómicas, biofísicas y institucionales.

En resumen se estimaron cuatro vectores de coeficientes, los tres primeros correspondientes a los subconjuntos de variables socioeconómicas, biofísicas e institucionales y el cuarto vector que comprende la totalidad de las variables.

Los scores compuestos correspondientes a cada comunidad y subconjuntos de variables, se agrupan en tres categorías, tomando como referencia los scores compuestos.

Cuadro 8. Categorías establecidas para la clasificación de scores compuestos.

Intervalo de Score compuesto	Categoría asociada a vulnerabilidad
< -1	Uno
-1 -----+1	Dos
>1	Tres

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Características básicas de la cuenca Jones

#### 4.1.1 Perfil demográfico de la cuenca

La población juega un papel preponderante en el comportamiento de la vulnerabilidad, tomando en consideración el impacto que este tiene sobre los recursos naturales existentes. El número promedio de miembros que componen las familias en la cuenca Jones es de 4 ( $3.88 \pm 1.90$ ) con un máximo de 9 miembros, correspondiente al 3% del total de las familias.

Los poblados se ubican en la parte media y baja de la cuenca. Las razones obedecen a la ubicación de las tierras productivas, vías de comunicación y acceso a servicios en las áreas de mayor concentración humana.

El cuadro 1a, muestra el comportamiento de la población de la cuenca a partir del año 1964. Las comunidades con mayor crecimiento poblacional corresponden a El Cajón de Jones y El Petón respectivamente. La población crece a un ritmo estimado de 88 personas por año ( $Y=87.98X+911$ ;  $R^2=0.94$ ).

La movilidad social de la población de la cuenca Jones reporta un comportamiento dinámico, considerando que buena parte de la población se encuentra fuera de sus lugares de origen, siendo su destino migratorio principal, Estados Unidos y la Capital de Guatemala.

Se le denomina población flotante a la población que ha emigrado a Estados Unidos. Se diferencia de la población que ha emigrado a la ciudad capital u otra parte de la república de Guatemala por ser una emigración de carácter temporal. Estudios desarrollados por Defensores de la Naturaleza (1998) y el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (1999), describen el fenómeno de emigración de la población de la cuenca a Estados Unidos.

El 8.28% de la población actual, ha emigrado a la ciudad capital. Este tipo de emigración tiene la característica de ser irreversible. Un total de 754 personas se encuentran actualmente en Estados Unidos, equivalente a un 20% de la población total de la cuenca. El factor causal principal de éste fenómeno es de carácter económico y su cuantificación se evalúa en la sección de ingresos.

El fenómeno migratorio dio inicios en la década de los 70, acentuándose de forma progresiva en la década de los 80 y logra su mayor intensidad luego del paso del huracán Mitch. Muchas familias quedaron sin tierras productivas, lo cual las obligó a buscar alternativas de ingreso adicionales a las actividades productivas relacionadas con la agricultura.

Las principales razones que han originado la emigración de parte de la población que habita la cuenca Estados Unidos, obedecen a factores económicos. Los sistemas productivos

locales no logran satisfacer las demandas materiales de las familias que la habitan, además la emigración a la ciudad capital no ofrece las perspectivas de desarrollo que muchas familias aspiran alcanzar.

Todas las comunidades dentro de la cuenca Jones cuentan con escuelas de educación primaria. El total de maestros es de 22, equivalente a un maestro por cada 22 alumnos. El mayor porcentaje de alumnos corresponde al primer grado de primaria, descendiendo conforme aumenta el grado académico, lo cual indica una alta repitencia, principalmente del primer año (31.3%).

El porcentaje de analfabetismo no muestra variaciones significativas en los últimos 15 años de registro. (Ver Cuadro 2a)

El censo de 1984 reporta que 21.37% de la población era analfabeta, mientras que para el año 2000 se estimó que 18.26%, con una reducción del 3.11%. Este dato se considera bajo, si se toma en cuenta que el porcentaje de analfabetismo a nivel nacional oscila en un 31%, con valores máximos de 50.3% corresponde a la región noroccidental del país. (PNUD, 2000).

Un 51% de la población carece de tierras para la producción agrícola. Dentro de la población que posee tierras (49%), el 21% de los propietarios reporta poseer bosques dentro de sus fincas, 32% de los propietarios destina parte o totalidad de la finca para la producción de granos básicos y el 29% a la producción agropecuaria, principalmente ganado vacuno. Dentro de la población que posee fincas, el 79% de las propiedades no poseen bosques, 67% de las fincas no producen granos básicos y el tamaño medio de las fincas es de 6 Has ( $5.8 \pm 8.5$ ), que se caracteriza por un régimen de propiedad minifundista. Un 57% de las fincas oscilan entre 0.07 a 2.8 Has, mientras tanto un 8% de las fincas se encuentran en rangos de 2.87 a 7 Has, mientras que el número de fincas con áreas mayores corresponde un 13%. (Ver anexo 3a)

Existen 2817 Has de propiedad privada que corresponden al 49% de la población. Mientras un 51% de la población carece de tierras. Desde la perspectiva de manejo de cuenca es evidente que tenencia de la tierra puede influir en el manejo de sistemas productivos, ocupación y fuentes de ingreso para las familias.

En una zona con suelos con vocación eminentemente forestal como corresponde a gran parte de los suelos de la cuenca Jones y con una población en constante crecimiento, los efectos derivados de la alta concentración de la tierra con vocación agrícola, en un porcentaje reducido de la población, constituye una de las causas principales que originan los altos índices de presión de uso sobre la tierra.

Respecto a la densidad de población, la comunidad El Peton reporta el mayor número de habitantes por hectárea (108.2), mientras que las ocho comunidades restantes presentan una densidad urbana de población similar (entre 16.18 y 48.9 habitantes/Ha).

#### 4.1.2 Perfil económico de la cuenca

La ocupación de la población dentro de la cuenca Jones es variada, tomando en consideración que una familia se integra de personas de distintos miembros, especialización, edad y oportunidad de acceso a los bienes de producción.

Familias que practican la agricultura combinada con otras actividades adicionales es predominante en la zona con un 48.33% de la población total de la cuenca, siendo la principal actividad adicional, el trabajo temporal de alguno de sus miembros en Estados Unidos. El comercio en combinación con otras actividades, principalmente asalariado temporal en Estados Unidos, corresponde al 20.84% de los ingresos estimados. Familias que reportan miembros con ocupación permanentes (asalariados), combinado con otras actividades, corresponde a un 6.66% del total de las familias, y las familias que dependen en su totalidad de oportunidades de empleo en Estados Unidos corresponde a un 6.67%, mientras que familias que desarrollan actividades múltiples se presentan con porcentajes mínimos (5.83% de las familias).

Cuadro 9. Ocupación de la población de la cuenca Jones, Guatemala.

Ocupación de los pobladores	%
Agricultura + otras actividades	48.33
Comercio + otras actividades	20.84
Asalariado + otras actividades	6.66
Asalariado en USA	6.67
Jornalero	11.67
Ocupaciones múltiples	5.83
<b>Total</b>	<b>100</b>

#### 4.1.3 Ingresos de la cuenca

El ingreso total estimado es de US\$.4852226.86, de los cuales 69% provienen de remesas de la población flotante de la cuenca. En orden de importancia los ingresos por ganadería representan el 11.23% y los ingresos por concepto del comercio, un 8.06% de los ingresos totales, respectivamente. Es evidente que la economía de las familias en la cuenca presenta fuerte dependencia de las remesas que familiares envían de los Estados Unidos.

Cuadro 10. Rubros de ingresos económicos en la cuenca Jones.

Rubro	Monto en Q.	Monto en US\$.	%
Granos	1115003.69	142949.19	2.95
Pastos	4250525.79	544939.20	11.23
USA	26095680.00	3345600.00	68.95
Comercio	3050400.00	391076.92	8.06
Asalariado	1918800.00	246000.00	5.07
Jornalero	1416960.00	181661.54	3.74
<b>Total</b>	<b>37847369.48</b>	<b>4852226.86</b>	<b>100.00</b>



Un 24.17% de la población percibe salarios mínimos anuales que oscilan entre uno y cuatro, mientras que un 60% de la población se ubica por debajo de seis salarios mínimos. Este comportamiento indica que las condiciones económicas de gran parte de la población (>40%), presenta alta capacidad de respuesta económica, ante un eventual desastre.

El promedio de ingresos mínimos por familia dentro de la cuenca corresponde a  $4.31 \pm 3.51$ , salarios mínimos anuales por familia.

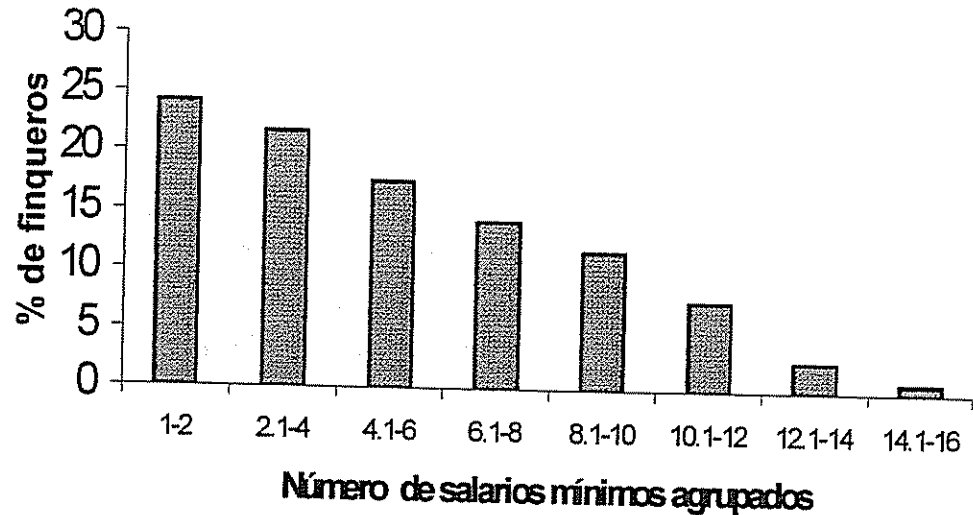


Figura 4. Ingresos anuales en salarios mínimos por familia

## 4.2 Perfil físico

### 4.2.1 Perfil de la vivienda como factor de vulnerabilidad

Los tipos de construcción predominantes corresponden a casas con techo de lámina, pared de block y piso de cemento correspondiente a un 38.33% del total de habitaciones; pared de adobe, techos de lámina, pisos de cemento con un 18.33%; techo de lámina, pared de adobe y piso de cemento con un 15.83%; mientras el resto de construcción se encuentran con porcentajes mínimos.

La calidad de las viviendas de las familias en las comunidades de Jones, se determinó que un 11% de la población presenta altos índices de calidad de viviendas, un 54% de la población presenta índices de calidad de vivienda aceptables, mientras que en término medio se ubica un 32% de la población y solamente un 3% de la población presenta características asociadas a viviendas de mala calidad

Cuadro 11. Ubicación de las habitaciones existentes en la cuenca Jones respecto al cauce del río y relieve.

Ubicación	(%)
Construcción en zona plana (pendiente <5%) sin amenaza aparente del río	59.2
Construcción en sitio plano en zona con relieve de alta pendiente (>20%)	22.5
Construcción en relleno y relieve con alta pendiente (>30%)	15.8
Construcción en área cercana al río	2.5

Una de las características que contribuye al riesgo de las comunidades a sufrir daños por eventos extremos del río Jones, es su cercanía al mismo. Un 59.2% de la población ubica sus habitaciones en zonas con relieve plano, correspondiente a las comunidades que se ubican en la parte baja de la cuenca (Jesús María, Jumuzna, Pata Galana y Llano Verde principalmente). Mientras tanto un 22.5% se ubica en zonas con altas pendientes (>20%), mientras un 15.8% se ubica en relieves con alta pendiente pero con una característica adicional, las habitaciones están asentadas en áreas de relleno. Este comportamiento es típico de las comunidades de El Petón, El Cajón de Jones, Jones y La Espinilla.

#### 4.2.2 Características de los Suelos

Las características de los suelos corresponden a suelos con vocación forestal. Un 94.18% del área esta comprendida entre las clases de suelo VI y VIII. Categorías caracterizadas por poseer relieves de alta pendiente, no mecanizables, mientras que un 7.19% de los suelos corresponden a suelos clase III y IV respectivamente. (Ver anexo 4a)

Las principales categorías de uso actual de los suelos corresponden al pastoreo extensivo (24.24%), mientras que el bosque de pino ralo constituye el 14.6% del área y los bosques latifoliados constituyen el 15.2% del total de área correspondiente a la cuenca. Un total de 5603.37 Has están cubiertas por algún tipo de bosque, equivalente a un 58.79% del área total de la cuenca. Gran parte de las unidades de finca se encuentran en condiciones de máxima presión de uso, equivalente a un 61.02% de las unidades productivas. Mientras tanto solamente un 15.65% corresponde a unidades de finca con presión de uso relativamente bajo. Las fincas con los valores bajos corresponden a fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca y las que poseen extensiones de bosque espinoso.

En la parte baja de la cuenca se ubican los suelos con características favorables para el establecimiento de sistemas de producción agrícola intensivos, dado sus características de pendiente, profundidad de suelos, fertilidad y acceso. Adicionalmente en los suelos de la parte baja de la cuenca se distribuye una red de canales de riego, los cuales son utilizados durante todo el año, con mayor intensidad durante las épocas secas del año.

Gran parte de los suelos productivos de la cuenca fueron afectadas por las inundaciones causadas por el paso del huracán Mitch en 1998. El total de tierras dañadas a causa del desprendimiento masivo de tierra en las partes altas y el asolvamiento en la parte baja de la cuenca corresponde a 246 Has, equivalentes al 2.5% del área total de la cuenca.

#### 4.2.3 Geología

La formación San Agustín es predominante dentro de la cuenca, con un área de 6436.87 Has, correspondiente a un 67.86% de la cuenca. Presenta la característica de estar formado por gneis granítico cataclástico.

El cuadro 6a, muestra que la formación Jones constituye un área de 1898 Has correspondientes al 19.92% del área de la cuenca y se caracteriza por estar constituida por filita y esquistos micáceos, amfibolita y mármol.

En la parte baja de la cuenca predomina la formación aluvión (4%). Esta formación geológica tiene la característica de haber sido formada por sedimentos arrastrados de las partes altas de la cuenca. (IGN, 1976)

De un total de 9 comunidades existentes en la cuenca, 5 comunidades se encuentran en la formación aluvión, zona donde se desarrolla la mayor actividad productiva de la cuenca y la mayor concentración población.

Las comunidades de El Cajón, Jones y La Espinilla se ubican en la formación Jones y San Agustín, respectivamente. En esta zona se ubican fallas de empuje que indican la existencia de movimiento geológico, lo cual incrementa el nivel de riesgo de la población existente.

#### 4.3 Indices de opinión de los Joneños respecto a conservación de recursos naturales

Existe un elevado desconocimiento sobre los mecanismos de funcionamiento y medidas de prevención respecto a los eventos extremos como inundaciones y terremotos. Un 60% de la población considera que no es posible tomar medidas que disminuya los efectos que éstos fenómenos tienen sobre la población afectada.

Respecto a la necesidad de conservar la parte alta de la cuenca como área protegida a fin de garantizar la producción de agua que consumen, un 71.7% de la población respondió afirmativamente. Gran parte de la población percibe como el principal beneficio que reciben de los bosques existentes en la parte alta, no así que éstos tengan una relación directa en las inundaciones que puede causar el río en caso de precipitaciones extremas.

La participación de la población en eventos relacionados con conservación de los recursos naturales es muy baja si se considera que solo un 32.5% de la población adulta ha participado

alguna vez en este tipo de eventos. Similar comportamiento presenta la participación en eventos relacionados con prevención de desastres naturales, tan solo un 17.5% ha participado en esta clase de eventos. Sin embargo un 91.7% de la población muestra inquietud por conocer sobre aspectos relacionados con los recursos naturales y como estos influyen en sus vidas.

Se determinó que un 43.3% de la población considera que las campañas de prevención y control de incendios no están surtiendo efectos positivos, consideran que la incidencia de incendios continúa como siempre y que por lo tanto deben establecerse otros mecanismos de control, pudiendo ser de tipo legal, principalmente.

La población considera que quemar el sotobosque de pino, como una necesidad para regenerar los pastos naturales, es de 36.7%. El principal argumento que justifica su actitud radica en las consecuencias que la acumulación masiva de combustible podría tener en un eventual incendio, años posteriores de suspenderse la práctica.

En el Cuadro 12 se presentan los índices de opinión o probabilidad estimada por las 2<sup>o</sup> posibles combinaciones de respuestas de sí y no, a las preguntas formuladas sobre actitud frente al riesgo. El índice promedio ( $\hat{p}$ ) corresponde a 0.54, con un promedio de 3 preguntas afirmativas de un total de 6 posibles.

Cuadro 12. Índice de opinión o probabilidad estimada ( $\hat{p}=0.54$ ) y esperado ( $p=0.50$ )

No. Resp. Positivas	Frecuencia observada		Frecuencia teorica	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
0	3	0.03	2	0.0166
1	13	0.11	11	0.097
2	20	0.17	28	0.2333
3	29	0.24	38	0.317
4	31	0.26	28	0.233
5	19	0.16	11	0.097
6	5	0.04	2	0.0166
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>1.00</b>	<b>120</b>	<b>1.000</b>
	$\binom{6}{y} 0.54^y (0.46)^{6-y}$		$f(y) = \binom{6}{y} 0.5^y (0.5)^{6-y}$	$\chi^2 = 0.2794^* (NS)$

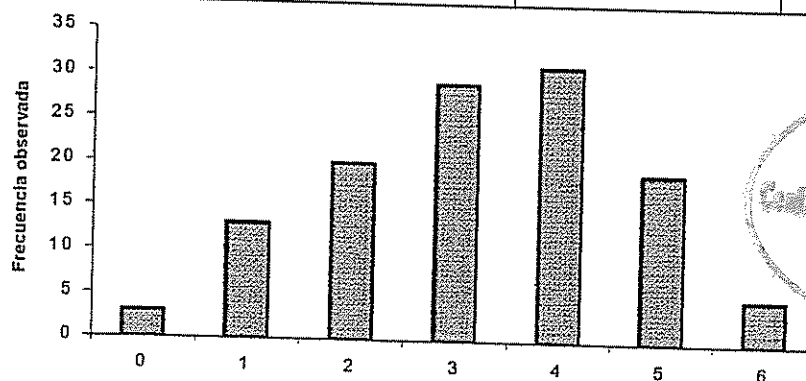


Figura 5. Número de respuestas positivas (si)



Los índices de opinión indican que al menos un 55% de la población esta dispuesta a participar activamente en programas de conservación de recursos naturales. Sin embargo la poca participación en eventos similares observados, obedece a los mecanismos utilizados para interesar e involucrar a la población.

Las comunidades que presentan los índices de opinión favorable corresponden a Jumuzna y Jesús María, mientras que los índices menos favorables corresponden a las comunidades de Llano Verde, Pata Galana y El Cajón respectivamente.

#### 4.4 Perfil institucional

##### 4.4.1 Tipología y régimen de propiedad de la cuenca Jones

Según el Cuadro 10, Un total de 2984 Has corresponden a fincas que amparan su propiedad con escrituras publicas, correspondiente a un 31.32% del total de la cuenca. Mientras que la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas es ligeramente superior del área corresponde a propiedades amparadas con escrituras registradas ante la propiedad inmueble y áreas comunitarias.

Cuadro 13. Tipología de manejo de la cuenca Jones

Régimen de propiedad	Porcentaje del área	Área (Ha)
Escritura pública	31.32	2984.796
Zona núcleo de área protegida	34.68	3305.004
Área comunitaria	24.44	2329.132
Escritura registrada	9.57	912.021

Fuente: CATIE-ESPREDDE 2001. Enriquecida por encuesta del autor.

##### 4.4.2 Presencia institucional

El Ministerio de Educación a través de las escuelas rurales y los institutos de educación básica constituye el organismo estatal con mayor presencia en la zona. Las nueve comunidades que comprende la cuenca Jones cuentan con maestros de educación primaria, dos comunidades (Jones y la Espinilla) con centro de educación básica y un colegio privado que opera en la comunidad de Llano Verde.

El Ministerio de Agricultura posee escasa participación en el proceso de desarrollo de sistemas de producción agrícola. Lo anterior se evidencia en los constantes cambios en los sistemas productivos existentes en la cuenca, teniendo como denominador común la falta de asistencia técnica en el proceso de producción y comercialización de sus productos.

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) delegó a la organización no gubernamental Defensores de la Naturaleza, la responsabilidad de administrar la parte alta de la cuenca que corresponde a la zona núcleo y zona de amortiguamiento de la Reserva de Biósfera

Sierra de las Minas. ONG que inició su presencia a inicios de la década de los 90, enmarcando sus actividades dentro de política de desarrollo del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.

El Instituto Nacional de Bosques tiene como jurisdicción la parte baja de la cuenca, desarrollando actividades principalmente de control y prevención de incendios forestales, además de promover la política de incentivos forestales. Sin embargo problemas como la legalización de la tierra impiden el establecimiento de un desarrollo forestal en el área.

Las Secretarías de Desarrollo Social a través del Fondo Nacional para la Paz y Fondo de Inversión social inicia operaciones a partir del año 1996 de manera centralizada. A pesar de contar recientemente con sedes regionales sus funciones se limitan al monitoreo de las obras construidas.

Los consejos de desarrollo departamental y corporaciones municipales constituyen las organizaciones estatales de mayor representatividad en el área rural. Estos a través de distintas organizaciones rurales representadas por los comités de desarrollo, u otra organización de desarrollo particular debe estar amparada por una de estas entidades para gestionar cualquier solicitud a entidades gubernamentales y no gubernamentales, incluyendo las municipalidades y consejos de desarrollo.

El Comité Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) es la encargada de mitigar y prevenir los desastres naturales, secretaria de la presidencia de la república que estableció su sede regional en Zacapa luego de los daños ocasionados por huracán Mitch en 1998. Ha promovido el establecimiento de sistemas de alerta temprana y comités de emergencia en las comunidades con mayor riesgo de ocurrencia de desastre por inundaciones. (Ver cuadro 7a)

#### 4.4.3 Factores limitantes

A pesar de la existencia de distintas instituciones con diferentes funciones dentro del Estado, pero no siempre bien dotadas, impiden un desarrollo mas seguro de la cuenca. Indicadores como reducidos presupuestos, carencia de programas de trabajo a largo plazo, altos niveles de analfabetismo, dificultad en las obras de rehabilitación post-Mitch, son solo algunos que demuestran que el marco institucional existente presenta dificultades para el logro de los objetivos superiores. Los factores que limitan el logro pleno de los objetivos de las instituciones con presencia en el área, constituyen según la presente investigación lo que pudieramos llamar vulnerabilidad institucional.

Conceptualizando la vulnerabilidad institucional como un componente de la vulnerabilidad global, se parte de la premisa que el Estado debe cumplir con su deber constitucional de lograr el bien común de los habitantes, garantizando la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona (Artículo 1 y 3 Constitución

Política de la República de Guatemala). En orden de importancia los factores que limitan el logro de los objetivos o cumplimiento del deber, se describen como sigue:

**Presupuesto.** Este constituye el factor de mayor relieve, los recursos requeridos para superar los problemas que competen a cada institución va mas alla del mandato y capacidad instalada de las instituciones presentes en el área. Los presupuestos asignados no satisfacen las demandas y en muchos de los casos solamente cubren gastos de mantenimiento.

Los resultados obtenidos indican que del total del presupuesto correspondiente a la cuenca Jones para el año 2001 (US\$240,659.20), un 91.62%, equivalentes a US\$.220,482.38 corresponden a proyectos relacionados con infraestructura y de desarrollo social. Mientras tanto solamente un 8.38% (US\$20,176.70) corresponde al sector de administración de recursos naturales y actividades relacionadas con prevención y reducción de desastres. (Ver anexo 10a)

**Centralización administrativa y técnica.** Solamente las municipalidades y los consejos de desarrollo urbano y rural cuentan con presupuestos descentralizados, además de independencia en las disposiciones técnicas. Las demas instituciones con presencia en la cuenca, dependen de las disposiciones administrativas emanadas de las sedes centrales.

La centralización técnica y administrativa tiene uno de sus efectos principales en la credibilidad que las instituciones poseen en las comunidades de influencia, tomando en cuenta que muchos de los compromisos adquiridos se ven truncados por la falta de capacidad de respuesta.

**Credibilidad institucional.** Las razones de la falta de credibilidad institucional de las comunidades de influencia son múltiples, sin embargo los resultados obtenidos ponen énfasis en la falta de autonomía y descentralización de las actividades.

**Logística y coordinación interinstitucional.** Factores asociados a la falta de equipo para desarrollar eficientemente el trabajo asignado es otro de los factores que afecta el funcionamiento de las instituciones que operan en el área. Este comportamiento obedece a la fuerte dependencia de proyectos de financiamiento externo para el fortalecimiento logístico.

La falta de coordinación entre las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, repercute en la falta de eficiencia de los recursos asignados, genera competencia interinstitucional, además de duplicación de esfuerzos. Las razones que favorecen este comportamiento, radican en aspectos de carácter legal. Muchas leyes han sido emitidas sin una verdadera delimitación territorial y administrativa. Un ejemplo que tipifica este factor, lo constituye la creación de los decretos 4-89 que crea el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), dependencia de la presidencia de la república; el Instituto Nacional de Bosques (decreto 101-96), dependencia del Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Medio Ambiente.

Como un último factor, se considera la política laboral que el Estado de Guatemala y las organizaciones no gubernamentales han impuesto paulatinamente, consistente en contratación de personal de manera temporal. Este factor tiene su importancia si se considera que la permanencia prolongada de personal bajo sistemas administrativos que fomenten la eficiencia, favorece el proceso de enseñanza generada por la experiencia. (Ver anexo 6a)

#### **4.4.5 Organización comunitaria**

La organización existente en las comunidades que comprende la cuenca Jones se limitan en su gran mayoría a la existencia de comités pro-mejoramiento, excepto las comunidades de Mal Paso y El Petón que cuentan con organizaciones adicionales.

La característica principal de los comités pro-mejoramiento es contar con un presidente, secretario, tesoreros y vocales, son los encargados de coordinar los proyectos relacionados con el desarrollo de su comunidad. En comunidades como El Petón se designa un comité para cada actividad específica de desarrollo, sin embargo en la mayor parte de las comunidades el comité pro-mejoramiento debe asumir la coordinación de todos los proyectos de desarrollo para su comunidad.

Otra de las características observadas en los comités pro-mejoramiento es la permanencia consecutiva de sus dirigentes. Las razones obedecen a la falta de voluntad de la población en asumir una actitud participativa en los procesos de desarrollo y a un marcado paternalismo de las instituciones.

En materia de desastres naturales solamente se observan comités de emergencia formados en las comunidades de Mal Paso y El Petón, mientras que sistemas de alerta temprana existen luego del paso del huracán Mitch en las comunidades de El Cajón, Jones y Pata Galana. Los sistemas de alerta temprana consisten principalmente en un radio instalado en un punto particular de la comunidad, el cual no cuenta con un sistema de comunicación intercomunitaria que permita la transmisión eficiente entre sus habitantes. (Ver anexo 9a)

### **4.5 Relaciones múltiples entre conjuntos de variables**

#### **4.5.1 Relación entre variables biofísicas y socioeconómicas**

Las características socioeconómicas están conformadas por un conjunto de variables que incluye el índice de opinión asociado con actividades de conservación de los recursos naturales, demografía, movilidad social y actividades productivas de la población dentro de la cuenca.

El conjunto de variables asociadas a características biofísicas de la cuenca, esta conformada por el índice de presión de uso, calidad de las viviendas, uso potencial del suelo, densidad poblacional, normal de precipitación pluvial, normal de temperatura, pérdidas ocasionadas por el huracán Mitch y pendiente.



El conjunto de variables socioeconómicas esta representado por el vector canónico "v" y el conjunto de variables biofísicas por el vector canónico "w". La correlación entre los dos vectores ("v" y "w"), es máxima y recibe el nombre de correlación canónica.

Los coeficientes de cada variable, dentro de la ecuación canónica, representa la ponderación para la combinación de variables; que de hecho se utiliza la técnica para resumir los datos.

La correlación canónica existente entre el primer par de vectores canónicos formados por el conjunto de variables socioeconómicas y variables biofísicas, corresponde a un valor cercano a uno. Este valor indica una fuerte relación entre el conjunto de variables biofísicas representados por el vector "v" con el conjunto de variables socioeconómicas representado por el vector w.

Los coeficientes de la primera variable canónica (vector canónico v), asociada a la máxima raíz característica de la matriz de variables biofísicas esta representado por la siguiente ecuación:

$$1000V_1 = 0.1145ipu + 0.37iv - 26.8dp - 0.044up + 0.014uvi - 0.011ptm - 6.7h + 120.6zv + 27pp + 2093.5tp + 566.5m$$

donde:

1000= Constante

$V_1$ = Primer vector canónico

ipu= Índice de presión de uso

iv= Calidad de vivienda

dp= Densidad poblacional

up= Uso potencial de los suelos

uvi= Ubicación de las viviendas

ptm= Pérdida de tierras ocasionadas por el huracán Mitch

h= Altura sobre el nivel del mar

zv= Zona de vida

pp= Normal de precipitación

tp= Normal de temperatura

m = Pendiente

Los coeficientes de la segunda variable canónica (vector canónico w), asociada a la máxima raíz característica de la matriz de variables socioeconómicas esta representado por la siguiente ecuación:

$$1000W = -0.063op + 0.11opes + 0.006tf + 0.03mf + 0.079migu + 0.089mg + 0.015ocu + 0.7181tcp + 6.67ppe + 3 \cdot 10^{-6}iea$$

donde:

1000= Constante

W= Primer vector canónico

op= Opinión optimista de conservación

opes= Opinión pesimista de conservación

tf= Tamaño de las unidades productivas

mf= Miembros que conforman la familia

migu= Migración a Estados Unidos

mg = Migración a la ciudad capital

ocu = Ocupación

tcp= Tasa de crecimiento poblacional

ppe= Porcentaje de población escolar

iea= Ingresos económicos anuales

Los mayores coeficientes dentro de la ecuación, son pesos del conjunto de variables biofísicas, representado por el vector "v", muestran predominio en su conformación por parte de las variables correspondientes a pendiente, zona de vida, normal de temperatura, normal de precipitación pluvial, altura sobre el nivel del mar e índice de presión de uso del suelo.

Los coeficientes correspondientes al vector canónico del conjunto de variables socioeconómicas muestran predominio en su conformación por parte de las variables correspondientes a porcentaje de población escolar, tasa de crecimiento poblacional y la movilidad social.

#### 4.5.2 Relación canónica entre variables socioeconómicas e institucionales

Las variables asociadas a las características institucionales corresponden a tipología de manejo de la cuenca y el estatus legal de las fincas que poseen. Este conjunto de variables institucionales esta representado en el análisis de correlación canónica por el vector canónico "u".

La descripción del conjunto de variables que conforman el vector canónico institucional se omite en el presente acápite por haber sido descritas en la sección 4.1.1.

La correlación canónica existente entre el primer par de variables canónicas, correspondiente al conjunto de variables institucionales (representado por el vector "u") y el conjunto de variables socioeconómicas (representadas por el vector "w" es 0.80, valor que se considera significativo.

Los coeficientes de la primera variable canónica  $w_1$  (vector canónico), asociada a la máxima raíz características de la matriz R de variables socioeconómicas esta representada por la siguiente ecuación:

$$1000 W = -565.4op + 157.5opes + 13tf - 84mf - 127migu - 83.78mg + 35.29ocu + 424tcp - 295ppe + 5809iea$$

Los coeficientes de la segunda variable canónica (vector canónico u), asociados a la máxima raíz característica de la matriz de variables institucionales esta representada por la ecuación siguiente:

$$1000U = 2191.2tm + 40.2elp$$

Donde:

1000 = constante

U= Vector canónico

tm = tipología de manejo

elp = estatus legal de la propiedad

El valor de los coeficientes que conforman el vector canónico correspondiente al conjunto de variables socioeconómicas, esta predominada por ingresos promedio de las familias, porcentaje de población escolar, índice de opinión respecto a actividades de conservación de recursos naturales y movilidad social. Los coeficientes correspondientes al vector canónico representado por el conjunto de variables institucionales, muestra predominio de la tipología de manejo dentro de la cuenca.

#### 4.5.3 Relación entre variables Biofísicas e institucionales

El conjunto de variables biofísicos está representado por el vector canónico "v" y el conjunto de variables institucionales esta representado por el vector canónico "u". La descripción de las variables que conforman cada conjunto de variables se describe en las secciones 4.1.1 y 4.1.2 respectivamente.

La correlación canónica existente entre el primer par de variables canónicas para los grupos de variables considerados corresponde a un valor de 0.99. Valor considerado altamente significativo.

Los coeficientes del primer vector canónico asociado a la máxima raíz característica de la matriz de variables biofísicos esta representado por la siguiente ecuación:

$$1000V = 10.75ipu - 38iv + 54.82dp - 0.199up - 0.19uvi + 0.2ptm - 0.558h + 419.2zv + 10pp + 210.9tp + 3.6m$$

Vector con coeficientes de variables institucionales:

$$1000U = -2130tm + 19.28elp$$

En el vector conformado por el conjunto de variables biofísicas existe predominancia en su conformación, por parte del índice de presión de uso, zona de vida, calidad de vivienda, densidad poblacional, pendiente y precipitación promedio anual.

Los coeficientes correspondientes al vector canónico, conformado por el conjunto de variables institucionales muestran una predominancia de la tipología de manejo.

La existencia de un índice de correlación canónica entre los grupos de variables consideradas es altamente significativa (0.99). El índice de redundancia entre el conjunto de variables biofísicas, representado por el vector "v" y el conjunto de variables institucionales representado por el vector "u", corresponde a un valor de 0.3122. El índice de redundancia indica que el 30.36% de la variabilidad total contenida en el vector que agrupa las variables biofísicas, es redundante en la variancia del vector conformado por el conjunto de las variables institucionales.

#### 4.6 Dinámica del uso de la tierra en la cuenca Jones

El comportamiento de las masas probabilísticas de cambio de uso de la tierra en el área que comprende la cuenca Jones, durante un periodo de 13 años (1987-2000), muestra significativa inestabilidad en varias de las categorías de uso evaluadas, principalmente de las áreas de bosque contiguas al cauce de los ríos existentes en la cuenca.

El Cuadro 11 presenta las probabilidades de transición de las 10 categorías de uso consideradas, incluyendo dentro de las probabilidades, la conservación original la categoría como tal.

Las categorías de uso del suelo con mayor estabilidad representada por la diagonal de la matriz de probabilidades de transición, corresponden a los bosques latifoliados, ubicados en la parte alta de la cuenca, dentro de la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Esta tendencia puede atribuirse a factores normativos derivados de creación del área protegida en el año 1990, designando la parte alta de la cuenca como zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

La categoría de uso del suelo que presentó mayor inestabilidad para el periodo de tiempo evaluado, corresponde al bosque de galería. Corresponde a los máximos valores de probabilidades de transición, principalmente a suelo degradado. Comportamiento influenciado por los daños ocasionados por las intensas lluvias durante el paso del huracán Mitch en 1998. Las probabilidades de transición revelan que a pesar de la existencia de bosques contiguo al cauce del río, estos no contribuyen de forma significativa en la protección de los suelos, ante la ocurrencia de intensidades de lluvia consideradas extremas. En la parte baja de la cuenca, los daños a los suelos se incrementaron en comparación a las partes medias y altas de la cuenca, afectando principalmente las áreas agrícolas y ganaderas establecidas. En la parte media y baja de la cuenca, se encuentra establecido el sistema de riego por gravedad que cubre áreas destinadas al cultivo de pastos para la alimentación de ganado vacuno. Estas áreas sufrieron una transición de uso durante el periodo evaluado, principalmente a áreas urbanas, áreas agrícolas y en mayor proporción a suelos degradados.

El bosque seco muestra una relativa estabilidad en comparación al resto de las categorías evaluadas. Este comportamiento podría estar influenciado por el riesgo que representa cultivar en áreas de alta pendiente y déficits hídricos durante la estación lluviosa. La tendencia de cambio para esta categoría de uso corresponde a pastoreo extensivo y pequeñas áreas destinadas a la producción agrícola, principalmente de granos básicos.

Cuadro 14: Probabilidades de transición de uso de la tierra para el periodo 1987-2000.

Utj(2000)		BG	PBR	BS	AU	AA	PE	BDP	BPR	LA	SD	P <sub>i+</sub>
Uti		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Π
1	BG	0.20	0.11	0.00	0.04	0.06	0.26	0.00	0.00	0.00	0.33	1.00
	PBR	0.01	0.69	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	1.00
	BS	0.00	0.00	0.58	0.00	0.15	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	AU	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
	AA	0.00	0.03	0.01	0.02	0.40	0.48	0.03	0.00	0.00	0.03	1.00
	PE	0.00	0.00	0.07	0.04	0.02	0.84	0.00	0.00	0.00	0.04	1.00
	BDP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.18	0.52	0.21	0.00	0.02	1.00
	BPR	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.25	0.24	0.42	0.00	0.04	1.00
	LA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	0.00	0.00	0.80	0.00	1.00
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Fotografías aéreas para los años 1987-2000

Donde:

BG: Bosque de galería

PBR: Pasto bajo riego (Área ganadera)

BS: Bosque seco

AA: Área agrícola

AU: Área urbana

PE: Pastoreo extensivo

BDP: Bosque de pino

BPR: Bosque de pino ralo

LA: Bosque de latifoliadas

SD: Suelo degradado

El área destinada al uso urbano muestra completa estabilidad de uso para el periodo evaluado. A pesar de haber sido afectada durante las crecidas del río Jones durante el paso del huracán Mitch, no se observaron cambios significativos. El comportamiento observado obedece a la resolución de las fotografías aéreas para el periodo de tiempo evaluado (1987-2000). La resolución de las fotografías (1:60000 y 1:40000 respectivamente), no permiten visualizar la existencia de habitaciones a las orillas del río, considerando que para el periodo evaluado, la rivera de la parte baja del río Jones estaba cubierta por bosques de galería.

La actividad agrícola constituye la segunda categoría de uso con mayor inestabilidad dentro del conjunto de las 10 categorías de uso evaluadas. Las características asociadas a los sistemas de producción agrícola establecidos en las partes media y alta de la cuenca puede ser una de las causas que favorecen la transición de uso de los suelos. En esta área se encuentran la mayor parte de los cultivos de granos básicos, caracterizados por ubicarse en suelos de vocación forestal y una pobre asistencia técnica.

Existen factores adicionales que favorecen los cambios de categoría de uso agrícola a cualesquiera de las otras categorías evaluadas. Los bosques ubicados en parte media y alta de la cuenca corresponden al régimen de propiedad comunitaria, lo cual dificulta la delimitación de responsabilidades, tanto para la población considerada "propietarios" como para las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales existentes en la cuenca.

Las áreas consideradas de pastoreo extensivo muestran una estabilidad significativa respecto a las demás categorías de uso. Este comportamiento es razonable tomando en

consideración que las áreas destinadas a la agricultura muestran una tendencia natural a la recuperación. Sin embargo es común que paralelo al proceso de recuperación del ecosistema se someta el área a un pastoreo extensivo, principalmente durante la época lluviosa.

Dado la escasez de tierras con vocación agrícola y la necesidad de establecer las unidades productivas en áreas no aptas para cultivo, es común observar la reincidencia de cultivos en áreas en proceso de recuperación. Este comportamiento es influenciado por factores normativos asociados a la creación del área protegida que abarca las partes media y alta de la cuenca.

Las áreas de bosque latifoliado existentes en la parte alta de la cuenca, muestran los mayores indicadores de estabilidad dentro del total de las categorías de bosque. Los cambios de uso observados en esta categoría, muestran una tendencia hacia áreas destinadas al pastoreo extensivo y en menor escala al uso agrícola.

A pesar de la ausencia de aprovechamientos comerciales de madera en la cuenca para el periodo de tiempo evaluado, las zonas cubiertas de bosques de pino mostraron una probabilidad de cambio significativo hacia zonas cubiertas por pino ralo. La información proporcionada por la entidad encargada de la administración de la Reserva de Biosfera Sierra de las minas (Defensores de la Naturaleza), indica que durante los últimos 4 años de registro de incendios forestales, un 11% del total del área de cuenca reporta incendios de manera consecutiva para el periodo de tiempo evaluado, mientras las áreas que al menos una vez ha registrado incendios forestales, durante el mismo periodo, corresponde a 4552 Has, equivalentes al 51% de la cuenca.

La tendencia a abandonar las prácticas agrícolas como la principal actividad productiva de la población, es favorecida por la emigración de la población joven hacia los Estados Unidos, como una alternativa de desarrollo personal, entre otros factores previamente descritos. Las categorías de mayor intervención en función de área corresponden a los bosques de pino, bosque latifoliado, bosque seco y bosques de galería respectivamente. Mientras que las categorías de uso urbano y pastos bajo riego, corresponden a las categorías de uso de mayor estabilidad en función del área original.

#### **4.6.1 Estimación de áreas de transición a partir de Markov**

Como una metodología predictiva de la transición o cambios de área, se aplicó la probabilidad condicional como coeficiente de cambio para obtener las áreas estimadas correspondientes a cada cambio. Las áreas estimadas a partir de las cadenas de Markov (Cuadro 12), fueron utilizadas como variables independientes (x) y las áreas calculadas por procedimientos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como variable dependiente (Cuadro 13).

Cuadro 15. Áreas estimadas a partir de las probabilidades de Markov

Area	U <sub>i</sub>	AÑO 2000										
		AAGR	AUR	BODG	BODP	BODPR	BOSSE	LATI	PASBR	PASEX	DEGR	
1023	AAGR	410.4	21.32	0	31.98	0	10.66	0	26.65	490.3	31.97	1023
37	AUR	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	37
334.3	BODG	19.1	14.33	66.86	0	0	0	0	38.21	85.97	109.84	334.3
3448	BODP	210.8	0	0	1808	740.1	0	0	0	609	79.63	3448
467.6	BODPR	0	26.47	0	110.3	194.1	0	0	0	119.1	17.64	467.6
601.4	BOSSE	92.86	0	0	0	0	349.3	0	0	159.2	0	601.4
1987	LATI	54.27	0	0	0	0	0	1590.6	0	334	8.34	1987
370.4	PASBR	9.621	14.43	4.81	0	0	0	0	254.9	0	86.58	370.4
1146	PASEXT	23.27	40.72	0	0	0	75.63	0	0	965.7	40.72	1146
9415	TOTAL	820.3	154.3	71.67	1950	934.2	435.6	1590.6	319.8	2763	374.76	9415

Fuente: Fotografías aéreas de los años 1987-2000

Cuadro 16. Áreas (Has) para los cambios de uso de la tierra en distintas categorías, durante el periodo 1987-2000, estimado de forma directa (SIG).

Áreas	Utj (2000)	Año 2000										SD	Pi +
		AAGR	AUR	BODG	BODP	BODPR	BOSSE	LATI	PASB E	PASEX	SD		
1987	(U <sub>ii</sub> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1023	AAGR	384.3	15.43	0	82.18	22.13	16.55	19.78	12.33	472.6	19.51	1044.81	
37	AUR	0	27.84	0	0	0	0.88	0	0	0	1.4	30.12	
334.3	BODG	9.42	33.47	79.23	0	0	0	0	27.86	110.1	72.31	332.39	
3448	BODP	211.93	0	0	1703.5	950.59	0	0	0	575.98	3.93	3445.93	
467.6	BODPR	0	1.83	0	120.42	229.56	0	0	0	111.91	3.81	467.53	
601.4	BOSSE	79.8	6.5	0	0	0	365.69	0	89.48	47.44	3.2	592.11	
1987	LATI	72.22	0	0	0	0	0	1610.3	0	303.7	0	1986.22	
370.4	PASBER	4.18	20.05	10.1	0	0	0	0	277.2	0	59.54	371.07	
1146	PASEXT	21.79	34.57	40.22	17.97	172	51	0	10.65	772	24.62	1144.82	
	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9415		783.64	139.69	129.55	1924.07	1374.28	434.12	1630.08	417.52	2393.73	188.32	9415	

Referencias:

AAGR: Áreas agrícola

AUR: Área urbana

BODG: Bosque de galería

BODP: Bosque de pino

BODPR: Bosque de pino ralo

BOSSE: Bosque seco

LATI: Bosque de latifoliada

PASBER: Pastoreo bajo riego

PASEXT: Pastoreo extensivo

La relación entre ambos resultados, indica el carácter predictivo de  $R^2 = 0.98$  entre área estimada y observada y el coeficiente de regresión  $dy/dx=0.97$ , indica que 97% de las áreas estimadas por medio de las probabilidades condicionales están bien representadas por la ecuación de regresión. (figura 6)

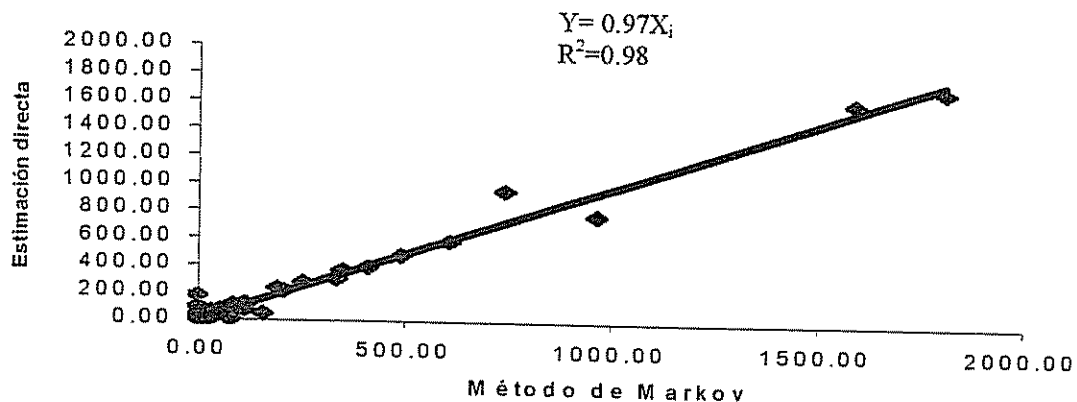


Figura 6. Regresión lineal entre estimación de áreas, por el método probabilístico de Markov y la estimación directa (SIG)

#### 4.7 Factores que coadyuban al cambio de uso de la tierra para el periodo 1987-2000

Las características de los factores evaluados, que coadyuban al cambio de uso del suelo se presentan en el Cuadro 13a. Los factores asociados al cambio de uso de la tierra, para el periodo de trece años evaluado (1987-2000), tuvieron efecto altamente significativos ( $P < 0.01$ ), lo cual indica que la matriz de incidencia de variables o factores, explica razonablemente bien la transición ocurrida en el periodo de tiempo evaluado, representado por la variable transformada Y ( $Y=0$ =cambio,  $Y=1$ =estabilidad). La relación o ecuación logística para cambio, no cambio, se describe por medio de  $p=f(X, \beta)$ .

Los parámetros estimados para cada uno de los factores considerados en el análisis muestran incidencia importante de la mayoría de las variables consideradas, excepto las variables de precipitación, pendiente e incendios forestales ( $P > 0.01$ ), lo cual muestra que el modelo desarrollado explica razonablemente bien la transición ocurrida en el periodo de tiempo evaluado.

Cuadro 17. Parámetros estimados en el modelo multinomial logístico para las transiciones ocurridas entre 1987 y 2000

Parámetro		Logit	Pr>ChiSq	P<0.05
Intercepto	$\beta_1$	-7.3412	<0.0001	**
Uso 1987	$\beta_2$	0.2708	<0.0001	**
Altura	$\beta_3$	0.00248	<0.0001	**
Distancia a fuentes de agua	$\beta_4$	0.000525	0.0008	**
Geología	$\beta_5$	0.4608	<0.0001	**
Área Prot.	$\beta_6$	1.1575	<0.0001	**
Precipitación	$\beta_7$	-0.00109	0.1297	NS
Pendiente	$\beta_8$	-0.00696	0.1451	NS
Incendios forestales	$\beta_9$	-0.2393	0.084	NS
Uso potencial	$\beta_{10}$	0.1558	0.0203	**
Distancia a centros poblados	$\beta_{11}$	-0.000258	0.0005	**
Distancia a carreteras	$\beta_{12}$	0.00020	<0.0045	**
Porcentaje de concordancia	72.9		NS= $\alpha=0.05$	

El parámetro estimado relacionado con la influencia de altura como factor que favorece la transición del uso de los suelos, es altamente significativo. Este comportamiento sugiere que independientemente de la ubicación dentro de la cuenca las probabilidades de transición de las distintas categorías de uso evaluadas son significativas.

Similar comportamiento presenta el parámetro para el factor relacionado con la distancia a fuentes de agua. El acceso a fuentes de agua determina el establecimiento de cultivos agrícolas, por lo que a medida que el acceso se dificulta, las probabilidades de transición de uso del suelo disminuyen.



Las probabilidades en el cambio de uso de la tierra en función de la zonificación geológica indican que estas características constituyen un factor bien relacionado con las probabilidades de cambio en el uso de la tierra.

Las probabilidades de transición en las categorías de uso de la tierra en función de las restricciones de uso, derivadas de la declaratoria de área protegida la parte media y alta de la cuenca mostró tendencia altamente significativa, lo cual indica que la categorización establecida influye en las probabilidades de transición de usos.

Contrario a lo esperado el signo negativo relacionado con la tipología de manejo de la cuenca Jones, indica que las zonas con mayores probabilidades de transición corresponden a categorías de manejo incluidas dentro de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Sin embargo es importante considerar que la declaratoria del área protegida como tal se decretó en el año 1990, lo cual implica que los efectos esperados, producto de las restricciones de uso de los recursos naturales tomarían un tiempo prudencial.

La distribución de la precipitación en la cuenca mostró resultados altamente significativos para el periodo de tiempo que comprende el actual estudio. A medida que incrementan las láminas promedio de precipitación recibidas en el área que comprende la cuenca Jones, se incrementan las probabilidades de transición de una categoría de uso a otra.

El comportamiento de la pendiente no mostró significancia en el modelo de cambios de uso en función variables explicativas. Este comportamiento indica que la pendiente no es obstáculo que impida el establecimiento de sistemas de producción o la construcción de viviendas en zonas de alta pendiente.

La contribución de las distintas categorías de uso establecidas para la cuenca Jones presenta una probabilidad altamente significativa, lo cual indica que la vocación de los suelos constituye un factor coadyuvante en la transición de una categoría de uso a otra.

La distancia a las carreteras constituye un factor adicional que contribuye el proceso de cambios de uso de la tierra. Los índices obtenidos indican que a medida que se restringen las vías de acceso, se reducen las probabilidades de cambio de uso de las tierras asociadas con este factor.

#### **4.8 Tipificación de las comunidades de la cuenca Jones**

Para contar con una estrategia orientada al manejo del riesgo que presentan las familias dentro de la cuenca Jones se procedió a desarrollar un análisis de tipificación o agrupamiento de las familias de la cuenca.

El análisis de estructura de las variables consideradas para la tipificación de las familias dentro de la cuenca Jones, a través de correlaciones canónicas existentes entre conjuntos de

variables socioeconómicas, biofísicos e institucionales, indican la existencia de relación entre ellas.

El estudio dinámico de la cobertura del suelo en la cuenca Jones para un periodo de tiempo de 13 años (1987-2000), muestra inestabilidad en las categorías de uso evaluadas, principalmente de los bosques de galería. Este comportamiento indica que además de los cambios que normalmente se desarrollan en la naturaleza, las actividades desarrolladas por la población humana que habita la cuenca influye de forma significativa.

La identificación de los distintos grupos dentro de la cuenca, basado en características de mayor importancia en el comportamiento de la vulnerabilidad, permite establecer una estrategia particular para cada uno de ellos, previamente identificados y caracterizados.

#### 4.8.1 Ponderación de factores socioeconómicos en la definición de grupos

Las características de los grupos sociales identificados con los valores máximos de scores compuestos, corresponden a comunidades con mayor nivel de vulnerabilidad. Se caracterizan por familias con el mayor número de miembros, lo cual incide en la presión sobre la disponibilidad de recursos. Presentan altos índices de crecimiento poblacional, además de dedicarse a actividades productivas poco remuneradas, tales como la siembra de maíz y frijol.

Cuadro 18. Score compuestos de variables socioeconómicas para cada una de las comunidades de cuenca Jones

Comunidad	POS	NEG	TAMFIN	FAM	USA	MGUA	OCUPA	CRECP	NOESC	SALMIN	TOTAL (Ss)
Jones	0.00	-0.25	-0.01	0.01	-0.03	-0.02	-0.07	-0.36	0.15	-0.12	-0.68
Llano Verde	0.01	0.02	-0.02	-0.21	-0.25	0.00	-0.03	-0.01	-0.18	0.04	-0.63
Espinilla	0.00	-0.01	0.03	0.07	-0.17	-0.02	0.00	-0.05	-0.27	-0.19	-0.60
Jesús María	-0.01	0.15	0.07	-0.09	-0.11	0.02	0.08	-0.31	-0.09	-0.11	-0.38
Mal Paso	0.00	0.10	-0.02	-0.03	0.07	-0.01	0.02	0.06	0.15	0.09	0.42
Petón	0.00	0.26	0.07	-0.22	-0.14	0.02	0.07	0.59	-0.12	0.20	0.74
Jumuzna	-0.01	0.05	0.05	0.06	0.24	0.10	0.17	0.20	-0.37	0.31	0.81
Pata Galana	0.00	0.10	-0.11	0.26	0.34	-0.03	0.00	0.15	0.15	0.04	0.91
Cajón	0.00	0.00	0.04	0.37	0.48	0.04	-0.07	0.64	0.54	0.01	2.06

$$Ss = 0.201X_1 - 0.388X_2 - 0.162X_3 + 0.468X_4 + 0.561X_5 + 0.112X_6 + 0.207X_7 + 0.321X_8 - 0.218X_9 + 0.36X_{10}$$

Donde:

- Ss= Score compuesto de variables socioeconómicas
- $X_1$  = POS = Índice de opinión positiva
- $X_2$  = NEG = Índice de opinión negativa
- $X_3$  = TAMFIN = Tamaño de la finca
- $X_4$  = FAM = Tamaño de la familia
- $X_5$  = USA = Migración a USA
- $X_6$  = MIGGUA = Migración a la ciudad
- $X_7$  = OCUPA = Ocupación
- $X_8$  = CRECP = Crec. poblacional
- $X_9$  = NOES = Población no escolar
- $X_{10}$  = SALMIN = Ingresos en salarios mínimos

La movilidad social indica que existe tendencia a migrar hacia la ciudad capital u otras localidades dentro del territorio nacional, Mientras que la tendencia de emigrar hacia Estados Unidos como una alternativa económica, es limitada por los costos económicos que ello representa.

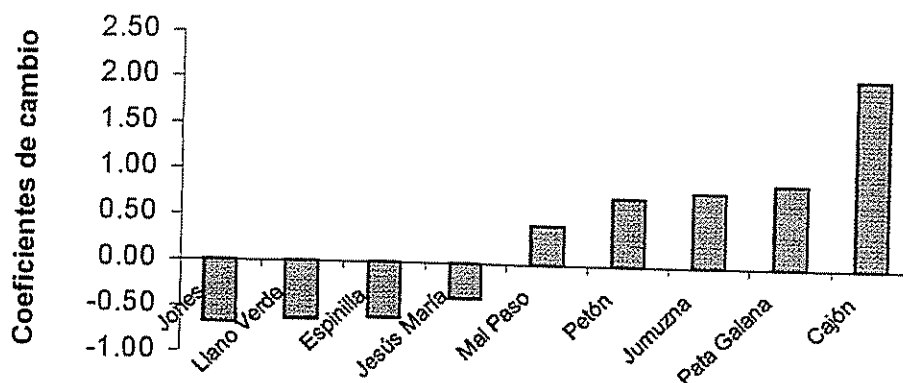


Figura 7. Clasificación de vulnerabilidad social de las comunidades de la cuenca Jones

Las comunidades que presentan características socioeconómicas desfavorables, ante un eventual desastre, corresponden al Cajón y La Espinilla, principalmente. Mientras tanto las comunidades de la cuenca Jones que presentan condiciones de respuesta favorable, ante la eventual ocurrencia de un desastre, corresponden a Llano Verde, Mal Paso, Pata Galana y Jesús María.

#### 4.8.2 Ponderación biofísica

Las características biofísicas que mayor contribución en el comportamiento de la vulnerabilidad en las comunidades que se ubican dentro de la cuenca, corresponden a la pendiente promedio, precipitación promedio, altura sobre el nivel del mar, el uso potencial de los suelos, ubicación de la vivienda y el índice de presión de uso. (Ver cuadro 18)

Cuadro 19. Score de variables biofísicas

Comunidad	INDPREU	INDIV	USOPOT	UVIRIO	PERTIER	DENSPOB	ALTURA	PPROM	PEND	Total Sb
Jesús María	-0.14	0.02	-0.31	-0.23	-0.05	-0.01	-0.46	-0.41	-0.54	-2.13
Pata Galana	-0.04	-0.01	-0.19	-0.21	0.01	-0.02	-0.46	-0.38	-0.44	-1.75
Jumuzna	-0.06	-0.04	-0.19	-0.17	-0.04	0.08	-0.49	-0.38	-0.46	-1.74
Mal Paso	-0.07	-0.02	-0.15	-0.14	-0.05	-0.13	-0.23	-0.10	-0.16	-1.04
Llano Verde	-0.06	-0.01	-0.17	-0.20	-0.04	0.07	0.10	-0.29	-0.22	-0.79
Petón	-0.19	0.01	-0.29	0.10	-0.04	0.79	-0.49	-0.38	-0.02	-0.51
Espinilla	0.18	0.02	0.27	0.18	0.11	-0.31	0.16	0.04	0.56	1.22
Jones	0.10	0.01	0.30	0.21	0.03	-0.20	0.50	0.58	0.29	1.82
Cajón	0.27	-0.02	0.60	0.31	0.02	-0.21	0.82	0.93	1.11	3.83

$$Sb = 0.29X_1 - 0.061X_2 + 0.396X_3 + 0.29X_4 + 0.148X_5 - 0.302X_6 + 0.433X_7 + 0.442X_8 - 0.418$$

Donde:

Sb= Score compuesto de variables biofísicas

X<sub>1</sub> = INDPREU = Índice de presión de uso

X<sub>2</sub> = INDIV = Índice de calidad de vivienda

X<sub>3</sub> = USOPOT = Uso potencial

X<sub>4</sub> = UVIRIO = Índice de riesgo por ubicación

X<sub>5</sub> = PERTIER = Pérdida de tierras durante Mitch

X<sub>6</sub> = DENSPOB = Densidad poblacional

X<sub>7</sub> = ALTU = Altura

X<sub>8</sub> = PPPROM = Precipitación pluvial promedio

X<sub>9</sub> = PEND = Pendiente promedio

Los sistemas productivos están ubicados en áreas que no corresponden al uso potencial de los suelos, además de altas láminas de precipitación que inciden en la pérdida de fertilidad y el desprendimiento de partículas de suelos. Condiciones inapropiadas de sistemas de cultivo, asociado con altos índices de presión, constituyen las características más importantes que identifican las comunidades que presentan los mayores scores compuestos, en las variables evaluadas.

La ubicación de las viviendas constituye una variable adicional que identifica las comunidades con altos índices de vulnerabilidad biofísica. Estas se ubican en zonas de alto riesgo por su ubicación respecto al río o estar ubicadas en zonas con alta pendiente.

Las comunidades con los mayores valores de score compuestos corresponden a El Cajón y Jones y representan las comunidades de mayor vulnerabilidad dentro de la cuenca. Ambas comunidades se ubican en la parte media de la cuenca, correspondiente a un 30% del total de la población de la cuenca.

Las comunidades con los valores mínimos de score compuestos corresponden a Jesús María, Pata Galana y Jumuzna. Estas comunidades se ubican en las áreas de mayor productividad de la cuenca, pendiente promedio menor al 10%, además de contar con sistemas de riego por gravedad, que garantiza el abastecimiento de agua en época seca.

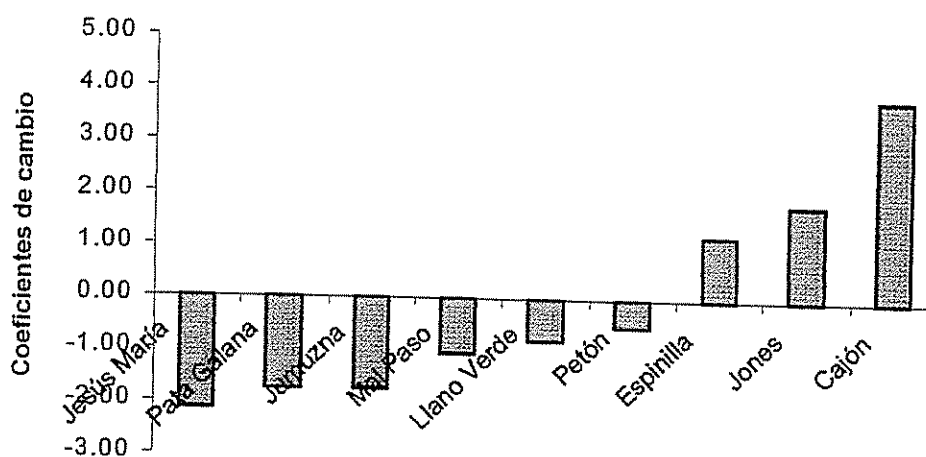


Figura 8. Clasificación de la vulnerabilidad física de las comunidades en la cuenca Jones

### 4.8.3 Ponderación institucional

Las comunidades con los valores máximos de score compuestos corresponden a El Cajón y Jones, respectivamente. Estas se ubican en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, área sujeta a las disposiciones legales asociadas a la creación del área protegida.

Estas comunidades (Jones y El Cajón), poseen bosques de propiedad comunitaria, ubicada dentro de la parte media y alta de la cuenca principalmente. Las características asociadas a este régimen de propiedad no favorecen el desarrollo de los sistemas productivos, dado las características particulares del régimen de propiedad.

Cuadro 20. Score de variables institucionales correspondiente a las comunidades de la cuenca Jones.

Comunidad	LEGTIE	CATMAN	Total Si
Petón	-0.52	-0.47	-0.99
Jesús María	-0.39	-0.52	-0.90
Mal Paso	-0.15	-0.47	-0.62
Pata Galana	0.00	-0.47	-0.47
Jumuzna	0.04	-0.47	-0.43
Llano Verde	0.10	-0.44	-0.35
Espinilla	0.22	-0.47	-0.25
Jones	0.18	1.05	1.23
Cajón	0.31	1.05	1.36

$$Si = 0.701X_1 - 0.707X_2$$

Donde:

Si = Score compuesto de variables institucionales

$X_1$  = LEGTIE = Estatus legal de la finca

$X_2$  = CATMAN = Tipología de manejo

Un elevado porcentaje de las fincas no posee un estatus legal que ampare la propiedad plena de las fincas. Esta situación limita el desarrollo de programas de desarrollo asociados al uso de la tierra, tales como: incentivos forestales, créditos y asistencia dirigida. Por lo que un programa de desarrollo asociado con recursos naturales dentro de las comunidades de El Cajón Jones y la Espinilla, deben iniciar por regular el estatus legal de las fincas.

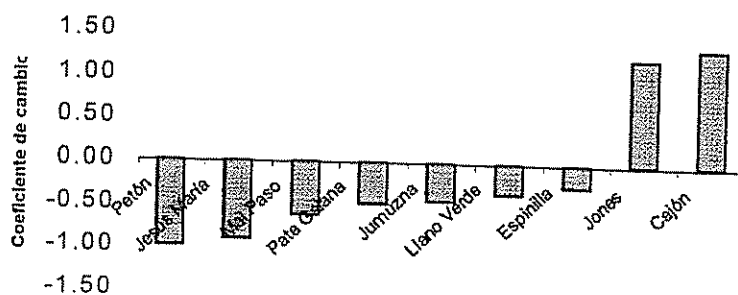


Figura 9. Clasificación de la vulnerabilidad institucional, por comunidad en la cuenca Jones

#### 4.8.4 Ponderación global

Debido a la cantidad de variables (21) en la conformación del score compuesto en cálculo de coeficientes globales, equivalentes al nivel de vulnerabilidad en las comunidades de la cuenca, se presentan la ecuación correspondiente:

$$Sg = 0.008X_1 + 0.186X_2 + 0.241X_3 - 0.039X_4 + 0.055X_5 + 0.332X_6 + 0.198X_7 + 0.05X_8 - 0.0002X_9 - 0.052X_{10} + 0.214X_{11} - 0.17X_{12} + 0.103X_{13} - 0.267X_{14} - 0.193X_{15} + 0.356X_{16} + 0.372X_{17} + 0.31X_{18} - 0.225X_{19} - 0.344X_{20} - 0.15X_{21}$$

Donde:

Sg = Score compuesto del total de variables	X <sub>11</sub> =UVIRIO= Ubicación y riesgo
X <sub>1</sub> = POS = Índice de actitud positiva	X <sub>12</sub> =OCUPA = Ocupación
X <sub>2</sub> = NEG = Índice de actitud negativa	X <sub>13</sub> = PERTIER= Perdida de tierras
X <sub>3</sub> = INDPREU= Índice de presión de uso	X <sub>14</sub> =DENSPOB= Densidad poblacional
X <sub>4</sub> = INDIV= Calidad de vivienda	X <sub>15</sub> = CRECPOB= Crecimiento poblacional
X <sub>5</sub> = TAMFIN= Tamaño de finca	X <sub>16</sub> =ALTURA= Altura snm
X <sub>6</sub> = USOPOT= Uso potencial del suelo	X <sub>17</sub> = PPPROM = Normal de precipitación
X <sub>7</sub> = LEGTIE= Estatus legal de la finca	X <sub>18</sub> = PEND= Pendiente promedio
X <sub>8</sub> = MIEMFAM= Miembros de la familia	X <sub>19</sub> = POBNOES= Población no escolar
X <sub>9</sub> =USA= Migración a USA	X <sub>20</sub> =CATMAN= Tipología de manejo
X <sub>10</sub> =MIGUA= Migración capital	

Los score individuales correspondientes a cada variable evaluada dentro de las comunidades que comprende la cuenca Jones, se presentan en el cuadro 17a. Las variables de mayor contribución en la conformación del primer componente principal, para el total de variables corresponden al índice de presión de uso, uso potencial de los suelos, altura promedio sobre el nivel del mar, precipitación promedio, estatus legal de las fincas, índice de opinión y crecimiento poblacional.

Este comportamiento indica que la población de la cuenca Jones presenta características socioeconómicas similares. Los scores compuestos que representan el total de las variables consideradas presentan predominancia de factores biofísicos.

La predominancia de variables biofísicas en la conformación de los componentes principales indica que las estrategias generales dentro de la cuenca, deben orientarse en función de las características físicas presenten en las comunidades con mayores índices.

Contrario a lo esperado, factores como el tamaño de las fincas y la movilidad social, no presentan contribución significativa en los niveles de vulnerabilidad global encontrada dentro de la cuenca. Este comportamiento indica que las características socioeconómicas de la población presentan un comportamiento homogéneo.

El cuadro 21 muestra la vulnerabilidad global encontrada dentro de los grupos sociales considerados. Los valores mínimos corresponden a El Petón, Jumuzna y Jesús María.

Cuadro 21. Score compuesto por la totalidad de variables evaluadas por comunidad

Intervalo de Score global (Vulnerabilidad global)	Categoría	Comunidad	TOTAL
		Petón	-2.94632
		Jumuzna	-2.58621
<-1	1	Jesús María	-2.07637
		Pata Galana	-1.54465
		Llano Verde	-1.1389
"-1--+1"	2	Mal Paso	-0.85081
		Espinilla	1.1401
>1	3	Jones	2.976318
		Cajón	4.281461

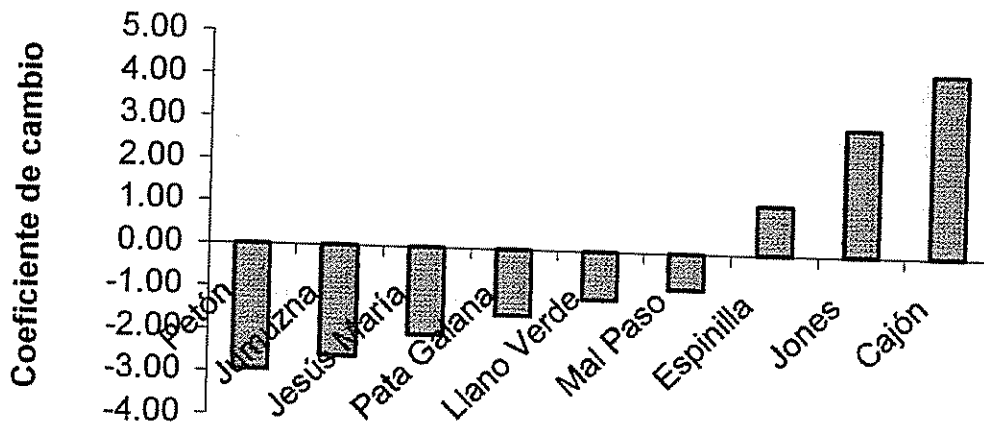


Figura 10. Clasificación de la vulnerabilidad global por comunidades de la cuenca Jones

#### 4.9 Estrategia indicativa para enfrentar la vulnerabilidad en la cuenca Jones

La propuesta comprende diferentes componentes ordenados en función de las características socioeconómicas, biofísicas e institucionales relacionadas con los desastres naturales y administración de los recursos naturales de la cuenca, así como las características asociadas a los mayores niveles de vulnerabilidad encontrada dentro de la cuenca. Comprende seis componentes que resumen el esquema general de acción.

Los componentes de la estrategia deben sustentarse en el modelo usual de desarrollo institucional, que comprende los componentes de políticas, autoridad, organización, plan de acción, recursos y vínculos a saber:

La estrategia indicativa esta sustentada por los datos; sin embargo para enfrentar la vulnerabilidad en la cuenca Jones, deben ser discutidas con mayor profundidad y las entidades competentes deben conciliar y complementar sus funciones.

#### 4.9.1 Normas

La revisión de literatura muestra que existe un marco legal que regula el manejo, explotación y comercialización de recursos naturales, tanto a nivel de áreas protegidas como fuera de ella, así como en materia de prevención de desastres naturales. Sin embargo los resultados demuestran que los principales obstáculos que impiden el logro de los objetivos superiores radican en factores de carácter administrativo y recursos económicos que limitan una mayor capacidad de respuesta.

El estado de Guatemala posee diversas instituciones encargadas de la conservación de recursos naturales, prevención y mitigación de desastres naturales. En este sentido diversas ONG's participan en programas de desarrollo, en el manejo de recursos naturales, aplicando diversos enfoques. Sin embargo existe un desconocimiento general sobre los mecanismos de ocurrencia de desastres y métodos de prevención y reducción de la vulnerabilidad (70%), por lo que dentro del componente de acciones debe plasmarse la necesidad de programas de educación y divulgación a nivel institucional.

El ministerio del Medio Ambiente, recientemente creado, tiene la responsabilidad de revisar el marco legal existente en materia de recursos naturales. Deben crearse los mecanismos de concertación a fin solventar las contradicciones legales existentes y delimitar administrativamente el quehacer específico de cada una. Todas las instituciones relacionadas deben conformar el esquema administrativo y ejecutivo del ministerio del medio ambiente, a fin lograr una mayor eficiencia y protagonismo en el desarrollo nacional.

Solventar los problemas legales implica modificaciones en las leyes correspondientes a fin de que las instituciones dependientes del ministerio de agricultura (INAB), secretarías de la presidencia de la república (CONAP, CONRED y comités de cuencas), sean supeditados a un solo ministerio.

El fortalecimiento de acciones tendientes al manejo integrado de cuencas hidrográficas requieren de una normativa específica que foralezca la figura de autoridades de cuenca hidrográfica. Esta debe ser consultada y consensuada con las organizaciones correspondientes.

A pesar de existir un marco que regula la ocupación urbanística, uso del suelo y asentamientos humanos (decreto 52-87 del congreso de la república), que involucra los consejos de desarrollo urbano y rural, así como las municipalidades, es necesario crear los mecanismos que permitan su conocimiento e implementación. La municipalidad de Río Hondo debe formular un



programa a mediano y largo plazo orientado a implementar programas de concientización de la población sobre factores asociados al riesgo de construcción de vivienda, además de implementarlas.

El conocimiento por parte de los integrantes de las instituciones, del marco regulatorio que las rige, conjuntamente con los efectos de fenómenos naturales, constituye el punto de partida para generar mesas de discusión que permitan profundizar sobre el contenido e implicaciones de las mismas en el manejo de la vulnerabilidad a desastres naturales.

#### **4.9.2 Autoridad**

Dado el carácter multidisciplinario y de participación en los comités de cuenca, deben generarse reglamentos de funcionamiento y de selección de juntas directivas. La participación de la población bajo influencia en la elección de la junta directiva a través de sus representantes debe esquematizarse de tal forma que exista equitatividad de votos entre el sector comunitario y institucional.

La municipalidad de Río Hondo a través de la unidad técnica municipal, asesorada de la fundación Defensores de la Naturaleza y el Comité Nacional de Reducción de desastres, constituyen las instancias indicadas para la conformación de un comité de cuenca piloto en la cuenca Jones.

#### **4.9.3 Organización**

La coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), a través de la delegación departamental debe iniciar un programa de fortalecimiento de la cooperación y organización interinstitucional de forma paralela al proceso de capacitación de los integrantes de las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

A pesar de existir un marco legal que establece la conformación de comités de emergencia en caso de desastres, este debe permanecer activo ante cualquier eventualidad, para ello deben desarrollarse alianzas estratégicas principalmente con la municipalidad de Río Hondo y Gobernación departamental, que permitan crear los mecanismos necesarios para la coordinación interinstitucional y el fortalecimiento de la organización comunitaria. La importancia de establecer convenios de coordinación radica en el liderazgo asociado a una figura política, además del potencial de gestión de recursos necesarios para ejecutar proyectos relacionados.

La Organización comunitaria comprende la formación y fortalecimiento de los comités de emergencia en todas las comunidades de la cuenca, excepto las comunidades de Mal Paso y El Petón que solo requieren fortalecimiento de los comités (Ver Cuadro 9a). Además de los comités

de emergencia deben instalarse sistemas efectivos de comunicación intracomunitarias en aquellas comunidades donde existen radios que funcionan como sistemas de alerta temprana (Cajón, Jones y Pata Galana).

El instrumento de comunicación intracomunitaria ideal es la sirena. Previo a su instalación, la comunidad debe conocer las normas de funcionamiento, orientadas por un técnico especialista de CONRED.

La fortalecimiento de los comités de emergencia, comprende la transferencia de conocimientos necesarios que ya iniciados CONRED, además del conocimiento de los mecanismos de organización y factores asociados al liderazgo comunitario.

La formación del comité de cuenca con la conformación de un representante de las 17 comunidades que se beneficia del agua que produce la cuenca Jones constituye la plataforma de coordinación entre el sector institucional y la población de la cuenca. Constituiría un foro permanente de discusión orientado a fortalecer la capacidad crítica de la población a través de sus representantes, quienes además de conocer las inquietudes de los representantes de las instituciones tendrían la oportunidad de exponer sus inquietudes particulares.

Una participación activa de las organizaciones de base constituye el punto de partida para el éxito esperado en la siguiente etapa que constituye la fase operativa.

#### **4.9.4 Pautas para la acción**

##### **4.9.4.1 Capacitación**

Los resultados indican que según el sector institucional se han desarrollado programas de extensión comunitaria relacionada con educación ambiental y desastres naturales en la totalidad de las comunidades que comprende la cuenca. Sin embargo la encuesta desarrollada en la cuenca, revela que el 59% de la población considera que no es posible disminuir los efectos asociados a los desastres provocados por la ocurrencia de fenómenos naturales extremos, 32.5% de la población ha participado en eventos relacionados con la conservación de los recursos naturales y un menor porcentaje (17.5%) en eventos relacionados con desastres naturales. Estos datos indican que las estrategias de extensión que han sido implementadas, no están alcanzando los objetivos deseados.

La sensibilización de la población debe basarse en mecanismos de extensión por medio de la educación formal y no formal que incluye estrategias que involucre la población escolar y la población adulta., sobre ocurrencia de los desastres, el papel de los bosques en el ciclo del agua, los riesgos asociados a la construcción de viviendas en zonas de riesgo, la importancia de la organización comunitaria como elementos de respuesta ante eventuales desastres y la elaboración de planes de emergencia ante desastres.

Aunque la fase de sensibilización está dirigida a la población en general, las comunidades de Llano Verde, Pata Galana y El Cajón corresponden los grupos sociales prioritarios, dado sus bajos índices de opinión favorable al involucramiento en la conservación de los recursos naturales y prevención de desastres naturales. Lo anterior significa que las actividades que contemplen la participación de la población de la cuenca, deben priorizarse en estas tres comunidades.

La entidad responsable de liderar el proceso de sensibilización corresponde a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), quien paralelo a actividades de sensibilización de la población, debe iniciar un proceso de sensibilización institucional a fin de éstas incluyan dentro de los programas de trabajo, actividades que apoyen en el logro de los objetivos propuestos.

La capacitación presenta relativa facilidad en su implementación si se considera que las instituciones relacionadas con administración de recursos naturales y entidades autónomas como la Unidad Técnica Municipal de Río Hondo, ejecutan programas de extensión comunitaria.

#### **4.9.4.2 Respuesta técnica y financiera ágil**

Los resultados obtenidos en la encuesta desarrollada en el sector institucional, muestran que de un total de 11 factores evaluados la centralización financiera y técnica, conjuntamente con los presupuestos asignados, constituyen los de mayor importancia. (Ver Cuadro 6a)

Actualmente existe representación a nivel regional de las instituciones relacionadas con la administración de los recursos naturales, prevención y mitigación de desastres naturales. Sin embargo carecen de independencia que les permita tomar disposiciones técnicas y financieras de acuerdo a los programas de trabajo y eventualidades presentadas.

El proceso de descentralización no implica un divorcio entre las sedes regionales y centrales, sino un proceso de cambio por parte de las sedes centrales. El proceso implica cambio de entidad ejecutora a entidad gestora y monitreadora de las actividades ejecutadas a nivel regional.

Dado la relación existente entre la centralización técnica y centralización financiera, el sector institucional debe modernizar los mecanismos de transferencia de recursos financieros a través de asignaciones presupuestarias anuales en función de las partidas presupuestarias aprobadas y no en función de necesidades eventuales como suele suceder.

Las diferentes etapas que comprende cualquier tipo de proyecto a ejecutar deben desarrollarse a nivel departamental y en la medida de lo posible a nivel municipal. Estas medidas contribuyen a fortalecer el poder local y se crea los mecanismos necesarios que puedan servir de plataforma a organización gubernamental y no gubernamentales relacionadas con la protección y

gestión de riesgo, en la promoción de acciones tendientes al cumplimiento de los objetivos generales.

El proceso de fortalecimiento institucional se logra a medida que exista articulación eficiente en el accionar de cada una de ellas en sentido técnico y financiero, además de programas de capacitación orientados al logro de mayor eficiencia y profesionalismo de sus integrantes.

Mejorar la imagen institucional ante la población de la cuenca Jones, conlleva modificaciones de carácter estructural orientadas a reducir el amplio margen existente entre los costos de operación y de inversión que muestran las instituciones presentes en el área, modificar los sistemas de coordinación interinstitucional, además de impulsar sistemas de organización comunitaria participativa. (Ver Cuadro 10a)

#### 4.9.4.3 Legalización de la tierra

En el análisis de la vulnerabilidad global se determinó que dentro de las variables institucionales, el estatus legal de la tierra constituye un factor de peso. (Ver Cuadro 17a)

Acciones orientadas en la legalización de la tierra, constituye uno de los principales elementos de acción por parte de las instituciones relacionadas, dado el alto porcentaje de unidades de fincas no inscritas ante el registro general de la propiedad inmueble. (Ver Cuadro 13)

Debe iniciarse un programa de legalización de la tierra en el área que comprende la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Las áreas comunitarias deben iniciar un proceso de adjudicación familiar a fin de facilitar el establecimiento de programas de servicios ambientales y recuperación de zonas boscosas.

Las comunidades que requieren mayor atención en relación con los procesos de legalización de la tierra corresponden a El Cajón, Jones y la Espinilla, dado que presentaron los mayores índices relacionados con el estatus de propiedad de las fincas, además de la relación significativa entre factores biofísicos y institucionales.

Defensores de la Naturaleza, como entidad encargada de la administración del área protegida, debe ser quien inicie el proceso de legalización de la tierra, priorizando los conflictos existentes dentro de la zona núcleo.

Un ordenamiento de las propiedades existentes dentro de la zona de amortiguamiento y las áreas agrícolas ubicadas dentro de zona núcleo, constituiría el punto de partida para programas de compra de tierras por parte de la entidad encargada de la administración del área protegida por medio del Fondo Nacional de Tierras (FONTIERRA), además de facilitar mecanismos de compensación por servicios ambientales generados por los bosques y control de incendios forestales.

#### 4.9.4.4 Regulación del uso de la tierra

La investigación desarrollada destaca la predominancia de los factores biofísicos. Las características biofísicas de mayor importancia en el comportamiento de la vulnerabilidad de la cuenca corresponden a pendiente promedio, ubicación de las viviendas en zonas con alta pendiente y cercanas al cauce de los ríos, desarrollar sistemas productivos en áreas no compatibles con capacidad de uso, entre otros. Sin embargo estas características, a excepción del establecimiento de sistemas de producción agrícola en áreas incompatibles, no presentan la posibilidad de ser modificadas, por lo que las acciones de prevención de desastres asociados a estos factores requieren medidas de carácter legal y técnico.

La implementación de medidas de carácter regulatorio evitaría el establecimiento de viviendas en zonas consideradas de riesgo, tanto por sus características de pendiente como por su cercanía al río.

Una medida adicional, orientada a disminuir la vulnerabilidad a desastres lo constituye la asesoría técnica en el diseño de las construcciones rurales. La unidad técnica municipal puede ser el ente que tome la iniciativa a fin de facilitar el diseño de las construcciones de vivienda, involucrando dentro del diseño, el factor de riesgo.

#### 4.9.4.5 Cambio de uso de la tierra

La evaluación de cambios de uso de la tierra en función de área demuestra que los bosques de pino y de galería constituyen los más inestables para el periodo evaluado (1987 y 2000), además de la evaluación de los factores coadyuvantes que inciden de manera significativa al cambio de uso de los suelos, tales como: uso potencial de los suelos, uso previo del suelo, tipología de manejo y las amenazas que representa la introducción de vías de acceso, entre otros. (Ver Cuadros 15, 16 y 17). Los resultados obtenidos indican que el avance de la frontera agrícola es un fenómeno con causas integrales asociadas a los sistemas de producción predominantes en la zona.

La estabilización del avance de la frontera agrícola puede lograrse en la medida que se puedan establecer tecnologías que incrementen la rentabilidad por unidad de área. Estas acciones deben estar encaminadas a intensificar la productividad en las áreas que cubre la unidad de riego del río Jones, a través de introducción de pastos y forrajes para sistemas de producción pecuaria estabulado. De forma conjunta, pueden desarrollarse programas de establecimiento de sistemas agroforestales con énfasis en el establecimiento de especies de doble propósito.

Estas medidas no solamente hacen competitivas las unidades productivas, sino además reducen la erosión causada por el constante pisoteo del ganado, la exposición de los suelos a la erosión, y el establecimiento de cultivos limpios en áreas de alta pendiente.

Acciones orientadas a la estabilización o recuperación de áreas degradadas en la cuenca implican programas de reforestación masiva y restauración de áreas degradadas. Los incentivos forestales promovidos por el Instituto Nacional de Bosques constituyen una alternativa de recuperación de áreas deforestadas. Sin embargo la viabilidad de un programa de reforestación a gran escala se reduce, si se considera que más del 50% de las propiedades no presentan un estatus legal favorable. Por lo tanto, acciones de reforestación deben desarrollarse de forma paralela a programas de legalización de la tierra.

Programas de incentivos por adopción de sistemas agroforestales, así como incentivos por adopción de prácticas de conservación de suelos, constituyen otras alternativas orientadas a los agricultores de las comunidades ubicadas en la parte media de la cuenca (Jones, Cajón, Espinilla, y Mal Paso).

#### **4.9.4.6 Prevención de incendios forestales**

La ocurrencia de incendios forestales en la cuenca guarda una estrecha relación con la costumbre de quemar el sotobosque a inicios de la estación lluviosa, como una medida de regeneración de pastos silvestres.

Dado la característica de propiedad comunitaria de ésta zonas, las medidas orientadas a reducir los incendios conllevan varias acciones: Evaluar la posibilidad de compra de tierras dentro de la zona de amortiguamiento, por parte de la fundación encargada de la administración del área protegida; continuar con el programa de quemas asistidas por personal técnico de las entidades encargadas de la administración de recursos naturales, paralelo a acciones de carácter legales en materia de incendios forestales premeditados. Generar un registro de agricultores que presentan problemas al quemar, permitiría focalizar la atención y en caso extremo tomar medidas legales; fortalecer los programas de extensión comunitaria y capacitación en materia de incendios forestales.

Si se considera el área de la cuenca que es afectada por la ocurrencia de incendios forestales (51% en cuatro años) y las implicaciones biológicas y físicas que implica, además de la tendencia de disminución en el uso del suelo para actividades agrícolas (Cuadro 15), un programa eficiente de prevención y control de incendios forestales permitiría la recuperación de los bosques de pino ralo, recuperación de áreas deforestadas y el incremento de la calidad biológica de los bosques de pino y bosques latifoliados ubicados en las partes media y alta de la cuenca.

Estas alternativas aunadas a un programa riguroso de monitoreo y evaluación, permitirían la recuperación de significativas áreas de bosque y con ello la reducción de la vulnerabilidad asociada a la cobertura forestal.

#### 4.8.4.7 Fuentes de ingreso adicionales

Tomando en consideración el alto porcentaje de la población económicamente activa que ha emigrado a Estados Unidos y la importancia que representa para la economía regional (>70%), debe considerarse la oportunidad que representa la capitalización de las familias beneficiadas en la inversión de proyectos productivos. (Ver cuadro 7)

La política nacional de generación y distribución de energía eléctrica permite la libre competencia en el mercado, por lo que el comité de cuenca podría establecer las condiciones de aprovechamiento de los recursos hídricos para este fin. Una alternativa de participación de la población local puede ser a través de la conformación bipartita de las acciones de las empresas generadoras de electricidad. Esta medida lograría un involucramiento directo de la población, facilitando los mecanismos de compensación por servicios ambientales, además de brindar la oportunidad de un desarrollo sostenible de la población.

#### 4.9.4.8 Uso racional del agua

Brown et al (1996), determinaron que la producción de agua para el río Jones oscila entre 600 y 3900 lps en la parte media de la cuenca. Si se considera el caudal mínimo reportado, una evapotranspiración promedio de 5mm/día y una eficiencia de riego media (40%), además de un 40% del caudal de estiaje, puede estimarse que la producción de agua utilizada eficientemente puede cubrir un área de riego máxima de 10,000Has. Por lo que acciones en materia de recursos hídricos pueden orientarse en dos líneas de acción:

- a) Hacer eficiente los sistemas de riego existentes, transformando el sistema de riego por gravedad en sistemas de riego por aspersión o por gravedad, según la rentabilidad y grado de tonificación del cultivo. Esta medida de forma paralela con el establecimiento de sistemas de producción intensivos puede incrementar significativamente la disponibilidad de agua para riego.
- b) Establecer sistemas de pago por derecho de uso del agua para riego, debiéndose establecer por unidad de áreas. Los ingresos obtenidos pueden destinarse para el mantenimiento del sistema y desarrollar obras de recuperación de la cuenca.

El ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación debe iniciar la restauración de las tomas de agua dañadas. Para ello es necesario efectuar un estudio hidráulico orientado a solventar

los problemas de movilidad de cauce e incorporar el factor de riesgo asociado a la ocurrencia de precipitaciones extremas.

El recubrimiento de los canales de conducción, constituye una medida a corto plazo, orientada a la una mayor disponibilidad de agua para riego en las áreas productivas ubicadas en la parte baja de la cuenca. Esta medida reduce las pérdidas por infiltración y escurrimiento lateral.

#### 4.9.5. Recursos

La limitación de recursos que permitan una adecuada capacidad de respuesta, constituye un factor que obstaculiza el logro de los objetivos superiores (Ver Cuadros 6ª y 8ª). Sin embargo una reorganización administrativa permitiría destinar parte de los recursos disponibles en los actuales presupuestos a actividades específicas de reducción de riesgo.

Una implementación progresiva de factores normativos sobre urbanización y uso del suelo, permitiría a la municipalidad agenciarse de fondos para reinvertirlos en servicios de diseño de construcción y planificación urbanística, a nivel urbano y rural.

Un catastro que permita establecer áreas con potencial de aplicar incentivos forestales en la recuperación de cobertura forestal, constituye el primer paso para la obtención de fondos que permitan la reforestación y manejo de áreas boscosas.

Evaluar la factibilidad de pago por servicios ambientales derivado de la fijación de carbono, producción hídrica para riego y ecoturismo.

Elaboración de proyectos específicos que puedan ser financiados por organismos internacionales o a través de los consejos de desarrollo.

El establecimiento de cualesquiera de las alternativas planteadas, requiere de la elaboración de reglamentos que aseguren la inversión que originalmente se propone, a fin de evitar desviaciones a renglones no relacionados.

#### 4.9.6. Vínculos

La participación en eventos regionales de interes, constituye una alternativa de formar alianzas institucionales que permita el intercambio de información, implementación conjunta de proyectos y mecanismos de coordinación comunitaria. Entidades como la municipalidad de Río Hondo y consejos de desarrollo urbano y rural, conforman dos entidades de gobierno con posibilidades de apoyo en la organización y ejecución de planes de acción. Organizaciones como el COE (Comité de operaciones de emergencia), constituyen la instancia apropiada para gestar propuestas que consoliden la cooperación interinstitucional.



Apoyo logístico y establecimiento de un proyecto piloto puede ser apoyado por medio del CEPREDENAC (Centro para la prevención de desastres en Centroamérica), además de organizaciones como FLACSO (Facultad latinoamericana de ciencias sociales), que pueden apoyar programas de investigación específica sobre desastres naturales. Organismos de cooperación internacional (BID, AID, PNUD, IICA, FAO, CATIE, etc.), constituyen entidades potenciales donantes en el desarrollo de proyectos orientados a la reducción de riesgo a desastres naturales.

El establecimiento de vínculos permite crear las instancias de monitoreo y evaluación constante, además de la promoción de actividades relacionadas.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

Los niveles de vulnerabilidad dentro de la cuenca, están condicionados por factores socioeconómicos, biofísicas e institucionales. Aunque actúan de forma diferenciadas, los factores biofísicos, muestra predominancia sobre las variables socioeconómicas e institucionales.

La vulnerabilidad es resultado de la interacción de un conjunto de factores que determinan el nivel de riesgo de la población que habita la cuenca. Las relaciones entre conjuntos de variables indican que existe predominancia del comportamiento de la precipitación, altura sobre el nivel del mar, pendiente promedio e índice de presión de uso por parte de las variables biofísicas evaluadas; mientras que del conjunto de variables socioeconómicas y institucionales, la escolaridad de la población, demografía y el estatus legal de las fincas, corresponden a los valores de mayor predominio.

Existe escasa participación de la población en actividades de conservación de recursos naturales y actividades relacionadas con la prevención de desastres naturales (32%). Este comportamiento obedece a estrategias inapropiadas de extensión comunitaria que favorecen el absentismo. Sin embargo los índices de opinión sobre las intenciones a involucrarse en actividades de relacionadas, muestra que el 70% de la cuenca favorece la participaci3n. 30% de la poblaci3n, constituye el grupo social que representa las amenazas asociadas a la falta de conocimiento sobre prevenci3n de desastres y factores culturales sobre el manejo de los recursos naturales.

El desconocimiento de factores asociados al riesgo de construcci3n de viviendas en zonas inadecuadas, así como los efectos prácticas agrícolas en suelos de vocaci3n forestal, corresponde a los factores que inciden de manera significativa en los distintos niveles de vulnerabilidad en la cuenca Jones.

El estatus legal de las unidades de finca dentro de la cuenca, constituyen un fuerte impedimento en la implementaci3n de políticas coherentes de desarrollo forestal. Constituye uno de los factores principales que incide en la desvalorizaci3n de los recursos naturales dentro de la cuenca.

La dinámica en el uso de la tierra muestra cambios rápidos para el periodo de 13 años. Las probabilidades de cambio de uso en las categorías evaluadas, corresponden a los bosques de galería (0.20) y bosques de pino (0.52) y áreas agropecuarias (0.40). Estas categorías de uso están ubicadas en la parte media y alta de la cuenca, exceptuando las áreas destinadas a la producción agrícola y pastoreo extensivo que se ubican en toda el área de la cuenca. Los bosques latifoliados ubicados en la parte alta de la cuenca presenta probabilidades de transición relativamente bajo (0.80). Sin embargo al desarrollar el análisis de cambios de uso en función de área, la cantidad de bosque latifoliado intervenido durante el periodo evaluado (1987-2000), corresponde a una proporción significativa (392Has, 5.7% de la cobertura forestal para 1987).

Los cambios de uso registrados en los bosques de galería (188Has de 334 en 1987), obedecen en gran medida a los efectos del huracán Mitch en 1998. Los resultados obtenidos demuestran que los bosques de galería no contribuyen de manera significativa en la reducción de la vulnerabilidad biofísica asociada a la ocurrencia de eventos de precipitación extrema. Sin embargo la inconsistencia entre el uso actual de los suelos y el uso potencial son factores que coadyuvan al cambio de uso de la tierra.

Los coeficientes de vulnerabilidad socioeconómica por medio de componentes principales, muestran que los factores de mayor contribución en el comportamiento de la vulnerabilidad, corresponden a la demografía y el nivel de ingresos de fuentes externas. Los resultados obtenidos corresponden a los valores esperados si se consideran las pérdidas económicas generadas por el huracán Mitch (US\$3,776,666.00) y los efectos socioeconómicos, además de la desigualdad de ingresos de la población que desarrolla sus actividades productivas en la cuenca, en comparación a la población que se encuentra en Estados Unidos (20%), tomando como referencia la relación entre salarios mínimos (1:12.5).

La alta movilidad social presentada en la región es indicio de bajos niveles de satisfacción derivados de los recursos existentes y aprovechados en la cuenca Jones. Este comportamiento se relaciona también con los bajos niveles de rendimiento en los sistemas productivos existentes.

Reducir la vulnerabilidad de la cuenca requiere de acciones que integre actividades de carácter biofísico, socioeconómico e institucionales, con énfasis en la reducción de riesgo asociada a factores y fenómenos biofísicos. Esto implica que los factores normativos, conjuntamente con actividades productivas compatibles en las áreas destinadas a la producción agropecuaria de las comunidades de Jones y El Cajón.

Fomentar la asistencia técnica especializada, con la finalidad de aumentar la productividad de los suelos en la parte baja de la cuenca y el establecimiento de sistemas agroforestales en la parte media y alta de la cuenca. Estas medidas además de disminuir las áreas destinadas a la producción agropecuaria contribuyen en la conservación de los suelos.

Desarrollar mecanismos de pago por servicios ambientales, constituye una medida a corto plazo que incentivaría la conservación de la masa boscosa existente en la parte alta. Esta medida debe ser acompañada de incentivos adicionales por prevención de incendios y medidas de conservación adoptada.

## 6. Literatura citada

- Baritto L. F. 2000. Dinámica de factores asociados al uso de la tierra e implicaciones sobre el colapso ambiental de 1999 en la costa norte de Venezuela. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 103p.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1996. Ley Forestal: Decreto legislativo número 101-96. Guatemala. 26p.
- Mazariegos, C. M. 1999. Diagnóstico del Municipio Río Hondo. Guatemala. 48p.
- \_\_\_\_\_. 2000. La administración municipal en el manejo de los recursos naturales renovables en Guatemala. (Unidad Técnica Municipalidad, Río Hondo, GT). 63p.
- Bastaerrechea D, M. 1999. Dinámica física y planificación en cuencas. In Taller Regional sobre Gestión Ambiental y Disminución de Vulnerabilidad a Desastres Naturales.
- \_\_\_\_\_. 2000. Análisis de riesgo e impacto de eventos generadores de desastres en las cuencas hidrográficas. Guatemala. CATIE-ESPRED. 15p.
- UNEPAR-UNICEF (Unidad Ejecutora de Proyectos de Acueductos Rurales y Fondo de las Naciones Unidad para la Infancia, GT) 2000. Desastres naturales y zonas de riesgo en Guatemala: resumen ejecutivo. Guatemala. 110p.
- FDN (Fundación Defensores de la Naturaleza, GT). 1998. Diagnóstico participativo: cuenca Jones, Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Guatemala. 76p.
- \_\_\_\_\_. 1999. Estudio de la sub-cuenca río Jones. R. Aldana, Zacapa, Guatemala. 65p.
- Brown, M.; Roca, I. 1996. RARE (Centro para la Conservación Tropical US); Defensores de la Naturaleza. GT; Fundación Ecologista, HN; 1996. Un análisis del valor de bosque nuboso en la protección de cuencas. Guatemala. 147p.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo SV). 2000. Sistema de Integración Centroamericano. San Salvador, El Salvador. Consultado 17 oct. 2000. Disponible en <http://www.tragua/Cuencas.htm>
- Blaikie P; Cannon T; Davis I; Wisner B. 1996. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. Colombia. La red. 374 p.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo, US). 1999a. Reducción de la vulnerabilidad ante amenazas naturales: lecciones aprendidas del huracán Mitch (en línea). Consultado 2 de Nov. 2000. Disponible en [http://www.iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/groups/ecology\\_workshop\\_1esp.htm](http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_1esp.htm)
- \_\_\_\_\_. 1999b. Vulnerabilidad ecológica y social. US (en línea). Consultado 2 de Nov. 2000. Disponible en [http://www.iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/groups/ecology\\_workshop\\_2esp.htm](http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_2esp.htm)

- BM (Banco Mundial US). 2000. Acceso al agua potable (en línea). US. Consultado 23 ago. 2000. Disponible en <http://www.worldbank.org/depweb/spanish/modules/environm/water/index.htm>
- SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT). 2000. Guatemala: 1998 en cifras (en línea). GT. Consultado 2 de Oct. 2001. Disponible en: <http://www.segeplan.gob.gt>
- Barahoha, E; Leclerc G. 1999. Manual: Introducción ArcView GIS 3.1. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). CO. 87p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CR). 1999. Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Manejo de Recursos Naturales. Turrialba, Costa Rica, 28p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CR). 2000. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario y de los recursos naturales. 128p.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2001. El desarrollo rural en perspectiva (en línea). Guatemala. Consultado 02 de Oct. 2001. Disponible en: <http://www.pnud.org.gt>
- Cabrera, R; de León, E. 1999. Lineamientos para la definición de un programa de manejo de cuencas en Guatemala. MAGA UPIE PAFG. Guatemala. 42 p.
- Cardona A, OD. 1993a. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. In Maskrey, A. Comp. Los desastres no son naturales. CO. La Red. p. 51-74.
- \_\_\_\_\_. 1993b. Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. In Maskrey, A. Comp. Los desastres no son naturales. Co. La Red. p. 75-94.
- Defensores de la Naturaleza. 1992. Reserva de Biosfera Sierra de las Minas: plan maestro. Guatemala. 54p.
- Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad GT. 1999a. Conociendo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas Guatemala SIGAP. 91p.
- \_\_\_\_\_. 1999b. Estrategia nacional para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y plan de acción. Guatemala. 129p.
- \_\_\_\_\_. 1999c. Las áreas silvestres de Guatemala, ¿Tienen amenazas?. Guatemala. 62p.
- FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, GT). 1998. Evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998: sus implicaciones para el desarrollo económico y social, y el medio ambiente. Guatemala. 78p.
- Hernández R, O. 1998. Temas de análisis estadístico multivariado. San José C. R. Universidad de Costa Rica. 169p.
- Lavell A. 1993. Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. In Maskrey, A. Los desastres no son naturales. CO. La Red. p.135-154.

- Nitler, J. 1993. El manejo de las cuencas en el proyecto de desarrollo agrícola de Guatemala. Guatemala. MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación GT). 92p.
- Cabrera, R. 1999. Lineamientos para la definición de un programa de manejo de cuencas en Guatemala. MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación GT). 42p.
- Robledo, W. 2000. Manual para la caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas: la cuenca es la cuna del agua. MAGA. (Ministerio de Agricultura y Alimentación GT). 54p.
- Maskrey, A. Vulnerabilidad y mitigación de desastres. 1993. In Maskrey, A. comp. Los desastres no son naturales. Colombia, CO. La Red. p.111-134.
- Mendenhall W.; Scheaffer RL. 1986 Elementos de Muestreo. Rendón S.; Gomez A, JR. 3ed. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 318p.
- MINUGUA (Misión de Naciones Unidas para Guatemala). 1996. Acuerdo sobre Aspectos socioeconómicos y situación agraria. Guatemala. 37p.
- Nittler, J B; Barahona, R. 1993. El manejo de cuencas en el proyecto de desarrollo agrícola de Guatemala. MAGA. AID. 92 P.
- Núñez, OM. 1993. Diagnóstico de las comunidades forestales de los distritos Motagua y Chilascó, de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 55p.
- OEA (Organización de Estados Americanos US). 2000a. Desastres, Planificación y Desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños (en línea). USA. Consultado 21 de dic. 2000 . Disponible en <http://www.oas.org/defaultesp.htm>
- \_\_\_\_\_. 2000b. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado (en línea). USA. Consultado 21 de dic. 2000 disponible en: <http://www.oas.org/defaultesp.htm>. 569p.
- \_\_\_\_\_. 2000c. Reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas. (en línea). USA. Consultado 21 de dic. 2000. Disponible en <http://www.oas.org/defaultesp.htm>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS). 1993. Mitigación de desastres en las instalaciones de la salud; Evaluación y reducción de la Vulnerabilidad física y estructural. Volumen I: Aspectos generales. Washington D. C. USA. 45p.
- Pla, Laura E. 1986. Análisis Multivariado: método de componentes principales. Washington D. C. USA. Organización de los Estados Americanos. 93p.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2000. Descripción del huracán Mith y sus efectos (en línea). USA. Consultado 24 nov. 2000. Disponible en <http://www.pnud.org.gt/paginas/infos/parte2/cap7/intc7.html#2>.

- Ramírez Z. C. 1999. Modelo de la susceptibilidad a incendios forestales utilizando imágenes VHRR y sistemas de información geográfica, en la Reserva de Biosfera Maya, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 78p.
- Romero G.; Maskrey A. 1993. Como entender los desastres naturales. In Maskrey, A. comp. Los desastres no son naturales. Colombia, CO. La Red. p.1-8.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Versión 6, Fourth Edition. Volumen 1. Cary, NC: SAS Institute Inc., 943p.
- Turner, M. G. 1987. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of three transition models. *Landscape Ecology*. 1(1):29-36.
- SG-SICA (Secretaria General del Sistema de Integración Centroamericana, ES). 2000.. Plan de acción para el manejo integrado del agua en el istmo Centroamericano. El Salvador CCAD. DANIDA. CRRH CAPRE. 27 p.
- SIECA (Secretaria de Integración Económica Centroamericana, GT). 1999a. XX Cumbre de presidentes de Centroamérica, república dominicana y el primer ministro de Belice: marco estratégico para la reducción de vulnerabilidad y desastres en Centroamérica (en línea). Guatemala. Consultado 17 de octubre de 2000. Disponible en [http://www.sieca.org.gt/publico/reuniones\\_presidentes/xx/marco\\_estrategico\\_para\\_la\\_reduccion.htm](http://www.sieca.org.gt/publico/reuniones_presidentes/xx/marco_estrategico_para_la_reduccion.htm)
- \_\_\_\_\_. 1999b. Logros y retos del mecanismo de Tuxtla (en línea). Ciudad de Guatemala, Guatemala, 25 de agosto de 2000. Consultado 18 de octubre de 2000. Disponible en [http://www.sieca.org.gt/Publico/Reuniones\\_Presidentes/Tuxtla\\_IV/logros\\_y\\_retos\\_del\\_mecanismo\\_de\\_tuxtla.htm](http://www.sieca.org.gt/Publico/Reuniones_Presidentes/Tuxtla_IV/logros_y_retos_del_mecanismo_de_tuxtla.htm)
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H.; Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. Third Edition. McGraw-Hill inc. New York. 338p.
- UNEPAR-UNICEF (Unidad Ejecutora de Proyectos de Acueductos Rurales – Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2000. Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala. Resumen Ejecutivo. 82p.
- USAID (Agencia Internacional para el desarrollo de Estados Unidos, US). 2000. Manejo de las cuencas hidrográficas para la reconstrucción después de los huracanes y reducción de la vulnerabilidad ante los desastres naturales (en línea). USA. Consultado 1 Nov. 2000. Disponible en [www.hurricane.info.usaid.gov/span-env.htm](http://www.hurricane.info.usaid.gov/span-env.htm)
- Wijkman A; Timberlake L. 1998. Natural Disasters Acts of God or acts of Man?. Philadelphia, PA. USA New Society Publisher. 144p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. La vulnerabilidad global. In Maskrey, A. Los desastres no son naturales. Com. Maskrey. CO. La Red. p.9-50.



## **7. Anexos**

Cuadro 1a. Censos de población para 1984, 1994 y 2000, en las comunidades de la cuenca Jones.

Localidad	1964	1973	1984	1994	2000	% Crecimiento
Cajón de Jones	-	-	72	111	151	5.7
El Petón	-	-	234	379	488	5.5
Espinilla	-	-	361	446	527	2.7
Jesús María	-	-	215	245	275	1.7
Jónes	-	-	763	755	883	1.4
Jumuzna	-	-	140	164	222	3.8
Llano Verde	-	-	309	375	459	2.9
Mal Paso	-	-	225	278	346	3.2
Pata Galana	-	-	253	328	411	3.6
<b>Población total</b>	<b>1009</b>	<b>1735</b>	<b>2572</b>	<b>3081</b>	<b>4516</b>	<b>3.39</b>
<b>Población flotante</b>					<b>754</b>	

Fuente: Encuesta 2000. Instituto Nacional de Estadística (INE).

Cuadro 2a. Analfabetismo de las comunidades dentro de la cuenca Jones.

Comunidad	Año		
	1984	1994	2000
Cajón de Jones	27.78	29.73	22.45
El Petón	21.37	18.21	16.25
Espinilla	27.42	22.20	19.21
Jesús María	26.05	15.51	16.35
Jónes	29.10	25.70	22.63
Jumuzna	20.71	20.12	17.35
Llano Verde	10.03	20.27	15.85
Mal Paso	26.67	17.27	14.87
Pata Galana	21.34	22.87	19.36
<b>Promedio</b>	<b>23.39</b>	<b>21.32</b>	<b>18.26</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) y Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA). 2000

Cuadro 3a. Distribución del uso actual de suelo en las fincas.

Rangos	Tamaño de fincas	Area de bosques	Area de granos	Area de pastos
Area Has	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa
0	0.51	0.79	0.67	0.71
0.1-2	0.19	0.07	0.22	0.09
2.1-4	0.09	0.04	0.08	0.07
4.1-6	0.03	0.02	0.03	0.03
6.1-8	0.04	0.03	0.00	0.04
8.1-10	0.01	0.02	0.00	0.03
>10	0.13	0.03	0.00	0.03
<b>Sumatoria</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Cuadro 4a. Uso potencial de los Suelos en la cuenca Jones.

Clase USDA	%	Has
Clase III	5.55	522.53
Clase IV	0.37	34.84
Clase VI	0.97	91.33
Clase VII	15.29	1439.55
Clase VIII	77.82	7326.75
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>9415.00</b>

Cuadro 5a. Distribución de las categorías geológicas existentes en la cuenca Jones.

Código	Descripción	Has	%
KTsb	Formación subinal	16.95	0.18
Pj	Formación Jones	1875.47	19.92
Psa	Formación San Agustín	6389.02	67.86
Pslm	Formación San Lorenzo	245.73	2.61
Qal	Aluvión	457.57	4.86
S	Serpentinita	262.68	2.79
Tg	Formación Guastatoya	168.53	1.79
<b>Total</b>		<b>9415.94</b>	<b>100</b>

Fuente: IGN. Mapa geológico escala 1:50,000

Cuadro 6a. Factores que limitan el logro de los objetivos institucionales a nivel regional.

**Escala de Evaluación:**

- 1: Afecta mucho
- 2: Término medio
- 3: Afecta muy poco o nada

ASPECTOS EVALUADOS	INSTITUCIONES											Tot.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Presupuesto asignado	3	1	1	3	1	3	2	1	1	1	1	18
Logística	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	19
Nivel académico del personal	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	27
Ingerencia política	3	1	3	1	1	3	2	3	2	1	3	23
Centralización administrativa	1	1	1	1	1	3	2	3	1	1	2	17
Inestabilidad laboral	1	2	3	2	2	3	3	3	2	3	1	25
Celos institucionales	2	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	28
Imagen comunitaria	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	31
Organización comunitaria	2	3	1	3	2	2	3	3	2	1	3	25
Armonía laboral	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	31
Descoordinación interinstitucional	2	3	1	2	1	3	1	1	1	1	3	19
	24	24	23	26	18	30	25	27	21	19	26	

Fuente: Encuesta 2001.

Nota: Los nombres de las instituciones se omiten por tratarse de una investigación general y no particular.

Cuadro 7. Presencia institucional en las comunidades de la cuenca Jones

Institución	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Comunidad									
DN									
FONAPAZ		X					X		
MSPAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FIS	X	X		X	X	X		X	X
CONAP	X	X						X	X
INAB				X					
ME	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MUNI	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MAGA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONRED	X	X		X				X	X
CONALFA		X		X			X	X	

## Referencias:

DN: Defensores de la Naturales

FONAPAZ: Fondo Nacional para la Paz

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

FIS: Fondo de Inversión Social

CONAP: Consejo Nacional de Areas Protegidas

INAB: Instituto Nacional de Bosques

MN: Ministerio de Educación

MAGA: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

CONRED: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres

CONALFA: Comisión Nacional de Alfabetización de adultos

## Ident.

1	Cajón
2	Jones
3	M. Paso
4	Espinilla
5	Jumuzna
6	Jesús María
7	Petón
8	Pata Galana
9	Llano Verde

Cuadro 8a. percepción comunitaria respecto a los factores que afectan el logro de objetivos inst.

## Puntuación asignada:

1: Muy alto	2: Alto	3: Medio	4: Bajo	5: Muy bajo	Coparticipación comunitaria
Aspecto evaluado	Credibilidad	Finanzas	Nivel Académico	Estabilidad	
<b>COMUNIDAD</b>					
Cajón de Jones	1	2	3	4	3
Llano Verde	1	5	2	3	2
Jones	1	3	2	4	4
Pata Galana	1	3	4	2	3
Espinilla	1	3	3	4	2
Mal Paso	1	2	3	5	4
Jesús María	1	4	3	5	2
Jumúzna	1	3	4	2	5
Petón	1	3	3	4	4
<b>SUMATORIA</b>	<b>9</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>29</b>

Cuadro 9a: Organización existente en las comunidades que conforman la cuenca Jones.

Comunidad	Comité de emergencia	Comité(s) Organizado(s)	Sistema de alerta temprana	Población año 2001
Jones	No	Pro-mejoramiento	Si	151
Llano Verde	No	Pro-mejoramiento	No	488
Cajón de Jones	No	Pro mejoramiento Agua potable	Si	527
Pata Galana	No	Pro-mejoramiento	No	275
La Espinilla	No	Pro-mejoramiento	No	883
Mal Paso	Si	Pro-mejoramiento	Si	222
Jesús María	No	Pro-mejoramiento	No	459
Jumúzna	No	Pro-mejoramiento	No	346
Petón	Si	De emergencia De Desarrollo	Si	411

Cuadro 10a: Distribución del presupuesto para el año 2001 en la cuenca Jones.

Sector en que se desarrolla la inversión	Total (US\$)	Sector de inversión	
		Recursos naturales	Infraestructura y desarrollo social
Administración del área protegida	13,840.07	13,840.00	
Obras pro fortalecimiento de la paz	19,253.32		19,253.32
Salud	11,713.94		11,713.94
Fondos sociales	972.80		972.80
Monitoreo de áreas protegidas	5,051.62	5,051.62	
Administración de recursos forestales fuera de AP's <sup>1</sup>	1,048.63	1,048.63	
Educación formal	68,076.92		68,076.92
Fondos municipales	112,643.25		112,643.21
Desarrollo agrícola	236.44	236.44	
Prevención de desastres naturales	283.73		283.73
Educación de adultos	7,538.46		7,538.46
<b>Total</b>	<b>240,659.20</b>	<b>20,176.70</b>	<b>220,482.38</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>100.00</b>	<b>8.38</b>	<b>91.62</b>

Fuente: Sector institucional departamento de Zacapa. 2001.

Cuadro 11a. Plan de inversiones de la municipalidad de Río Hondo para el periodo 2000-2005

Comunidad	Proyecto	Costos(Q.)	Año	US\$
Jones	Aula Pre-primaria	45000	2001	5844.16
Jones	Ampliación escuela primaria	45000	2001	5844.16
Llano Verde	Ampliación escuela primaria	45000	2001	5844.16
Jumuzna	Drenajes	300000	2001	38961.04
Espinilla	Empedrado	440000	2001	57142.86
Jumuzna	Mejoramiento camino	456065	2001	59229.22
Mal Paso	Salón comunal	269200	2001	34961.04
Pata Galana	Cancha polideportiva	72000	2001	9350.65
Jones	Drenajes	450000	2002	58441.56
Mal Paso	Drenajes	300000	2002	38961.04
Petón	Drenajes	300000	2002	38961.04
Espinilla	Drenajes	600000	2003	77922.08
Jumuzna	Fase 2 Adoquinamiento	275000	2003	35714.29
Jesús María	Fase 2 adoquinamiento	300000	2003	38961.04
Llano Verde	Cancha polideportiva	75000	2003	9740.26
Jesús María	Cancha polideportiva	75000	2003	9740.26
Espinilla	Cancha polideportiva	75000	2004	9740.26
Jones	Cancha polideportiva	75000	2004	9740.26
Llano Verde	Salón comunal	275000	2004	35714.29
Pata Galana	Salón comunal	275000	2004	35714.29
Jumuzna	Salón comunal	275000	2004	35714.29
El Cajón	Asfalto	1250000	2005	162337.66
<b>Total</b>		<b>6272265</b>		<b>814579.87</b>

<sup>1</sup> Areas protegidas

Cuadro 12a. Frecuencia observada de las 2000 parcelas distribuidas dentro de la cuenca.

Area		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No.
Has		BODG	PASBR	BOSSE	AUR	AAGR	PASEXT	BODP	BODP	LATI	DEGR	parcelas
334.31	BODG	14	8	0	3	4	18	0	0	0	23	70
370.39	PASBR	1	53	0	3	2	0	0	0	0	18	77
601.38	BOSSE	0	0	79	0	21	36	0	0	0	0	136
37	AUR	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10
1023.3	AAGR	0	5	2	4	77	92	6	0	0	6	192
1146.1	PASEXT	0	0	13	7	4	166	0	0	0	7	197
3447.8	BODP	0	0	0	0	45	130	386	158	0	17	736
467.55	BODPR	0	0	0	6	0	27	25	44	0	4	106
1987.2	LATI	0	0	0	0	13	80	0	0	381	2	476
	DEGRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
9415.1		TOTALES										2000

Cuadro 13a. Características de los factores que coadyuvan al cambio diferenciado (n=2000).

Variable	Unidades	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. Est.	Kurtosis	P**
Altura	Msnm	1213	140	2446	582	-0.945	<0.01
Dist-H2O	M	304.88	0	1718.25	258.85	3.56	<0.01
Geología	Dummy(0,5)	2.02	1	7	0.879	-1.7	<0.01
Área Prot.	Dummy(1,3)	1.84	1	3	0.7638	-1.222	<0.01
Precipitación	mm/año	1062	600	1400	201.24	0.001	<0.01
Incendios	Dummy (1,2)	0.54	0	1			
Uso potencial	Dummy (3,8)	7.5	3	8	1.23	8.3	<0.01
Pendiente	Grados	25.17	0	87.24	11.66	1.34	<0.01
Dist-Pob.	m	2951	0	7405.35	1966.93	-1.02	<0.01
Dist-carretera	m	2110.2	0	6902	1832.63	-0.54	<0.01

\*\*P= Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Ho= Datos distribuidos normalmente

Anexo 14c: Matriz de correlación de las 23 variables que conforman el análisis de correlación canónica

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 INDACNEG	1.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644	-0.1484	0.1770	0.0075	0.1566	-0.2581	0.1487	-0.3021	-0.3235	0.3647	0.2449	0.3599	-0.3737	0.2200	0.1605	-0.3712	0.1833
2 INDACPOB	-0.0354	1.0000	-0.0357	0.0022	0.0274	-0.0035	-0.0856	-0.0050	0.9444	0.0777	0.0390	0.0091	-0.0102	-0.0122	-0.0399	-0.0716	0.2647	-0.0156	0.3570	-0.3704	0.3523	-0.0724	0.0120
3 INDPREU	0.2361	-0.0357	1.0000	-0.2328	0.0946	0.7705	0.7474	0.0415	0.0474	-0.0015	0.1847	-0.3427	0.2328	-0.3338	-0.1539	0.3559	-0.0284	0.3570	-0.3704	0.3523	0.1749	-0.2894	0.0176
4 INDIV	-0.0033	0.0022	-0.2328	1.0000	0.0804	-0.0908	-0.0574	0.0271	-0.0402	-0.0253	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643
5 TAMFIN	0.1066	0.0274	0.0946	0.0804	1.0000	0.2213	0.2449	0.0019	-0.0809	-0.0452	-0.1440	-0.2751	0.2276	-0.1042	0.0928	-0.0031	0.0605	0.4451	0.6570	0.0282	-0.0916	0.1273	-0.0377
6 USOPOT	0.2881	-0.0035	0.7705	-0.0908	0.2213	1.0000	0.0079	0.0233	0.0391	-0.0699	0.3147	-0.3979	0.2276	-0.4603	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999
7 LESTIE	0.2644	-0.0856	0.7474	0.0415	0.0274	0.0035	1.0000	0.0161	-0.0391	-0.0699	0.3147	-0.3979	0.2276	-0.4603	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999
8 MENEFAM	0.1770	-0.0050	0.0474	-0.0402	0.0019	0.0233	0.0391	1.0000	0.0650	-0.0272	0.1566	-0.1094	0.1355	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450
9 USA	0.0075	0.0777	0.0091	-0.0050	-0.0452	-0.0699	-0.0720	0.0060	1.0000	0.0000	0.0599	-0.0436	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450
10 MGGUA	0.1566	0.0390	0.1847	-0.0035	-0.1440	0.3147	0.2108	0.1590	0.0999	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
11 OCUPA	-0.2581	0.0091	-0.3427	0.0050	-0.2751	-0.3979	-0.2848	-0.1694	-0.0436	0.2164	-0.0073	1.0000	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
12 PERTIER	0.1487	-0.0102	0.2328	0.0415	0.0274	-0.0035	0.0856	0.0050	0.9444	0.0777	0.0390	0.0091	-0.0102	-0.0122	-0.0399	-0.0716	0.2647	-0.0156	0.3570	-0.3704	0.3523	-0.0724	0.0120
14 DENSPOB	-0.3021	-0.0122	-0.3338	0.0415	-0.0480	-0.0236	0.2276	0.1911	-0.1355	0.0395	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643
15 TCRECPOB	-0.3235	-0.0359	-0.1539	0.0826	-0.0472	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999	-0.3712	0.1833	0.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644
16 ALTURA	0.3647	-0.0716	0.3559	-0.0284	0.0512	0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643	-0.0916	0.0377	0.0999	-0.3712	0.1833	0.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644
17 ZODIACA	0.2449	0.0023	-0.0284	-0.0512	0.0605	0.0451	0.0591	-0.0436	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18 PPPROM	0.3599	-0.0150	0.3570	-0.0480	-0.0236	0.2276	0.1911	-0.1355	0.0395	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643	0.0000
19 TEMPROM	-0.3737	0.0015	-0.3704	0.0801	0.0282	-0.0676	-0.4791	0.1847	-0.0035	-0.1440	0.3147	0.2108	0.1590	0.0999	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701
20 PENDIENTE	0.2200	-0.0343	0.3523	-0.0895	-0.0916	0.0246	0.4208	0.0867	0.0990	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
21 PORPOESC	0.1605	-0.0724	0.3749	-0.0895	-0.0916	0.0246	0.4208	0.0867	0.0990	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
22 CATMAN	0.3712	0.0120	-0.2894	0.0410	-0.0017	-0.5174	-0.3962	-0.0856	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23 INGRESO	0.1833	0.0303	0.0176	0.0643	0.0899	-0.0267	-0.0450	-0.0153	0.8814	-0.1348	-0.0142	-0.0024	-0.0661	-0.1697	-0.2402	0.0663	0.0397	0.0171	-0.0531	-0.0236	-0.0236	-0.0061	1.0000

Anexo 15a: Matriz de variancias - covariancias para las 23 variables

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 INDACNEG	1.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644	-0.1484	0.1770	0.0075	0.1566	-0.2581	0.1487	-0.3021	-0.3235	0.3647	0.2449	0.3599	-0.3737	0.2200	0.1605	-0.3712	0.1833
2 INDACPOB	-0.0354	1.0000	-0.0357	0.0022	0.0274	-0.0035	-0.0856	-0.0050	0.9444	0.0777	0.0390	0.0091	-0.0102	-0.0122	-0.0399	-0.0716	0.2647	-0.0156	0.3570	-0.3704	0.3523	-0.0724	0.0120
3 INDPREU	0.2361	-0.0357	1.0000	-0.2328	0.0946	0.7705	0.7474	0.0415	0.0474	-0.0015	0.1847	-0.3427	0.2328	-0.3338	-0.1539	0.3559	-0.0284	0.3570	-0.3704	0.3523	0.1749	-0.2894	0.0176
4 INDIV	-0.0033	0.0022	-0.2328	1.0000	0.0804	-0.0908	-0.0574	0.0271	-0.0402	-0.0253	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643
5 TAMFIN	0.1066	0.0274	0.0946	0.0804	1.0000	0.2213	0.2449	0.0019	-0.0809	-0.0452	-0.1440	-0.2751	0.2276	-0.1042	0.0928	-0.0031	0.0605	0.4451	0.6570	0.0282	-0.0916	0.1273	-0.0377
6 USOPOT	0.2881	-0.0035	0.7705	-0.0908	0.2213	1.0000	0.0079	0.0233	0.0391	-0.0699	0.3147	-0.3979	0.2276	-0.4603	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999
7 LESTIE	0.2644	-0.0856	0.7474	0.0415	0.0274	0.0035	1.0000	0.0161	-0.0391	-0.0699	0.3147	-0.3979	0.2276	-0.4603	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999
8 MENEFAM	0.1770	-0.0050	0.0474	-0.0402	0.0019	0.0233	0.0391	1.0000	0.0650	-0.0272	0.1566	-0.1094	0.1355	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450
9 USA	0.0075	0.0777	0.0091	-0.0050	-0.0452	-0.0699	-0.0720	0.0060	1.0000	0.0000	0.0599	-0.0436	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450
10 MGGUA	0.1566	0.0390	0.1847	-0.0035	-0.1440	0.3147	0.2108	0.1590	0.0999	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
11 OCUPA	-0.2581	0.0091	-0.3427	0.0050	-0.2751	-0.3979	-0.2848	-0.1694	-0.0436	0.2164	-0.0073	1.0000	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
12 PERTIER	0.1487	-0.0102	0.2328	0.0415	0.0274	-0.0035	0.0856	0.0050	0.9444	0.0777	0.0390	0.0091	-0.0102	-0.0122	-0.0399	-0.0716	0.2647	-0.0156	0.3570	-0.3704	0.3523	-0.0724	0.0120
14 DENSPOB	-0.3021	-0.0122	-0.3338	0.0415	-0.0480	-0.0236	0.2276	0.1911	-0.1355	0.0395	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643
15 TCRECPOB	-0.3235	-0.0359	-0.1539	0.0826	-0.0472	-0.2481	0.6293	0.0451	0.6570	-0.0282	0.0916	-0.0916	0.0377	0.0999	-0.3712	0.1833	0.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644
16 ALTURA	0.3647	-0.0716	0.3559	-0.0284	0.0512	0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643	-0.0916	0.0377	0.0999	-0.3712	0.1833	0.0000	-0.0354	0.2361	-0.0033	0.1066	-0.2881	0.2644
17 ZODIACA	0.2449	0.0023	-0.0284	-0.0512	0.0605	0.0451	0.0591	-0.0436	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18 PPPROM	0.3599	-0.0150	0.3570	-0.0480	-0.0236	0.2276	0.1911	-0.1355	0.0395	-0.0935	0.0050	0.0484	-0.0112	0.0826	-0.0547	-0.0512	-0.0480	0.0001	-0.0895	0.0338	0.0410	0.0643	0.0000
19 TEMPROM	-0.3737	0.0015	-0.3704	0.0801	0.0282	-0.0676	-0.4791	0.1847	-0.0035	-0.1440	0.3147	0.2108	0.1590	0.0999	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701
20 PENDIENTE	0.2200	-0.0343	0.3523	-0.0895	-0.0916	0.0246	0.4208	0.0867	0.0990	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
21 PORPOESC	0.1605	-0.0724	0.3749	-0.0895	-0.0916	0.0246	0.4208	0.0867	0.0990	-0.0873	1.0000	-0.0073	0.1251	-0.1357	-0.0812	0.4874	0.1956	0.5701	-0.5085	0.6204	0.2435	-0.5177	-0.0142
22 CATMAN	0.3712	0.0120	-0.2894	0.0410	-0.0017	-0.5174	-0.3962	-0.0856	0.0395	-0.1828	-0.0856	0.4443	0.0591	0.4593	-0.4791	0.4208	0.2286	-0.3962	-0.0450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23 INGRESO	0.1833	0.0303	0.0176	0.0643	0.0899	-0.0267	-0.0450	-0.0153	0.8814	-0.1348	-0.0142	-0.0024	-0.0661	-0.1697	-0.2402	0.0663	0.0397	0.0171	-0.0531	-0.0236	-0.0236	-0.00	

Cuadro 16a. Promedio de variables estandarizadas para cada una de las comunidades de la cuenca Jones.

Comunidad	POS	NEG	INDPREU	INDIV	TAMEN	USOPOT	LESTIE	MIEMFANUSA	USA	MIGGUA	LIVRIO	OCCUPA	PERTIER	DEUSPOB	CRECPOB	ALTURA	PPROMI	PEND	POBNOE	CATMAN	SALMIN	TOTAL
Cajón	0.1668	-0.011	0.9184	0.26	-0.261	1.5268	0.4335	0.7894	0.857	0.38	1.0558	-0.3538	0.140	-0.681	1.991	1.8924	2.0978	2.6466	-2.549	-1.491	0.0187	-2.946
Españilla	-0.085	0.0134	0.603	-0.343	-0.211	0.6898	0.3123	0.1573	-0.31	-0.198	0.6239	-0.0121	0.766	-1.024	-0.170	0.358	0.1006	1.3525	1.2576	0.665	-0.516	-2.586
Jesús María	-0.443	-0.392	-0.4662	-0.318	-0.457	-0.786	-0.546	-0.196	-0.19	0.1969	-0.798	-0.40431	-0.336	-0.021	-0.979	-1.061	-0.936	-1.295	0.407	0.731	-0.296	-1.545
Jones	-0.006	0.6419	0.3556	-0.111	0.0438	0.7486	0.2529	0.0285	-0.05	-0.147	0.7279	-0.3364	0.184	-0.656	-1.106	1.1517	1.3053	0.7054	-0.715	-1.491	-0.324	-1.139
Jumuzna	-0.629	-0.128	-0.1982	0.5928	-0.301	-0.486	0.0524	0.1368	0.435	0.9327	-0.584	0.81957	-0.282	0.266	0.622	-1.123	-0.851	-1.089	1.7324	0.665	0.8613	-1.545
Llano Verde	0.3534	-0.056	-0.2094	0.0898	0.142	-0.422	0.1377	-0.44	-0.45	-0.104	-0.686	-0.1486	-0.238	0.245	-0.024	0.2382	-0.648	-0.519	0.8462	0.628	0.1174	-1.139
Mal Paso	-0.093	-0.249	-0.2511	0.2896	0.0976	-0.381	-0.206	-0.07	0.119	-0.104	-0.478	0.09861	-0.306	-0.428	0.190	-0.541	-0.216	-0.373	-0.715	0.665	0.1034	-1.139
Pala Galana	0.2124	-0.249	-0.1441	0.2402	0.6848	-0.478	0.0028	0.5556	0.611	-0.276	-0.726	0.0116	0.036	-0.053	0.478	-1.071	-0.851	-1.059	-0.715	0.665	0.1034	-1.139
Pelón	0.0076	-0.68	-0.6516	-0.208	-0.414	-0.741	-0.729	-0.466	-0.24	0.1887	0.3401	0.35295	-0.273	2.605	1.847	-1.123	-0.851	-0.059	0.5782	0.665	0.5517	-1.139
Total	-0.514	-1.109	-0.0436	0.4917	-0.677	-0.328	-0.289	0.5062	0.788	0.9333	-0.525	0.83607	-0.308	0.253	2.849	-1.28	-0.848	0.3006	0.128	1.701	0.7593	-1.139
Promedio	-0.004	-0.009	-0.0004	0.0041	-0.006	-0.003	-0.002	0.0042	0.007	0.0078	-0.004	0.00697	-0.003	0.002	0.024	-0.011	-0.007	0.0025	0.0011	0.014	0.0063	-0.003

Cuadro 17a. Score para el total de variables

Comunidad	POS	NEG	INDPREU	INDIV	TAMEN	USOPOT	LESTIE	MIEMFANUSA	USA	MIGGUA	LIVRIO	OCCUPA	PERTIER	DEUSPOB	CRECPOB	ALTURA	PPROMI	PEND	POBNOE	CATMAN	SALMIN	TOTAL
Pelón	0.000	-0.126	-0.157	0.008	-0.002	-0.246	-0.144	-0.023	0.000	-0.010	0.073	-0.060	-0.028	-0.696	-0.356	-0.403	-0.316	-0.018	-0.130	-0.228	-0.082	-2.946
Jumuzna	-0.006	-0.024	-0.048	-0.023	-0.002	-0.161	0.010	0.007	0.000	-0.049	-0.125	-0.140	-0.029	-0.071	-0.120	-0.403	-0.316	-0.340	-0.389	-0.228	-0.128	-2.586
Jesús María	-0.004	-0.073	-0.112	0.013	-0.002	-0.261	-0.108	-0.010	0.000	-0.010	-0.171	-0.069	-0.035	0.006	0.189	-0.381	-0.348	-0.401	-0.091	-0.251	0.044	-2.076
Pala Galana	0.002	-0.046	-0.035	-0.009	0.004	-0.158	0.001	0.027	0.000	0.014	-0.155	-0.002	0.004	0.014	-0.092	-0.384	-0.316	-0.328	0.161	-0.228	-0.015	-1.545
Llano Verde	0.003	-0.010	-0.050	-0.004	0.001	-0.140	0.027	-0.002	0.000	0.005	-0.147	0.025	-0.025	-0.065	0.005	0.086	-0.241	-0.161	-0.190	-0.216	-0.017	-1.139
Mal Paso	-0.001	-0.046	-0.061	-0.011	0.001	-0.126	-0.041	-0.003	0.000	0.005	-0.102	-0.017	-0.032	0.114	-0.037	-0.194	-0.081	-0.116	0.161	-0.228	-0.036	-0.851
Españilla	-0.001	0.002	0.145	0.013	-0.001	0.229	0.062	0.008	0.000	0.010	0.133	0.002	0.079	0.274	0.033	0.129	0.037	0.419	-0.283	-0.228	0.077	1.140
Jones	0.000	0.119	0.086	0.004	0.000	0.248	0.050	0.001	0.000	0.008	0.156	0.057	0.019	0.175	0.213	0.414	0.486	0.218	0.161	0.512	0.048	2.976
Cajón	0.001	-0.002	0.221	-0.010	-0.001	0.506	0.086	0.039	0.000	-0.020	0.228	0.060	0.014	0.182	-0.384	0.660	0.781	0.820	0.573	0.512	-0.003	4.281



Figura 1a. Red hidrológica y vías de acceso de las comunidades de la cuenca Jones.

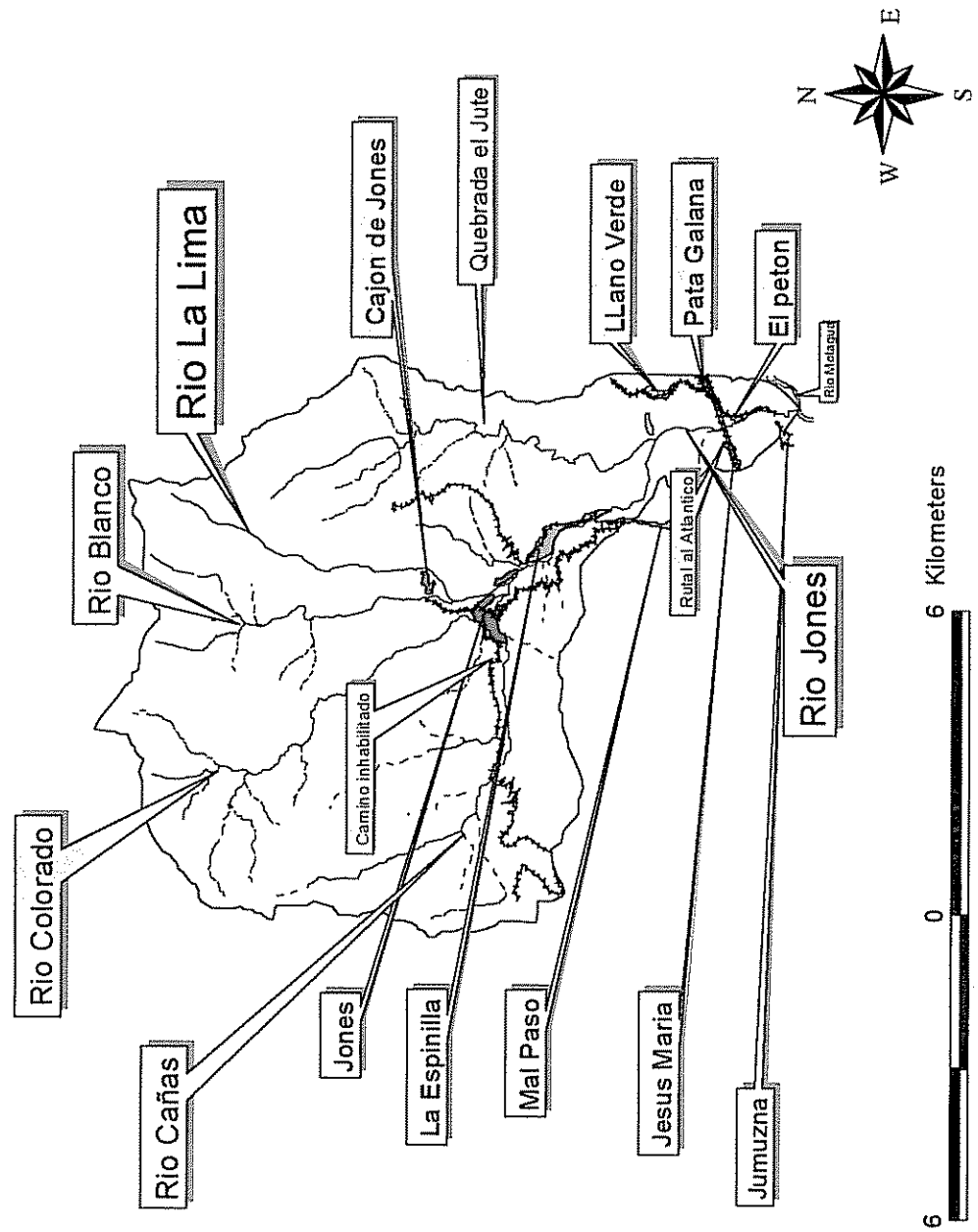


Figura 2a. Distribución de las 2000 parcelas distribuidas dentro de la cuenca

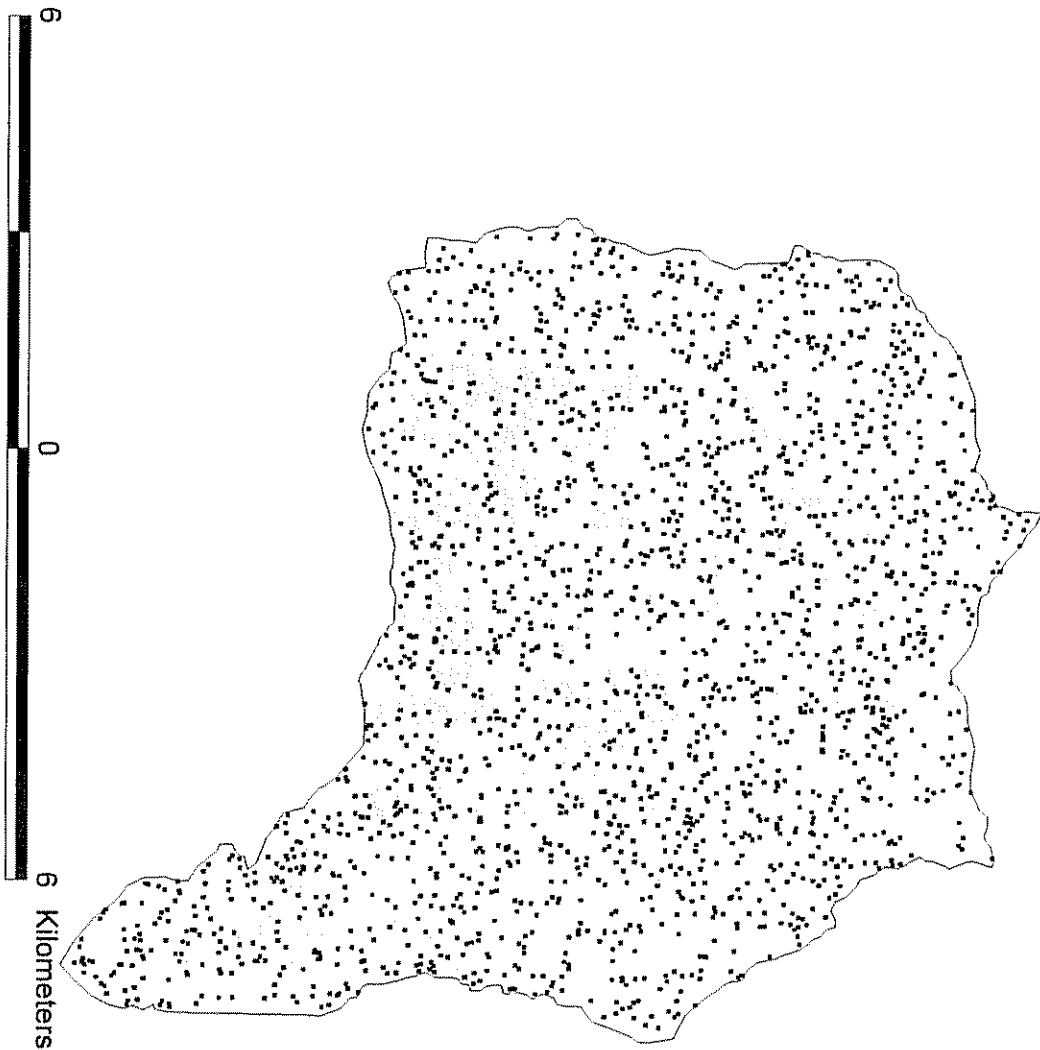


Figura 3a. Uso del suelo para 1987

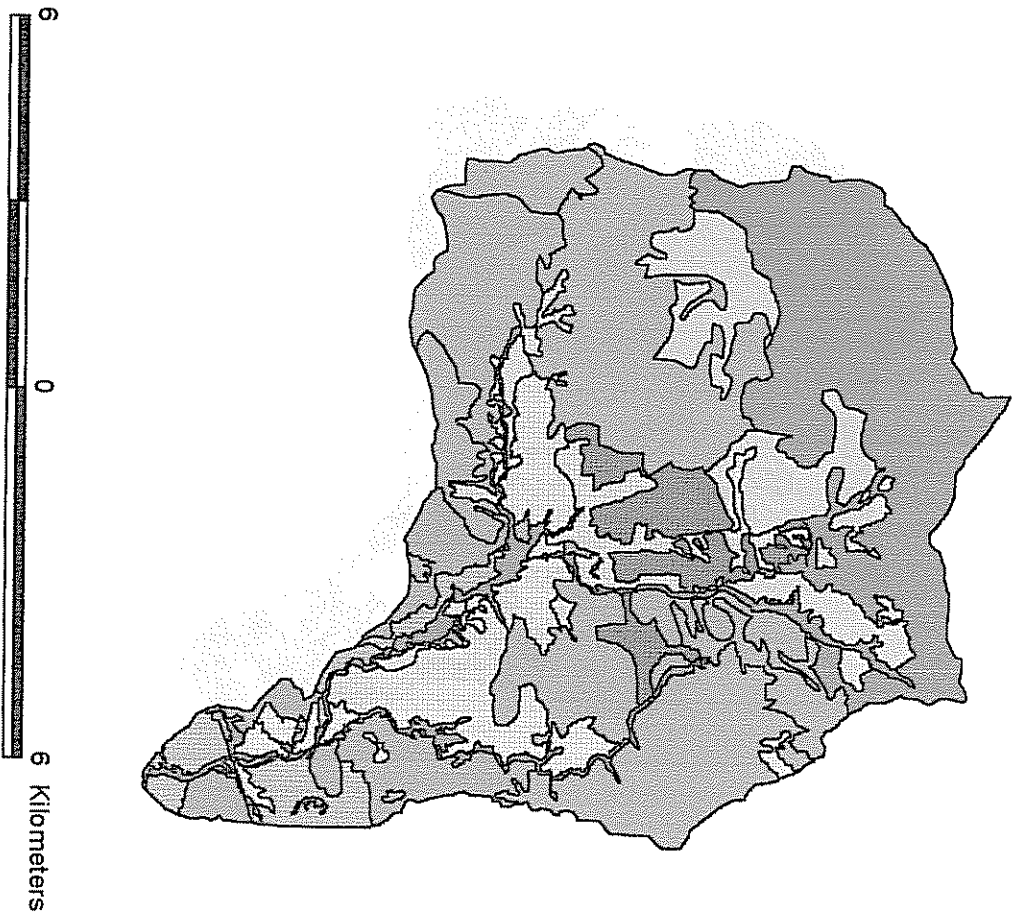


Figura 4a. Uso del suelo para el año 2000.

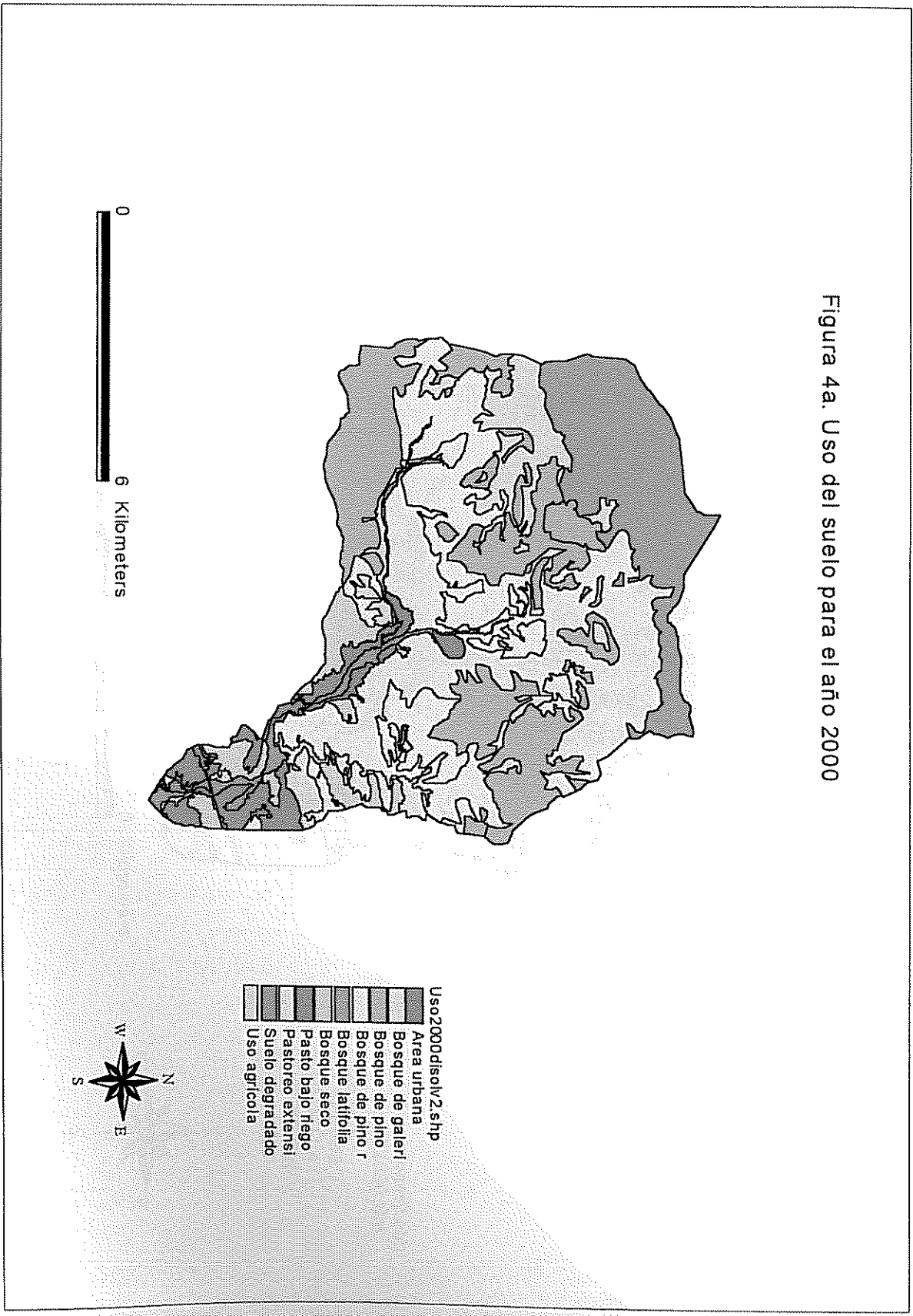


Figura 5a. Areas deforestadas durante el periodo 1987-2000

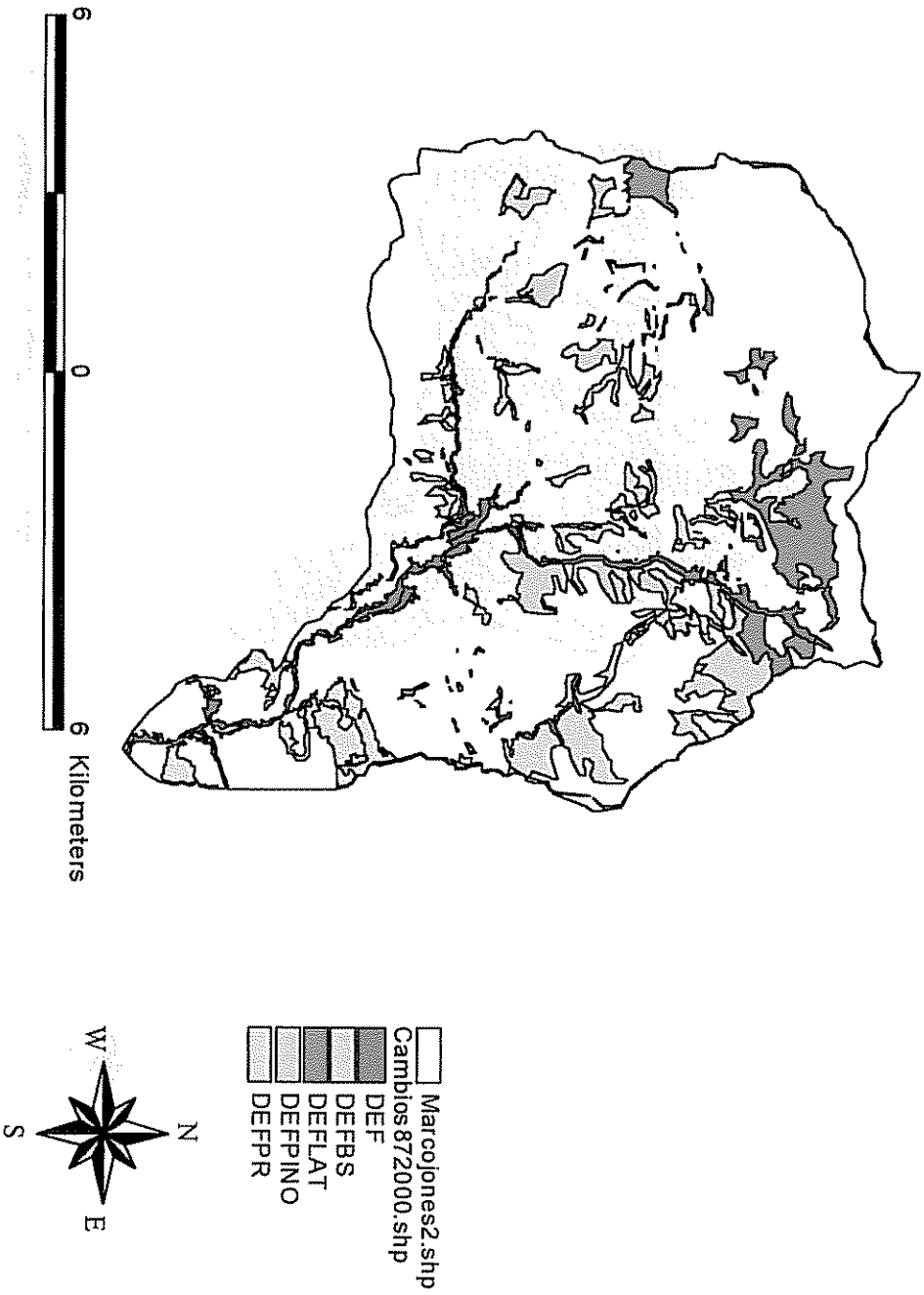


Figura 6a. Uso potencial de los suelos en la cuenca Jones

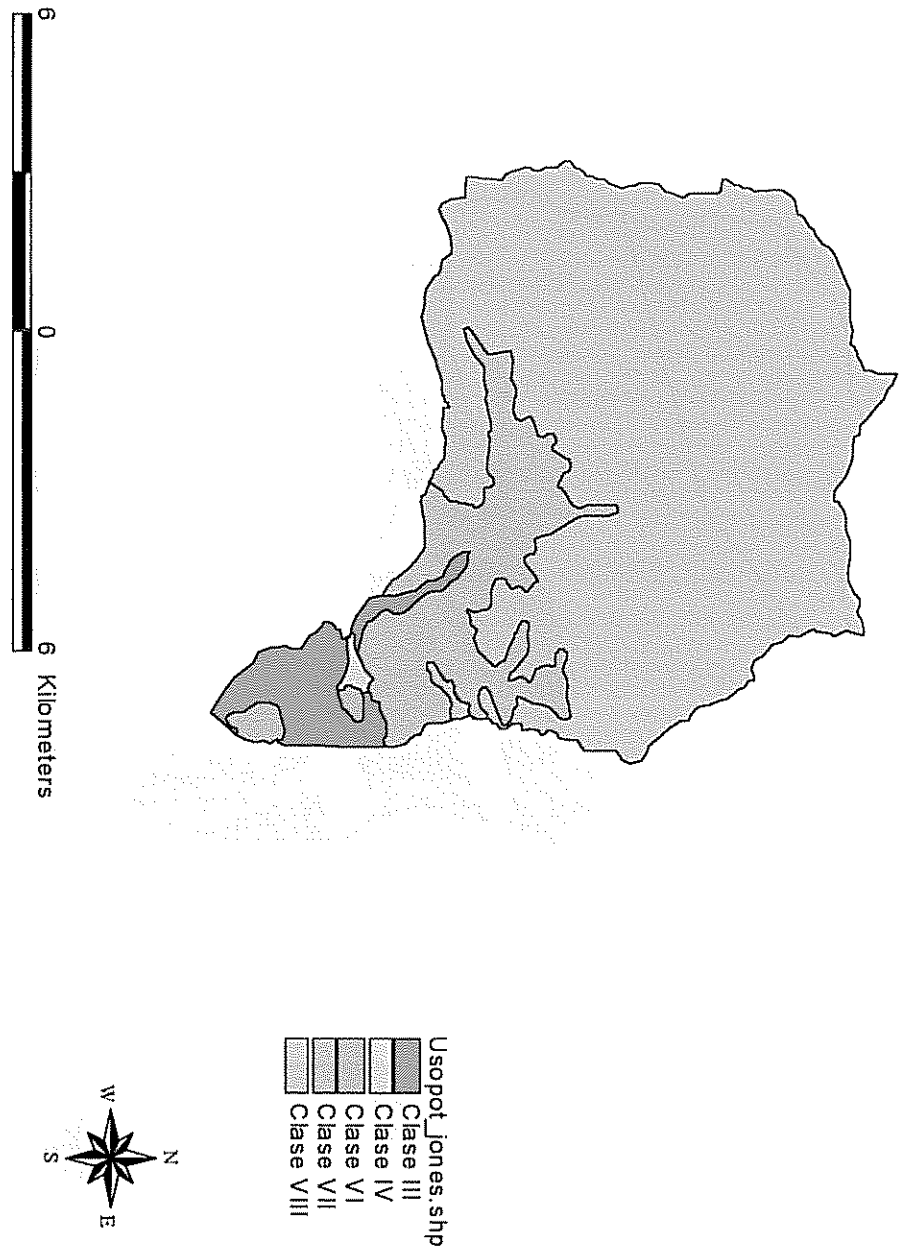


Figura 7a. Geología de la cuenca Jones

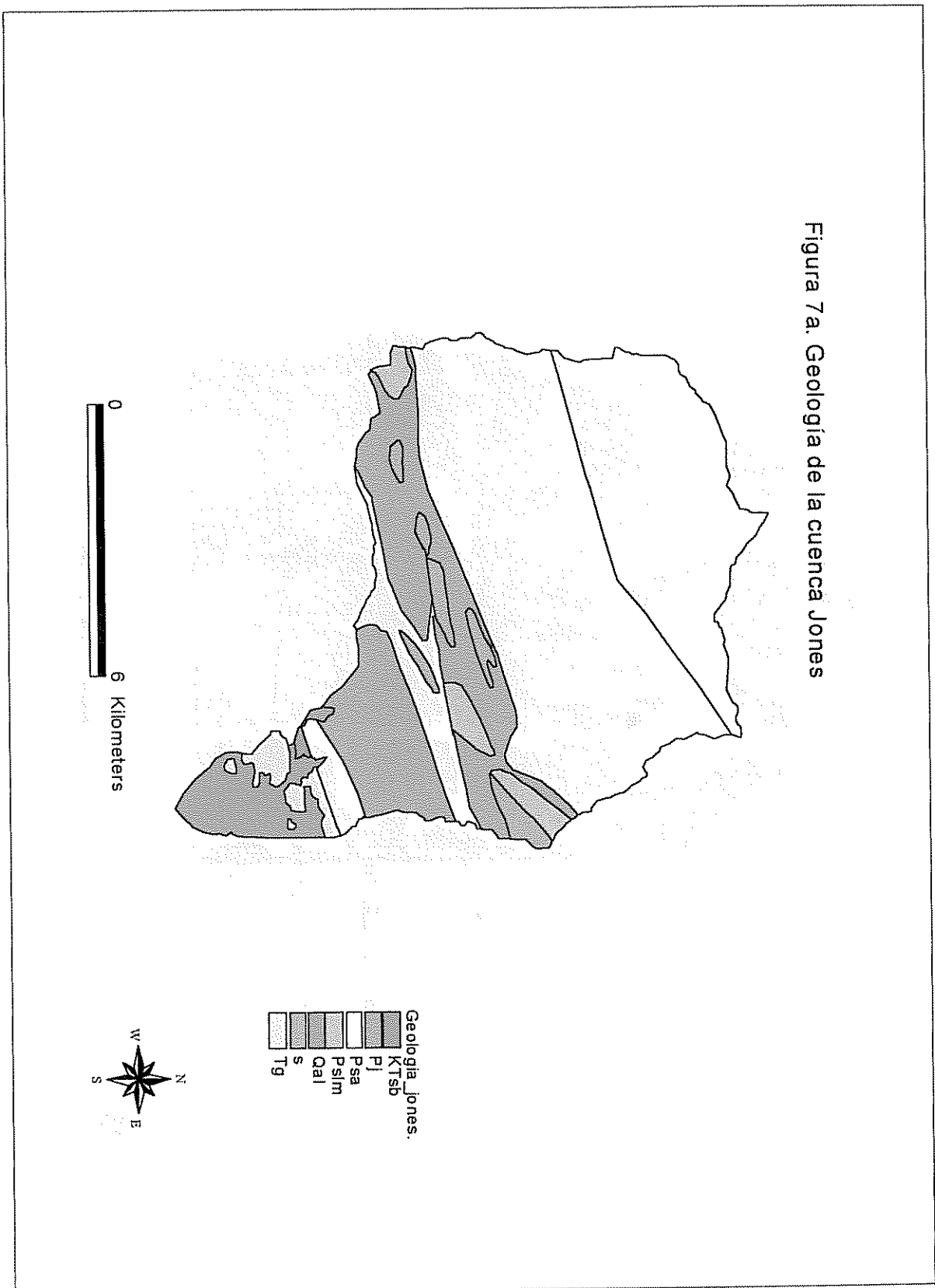
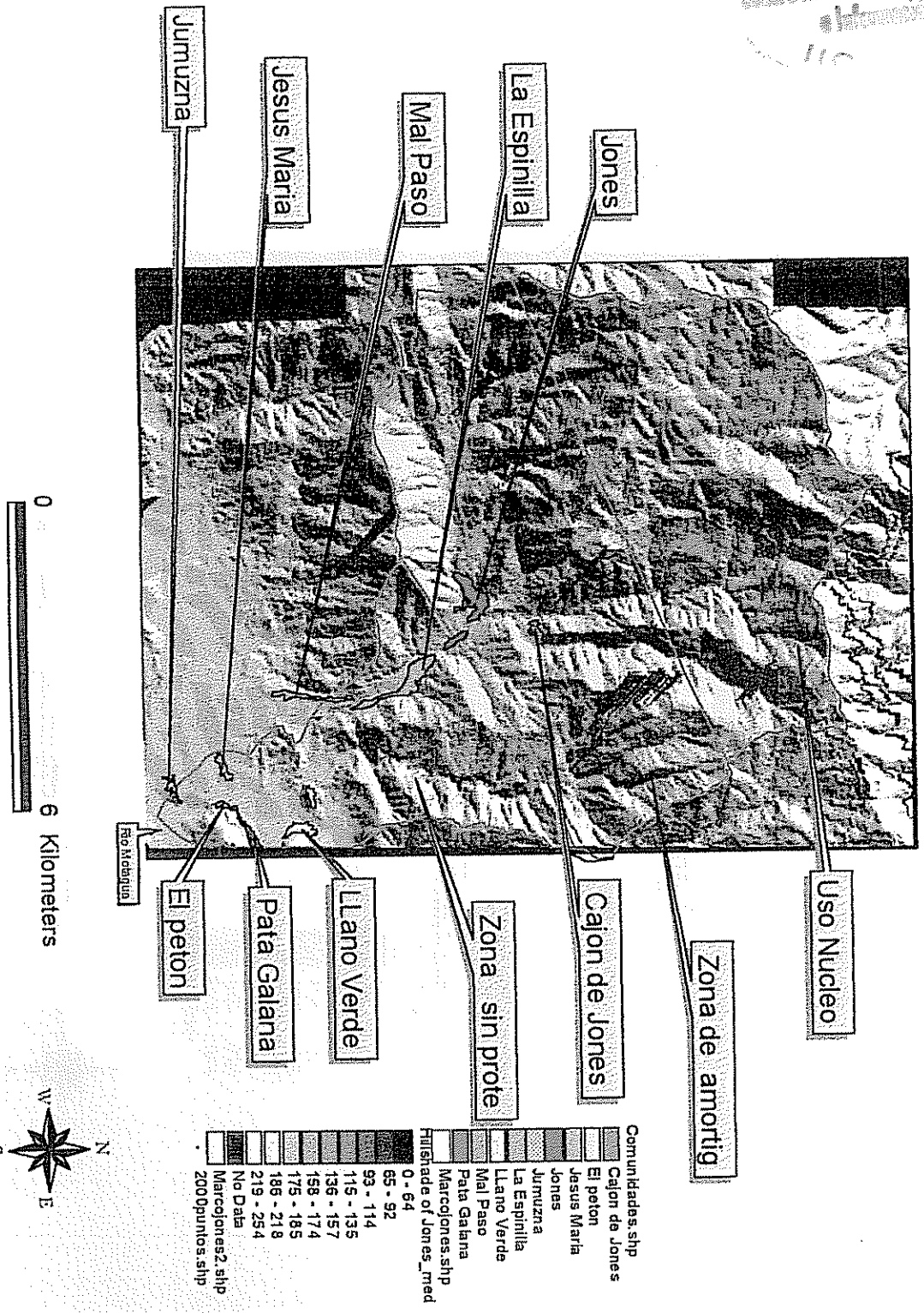


Figura 8a. Ubicación de las comunidades dentro de la cuenca Jones



Community	File Name
Comunidades	shp
Cajon de Jones	
El peñon	
Jesus Maria	
Jones	
Jumuzna	
La Espinilla	
Llano Verde	
Mal Paso	
Pata Galana	
Marcolones	shp
Marcolones	of Jones_med
0 - 64	
65 - 92	
93 - 114	
115 - 135	
136 - 157	
158 - 174	
175 - 185	
186 - 218	
219 - 294	
No Data	
Marcolones2	shp
200puntos	shp



Figura 9a. Mapa de celdas utilizado para la ortorectificación de fotografías aéreas (1:50,000)

