

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
- CATIE -  
ESCUELA DE POSGRADO  
ÁREA DE MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES, DETERMINACIÓN DE  
ÁREAS CRÍTICAS Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN EN LA MICROCUENCA  
DEL RÍO TALGUA, CATACAMAS, HONDURAS**

**Por  
WILMER MISAEL REYES SANDOVAL**

**CATIE**

**Turrialba, Costa Rica  
2003**

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
- CATIE -  
ESCUELA DE POSGRADO

VULNERABILIDAD A DESASTRES NATURALES, DETERMINACIÓN DE AREAS  
CRÍTICAS Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO  
TALGUA, CATACAMAS, HONDURAS

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrados del Centro  
Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para  
optar al grado de:

***Magister Scientiae***

por

Wilmer Misael Reyes Sandoval

**CATIE**

Turrialba, Costa Rica

2003

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

***MAGISTER SCIENTIAE***

**FIRMANTES:**

---

Jorge Faustino, Ph. D.  
**Profesor Consejero**

---

Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
**Miembro Comité Asesor**

---

Sergio Velásquez, M.Sc.  
**Miembro Comité Asesor**

---

Dr. Glenn Galoway  
**Director Programa Educación**

---

Wilmer Misael Reyes Sandova  
**Candidato**

## DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso, por que sin el no somos nadie. Porque en los momentos más difíciles me ha dado la fortaleza y la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi esposa Yeni y a mi hija Maria José, por todo el amor y comprensión que me han dado, por sacrificarse junto a mí y por compartir mis alegrías y tropiezos. Son mi inspiración y mi adoración ¡ sin ellas no lo hubiera logrado!

A mis adorados padres Enma Esperanza y Pedro Adán a quienes les debo todo lo que soy. Su sacrificio cosecha un fruto más, gracias por hacerme quien soy y por quererme y apoyarme siempre.

A mis hermanos Jaqueline, Ingrid, Ondina, Edgardo, Fátima, Ritza, Elvin e iban, por apoyarme siempre y por compartir conmigo alegrías y tristezas.

Muy especialmente, a mi hermano JOSE TRINIDAD por ser para mi un ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional y porque le debo mucho de lo que soy. ¡Gracias Hermano!.

A mi suegra, por ser para mí como una madre y por compartir conmigo alegrías y tristezas. ¡gracias por todo su apoyo!

A mis cuñados y cuñadas, a mis sobrinos y sobrinas, a mi cuñada Karla por ser una hermana más.

Al barcino Ing. Rosalío Rosales, por toda su ayuda y por ser como un padre para mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a las siguientes personas e instituciones que de una u otra manera contribuyeron al logro de esta meta.

A mis profesores consejeros, Ph. D. Jorge Faustino, Dr. Sc. Francisco Jiménez, y al M. Sc. Sergio Velásquez por su apoyo, colaboración y consejos. Por ser más que profesores ¡ Amigos!. He aprendido mucho de ellos y representan un modelo de profesional a seguir. Dichoso el CATIE al contar con ustedes, ¡ Gracias Amigos!

Al proyecto FOCUENCAS-ASDI por el apoyo económico brindado durante estos dos años de estudios y por la labor que desarrollan en mi país.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por haberme permitido orgullosamente ser parte de sus frutos.

A la Escuela de Postgrado, a la Biblioteca Conmemorativa Orton, personal técnico, administrativo y de apoyo de CATIE, quienes ayudan y se esfuerzan para que no nos sintamos extraños en este país.

A mis compañeros de promoción del CATIE 2002-2003, por darme su amistad y por permitirme decir de ahora en adelante ¡ tengo muy buenos amigos en toda Latinoamérica y Asia!

A mi amigo Manuel Gonzáles y a mi amigo Frank López, por su amistad y apoyo durante todo este tiempo.

A la ENA hoy Universidad Nacional de Agricultura, por permitirme egresar de allí y por la enorme experiencia y valores que he adquirido siendo orgullosamente miembro de su staff de profesores.

A los habitantes de la microcuenca del río Talgua, por considerarme como parte de esa gran familia.

## ¡ SINCEROS AGRADECIMIENTOS A TODOS!

### BIOGRAFÍA

El autor nació el 8 de Abril de 1978, realizó estudios primarios en la escuela Republica de Guatemala y secundarios en el Colegio Departamental Lempira en la ciudad de San Marcos de Colón, Choluteca, Honduras, concluyéndolos en el año de 1995.

En 1996 ingresa a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Escuela Nacional de Agricultura hoy Universidad Nacional de Agricultura, en la ciudad de Catacamas, Olancho, obteniendo allí el título de Ingeniero Agrónomo en el año de 1999.

Desde el año 2000 a la fecha, se desempeña como técnico-docente del departamento de Manejo de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Nacional de Agricultura de Honduras.

Con un fuerte interés de investigación en el área de recursos naturales y ambiente, en enero del 2002 ingresa al Programa de Maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), egresando en diciembre del 2003 con el grado de **Magister Scientiae** en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.

**Reyes, W.M. 2003. Vulnerabilidad a desastres naturales, determinación de áreas críticas y propuesta de mitigación en la microcuenca del Río Talgua, Catacamas, Honduras.**

**Palabras claves:** vulnerabilidad, áreas críticas, riesgo, desastres naturales, cuencas hidrográficas, participación de actores.

## RESUMEN

La microcuenca del Río Talgua en Honduras ha sufrido daños significativos por la ocurrencia de fenómenos naturales. La presencia de asentamientos humanos precaristas en zonas vulnerables, el uso inadecuado de los recursos naturales, los altos niveles de pobreza, la construcción de viviendas con materiales muy frágiles y la poca preparación ante la ocurrencia de fenómenos naturales son evidencias de la vulnerabilidad del área y hacen de la microcuenca una zona prioritaria de atención. A pesar de ello, hasta la fecha no se habían realizado estudios conducentes a reducir los niveles de riesgo; por esta razón, durante el primer semestre del 2003 se evaluó la vulnerabilidad y el riesgo en esta microcuenca, con el objetivo de identificar niveles y áreas con mayor grado de vulnerabilidad y riesgo a desastres, y proponer líneas de acción que permitan reducción y mitigación de la vulnerabilidad y el riesgo a desastres del área.

La importancia de este estudio radica en la integración ponderada de variables biofísicas, socioeconómicas y ambientales utilizando sistemas de información geográfica, de tal manera que reflejen las áreas de mayor riesgo y permitan proponer medidas de prevención y mitigación. Para realizar las evaluaciones se utilizaron indicadores de vulnerabilidad y de factores críticos que incrementan la vulnerabilidad y el riesgo, luego fueron integrados utilizando el modelo conceptual propuesto ( $\text{riesgo} = \text{vulnerabilidad} \times \text{integración de factores críticos}$ ). Finalmente, utilizando metodologías participativas se propusieron lineamientos de acción para la prevención y mitigación de la vulnerabilidad y el riesgo a desastres naturales.

Los resultados indican que la microcuenca presenta mayor vulnerabilidad la parte técnica, institucional, física y económica; la menor vulnerabilidad la presenta en los componentes social y político. El 66% del área de la microcuenca se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alto, el 8% en vulnerabilidad media y el 26% en vulnerabilidad baja. Según los factores críticos propuestos, el 0.4 % del área de la microcuenca presenta criticidad muy baja, el 16.4% criticidad baja, el 50% criticidad media, un 23.4% criticidad alta y un 9% criticidad muy alta.

Al integrar las áreas vulnerables con los factores críticos, los resultados indican que el 20% del área de la microcuenca presenta un nivel de riesgo bajo, el 27% , un nivel de riesgo medio y el 53% un nivel de riesgo alto, presentando variaciones en estos niveles según los diferentes modelos utilizados.

Finalmente, en base a los resultados del estudio y con una participación activa de los actores locales, se propusieron lineamientos para la reducción del riesgo y la

vulnerabilidad en la microcuenca. Estos lineamientos se agrupan en cinco grandes temáticas: educación, manejo adecuado de recursos naturales, fortalecimiento local institucional, participación comunitaria y mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población.

**Reyes, W.M. 2003. Natural disasters vulnerability, critical areas determination and mitigation proposal for the Talgua River Watershed, Catacamas, Honduras.**

**Key words:** Vulnerability, critical areas, risk, natural disasters, hydrographic watershed, actor's participation.

## SUMMARY

The Talgua watershed in Honduras was one of the most affected zones by the Mitch Hurricane, suffering significant damage. The presence of human settlements in vulnerable zones, inadequate use of natural resources, high levels of poverty, construction of houses with fragile material and little preparation before the natural occurrence of phenomena, make of Talgua watershed a priority zone of attention. For this reason, vulnerability and risk to natural disasters were evaluated in this watershed during the first semester of 2003. The objective of this study was to identify levels and areas with greater vulnerability and risk to disasters, and to propose lines of action that permit the reduction and mitigation of vulnerability and risk to disasters in the area.

The importance of this study focuses on the integration and overlay of biophysical, socioeconomic and environmental variables using geographic information systems, so that they reflect the areas of greater risk allowing to propose measures of prevention and mitigation. To develop the evaluations, vulnerability and critical factor indicators that increase vulnerability and risk, were utilized. Consequently they were integrated using the proposed conceptual model (risk = vulnerability x critical factor integration). Finally participatory approaches, plans of action for the prevention and mitigation of vulnerability and risk to natural disasters were proposed.

The results show that Talgua watershed presents greater vulnerability in economic, physical, institutional, and technical aspects; the lower vulnerability was present in the political and social components. Sixty six percent of the watershed area was determined to have high level of vulnerability, 8% presents medium vulnerability and 26% has low vulnerability. According to the proposed critical factors the watershed presents critical areas of 0.4%, 16.4%, 50%, 23.4%, and 9% for the critical levels of very low, low, medium, high and very high respectively.

**Finally, upon integrating the vulnerable areas with the critical factors, the results conclude that the Talgua watershed presents risk percentages of 20%, 27% and 53% for low, medium high levels respectively. In addition, plans of action for the prevention and mitigation of vulnerability and risk to natural disasters were proposed. These features was grouped in five large thematic: education, adequate management of natural resources, institutional local strengthening, common participation and improvement of the socioeconomic conditions of the population**



## LISTA DE SIGLAS

USAID.....	Agencia Internacional para el Desarrollo U. S.
PNUD.....	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
OEA .....	Organización de Estados Americanos U. S.
CEPREDENAC .....	Centro de coordinación para la prevención de los desastres naturales en América Central
CEPAL .....	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CATIE .....	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza C. R.
BID .....	Banco Interamericano de Desarrollo, US.
PAAR .....	Proyecto de administración de área rurales
UNA .....	Universidad Nacional de Agricultura
Agroconsult .....	Consultores del agro
IHCAFE .....	Instituto Hondureño del Café
UNITEC.....	Universidad Tecnológica Centro Americana
Pasolac.....	Programa de Agricultura sostenible en laderas de América Central
FOMENTA .....	Programa de fomento a la tracción animal
RELATA .....	Red latinoamericana de tracción animal
IGN .....	Instituto Geográfico Nacional
PyMES .....	Pequeñas y medianas empresas
COPECO .....	Comité Permanente de Contingencia
CODEM .....	Comités de emergencia municipal
CODEL .....	Comités de emergencia local
COHDEFOR .....	Corporación Hondureña de desarrollo forestal
GTZ .....	Agencia de Cooperación de Alemania
CIAT .....	Centro internacional de Investigación Tropical
INETER .....	Instituto Nacional de Estudios Territoriales
SIG .....	Sistemas de información geográfica

## CONTENIDO

xvi

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
BIOGRAFIA.....	v
CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	ivx
LISTA DE SIGLAS.....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 Caracterización del problema.....	2
1.2 Importancia de la Investigación.....	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Desastres.....	6
2.2 Los desastres más allá de una definición.....	6
2.3 El riesgo.....	8
2.3.1 Características del riesgo.....	9
2.3.2 La gestión del riesgo.....	10
2.4 Entendiendo la vulnerabilidad y su importancia para reducir el nivel de riesgo.....	11
2.4.1 Vulnerabilidad global.....	12
2.4.2 Los ángulos de la vulnerabilidad.....	12
2.4.2.1 La vulnerabilidad natural.....	12
2.4.2.2 La vulnerabilidad física.....	12
2.4.2.3 La vulnerabilidad económica.....	13
2.4.2.4 La vulnerabilidad social.....	13
2.4.2.5 La vulnerabilidad política.....	14
2.4.2.6 La vulnerabilidad técnica.....	14
2.4.2.7 La vulnerabilidad ideológica.....	14
2.4.2.8 La vulnerabilidad cultural.....	15
2.4.2.9 La vulnerabilidad educativa.....	15
2.4.2.10 La vulnerabilidad ecológica.....	16
2.4.2.11 La vulnerabilidad institucional.....	16
2.5 Manejo de cuencas hidrográficas y los desastres naturales.....	16
2.6 La participación comunitaria en la gestión del riesgo.....	18

2.7	Metodologías para evaluación de riesgos .....	19
2.7.1	Métodos inductivos .....	19
2.7.2	Métodos deductivos.....	21
2.7.3	Métodos híbridos .....	21
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
3.1	Descripción del área de estudio ..... <sup>vi</sup>	24
3.1.1	Ubicación.....	24
3.1.2	Clima.....	25
3.1.3	Suelos y sistemas de producción.....	25
3.1.5	Población.....	27
3.2	Elaboración de la cartografía base.....	30
3.3	Metodología para evaluar la vulnerabilidad.....	30
3.3.1	Variables e indicadores de vulnerabilidad.....	31
3.3.1.1	Valoración, estandarización y ponderación de los indicadores seleccionados .....	34
3.3.1.1.1	Vulnerabilidad física.....	36
3.3.1.1.2	Vulnerabilidad social.....	37
3.3.1.1.3	Vulnerabilidad ecológica.....	39
3.3.1.1.4	Vulnerabilidad económica.....	40
3.3.1.1.5	Vulnerabilidad política.....	41
3.3.1.1.6	Vulnerabilidad técnica.....	42
3.3.1.1.7	Vulnerabilidad ideológica.....	42
3.3.1.1.8	Vulnerabilidad cultural.....	43
3.3.1.1.9	Vulnerabilidad educativa.....	44
3.3.1.1.10	Vulnerabilidad institucional .....	44
3.4	Determinación de áreas críticas por su mayor riesgo a las principales amenazas en la microcuenca.....	45
3.5	Ejemplo de aplicación de la metodología de evaluación y espacialización de la vulnerabilidad.....	48
3.5.1.1	Espacialización de la vulnerabilidad.....	49
3.5.2	Evaluación de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos .....	51
3.5.2.1	Espacialización de los factores críticos .....	52
3.6	Determinación de áreas críticas o de mayor riesgo .....	53
3.7	Lineamientos de mitigación de desastres naturales .....	54
3.7.1	Identificación y ubicación de las amenazas por los actores locales ...	55
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
4.1	Generación de cartografía básica.....	55
4.2	Vulnerabilidad de la microcuenca .....	58
4.2.1	Vulnerabilidad física .....	58
4.2.2	Vulnerabilidad social .....	61
4.2.3	Vulnerabilidad ecológica.....	65
4.2.4	Vulnerabilidad económica .....	66
4.2.5	Vulnerabilidad política.....	67
4.2.6	Vulnerabilidad técnica.....	68

4.2.7	Vulnerabilidad ideológica.....	68
4.2.8	Vulnerabilidad cultural.....	69
4.2.9	Vulnerabilidad educativa.....	70
4.2.10	Vulnerabilidad institucional.....	70
4.3	Vulnerabilidad global.....	71
4.4	Evaluación de los factores críticos <sup>vii</sup> de vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos.....	75
4.4.1	Mapa de pendientes.....	75
4.4.2	Capacidad de uso del suelo.....	76
4.4.3	Uso actual del suelo.....	81
4.4.4	Intensidad de uso del suelo.....	84
4.4.5	Precipitación.....	86
4.5	Mapa de áreas críticas según factores propuestos.....	88
4.6	Determinación de áreas críticas (de mayor riesgo) a deslizamientos en función de vulnerabilidad y la integración de factores críticos.....	93
4.7	Propuesta de acciones para la mitigación de desastres naturales en la microcuenca del Río Talgua.....	100
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>105</b>
5.1	Conclusiones.....	105
5.2	Recomendaciones.....	109
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>109</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>		<b>113</b>

## LISTA DE CUADROS

viii

Cuadro 1. Familias y habitantes/comunidad considerados en el estudio .....	28
Cuadro 2. Variables utilizadas para la estimación de la vulnerabilidad.....	31
Cuadro 3. Estandarización de valoración de las variables.....	35
Cuadro 4. Nivel de Vulnerabilidad y su correspondencia numérica. ....	36
Cuadro 5. Ponderación de la variable: asentamientos humanos en laderas.....	36
Cuadro 6. Ponderación de la variable: asentamientos en las riberas de los ríos o quebradas. . .....	36
Cuadro 7. Ponderación de la variable: resistencia de estructuras físicas.....	37
Cuadro 8. Ponderación de la variable: infraestructura comunal.....	37
Cuadro 9. Ponderación de la variable: accesibilidad a la comunidad . ....	37
Cuadro 10. Ponderación de la variable: organización comunal .....	37
Cuadro 11. Ponderación de la variable: instituciones presentes en la zona .....	38
Cuadro 12. Ponderación de la variable: ubicación del servicio de salud.....	38
Cuadro 13. Ponderación de la variable: acceso a medios de comunicación.....	38
Cuadro 14. Ponderación de la variable: población.....	39
Cuadro 15. Ponderación de la variable: erosión de suelos .....	39
Cuadro 16. Ponderación de la variable: deforestación .....	39
Cuadro 17. Ponderación de la variable: agricultura migratoria .....	39
Cuadro 18. Ponderación de la variable: capacidad económica .....	40
Cuadro 19. Ponderación de la variable: desempleo.....	40
Cuadro 20. Ponderación de la variable: dependencia económica.....	40
Cuadro 21. Ponderación de la variable: acceso a servicios públicos .....	40
Cuadro 22. Ponderación de la variable: apoyo municipal u otro ente estatal en proyectos comunales .....	41
Cuadro 23. Ponderación de la variable: participación comunitaria en las decisiones locales. . .....	41
Cuadro 24. Ponderación de la variable: liderazgo en la comunidad.....	41

Cuadro 25. Ponderación de la variable: presencia de equipo para prevenir y/o reducir el riesgo.....	42
Cuadro 26. Ponderación de la variable: tecnología de construcción en zonas de riesgo.....	42
Cuadro 27. Ponderación de la variable: reacción comunal en la fase pre-desastre .....	42
Cuadro 28. Ponderación de la variable: reacción comunitaria en la fase impacto y rehabilitación.....	42
Cuadro 29. Ponderación de la variable: percepción fatalista.....	43
Cuadro 30. Ponderación de la variable: Participación de la mujer en actividades de prevención y mitigación del riesgo.....	43
Cuadro 31. Ponderación de la variable: programas radiales o televisados sobre prevención y mitigación del riesgo.....	43
Cuadro 32. Ponderación de la variable: integración intercomunal para prevención y/o mitigación de riesgos .....	43
Cuadro 33. Ponderación de la variable: educación (analfabetismo).....	44
Cuadro 34. Ponderación de la variable: educación orientada a la prevención y mitigación de desastres.....	44
Cuadro 35. Ponderación de la variable: instituciones relacionadas con prevención y mitigación de desastres .....	45
Cuadro 36. Ponderación de la variable: capacitación de personal técnico.....	45
Cuadro 37. Ponderación de la variable: Planes de Mitigación.....	45
Cuadro 38. Factores (e indicadores) que incrementan la vulnerabilidad y el riesgo.....	46
.....	46
Cuadro 39. Estandarización de los indicadores de factores críticos en la vulnerabilidad a deslizamientos.....	46
Cuadro 40. Valoración de los factores críticos en el riesgo a deslizamientos .....	46
Cuadro 41. Ponderación del factor crítico: cobertura del suelo.....	47
Cuadro 42. Ponderación del factor crítico: intensidad de uso del suelo .....	47
Cuadro 43. Ponderación del factor crítico: pendiente .....	47
Cuadro 44. Ponderación del factor crítico: precipitación promedio .....	47
Cuadro 45. Índices promedios obtenidos para la vulnerabilidad física .....	48
Cuadro 46. Peso relativo por tipo de vulnerabilidad según su contribución al .....	50

riesgo.....	50
Cuadro 47. Pesos relativos utilizados en la integración de los factores críticos .....	52
Cuadro 48. Matriz de integración de áxi vulnerabilidad y áreas de factores críticos para la determinación de riesgo a deslizamientos .....	54
Cuadro 49. Distribución del área de la microcuenca con respecto a la altitud.....	56
Cuadro 50. Número de viviendas en ladera por comunidad.....	58
Cuadro 51. Casas en riberas de ríos y quebradas.....	59
Cuadro 52. Tipos de construcciones en la microcuenca.....	60
Cuadro 53. Accesibilidad a las comunidades de la cuenca .....	61
Cuadro 54. Resumen de vulnerabilidad física en la microcuenca .....	61
Cuadro 55. Organización comunal en la microcuenca .....	62
Cuadro 56. Presencia institucional / comunidad.....	62
Cuadro 57. Acceso a medios de comunicación. ....	63
Cuadro 58. Índice de población y áreas por comunidad.....	63
Cuadro 59. Resumen de la vulnerabilidad social en la microcuenca .....	65
Cuadro 60. Resumen de las ponderaciones obtenidas para la vulnerabilidad.....	66
ecológica.....	66
Cuadro 61. Valores promedios obtenidos en la vulnerabilidad económica.....	67
Cuadro 62. Promedio obtenido por variable dentro de la vulnerabilidad política.....	68
Cuadro 63. Promedios obtenidos por variable en la vulnerabilidad ideológica .....	69
Cuadro. 64 Promedios obtenidos para las diferentes variables de la vulnerabilidad cultural..	69
.....	69
Cuadro 65. Promedios obtenidos para las diferentes variables de la vulnerabilidad educativa .....	70
Cuadro 66. Niveles de vulnerabilidad por unidad de área en la microcuenca del Río Talgua .....	72
Cuadro 67. Resumen de promedios por cada tipo de vulnerabilidad en las diferentes comunidades que conforman la microcuenca del Río Talgua .....	73
Cuadro 68. Distribución del área de la microcuenca del Río Talgua según el porcentaje de pendiente.....	75
Cuadro 69. Capacidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua .....	77

Cuadro 70. Uso actual del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua .....	81
Cuadro 71. Intensidad de uso del suelo en la microcuenca del río Talgua, Honduras .....	84
Cuadro 72. Resultados obtenidos aplicand <sup>xii</sup> modelo 2 (iguales pesos para todas las variables).....	90
Cuadro 73. Comparación de los niveles de criticidad utilizando los modelos 1 y 2.....	91
Cuadro 74. Niveles de riesgo en la microcuenca del Río Talgua, Honduras .....	93
Cuadro 75. Comparación de resultados entre los diferentes modelos aplicados .....	95



## LISTA DE FIGURAS

xiii

Figura 1. Microcuenca del Río Talgua, Catacamas, Olancho, Honduras .....	26
Figura 2. Digitalización de curvas a nivel, ríos e hitos del área de estudio. ....	30
Figura 3. Sobreposición ponderada de los diferentes tipos de vulnerabilidades. ....	51
Figura 4. Integración de factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos ...	53
Figura 5. Sobreposición pesada de los componentes del riesgo.....	54
Figura 6. Distribución del área de la microcuenca del Río Talgua con respecto a la altitud (msnm).....	57
Figura 9. Ubicación de las comunidades y las viviendas en la cuenca del Río Talgua.....	64
Figura 10. Niveles de vulnerabilidad en la microcuenca del Río Talgua, Honduras .....	74
Figura 12. Distribución de las pendientes (%) en la microcuenca del Río Talgua, Honduras. ....	79
Figura 13. Capacidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua, Honduras.....	80
Figura 14. Uso actual del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua, Honduras ....	83
Figura 15. Modelo utilizado para la obtención del mapa de intensidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua .....	84
Figura 16. Intensidad de uso del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua, Honduras.....	85
Figura 17. Precipitación promedio de diferentes áreas en la microcuenca del Río Talgua, Honduras.....	87
Figura 18. Niveles de criticidad dentro de la microcuenca y su equivalente del porcentaje de área total.....	88
Figura 19. Criticidad en la microcuenca del Río Talgua según la integración de los factores críticos propuestos (modelo 1) .....	89
Figura 21. Criticidad en la microcuenca del Río Talgua según la integración de los factores críticos propuestos (modelo 2) .....	92

Figura 22. Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 1 .....	94
Figura 23. Variación de los niveles de riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, para los diferentes $n$ <sup>xiv</sup> evaluados .....	96
Figura 24. Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 2 .....	97
Figura 25. Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 3 .....	98
Figura 26. Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 4.....	99

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Caracterización del problema.

A través de su historia, la República de Honduras ha sufrido las consecuencias de fenómenos naturales destructivos. Las tormentas tropicales y huracanes que se forman cíclicamente de agosto a noviembre en el atlántico producen muchas pérdidas de vidas y enormes daños en el medio natural, bosques, costas, derrumbes en las montañas e inundaciones en los valles (CEPAL, 1999).

Si las actividades humanas del entorno no toman en cuenta las posibles consecuencias negativas que provoca el mal uso de los recursos naturales, incrementan la sensibilidad del medio exponiéndolo a riesgos mayores de alteración y destrucción cuando este se ve sometido a la fuerza desatada por un fenómeno natural. En otras palabras, las actividades humanas se pueden convertir fácilmente en factores agudizantes de los desastres naturales al incrementarse la vulnerabilidad de los elementos en riesgo (Jiménez, 2002).

El huracán Mitch dejó al descubierto la alta vulnerabilidad que presenta el país ante este tipo de fenómenos, pero principalmente dejó claramente establecido la vulnerabilidad de nuestras cuencas y la interrelación existente entre el manejo éstas y los efectos en las cuencas bajas. Las consecuencias de la mala gestión de la tierra, las malas prácticas agrícolas, el pastoreo excesivo, la deforestación, la inadecuada ubicación de los asentamientos humanos, las malas construcciones, la falta de atención a las comunidades y el bajo nivel de preparación fueron determinantes para que los daños alcanzaran de tal magnitud (USAID, 1999).

El huracán Mitch demostró el nexo entre la pobreza, la degradación ambiental y la vulnerabilidad a los desastres naturales, por lo cual, la comprensión y entendimiento del entorno en el cual se desarrollan este tipo de fenómenos resulta

determinante para emprender cualquier acción que tenga como objetivo mitigar o reducir los impactos que pudieran generar eventos futuros.

## **1.2 Importancia de la Investigación**

El paso del huracán Mitch por el territorio hondureño terminó con la vida de más de 15000 personas (desaparecidos y muertos), el 10% de la población fue gravemente afectada de manera directa (quedando sin hogar y condenándolas a vivir gran parte de su vida en la miseria); el 77% sufrió daños indirectos, y a pesar de no vivir en las áreas de mayor daño, fueron seriamente afectados en aspectos económicos, de salud, educación, ambiente, etc. Los daños económicos estimados superaron los \$4000 millones, lo cual representa aproximadamente un retroceso de 50 años para el desarrollo del país (CEPAL, 1999); *¡ un poco de preparación pudo ser la diferencia.*

Las cuencas hidrográficas, por ser la unidad física en la cual tienen lugar todos los procesos naturales, son asimismo la unidad natural y lógica para el desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico; por lo tanto, la reducción de la vulnerabilidad a nivel de éstas no solo se traduce en evitar las pérdidas humanas y materiales sino que también en un aporte al desarrollo integral del país.

Olancho, el departamento más grande de Honduras ha sido y fue uno de los más afectados durante el paso del huracán Mitch (CEPRENAC, 1999), siendo el municipio de Catacamas una de las zonas más afectadas. Son muchos factores (muchos de ellos manejables) los que contribuyen y explican la vulnerabilidad del área. Sin embargo, la falta de conocimientos sobre el entendimiento del riesgo a desastres (vulnerabilidad y amenaza) han limitado significativamente la capacidad de gestión y acción necesaria para prevenir y contrarrestar los efectos de los desastres naturales.

La microcuenca del Río Talgua representa un ejemplo muy claro de las afirmaciones anteriores, donde la presencia de asentamientos humanos

precaristas en zonas vulnerables, el sobreuso de los recursos naturales, los altos niveles de pobreza, la construcción de viviendas con materiales muy frágiles y la poca preparación ante la ocurrencia de fenómenos naturales entre otros, contribuyó a que los efectos del huracán MITCH se magnificaran con deslizamientos de tierra, inundaciones, pérdida total de cultivos, animales y vidas humanas, agudizando de esta manera las condiciones económicas, sociales y ambientales de los habitantes del lugar.

La microcuenca del Río Talgua representa un área la cual requiere de atención inmediata, no solo para mitigar los impactos que pudieran generar ciertas amenazas dentro de la zona, sino también para reducir los impactos que se generan en las partes bajas de la misma, donde las inundaciones (producto del mal manejo de los recursos naturales dentro de la microcuenca) representan una amenaza permanente.

Es importante destacar que en este departamento no se habían realizado hasta ahora estudios de esta naturaleza, por lo tanto, este estudio es considerado por las autoridades, instituciones y autores locales como un estudio piloto que servirá no solo para reducir la vulnerabilidad de la cuenca sino también como un catalizador para emprender en el municipio y en el departamento importantes acciones en materia de manejo de cuencas y su relación con la vulnerabilidad a desastres. A pesar de los daños hasta ahora sufridos, no se había tenido el asesoramiento técnico especializado en tan importante y prioritaria área.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Estimar la vulnerabilidad, determinar áreas críticas y elaborar una propuesta para la mitigación del riesgo a desastres naturales en la microcuenca del río Talgua, Catacamas, Olancho, Honduras.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

?? Identificar los principales factores que contribuyen a la vulnerabilidad biofísica y socioeconómica, y determinar su aporte a la vulnerabilidad global a desastres naturales.

?? Determinar por medio de indicadores de vulnerabilidad y factores que favorecen el desarrollo de una amenaza, cuales podrían ser las áreas más críticas (de mayor riesgo) a desastres naturales.

?? Concertar acciones y criterios con los actores a fin de elaborar una propuesta de mitigación que responda a la realidad local y que promueva la capacidad de autogestión de la comunidad y el gobierno local.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Desastres

Un desastre puede definirse como un evento o suceso que en la mayoría de los casos ocurre en forma repentina e inesperada y que causa alteraciones intensas sobre los elementos afectados, tales como pérdida de vida y salud de la población, destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad, y/o daños severos sobre el ambiente (Jiménez, 2002).

Dos factores juegan un papel sumamente importante en la ocurrencia y magnitud de un desastre, riesgo y vulnerabilidad. Por lo tanto, siempre que hablamos de desastres nos estamos refiriendo a la manifestación de estos dos elementos (Desastre = riesgo x vulnerabilidad).

### 2.2 Los desastres más allá de una definición

Un desastre, claramente no es un sismo o huracán, sino los efectos que éstos producen en la sociedad. Los eventos físicos son evidentemente necesarios y un prerrequisito para que sucedan los desastres, pero no son suficientes en sí para que se materialicen. Debe haber una sociedad o un subconjunto de la sociedad vulnerable a sus impactos; una sociedad que por su forma particular de desarrollo infraestructural, productivo, territorial, institucional, cultural, político, ambiental y social, resulte incapacitada para absorber o recuperarse de manera autónoma de los impactos de los eventos físicos “externos” (Blaikie, *et al.*, 1996; Wilches Chaux, 1998; Maskrey, 1993).

Visto desde esta perspectiva, los desastres son el producto de procesos de transformación y crecimiento de la sociedad que no garantizan una adecuada relación con el ambiente natural y construido que les da sustento (Lavell, 1996).

Son como algunos lo han expresado, problemas no resueltos del desarrollo, y la vulnerabilidad existente es una manifestación del déficit en el desarrollo ( Wijkman y Timberlake, 1984).

Una categoría de estas nuevas amenazas ha recibido el nombre de "socionaturales" (Lavell, 1996). Comprenden amenazas que toman la forma de amenazas naturales y de hecho, se construyen sobre elementos de la naturaleza. Sin embargo, su concreción es producto de la intervención humana en los ecosistemas y ambientes naturales. Se producen en la intersección de la sociedad con la naturaleza. Así por ejemplo, la destrucción de cuencas y la deforestación contribuyen en determinados casos a un aumento en la incidencia e intensidad de inundaciones, deslizamientos y sequías; la urbanización sin infraestructuras adecuadas para el drenaje pluvial cambia el equilibrio del ecosistema local, generando inundaciones urbanas; el corte de manglares en las costas contribuye a la erosión costera y al impacto negativo de las tormentas y huracanes.

Las pérdidas de propiedades dependen especialmente del uso del suelo, los patrones de asentamiento y el diseño y ubicación de estructuras construidas. Como resultado, la explicación subyacente se relaciona con qué o quién controla la calidad y la geografía social del entorno construido. Asimismo, las pérdidas económicas y el empobrecimiento han mostrado una tendencia a variar especialmente con algunos factores como la elección de cultivos o el tipo de materiales de construcción utilizados, empleo, condiciones de trabajo y migración; la distribución y control de tierra y la existencia y posibilidad de acceso a las "redes de seguridad" social.

La incidencia de desastres o las formas y escalas de los daños son frecuentemente amplificadas y concentradas mediante el rápido cambio social. De acuerdo con Morren (1983) el "desarrollo" o la asistencia para el desarrollo como generalmente se conoce, está probablemente aumentando el riesgo ya que:



"... [ésta] tiende a crear dependencia y especialización entre los individuos y las comunidades, reduciendo sus habilidades para responder efectivamente, o reduciendo el rango de variabilidad ambiental normal que sean capaces de manejar por sí mismos."

En conclusión, 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.

Si bien es cierto existen varios estudios que demuestran la incompatibilidad entre uso actual y el uso potencial de los suelos o que no es conveniente construir estructuras en laderas o en bordes de ríos, la experiencia indica que existen sesgos de tipo social que impiden implementar las recomendaciones técnicas derivadas (OEA, 2000b).

Finalmente, el conocer los diferentes elementos que interactúan con los factores sociales en la ocurrencia de los desastres, evitaría considerablemente el sesgo de visualizar exclusivamente los elementos estrictamente naturales que en muchos casos, su impacto podría mitigarse considerablemente (BID, 1999b).

### **2.3 El riesgo**

Representa el número esperado de pérdida humanas, heridos, daños a la propiedad, al ambiente, interrupción de las actividades económicas, impacto social debidos a la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre, es decir, el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. Entonces, el modelo conceptual de riesgo se puede expresar así (Jiménez, 2002):

### **Riesgo = Vulnerabilidad x Amenaza**

Similar a Jiménez (2002), Cardona (1993a) define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un evento, también es cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada que sea vulnerable a ese fenómeno.

**Amenaza** es la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural o humano, que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Técnicamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con un nivel de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo (Cardona, 1993b).

**Vulnerabilidad:** grado de daño o pérdida susceptible de experimentar por un elemento o grupo de elementos bajo riesgo (personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, bienes, ambiente) resultado de la probable ocurrencia de un evento de una magnitud e intensidad dada, expresada en una escala desde 0 (sin daño) a 1 (pérdida total). La diferencia de vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento peligroso determina la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos (Jiménez, 2002).

#### **2.3.1 Características del riesgo**

Una característica del riesgo es su carácter dinámico y cambiante en la medida que también son dinámicos y cambiantes los ingredientes que lo producen (amenaza y vulnerabilidad). Es un proceso en movimiento, siempre en vías de actualización. La construcción de un escenario de riesgo debe considerar la prospección sobre “¿que pasa?” si cambian en uno u otro sentido las amenazas y los factores de vulnerabilidad (Wilches-Chaux, 1993).

El riesgo solamente puede existir al concurrir tanto una amenaza como determinadas condiciones de vulnerabilidad. El riesgo se crea en la interacción de amenaza con vulnerabilidad en un espacio y tiempo particular. De hecho,

amenazas y vulnerabilidades son mutuamente condicionadas o creadas. No puede existir una amenaza sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. Un evento físico de la magnitud o intensidad que sea no puede causar un daño social si no hay elementos de la sociedad expuestos a sus efectos (PNUD, 1999).

De la misma manera, hablar de la existencia de vulnerabilidad o condiciones inseguras de existencia es solamente posible con referencia a la presencia de una amenaza particular. La magnitud del riesgo siempre esta en función de la magnitud de las amenazas y las vulnerabilidades, las cuales, de igual manera que el riesgo constituyen condiciones latentes en la sociedad. O sea, la amenaza es la posibilidad de ocurrencia de un evento no el evento en si, y la vulnerabilidad es la propensión de sufrir daño no el daño en sí. Todas las categorías se refieren a una potencialidad o condición futura, aunque su existencia es real como condición latente ( PNUD, 1999)

### **2.3.2 La gestión del riesgo**

Cuando se habla de gestión del riesgo se refiere a la capacidad de una comunidad, región país etc. de manejar y transformar las condiciones que permiten o favorecen un desastre antes que éste ocurra. La gestión del riesgo se fundamenta en el conocimiento de los factores (amenazas y vulnerabilidad) que al combinarse producen efectos negativos (desastre) sobre una comunidad y su entorno, y de calcular cualitativa y cuantitativamente esos efectos a manera de evitarlos interviniendo sobre las causas que los producen o favorecen (Wilches-Chaux, 1998).

En la gestión del riesgo las medidas o acciones de intervención pueden ser aplicadas en tres distintos niveles: a) prevención: evitando el encuentro entre los factores que producen un desastre (amenaza y vulnerabilidad), b) mitigación: aminorando dicho encuentro y sus consecuencias y c) preparación: aumentando la

probabilidad de salvar las vidas y los bienes de la población al momento de presentarse un desastre (Valenzuela, 2000).

Muchos autores concuerdan que mayormente, a nivel de amenazas es poco o nada lo que se puede hacer para reducir el riesgo, es por eso que nuestro enfoque está dirigido principalmente al manejo de la vulnerabilidad como el elemento clave para reducir el nivel de riesgo.

#### **2.4 Entendiendo la vulnerabilidad y su importancia para reducir el nivel de riesgo**

Para efectos de este trabajo utilizaremos el concepto de vulnerabilidad para referirnos a "la incapacidad de una comunidad para absorber mediante el autoajuste los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea, su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio" (Maskrey, 1993).

El concepto de vulnerabilidad, es un concepto relativo y se debe analizar frente a las condiciones particulares de cada comunidad (Castro, 1999). Ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ellos. No toda situación en que se halla el ser humano es vulnerable (Romero y Maskrey, 1993).

La comprensión de la vulnerabilidad de una determinada región implica comprender con precisión la susceptibilidad o resistencia de dicha área respecto a desastres naturales. La capacidad de resistencia o amortiguamiento de una región esta en proporción directa con el conjunto de servicios ambientales que posee (Castro, 1999).

La vulnerabilidad comprende una serie de ángulos desde los cuales puede ser vista, analizada y trabajada para fomentar un bienestar en las comunidades; a estos ángulos de análisis puede llamárseles factores de vulnerabilidad, los cuales no son más que actores responsables de conformar un nivel de vulnerabilidad

para una comunidad (Wilches-Chaux, 1993, 1998). Al conjunto de estos factores lo denominaremos vulnerabilidad global.

### **2.4.1 Vulnerabilidad global**

Únicamente para efectos de estudio se dividirá la vulnerabilidad global en distintas "vulnerabilidades". Sin embargo, es indispensable señalar que cada una de ellas constituye apenas un ángulo particular para analizar el fenómeno global y que las diferentes "vulnerabilidades" están estrechamente interconectadas entre sí. Es decir, difícilmente podríamos entender, por ejemplo, la vulnerabilidad física sin considerarla una función de la vulnerabilidad económica y de la política; o ésta última sin tomar en cuenta la vulnerabilidad social, la cultural y nuevamente la económica (Wilches-Chaux, 1993).

### **2.4.2 Los ángulos de la vulnerabilidad**

#### **2.4.2.1 La vulnerabilidad natural**

Todo ser vivo por el hecho de serlo, posee una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida, y por las exigencias internas de su propio organismo. Por ejemplo, que el frío o el calor extremo, más allá de las temperaturas para las cuales una sociedad ha sido diseñada, se traduzcan en enfermedades y muerte.

#### **2.4.2.2 La vulnerabilidad física**

Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos. Frente al riesgo de terremoto, por ejemplo, la vulnerabilidad física se traduce, primero, en la localización de la comunidad en cercanías a fallas geológicas activas y, segunda, en la ausencia de estructuras sísmo-resistentes en las edificaciones.

### **2.4.2.3 La vulnerabilidad económica**

Quizás es el eje más significativo de la vulnerabilidad global. Cuny (1983), Davis (1980) y Wijkman y Timberlake (1985), aportan ejemplos que demuestran cómo los sectores económicamente más deprimidos de la humanidad son por esa misma razón los más vulnerables frente a los riesgos naturales. Wijkman y Timberlake presentan cuadros que prueban la existencia de una relación inversamente proporcional entre la mortalidad y el ingreso en casos de desastre. Es decir que, en los países con mayor ingreso real per cápita, el número de víctimas que dejan los desastres es mucho menor que en los países con un bajo ingreso por habitante. Lo mismo puede afirmarse frente al ingreso por sectores socioeconómicos al interior de los países (Wijkman y Timberlake, 1985).

### **2.4.2.4 La vulnerabilidad social**

La vulnerabilidad social se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones que vinculan a sus miembros entre sí y con el conjunto social, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física, en la medida en que estén ausentes los sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito, y en la medida en que no existan formas de organización de la sociedad civil que encarnen esos sentimientos y los traduzcan en acciones concretas.

Otro síntoma de vulnerabilidad social es la ausencia de liderazgo efectivo en una comunidad, no entendiendo por líder al agente del gamonal de turno o al cacique local que impone sus intereses y su voluntad disfrazándolos de intereses colectivos, sino a las personas u organizaciones capaces de impulsar en la comunidad los sentidos (y las prácticas) de coherencia y de propósito.

#### **2.4.2.5 La vulnerabilidad política**

Íntimamente ligada a la anterior, la vulnerabilidad política constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de las decisiones que la afectan. Es decir que, mientras mayor sea esa autonomía, menor será la vulnerabilidad política de la comunidad.

#### **2.4.2.6 La vulnerabilidad técnica**

Aunque en cierta forma esta vulnerabilidad debería estar incluida dentro de la física, o de la educativa (se describe más adelante), son tan específicas sus expresiones que es necesario abordarlas de manera independiente. La ausencia de diseños y estructuras "resistentes" en zonas propensas a terremotos, inundaciones, deslizamientos es una forma de vulnerabilidad física ligada a la técnica y a la económica.

#### **2.4.2.7 La vulnerabilidad ideológica**

La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre "natural", o ante el desastre mismo, depende en gran medida de la concepción del mundo y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo que posean sus miembros.

Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres "naturales" corresponden a manifestaciones de la voluntad de Dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, o si se piensa que "está escrito" que deben suceder, las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva y la resignación. Si por el contrario, la voluntad humana encuentra cabida en las concepciones existentes, si se reconoce la capacidad de transformación del mundo que, a veces para bien, a veces para mal, ha desplegado la humanidad a través de su existencia, y si se identifican las causas naturales y sociales que conducen al desastre, la reacción de la comunidad podrá

ser más activa, más constructiva, más de "rebelión" contra lo que parece inevitable.

#### **2.4.2.8 La vulnerabilidad cultural**

La forma de reaccionar de una comunidad ante a un desastre será distinta en un grupo humano regido por patrones machistas y verticales de poder, que en un grupo en el que predominen los valores de cooperación y solidaridad sobre las pautas de dominación. Será distinta en las comunidades que practican como parte de su patrimonio cultural formas de solidaridad como las mencionadas, que en las sociedades donde predominan el egoísmo y el individualismo. Y será distinta como se ha anotado al hablar de la vulnerabilidad social, en comunidades cohesionadas internamente por sentimientos de pertenencia y de propósito compartido, que en comunidades ligadas únicamente por el vínculo de la vecindad física.

Otro punto muy importante en este ángulo de vulnerabilidad es el papel que cumplen los medios masivos de comunicación en la consolidación de nuestra identidad cultural y en la definición de las relaciones que unen a los ciudadanos con nosotros mismos y con nuestro ambiente cultural y natural, ambiente en el cual "irrumpan" periódicamente los desastres.

#### **2.4.2.9 La vulnerabilidad educativa**

Este tipo de vulnerabilidad se refiere a las limitaciones que siempre se tiene en nuestros países sub-desarrollados, donde la falta de educación no permite que los individuos sean conscientes de la realidad (riesgo permanente) en la cual se vive y por lo tanto cualquier iniciativa que se tome para reducir los posibles impactos de un desastre, no toma mucho eco ante la población.



#### **2.4.2.10 La vulnerabilidad ecológica**

El modelo de desarrollo de nuestros países nunca se ha basado en la convivencia, sino en la dominación por destrucción de los recursos del ambiente, tiene necesariamente que conducir a unos ecosistemas por una parte, altamente vulnerables incapaces de autoajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan.

#### **2.4.2.11 La vulnerabilidad institucional**

Una de las más importantes causas de debilidad de nuestras sociedades para enfrentar las crisis (incluidos los desastres naturales) radica en la obsolescencia y rigidez de nuestras instituciones, especialmente las jurídicas.

Un aspecto muy particular de mitigación de la vulnerabilidad institucional de enorme trascendencia práctica en el manejo de las emergencias, lo constituye la preparación de la comunidad a través de los organismos públicos y de socorro para enfrentar una situación de desastre. La existencia efectiva de comités y centros operativos de emergencia (instancias reales de coordinación institucional para el manejo de desastres), el entrenamiento permanente de personal directivo y de socorro; la consolidación y puesta a prueba de planes de contingencia y la actualización de la normatividad vigente, son ejemplos de cómo el estado puede ir mejorando su participación en este tipo de eventos.

### **2.5 Manejo de cuencas hidrográficas y los desastres naturales**

La definición de cuenca hidrográfica no solo debe circunscribirse a la dinámica del flujo de agua y escurrimiento superficial, sino que debe considerar el entorno social y económico que se desarrolla en la misma, bajo un enfoque integral.

Según Ramakrishna (1997), una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. Es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o “divisoria de aguas” se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

La cuenca hidrográfica como sistema la conforman los componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), que están todos interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997).

Las cuencas hidrográficas por ser la unidad física en la cual tienen lugar todos los procesos naturales, son asimismo la unidad natural y lógica del desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico (Mahone, 1999). La planificación en éstas debe verse como un proceso continuo, dinámico y coherente, en el cual, a partir del conocimiento de una realidad se definen, ejecutan, monitorean y reajustan una serie de planes, programas y proyectos de conservación, preservación y rehabilitación orientados a mejorar la calidad de vida de los pobladores que conviven dentro o en las adyacencias de la cuenca, sin que ello comprometa la calidad ambiental futura (Abraeo, 2000)

En este sentido el manejo de cuencas puede abordar aspectos importantes de la calidad de vida y, por ende, del desarrollo. Puede hacer un aporte sustantivo en forma directa a aspectos como la alimentación y nutrición, sanidad ambiental, sustentabilidad y productividad de los ecosistemas, criterios de uso de los recursos naturales, estabilidad ecológico-ambiental, estética ambiental, participación de la comunidad y de la recreación (FAO, 1996).

Considerando lo anterior, es indispensable utilizar las cuencas hidrográficas como unidad de planificación que guíe las decisiones relativas a las políticas e

inversiones. Las decisiones sobre los recursos que deben invertirse en el manejo de las cabeceras de las cuencas hidrográficas han de tener en cuenta los servicios ambientales cruciales provistos a los beneficiarios en las cuencas bajas (Mahone, 1999), y más aún, después de las lecciones aprendidas con el paso del huracán Mitch.

## **2.6 La participación comunitaria en la gestión del riesgo**

Se entiende por gestión del riesgo todas las acciones previas de mitigación (destinadas en primera instancia a la reducción de la vulnerabilidad), de prevención (destinadas principalmente a minimizar y a reducir el impacto de las amenazas), así como la creación de capacidades de organización, preparación y manejo en la población local, y especialmente en las comunidades (Wilches-Chaux, 1993).

La participación de las comunidades toma relevancia en el momento que se logra una efectiva participación de los actores para evitar nuevas amenazas y eliminar o, al menos, reducir las existentes. Por otro lado, cuando la población realiza acciones que aumentan la magnitud de las amenazas existentes, esto resulta en crear nuevas amenazas y por consiguiente un aumento en el riesgo hacia desastres.

Algunos ejemplos efectivos de gestión de riesgo (considerando la participación comunitaria) se obtuvieron en el proyecto centroamericano sobre gestión local del riesgo por inundaciones ejecutado en 1998, donde se establecieron zonas piloto en seis países de América Central, desarrollando estrategias, métodos, e instrumentos efectivos para promover la participación y apropiación de la población en el manejo del riesgo, hasta delegar en ella la base de la toma de decisiones para el diseño del plan de emergencias (Valenzuela, 2000).

Por otro lado, malos ejemplos de gestión del riesgo se dan cuando los mismos pobladores son artífices de la destrucción de muros de contención (que sirven de

protección a inundaciones) debilitándolos al extraer material de sus bases y utilizarlo para otros fines (Valenzuela, 2000).

## **2.7 Metodologías para evaluación de riesgos**

La utilización de los SIG es una constante en la escasa cartografía regional que va más allá del análisis de la amenaza y la vulnerabilidad. Cabe destacar que las primeras experiencias utilizando SIG para la evaluación de riesgos se remontan al año 1985, con el proyecto piloto de la OEA sobre evaluación de amenazas naturales y mitigación de desastres (Bender, 1993). Además del material cubierto por el Inventario de CEPREDENAC, se pueden distinguir tres métodos principales en la utilización de SIG para la evaluación de riesgos, amenaza y vulnerabilidad:

### **2.7.1 Métodos inductivos**

Son aquellos que inducen niveles o índices de riesgos a partir de una combinación de datos específicos (Maskrey, 1998). Por ejemplo, se combinan diferentes capas temáticas que representan diferentes variables relacionadas e indicadores relacionados con el riesgo, la vulnerabilidad o la amenaza. A cada variable (o indicador) se le asigna un peso o valoración particular, y se definen algoritmos para combinarlas espacialmente. De esta manera se pueden construir índices probabilísticos de vulnerabilidad, de amenaza y posteriormente de riesgo como una función de los dos anteriores.

Son muchos los criterios e indicadores que se pueden utilizar para evaluar la vulnerabilidad y amenaza en el contexto de cuenca, sin embargo, aquellos criterios e indicadores que integren aspectos biofísicos, socioeconómicos y naturales pueden dar una respuesta mucho más acertada y real. Muller *et al.*, (1998) propone que en general los indicadores deben reunir ciertas características:

- ☞ Deben ser sensibles (dinámicos) a los cambios del sistema, esto quiere decir que deben reflejar cualquier cambio que en este ocurra.
- ☞ Su explicación de la realidad debe ser significativa.
- ☞ Fáciles de medir y económicamente viables.
- ☞ Su medición debe ser posible a través del tiempo (monitoriables).

Otras características que se pueden agregar son:

- ☞ Adaptación y representación del indicador en el contexto y las características del área bajo estudio .
- ☞ Disponibilidad de información y la facilidad de medición en el campo (a nivel de comunidades).
- ☞ Deben reflejar las condiciones reales que afectan los componentes del riesgo.
- ☞ Deben presentar variabilidad para poder identificar diferentes niveles de vulnerabilidad y amenaza.

Estos métodos inductivos son adecuados para determinar áreas con niveles de riesgo a escalas pequeñas; cuando aumentamos la resolución se requiere incorporar más capas, y la combinación de ellas se vuelve más complicada. Por otro lado, si bien permite inducir niveles probables de riesgo, no es posible estimar posibles pérdidas, salvo que el análisis se realice a escalas muy grandes y se combine con datos específicos sobre elementos en riesgo.

Otra técnica dentro de los métodos inductivos consiste en combinar capas temáticas sobre los elementos en riesgo y combinarlos con capas sobre amenazas. Esto permite estimar las pérdidas que podrían producirse en caso de manifestarse una amenaza de una magnitud determinada. Este es el caso de las aplicaciones desarrolladas por el Programa Piloto de la OEA, “El daño y la Evaluación del Riesgo en América Central” (Sanahuja, 1999), basados en la

evaluación del riesgo para infraestructuras críticas, como carreteras, aeropuertos, líneas de alta tensión.

El Inventario de CEPREDENAC identifica algunos proyectos locales que están utilizando también estas técnicas inductivas, como el Proyecto “Managua ciudad más vulnerable”, que ejecuta el Instituto Nacional de Estudios Territoriales INETER, junto a la Agencia de Cooperación de Alemania (GTZ) (Sanahuja, 1999).

### **2.7.2 Métodos deductivos**

Los SIG también pueden usarse a partir de enfoques deductivos, que están basados en la identificación de patrones históricos de ocurrencia de desastres, para deducir un nivel probable de riesgo, en una ubicación y período de tiempo determinado (Maskrey, 1998).

La ventaja de este enfoque es que se basa en la evidencia empírica del riesgo consumado: el desastre. La herramienta “DesInventar” desarrollada por la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red, 1996) es un ejemplo de una aplicación de inventarios de desastres que puede utilizarse para modelar el riesgo utilizando el enfoque deductivo. Lavell (OEA, 1999) utilizaron esta base de datos para generar un mapa de vulnerabilidad en cuencas hidrográficas en América Central. Si bien “DesInventar” no es propiamente un SIG, sí constituye una base de datos relacionales sobre desastres ocurridos y pérdidas registradas, que permite la representación espacial, temporal y semántica de los datos, permitiendo la deducción de niveles de riesgo a partir de la ocurrencia histórica de desastres y pérdidas.

### **2.7.3 Métodos híbridos**

Se pueden combinar las técnicas inductivas con las deductivas para realizar evaluaciones de riesgo. Un ejemplo, es la metodología propuesta por Montero y

Rodríguez (1998) para el cálculo de índices de riesgo sísmico. Estos investigadores del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Costa Rica utilizaron siete variables, para inducir niveles altos, medianos y bajos de riesgo sísmico. Dentro de esas variables, encontramos varias que se basan en patrones históricos, como la información de sismicidad. Por otro lado, tenemos variables como uso del suelo y resistencia de la infraestructura física, que se utilizan para inducir el riesgo.

En particular, la utilización de metodologías inductivas requiere de una gran cantidad de información sobre variables físicas y sociales, a diferentes escalas, que no está actualmente disponible. En algunos casos, las redes de información primaria que alimentan los estudios de amenaza (vulcanológicas, sismológicas e hidrometeorológicas) vienen sufriendo un deterioro constante en el tiempo que se refleja en una cartografía de la amenaza sumamente desactualizada para varios países del istmo (Giro *et al*, 1999b; Sanahuja, 1999). Por otro lado, la cobertura y disponibilidad de información sobre variables sociales varía considerablemente según los países, con lo que un estudio comparado enfrentaría múltiples problemas de consistencia de datos.

En este contexto, las metodologías deductivas siguen presentando muchas ventajas para la evaluación del riesgo. Por un lado, se apoyan sobre una base conceptual sólida, que es el daño como evidencia empírica del riesgo. Por otro lado, evitan toda la complejidad de los datos y las técnicas necesarias para inducir el riesgo en modelos espaciales. En especial, son adecuadas para identificar escenarios prioritarios de riesgo, a partir de los cuales se puede profundizar el análisis al interior de los mismos.

Obviamente, los estudios deductivos requieren de un insumo básico:

- ✍️ Inventarios de desastres o daños, que permiten deducir patrones de riesgo manifiesto o de hecho.

✍✍ En tiempos coloniales se ponía un gran énfasis en los inventarios de daños, y se llevaban los registros en forma sistemática. En tiempos modernos, la existencia de datos de daños y pérdidas se concentra fundamentalmente en los grandes desastres.

✍✍ No existe una tradición de colecta y acopio sistemático de este tipo de datos, ni una buena georeferenciación que permita un análisis espacial serio de la distribución de los mismos. La aparición de “DesInventar” en 1996, cambió sustancialmente esta situación, aportando una herramienta analítica que permite diferentes aproximaciones deductivas para la evaluación del riesgo.



### III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para desarrollar este trabajo se basó en una serie de etapas secuenciales y en orden cronológico que incluyeron la recopilación de información secundaria (validada con los actores locales) de diferentes fuentes y la generación de información primaria recabada en las comunidades y generada por medio de programas especializados y otros recursos SIG.

**Fuente secundaria:** La información secundaria se obtuvo de fotografías aéreas 1:40000 del año de 1997 (IGN), Hojas cartográficas 1:50000 (IGN), tesis (ENA), informes de una ONG trabajando en la zona (Agroconsult), Salud pública, la municipalidad de Catacamas, CIAT, PAAR, PASOLAC, IHCAFE y COPECO. Es importante señalar que la mayoría de la información secundaria existente no es muy completa ni actualizada (de 5-13 años atrás), lo cual nos obligó a realizar este estudio principalmente basado en la generación de información primaria.

**Fuente Primaria de información:** Se obtuvo mediante la aplicación de encuestas dirigidas a la unidad familiar, líderes comunitarios e instituciones trabajando en la zona (talleres) (anexos 1,2 y 3). Los diferentes cuestionarios fueron previamente validados en la zona de estudio. Además, incluye información generada mediante el uso de sistemas de información geográfica. Todas las variables utilizadas se codificaron y reclasificaron para su posterior tratamiento en SIG.

#### 3.1 Descripción del área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación

La microcuenca del Río Talgua pertenece a la subcuenca del Río Guayape la cual pertenece a la cuenca del Río Patuca en la vertiente del Atlántico. Esta microcuenca tiene sus vertientes en la cordillera de Agalta en el municipio de

Catacamas a seis kilómetros de la ciudad del mismo nombre, abarcando un área de 86 km<sup>2</sup>, encontrándose entre las coordenadas 14°58'-14°53' Latitud Norte y 85°49'-85°57' Longitud Oeste (Figura1.), las alturas oscilan desde los 500 msnm en la parte baja (la Unión) hasta los 2300 msnm en las partes más altas (Santa Fé).

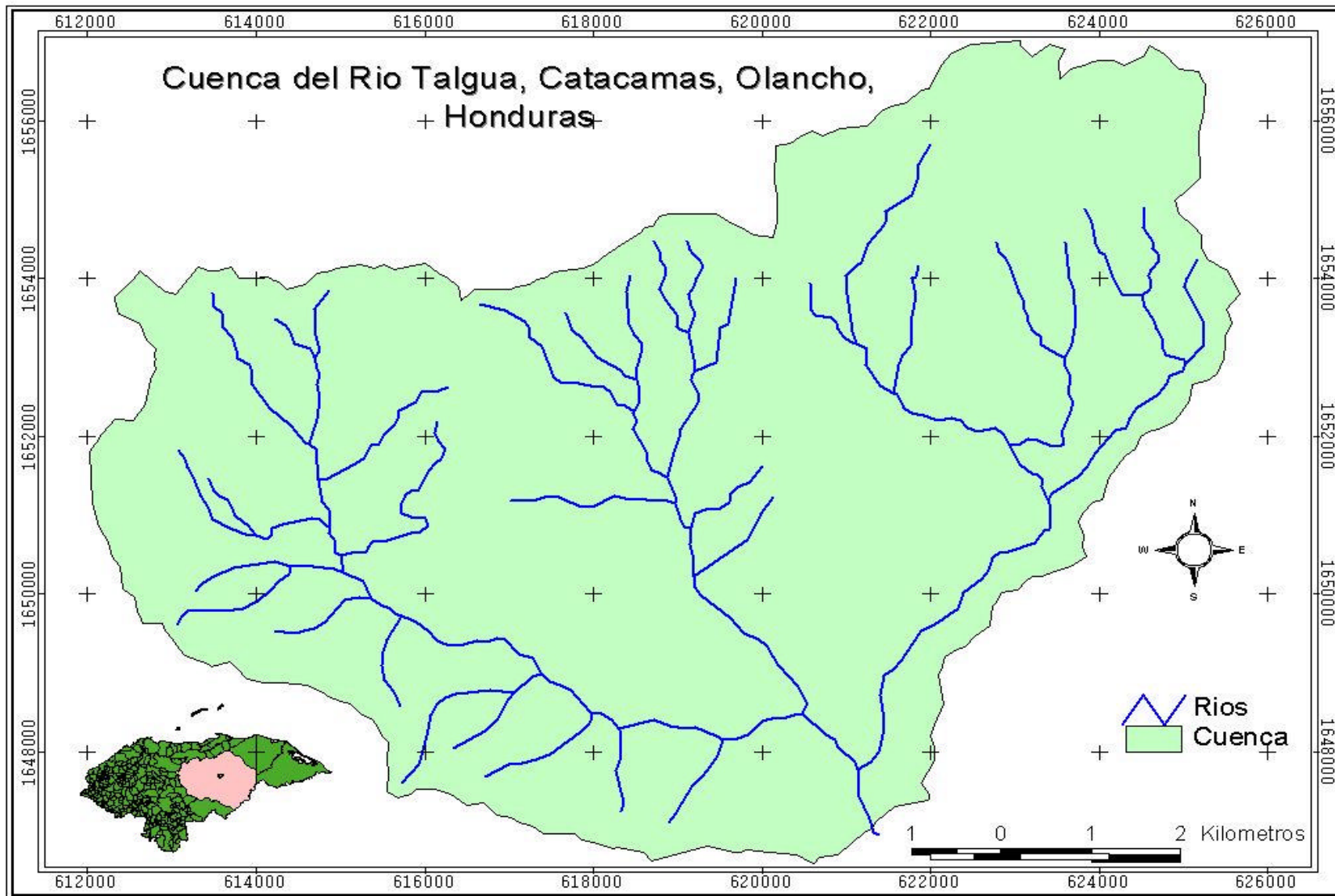
### **3.1.2 Clima**

La precipitación promedio anual oscila entre los 1000 mm en la parte baja hasta los 2000 mm anuales en la parte alta, con una temperatura media anual de 25°C. Se presentan dos estaciones climáticas bien definidas: una estación húmeda que comprende de junio a diciembre y la estación seca de enero hasta mayo.

### **3.1.3 Suelos y sistemas de producción**

Predominan en la zona de la microcuenca los suelos francos arcillosos, arcillosos y francos arenosos. La zona presenta una topografía completamente ondulada y quebrada con pendientes que varían desde planas hasta muy quebradas, siendo las mayores de 40%, las más frecuentes. Al igual que la pendiente, la profundidad de los suelos es muy variable, observándose desde suelos muy superficiales (< 20 cm.) hasta suelos profundos (> 1 m), aunque en su mayoría los suelos poseen profundidades inferiores a 50 cm. La vegetación predominante es bosque latifoliado, con un alto porcentaje de bosque secundario.

En su mayoría, los sistemas de producción son principalmente de subsistencia las actividades que sobresalen son la siembra de maíz, frijol, café y en menor escala las hortalizas (cebolla, chile dulce, tomate, repollo, y maracuyá).



**Figura 1.** Microcuenca del Río Talgua, Catacamas, Olancho, Honduras

### **3.1.4 Red de drenaje**

La microcuenca del Río Talgua presenta una red de drenaje bien definida formada por tres vertientes: el Río Seco con una longitud de 10-15 km. abarcando un área de aproximadamente 36 km<sup>2</sup>, el Río Quebrada de Aguas de 7 km. de longitud y con un área aproximada de 16 km<sup>2</sup> y la quebrada el Pinabetal con una longitud de 14 km. con un área estimada de 34 km<sup>2</sup>. A raíz del huracán Mitch, aproximadamente un 12-15% del recorrido de estos ríos es de forma subterránea.

### **3.1.5 Población**

#### **3.1.5.1 Población de la microcuenca**

Según Silva (1997), la población existente en la microcuenca es de alrededor de 1400 personas, distribuidas en aproximadamente 210 familias en las comunidades siguientes: La Unión (54 familias, 422 habitantes), Santa Fe (35 familias, 218 habitantes), Pinabetal (25 familias, 179 habitantes), Buena Vista (33 familias, 178 habitantes), Flor del Café (30 familias, 210 habitantes) y La Florida (32 familias, 226 habitantes). La mayoría de la población presente es originaria de los departamentos de Choluteca, Santa Bárbara, La Paz y en menor escala, de Olancho.

#### **3.1.5.2 Población considerada en el estudio**

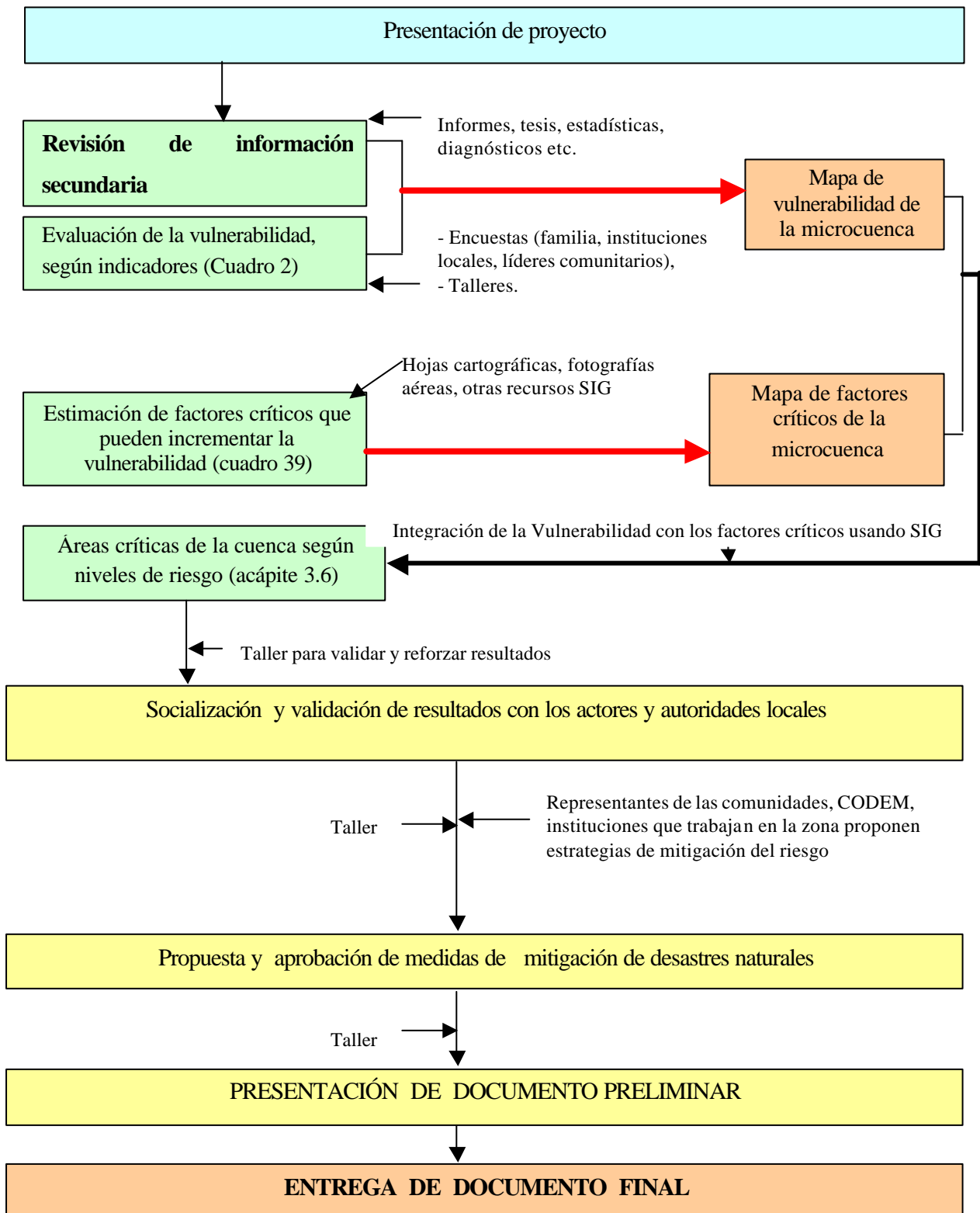
La población considerada en el presente estudio fue de 197 familias, equivalente a un total de 1181 habitantes, distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro 1.** Familias y habitantes/comunidad considerados en el estudio

<b>Comunidad</b>	<b>Nº de Familias</b>	<b>Nº de Habitantes</b>
Santa Fe	37	260
Buena Vista	42	252
Pinabetales	33	198
Flor del Café	29	183
La Florida	34	178
La Unión	22	110
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>1181</b>

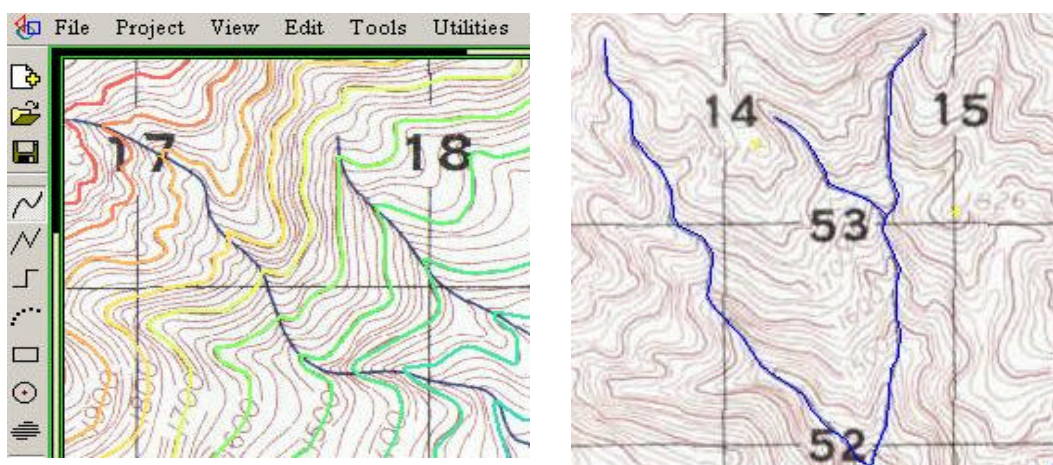
Si consideramos los datos reportados por Silva (1997), el estudio se basa en un 85% de la población total. Sin embargo, si tomamos en cuenta que en nuestra delimitación la microcuenca solo incluye parte de la comunidad de la Unión, podríamos asegurar que este porcentaje fue superior.

## ESTRUCTURA METODOLOGICA DE LA INVESTIGACIÓN



### 3.2 Elaboración de la cartografía base

Considerando que no existía cartografía básica específica del lugar, fue necesario elaborar diversos mapas bases necesarios para el estudio. Utilizando el programa “Easy Trace”, se digitalizaron las curvas a nivel, los hitos y los ríos del área de estudio (figura 2). Para esto se utilizaron hojas cartográficas 1:50,000 provenientes del Instituto Geográfico Nacional.



**Figura 2.** Digitalización de curvas a nivel, ríos e hitos del área de estudio.

Una vez digitalizadas las capas temáticas mencionadas anteriormente, se exportaron al programa “ArcView” y se combinaron mediante interpolación con puntos de altura tomados directamente en el campo, dando como resultado el modelo de elevación digital del área.

Finalmente, utilizando las extensiones “Hidrologic Modeling y Basin 1” se procedió a determinar la dirección y acumulación de flujo (ríos) para poder realizar la delimitación automatizada de la cuenca.

### 3.3 Metodología para evaluar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema dinámico, es decir, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular. El resultado de

esa interacción es el "bloqueo" o incapacidad de la comunidad para responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo determinado, con el consecuente "desastre". A esa interacción de factores y características se le da el nombre de vulnerabilidad global (Wilches-Chaux, 1989). Es precisamente bajo este contexto que se realizó la evaluación de la vulnerabilidad (física, social, ecológica, económica, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, institucional) en la microcuenca del Río Talgua.

Como se mencionó anteriormente, algunas iniciativas muy importantes han surgido tratando de explicar la vulnerabilidad a desastres naturales, tal es el caso de Minaya (1997), Cardona (1993a ), Villanueva (1997), Wilches-Chaux (1989), Cáceres (2001) y que resulta interesante analizar. En la presente metodología se integraron diferentes criterios propuestos por estos autores y con diferentes modificaciones (de acuerdo a la realidad de la zona de estudio) fueron utilizados como base para este trabajo.

### **3.3.1 Variables e indicadores de vulnerabilidad**

Tomando en cuenta las características que según Muller *et al.* (1998) deben reunir los indicadores, se podrían encontrar gran número de ellos (tanto de amenaza como de vulnerabilidad). Sin embargo, para efecto del presente estudio se utilizaron criterios que según nuestra experiencia y considerando las condiciones del área, pueden ayudar a explicar significativamente la vulnerabilidad y la amenaza presente en la cuenca del Río Talgua. El cuadro 2 muestra las variables y los respectivos indicadores que fueron utilizados en este estudio. Todas las variables fueron medidas utilizando las comunidades como unidad primaria de análisis.

#### **Cuadro 2.** Variables utilizadas para la estimación de la vulnerabilidad



<b>Tipo de Vulnerabilidad</b>	<b>Variables repuesta</b>	<b>Indicador</b>
Física	Asentamientos humanos en ladera	Número de casas en ladera
	Asentamientos humanos ubicados en las riberas de ríos y quebradas	Número de casas en ribera de ríos, o quebradas
	Resistencia de estructuras físicas	Materiales de Construcción
	Infraestructura comunal	Acceso a albergues en caso de emergencias.
	Accesibilidad	Condiciones de acceso en al año.
Social	Organización comunal	No. de organizaciones existentes
	Instituciones presentes en la zona	No. de instituciones presentes
	Salud	- Acceso a servicios de Salud (%) - Tipo de servicios de salud
	Acceso a medios de comunicación	El % de la población que tiene acceso (Radio, Tv, Otros)
	Población	Índice de población
Ecológica	Erosión de suelos	Tipo de erosión
	Deforestación	El % de área deforestada
	Agricultura migratoria	El % de área con agricultura migratoria y sin prácticas de conservación de suelos
Económica	Capacidad económica	Ingreso per cápita
	Desempleo	El % de individuos desempleados
	Dependencia económica	No. de actividades productivas
	Acceso a servicios públicos	El % de la población que tiene acceso a servicios públicos
Política	Apoyo municipal u otro ente estatal en proyectos comunales	Proyectos ejecutados por año
	Participación comunitaria en las decisiones locales	No. de representantes de la comunidad que participan en las decisiones que afectan a la comunidad.
	Liderazgo en la comunidad	El% de la población que reconoce a los líderes como tal

Continuación del cuadro 2

<b>Tipo de Vulnerabilidad</b>	<b>Variables repuesta</b>	<b>Indicador</b>
Técnica	Presencia de equipo y obras para prevenir o reducir el riesgo	Disponibilidad de equipo, presencia de obras en zonas vulnerables
	Tecnología de construcción en zonas de riesgo	El % de estructuras físicas con técnicas de construcción adecuadas
Ideológica	Reacción comunal en la fase pre-desastre	El % participación comunitaria en acciones de preparación y prevención
	Reacción comunal en la fase de impacto y rehabilitación	El % participación comunitaria en acciones de emergencia y rehabilitación (independiente de si sufrió o no daño)
	Percepción fatalista	El % de la comunidad que tiene una percepción fatalista (castigo divino)
Cultural	Participación de la mujer en actividades de prevención y mitigación de riesgos	El % de mujeres que participan en este tipo de actividades.
	Programas (locales) radiales o televisados sobre prevención de desastres	No. de programas
	Integración intercomunal para prevenir o mitigar riesgos	El % de la población dispuesta a trabajar en equipo con otras comunidades.
Educativa	Educación	El % de analfabetismo Grado de escolaridad
	Educación orientada a la prevención y mitigación de desastres naturales	El % de la población que ha sido capacitada en prevención y mitigación de desastres naturales
Institucional	Instituciones relacionadas con prevención y mitigación de desastres naturales	No. de Instituciones presentes
	Capacitación de personal técnico	El % Técnicos capacitados en el año

### **3.3.1.1 Valoración, estandarización y ponderación de los indicadores seleccionados**

Para lograr uniformidad en el análisis de los diferentes indicadores (tanto de la vulnerabilidad, como de los factores que favorecen la manifestación de una amenaza), sabiendo que unos son medibles cuantitativamente y otros cualitativamente, fue necesario estandarizar las variables que contienen a cada uno de los indicadores. Esta estandarización dentro de los indicadores partió del concepto de analizar el grado de influencia que los distintos valores (variable observada) tienen dentro del indicador para obtener un determinado nivel de severidad en la vulnerabilidad, es decir, entre mayor es el aporte del indicador a la vulnerabilidad, mayor valor estandarizado.

En tal sentido, en el presente trabajo se utilizaron valores cuantitativos para estandarizar las variables haciendo uso de una escala lineal (dividida en cinco niveles) de 0-100. Esta escala ha sido manejada de la manera tradicional, es decir, un valor de "0-19.9" significa que el aporte del indicador es menos significativo al nivel de vulnerabilidad (o amenaza); lo cual es igual a decir que el elemento bajo análisis presenta un nivel mas bajo de vulnerabilidad.

En el otro extremo, un valor entre "80 -100" significa que el aporte del indicador es más significativo, lo cual indica que la situación en la que se presenta el indicador es determinante y su aporte al nivel del riesgo es fundamental (Riesgo = Amenaza X Vulnerabilidad).

Aplicando esta escala, tanto a los indicadores cualitativos como a los cuantitativos se les asignó un valor numérico, lo cual facilitó la comprensión al tener una misma unidad de análisis.

**Cuadro 3.** Estandarización de valoración de las variables

<b>Porcentaje de vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad de la microcuenca</b>
0-19.9	Muy baja
20-39.9	Baja
40-59.9	Media
60-79.9	Alta
80-100	Muy alta

Ahora bien, el aporte del indicador de vulnerabilidad (medido en diferentes situaciones) obviamente es variable, es decir, que cada una de las situaciones en las cuales se encuentra presenta aportes a la vulnerabilidad totalmente diferentes (mayor o menor según el caso), por lo cual fue necesario realizar una ponderación, es decir, asignar un mayor peso al valor del indicador que represente la situación más crítica de la variable y el menor peso al estado que indique la situación menos crítica.

En este caso, se utilizó una escala de ponderación lineal de 0,1, 2, 3 y 4 (cuadro 3), en donde el valor de 0 fue asignado a la situación del indicador que presente la menor vulnerabilidad y el valor de cuatro (4) se asignó a la situación más crítica del indicador, lo cual refleja la situación de mayor vulnerabilidad. Un valor de dos (2) corresponde a una situación de vulnerabilidad media.

Por ejemplo: en la microcuenca del Río Talgua, los materiales más usados para la construcción son: ladrillo, bloque, adobe, madera y bajareque. En este caso, un valor de 0 fue asignado a las viviendas construidas de ladrillo (“menos vulnerables”), el valor de uno se asignó a las viviendas construidas de bloque (“bajamente vulnerables”), un valor de dos se les asignó a las viviendas construidas de adobe (“medianamente vulnerables”), el valor de tres fue asignado a las viviendas construidas de tabla (“altamente vulnerables”) y finalmente, el máximo valor (cuatro) fue asignado a las viviendas construidas con bahareque (“más vulnerables”).

**Cuadro 4.** Nivel de Vulnerabilidad y su correspondencia numérica.

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Correspondencia numérica</b>
Muy alta	4
Alta	3
Media	2
Baja	1
Muy baja	0

A continuación se muestran los indicadores utilizados para cada una de las variables dentro de cada tipo de vulnerabilidad. Además, se muestra la respectiva calificación para cada estado en el cual se presenta el indicador respectivo.

### 3.3.1.1.1 Vulnerabilidad física

**Cuadro 5.** Ponderación de la variable: asentamientos humanos en laderas

<b>No. de casas en laderas</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
> 8	Muy alta	4
7-8	Alta	3
5-6	Media	2
3-4	Baja	1
0-2	Muy baja	0

**Cuadro 6.** Ponderación de la variable: asentamientos en las riberas de los ríos o quebradas.

<b>No. de casas en riberas de ríos</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
> 8	Muy alta	4
7-8	Alta	3
5-6	Media	2
3-4	Baja	1
0-2	Muy baja	0

**Cuadro 7.** Ponderación de la variable: resistencia de estructuras físicas.

<b>Resistencia de la construcción</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
Bahareque	Muy alta	4
Tabla	Alta	3
Adobe	Media	2
Bloque	Baja	1
Ladrillo	Muy baja	0

**Cuadro 8.** Ponderación de la variable: infraestructura comunal

<b>% de la población con acceso a albergues en caso de emergencia</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 9.** Ponderación de la variable: accesibilidad a la comunidad

<b>Accesibilidad en el año</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
Difícil acceso en todo el año	Muy alta	4
Acceso de enero a mayo	Alta	3
Acceso de enero a agosto	Media	2
Acceso de enero a octubre	Baja	1
Fácil acceso todo el año	Muy baja	0

### 3.3.1.1.2 Vulnerabilidad social

**Cuadro 10.** Ponderación de la variable: organización comunal

<b>No. de organizaciones</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Calificación</b>
0	Muy alta	4
1	Alta	3
2	Media	2
3	Baja	1
4 ó más	Muy baja	0

**Cuadro 11.** Ponderación de la variable: instituciones presentes en la zona

No. de instituciones	Vulnerabilidad	Calificación
0	Muy alta	4
1	Alta	3
2	Media	2
3	Baja	1
4 ó más	Muy baja	0

**Cuadro 12.** Ponderación de la variable: ubicación del servicio de salud

Ubicación del servicio	Vulnerabilidad	Calificación
En Juticalpa	Muy alta	4
En Catacamas	Alta	3
1 para toda la microcuenca	Media	2
1 para 3 comunidades	Baja	1
En cada comunidad	Muy baja	0

**Cuadro 12.1.** Ponderación de la variable: Tipo de servicio de salud

Tipo de servicio	Vulnerabilidad	Calificación
Ninguno	Muy alta	4
Guardián de salud	Alta	3
Puesto de salud	Media	2
Centro de salud	Baja	1
Hospital	Muy baja	0

**Cuadro 13.** Ponderación de la variable: acceso a medios de comunicación

% de la población que tiene radio, tv. otros	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 14.** Ponderación de la variable: población

Indice de Población	Vulnerabilidad	Calificación
0.81-1.00	Muy alta	4
0.64-0.80	Alta	3
0.41-0.60	Media	2
0.21-0.40	Baja	1
0-0.20	Muy baja	0

### 3.3.1.1.3 Vulnerabilidad ecológica

**Cuadro 15.** Ponderación de la variable: erosión de suelos

Tipo de erosión	Vulnerabilidad	Calificación
Cárcavas profundas y/o densas	Muy alta	4
Erosión laminar y /o fuerte, cárcavas superficiales	Alta	3
Erosión laminar con surcos moderados	Media	2
Erosión laminar y/o surcos ligera	Baja	1
No hay síntomas de erosión	Muy baja	0

**Cuadro 16.** Ponderación de la variable: deforestación

% de área deforestada	Vulnerabilidad	Calificación
> 60	Muy alta	4
46-60	Alta	3
31-45	Media	2
16-30	Baja	1
0-15	Muy baja	0

**Cuadro 17.** Ponderación de la variable: agricultura migratoria

% del área con agricultura migratoria sin prácticas de conservación de suelos	Vulnerabilidad	Calificación
> 60	Muy alta	4
46-60	Alta	3
31-45	Media	2
16-30	Baja	1
0-15	Muy baja	0



### 3.3.1.1.4 Vulnerabilidad económica

**Cuadro 18.** Ponderación de la variable: capacidad económica

Ingreso per. cápita (Lps.)	Vulnerabilidad	Calificación
< 2000	Muy alta	4
2000-4000	Alta	3
4000-6000	Media	2
6000-8000	Baja	1
> 8000	Muy baja	0

**Cuadro 19.** Ponderación de la variable: desempleo

% de la población desempleada	Vulnerabilidad	Calificación
20 ó más	Muy alta	4
1-19.9	Alta	3
10-14.9	Media	2
5-9.9	Baja	1
0-4.9	Muy baja	0

**Cuadro 20.** Ponderación de la variable: dependencia económica

No. de actividades productivas	Vulnerabilidad	Calificación
Una actividad	Muy alta	4
Dos actividades	Alta	3
Tres actividades	Media	2
Cuatro actividades	Baja	1
Cinco o más actividades	Muy baja	0

**Cuadro 21.** Ponderación de la variable: acceso a servicios públicos

% de la población que no tiene acceso	Vulnerabilidad	Calificación
20 ó más	Muy alta	4
15-19.9	Alta	3
10-14.9	Media	2
5-9.9	Baja	1
0-4.9	Muy baja	0

### 3.3.1.1.5 Vulnerabilidad política

**Cuadro 22.** Ponderación de la variable: apoyo municipal u otro ente estatal en proyectos comunales

Proyectos ejecutados por año	Vulnerabilidad	Calificación
0	Muy alta	4
1	Alta	3
2	Media	2
3	Baja	1
>3	Muy baja	0

**Cuadro 23.** Ponderación de la variable: participación comunitaria en las decisiones locales

No. de representantes de la comunidad que participan en decisiones municipales	Vulnerabilidad	Calificación
Ninguno	Muy alta	4
Uno para toda la zona	Alta	3
Uno cada 3 comunidades	Media	2
Uno cada 2 comunidades	Baja	1
Uno por comunidad	Muy baja	0

**Cuadro 24.** Ponderación de la variable: liderazgo en la comunidad

% de la población que reconoce a los líderes como tal	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

### 3.3.1.1.6 Vulnerabilidad técnica

**Cuadro 25.** Ponderación de la variable: presencia de equipo para prevenir y/o reducir el riesgo

Disponibilidad de equipo	Vulnerabilidad	Calificación
En la Capital	Muy alta	4
En Juticalpa	Alta	3
En Catacamas	Media	2
En la zona	Baja	1
En las comunidades	Muy baja	0

**Cuadro 26.** Ponderación de la variable: tecnología de construcción en zonas de riesgo

Estructuras físicas con técnicas de construcción adecuadas (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

### 3.3.1.1.7 Vulnerabilidad ideológica

**Cuadro 27.** Ponderación de la variable: reacción comunal en la fase pre-desastre

Participación comunitaria (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 28.** Ponderación de la variable: reacción comunitaria en la fase impacto y rehabilitación

Participación comunitaria (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 29.** Ponderación de la variable: percepción fatalista

Percepción fatalista (%)	Vulnerabilidad	Calificación
80-100	Muy alta	4
60-79.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
20-39.9	Baja	1
0-19.9	Muy baja	0

### 3.3.1.1.8 Vulnerabilidad cultural

**Cuadro 30.** Ponderación de la variable: Participación de la mujer en actividades de prevención y mitigación del riesgo

Participación de la mujer (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 31.** Ponderación de la variable: programas radiales o televisados sobre prevención y mitigación del riesgo

N° de programas	Vulnerabilidad	Calificación
0	Muy alta	4
1	Alta	3
2	Media	2
3	Baja	1
4 ó más	Muy baja	0

**Cuadro 32.** Ponderación de la variable: integración intercomunal para prevención y/o mitigación de riesgos

Población dispuesta a trabajar en equipo (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

### 3.3.1.1.9 Vulnerabilidad educativa

**Cuadro 33.** Ponderación de la variable: educación (analfabetismo)

Analfabetismo (%)	Vulnerabilidad	Calificación
20 ó más	Muy alta	4
15-19.9	Alta	3
10-14.9	Media	2
5-9.9	Baja	1
< 5	Muy baja	0

**Cuadro 33.1** Ponderación de la variable: educación (grado de escolaridad)

Grado de Escolaridad	Vulnerabilidad	Calificación
Pre-escolar	Muy alta	4
Escolar	Alta	3
Plan Básico	Media	2
Secundario	Baja	1
Universitario	Muy baja	0

**Cuadro 34.** Ponderación de la variable: educación orientada a la prevención y mitigación de desastres

% de la población capacitada en Prev. y Mitig. de desastres	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

### 3.3.1.1.10 Vulnerabilidad institucional

**Cuadro 35.** Ponderación de la variable: instituciones relacionadas con prevención y mitigación de desastres

No. de instituciones presentes	Vulnerabilidad	Calificación
0	Muy alta	4
1	Alta	3
2	Media	2
3	Baja	1
4 ó más	Muy baja	0

**Cuadro 36.** Ponderación de la variable: capacitación de personal técnico

Técnicos Capacitados (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

**Cuadro 37.** Ponderación de la variable: Planes de mitigación

Ejecución (%)	Vulnerabilidad	Calificación
0-19.9	Muy alta	4
20-39.9	Alta	3
40-59.9	Media	2
60-79.9	Baja	1
80-100	Muy baja	0

### 3.4 Determinación de áreas críticas por su mayor riesgo a las principales amenazas en la microcuencia

#### 3.4.1 Determinación participativa de áreas críticas

El primer paso para la evaluación de las áreas críticas a las principales amenazas a que están expuestos los habitantes de la microcuencia consistió en realizar una zonificación histórica participativa de estas. Es decir, se partió de una serie de eventos que han ocurrido en la zona y que han tenido una recurrencia temporal y

espacial. Como resultado de esta zonificación se concluyó que en primer lugar los deslizamientos y en segundo lugar las inundaciones, son las amenazas principales en la zona.

### 3.4.2 Determinación de áreas críticas por su mayor riesgo a deslizamientos

Para este proceso se consideraron dos componentes: la vulnerabilidad global a desastres y la integración espacial de cuatro factores críticos que afectan de manera directa la vulnerabilidad a deslizamientos como lo son la intensidad de uso del suelo, la cobertura vegetal, la pendiente y la precipitación. En el cuadro 38 se presentan los indicadores utilizados para cada uno de estos factores.

**Cuadro 38.** Factores (e indicadores) que incrementan la vulnerabilidad y el riesgo

Variable	Indicador
Cobertura	Tipo de cobertura
Intensidad de uso del suelo	Intensidad
Pendiente	Tipo de pendiente
Precipitación	mm/año

Similar a la evaluación de la vulnerabilidad, para la evaluación de estos factores críticos en el riesgo a deslizamientos, fue necesario realizar una estandarización de los mismos y una ponderación de sus respectivos indicadores. En los cuadros 39 al 44 se presenta la estandarización realizada y la ponderación respectiva.

**Cuadro 39.** Estandarización de los indicadores de factores críticos en la vulnerabilidad a deslizamientos

Porcentaje de criticidad	Valoración de la criticidad
0-19.9	Muy baja
20-39.9	Baja
40-59.9	Media
60-79.9	Alta
80-100	Muy alta

**Cuadro 40.** Valoración de los factores críticos en el riesgo a deslizamientos

Valoración de la criticidad	Correspondencia numérica
Muy alto	4

Alto	3
Medio	2
Bajo	1
Muy bajo	0

**Cuadro 41.** Ponderación del factor crítico: cobertura del suelo

Tipo de cobertura	Nivel de criticidad	Calificación
Cultivos anuales	Muy alto	4
Pastos	Alto	3
Cultivos Perennes	Medio	2
Arbustos ( Charral, Guamil)	Bajo	1
Bosque (latifoliado o coníferas)	Muy bajo	0

**Cuadro 42.** Ponderación del factor crítico: intensidad de uso del suelo

Intensidad de uso	Nivel de criticidad	Calificación
Sub-Uso	Muy bajo	0
Uso adecuado	Bajo	1
<u>Sobreuso</u>		
0-33% del área	Medio	2
33-66% del área	Alto	3
> a 66% del área	Alto	4

**Cuadro 43.** Ponderación del factor crítico: pendiente

Pendiente	Nivel de criticidad	Calificación
> 40	Muy alto	4
31-40	Alto	3
21-30	Medio	2
11-20	Bajo	1
0-10	Muy bajo	0

**Cuadro 44.** Ponderación del factor crítico: precipitación promedio

Precipitación anual (mm)	Nivel de criticidad	Calificación
> 2500	Muy alto	4
1501-2000	Alto	3



1001-1500	Medio	2
700-1000	Bajo	1
< 700	Muy bajo	0

### 3.5 Ejemplo de aplicación de la metodología de evaluación y espacialización de la vulnerabilidad

Para ilustrar la aplicabilidad de esta metodología, se tomará como referencia los resultados obtenidos en el indicador resistencia de las viviendas de la vulnerabilidad física correspondiente a la comunidad de Buena Vista.

Se realizaron un total de 42 entrevistas en esta comunidad, los resultados mostraron que existen tres (3) casas de ladrillo, cero casas de bloque, siete (7) de adobe, 14 de madera y 18 de bahareque.

En desarrollo sería:

Ladrillo = valor de ponderación 0

Bloque = valor de ponderación 1

Adobe = valor de ponderación 2

Madera = valor de ponderación 3

Bahareque = valor de ponderación 4

**Entonces:  $3 \times 0 + 7 \times 2 + 14 \times 3 + 18 \times 4 = 128 = \text{Total alcanzado.}$**

Luego, se divide el total alcanzado entre el número de entrevistas realizadas en esa comunidad (128/42), obteniendo da el promedio obtenido para esa variable, en este caso 3.05 que corresponde a un nivel de vulnerabilidad alto (76%). El mismo procedimiento se utilizó para las demás variables, dando como resultado el cuadro 45.

**Cuadro 45.** Índices promedios obtenidos para la vulnerabilidad física

Variable	Índice promedio	Índice máximo
Asentamientos en laderas	4	4
Asentamientos en riberas de ríos	1	4
Resistencia de estructuras físicas	3.05	4
Infraestructura comunal	4	4
Accesibilidad	3	4
Total Alcanzado	15.05	20
Promedio	3.01	4

La valoración de la vulnerabilidad física en este caso, es el resultado de dividir el índice promedio alcanzado (3.01) entre el índice máximo posible (4) multiplicado por 100 (75%); esto equivale a un tipo de vulnerabilidad alto según la estandarización propuesta en el cuadro 2. La vulnerabilidad global es el resultado de la sumatoria de todos los porcentajes dividido entre 10

### 3.5.1.1 Espacialización de la vulnerabilidad

La espacialización de la vulnerabilidad se realizó utilizando “ArcView 3.3” (extensiones Spatial Analyst y Model Builder). Se utilizaron los valores promedios ponderados obtenidos para cada tipo de vulnerabilidad. Luego se convirtieron a temas GRID para finalmente por sobreposición ponderada (figura 3) obtener como resultado la vulnerabilidad global así:

$$\text{Vulnerabilidad Global} = \sum \text{Índices de vulnerabilidad} * F = (a * F) + (b * F) + (c * F) + (d * F) + (e * F) + (f * F) + (g * F) + (h * F) + (i * F) + (j * F), \text{ donde:}$$

a = Vulnerabilidad física

b = Vulnerabilidad social

c = Vulnerabilidad ecológica

d = Vulnerabilidad económica

e = Vulnerabilidad política

f = Vulnerabilidad técnica

g = Vulnerabilidad ideológica

h = Vulnerabilidad cultural

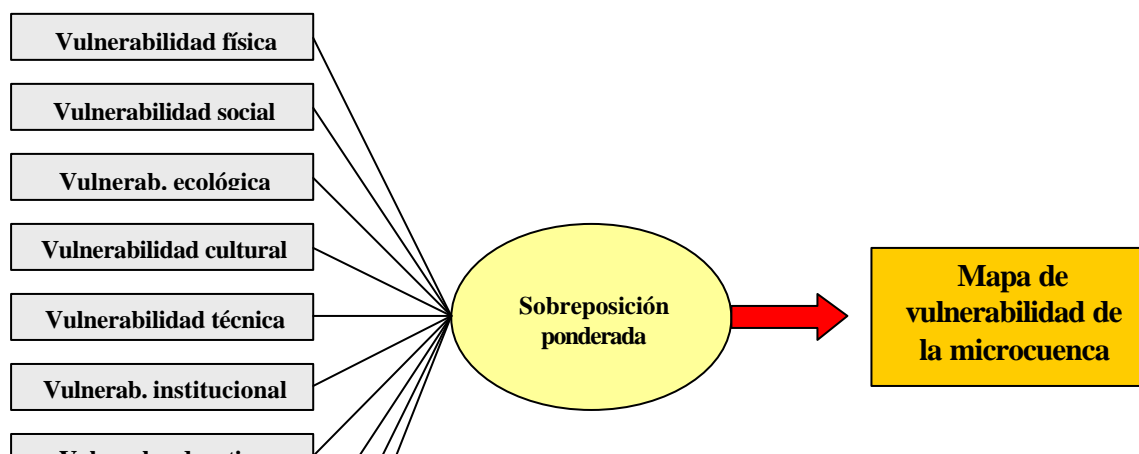
i = Vulnerabilidad educativa

j = Vulnerabilidad institucional

F = % de influencia según su contribución la vulnerabilidad global

**Cuadro 46.** Peso relativo por tipo de vulnerabilidad según su contribución al riesgo

Vulnerabilidad	Peso relativo (%)
Física	15
Social	15
Ecológica	10
Económica	15
Política	5
Técnica	5
Ideológica	5
Cultural	5
Educativa	15
Institucional	10
Total	100



**Figura 3.** Sobreposición ponderada de los diferentes tipos de vulnerabilidades.

### **3.5.2 Evaluación de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos**

Para la evaluación de los factores críticos según los factores propuestos, se procedió de manera similar al caso de la vulnerabilidad. Para ilustrar el procedimiento se tomará como ejemplo la variable pendiente la cual mostró los siguientes resultados: Pendientes de 0-10 (13.55 % del área total), de 10-20 (5.75%), de 20-30 (8.29%) de 30-40 (12.55%) y > de 40 (59.86%).

El cálculo realizado es el siguiente:

**$(13.55 \cdot 0 + 5.75 \cdot 1 + 8.29 \cdot 2 + 12.55 \cdot 3 + 59.86 \cdot 4) = 299.42, = \text{total alcanzado.}$**

Finalmente, dividimos el total alcanzado entre el total máximo posible (100% del área con pendientes mayores de 40%) así:

**$(299.42 / 400) \cdot 100 = 75\%$** , lo cual equivale a un nivel de criticidad alto según nuestra escala de estandarización (cuadro 39)

La estimación de la criticidad global según los factores críticos propuestos se realizó de igual manera que la vulnerabilidad global, es decir, la sumatoria de todos los porcentajes obtenidos para cada factor, divididos entre el número de variables; para este caso 4.

### 3.5.2.1 Espacialización de los factores críticos

La espacialización de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos se realizó de manera similar a la vulnerabilidad, en este caso se espacializaron los valores correspondientes a la ponderación del estado del indicador (figura 4). El modelo conceptual utilizado fue el siguiente:

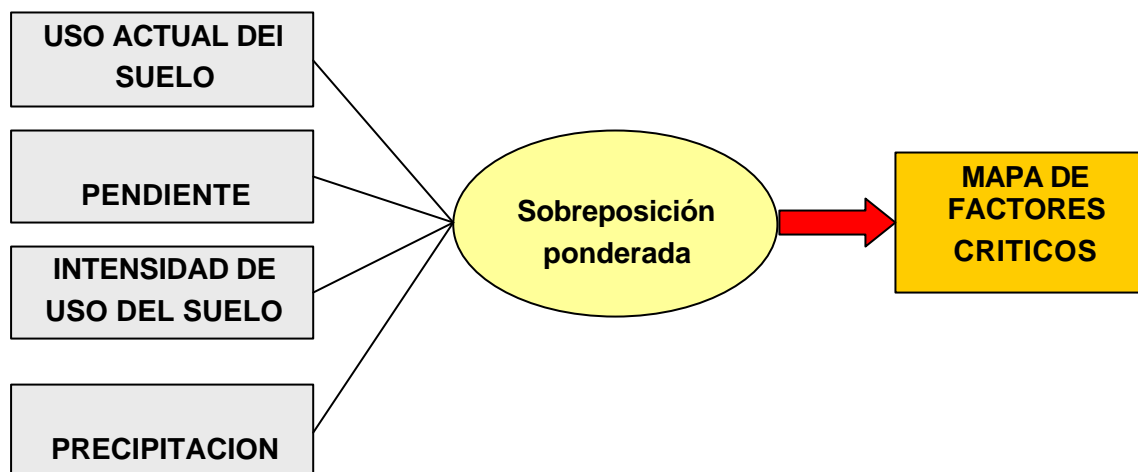
**Integración de factores críticos = ?** *Indices de factores críticos* \*  $F = (a * F) + (b * F) + (c * F) + (d * F)$  donde:

- a = Tipo de cobertura
- b = Tipo de Pendiente
- c = Intensidad de uso del suelo
- d = Precipitación
- F = Peso relativo según su incidencia

**Cuadro 47.** Pesos relativos utilizados en la integración de los factores críticos

Factores biofísicos que modifican el nivel de vulnerabilidad y/o criticidad de una amenaza	Peso relativo (%)
Precipitación	20
Tipo de cobertura	25
Intensidad de uso del suelo	25

Pendiente	30
<b>Total</b>	<b>100</b>



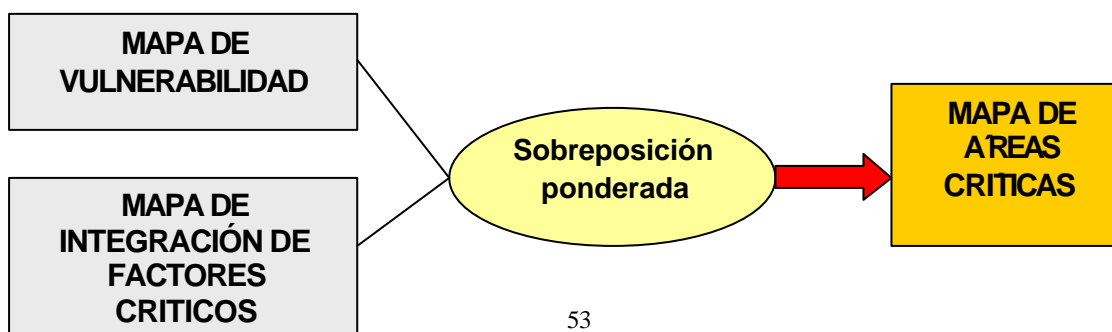
**Figura 4.** Integración de factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos

### 3.6 Determinación de áreas críticas o de mayor riesgo

Las áreas críticas o de mayor riesgo fueron estimadas mediante la integración (sobreposición ponderada) de los factores críticos y la vulnerabilidad existente utilizando el siguiente modelo:

$$\text{Áreas críticas} = (\text{Vulnerabilidad} * F) + (\text{factores críticos} * F), \text{ donde:}$$

F = Peso relativo según su contribución al riesgo



**Figura 5.** Sobreposición ponderada de los componentes del riesgo

Para efectos de este trabajo, las áreas críticas están determinadas por aquellas zonas donde tanto las condiciones de vulnerabilidad como la concurrencia de factores críticos que favorecen el riesgo se encuentren en sus valores más altos (alto (3)-muy alto (4)) (cuadro 48)

**Cuadro 48.** Matriz de integración de áreas de vulnerabilidad y áreas de factores críticos para la determinación de riesgo a deslizamientos

	Factores críticos que favorecen la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos					
		0	1	2	3	4
Nivel de vulnerabilidad según indicadores	0	00	01	02	03	04
	1	10	11	12	13	14
	2	20	21	22	23	24
	3	30	31	32	33	34
	4	40	41	42	43	44

 Áreas críticas ( Vulnerabilidad y factores críticos con valores de alto-muy alto)

 Medianamente críticas

 Menos críticas

### 3.7 Lineamientos de mitigación de desastres naturales

La participación comunitaria es un factor determinante e indispensable en la elaboración de cualquier plan de mitigación de desastres, por lo tanto, el éxito de

un plan de mitigación solo es posible si se cuenta con la participación y el esfuerzo coordinado de los miembros de las comunidades bajo riesgo; este es precisamente el enfoque por medio de el cual se pretende proponer líneas de acción que orienten la estrategia a seguir para reducir el nivel de riesgo en la cuenca del Río Talgua.

Casi siempre, a nivel de amenazas es muy poco lo que se puede hacer, por ejemplo, es muy difícil evitar que un huracán ocurra; por lo tanto, el enfoque se basa en lineamientos para reducir la vulnerabilidad como el elemento clave en la reducción del riesgo. En tal sentido, el manejo de algunas condiciones que pueden ayudar para que la vulnerabilidad se minimice es determinante.

### **3.7.1 Identificación y ubicación de las amenazas por los actores locales**

Esta etapa fue evacuada con ayuda de nuestra evaluación de los factores críticos y complementando con la identificación y zonificación de las mismas realizados por los miembros de la comunidad. Esta etapa también incluyó una priorización de las amenazas basado en los niveles y tipos de vulnerabilidad que se presentan en la zona, es decir; se identificaron y se le dio mayor atención a las amenazas que representan mayor peligro en la zona. En este caso, el resultado de la priorización demostró que los deslizamientos representan la principal preocupación de los pobladores.

Basado en lo anterior, en consenso con los actores se definieron algunas líneas generales que pueden ayudar a reducir el riesgo y que pueden ser implementadas por ellos mismos con los recursos locales.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

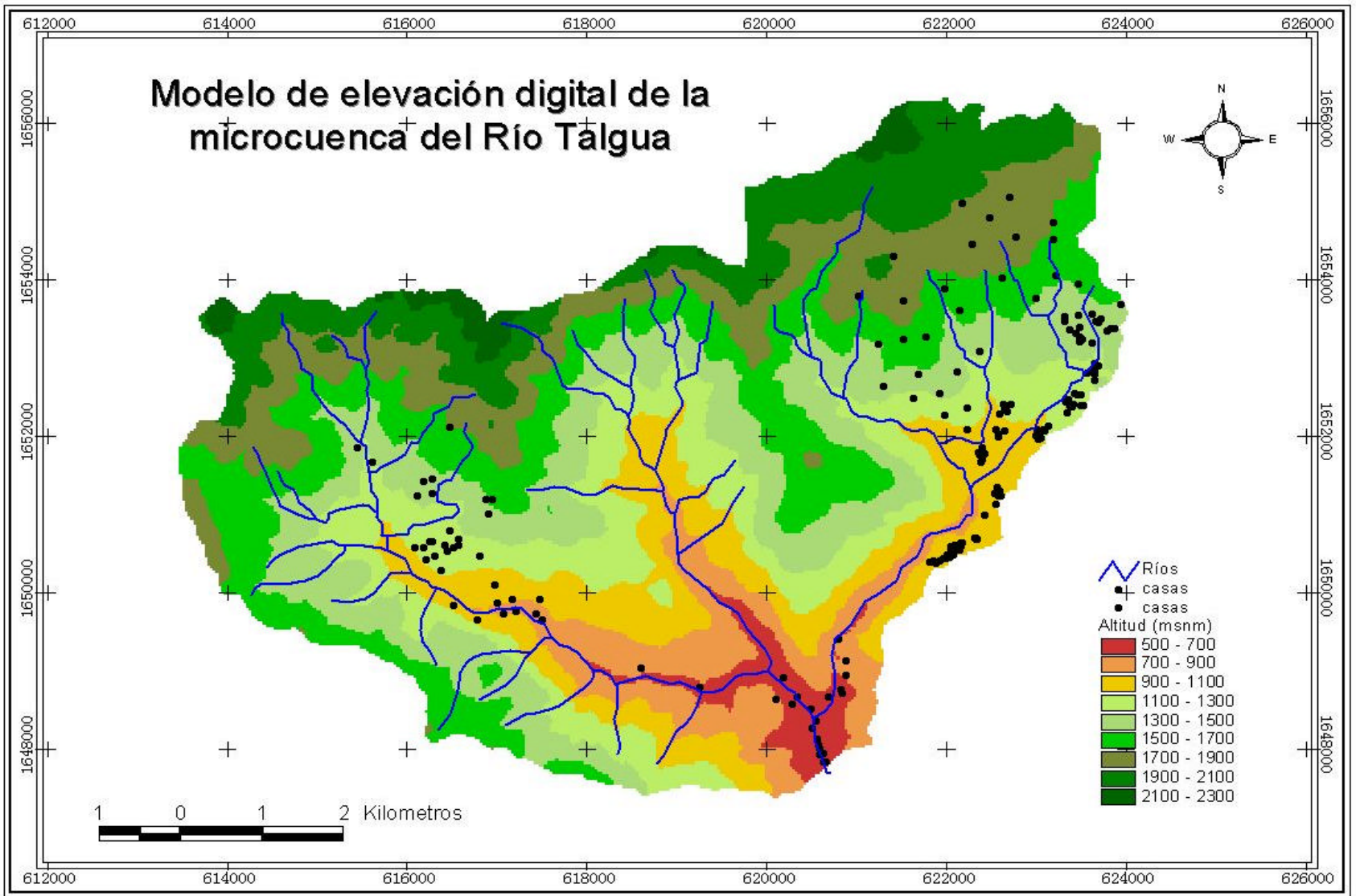
### **4.1 Generación de cartografía básica**



La microcuenca del Río Talgua posee un área de 86 km<sup>2</sup>. El área con respecto a la altura tiene una distribución muy variable pero relativamente homogénea en toda la cuenca. Las alturas más frecuentes están comprendidas entre los 1300 y 1500 msnm abarcando un área de 1599 hectáreas equivalentes al 18.5 % del área total. Por el contrario, las alturas que exceden los 2100 msnm resultan muy escasas y cubren menos del 2% del área total (cuadro 49).

**Cuadro 49.** Distribución del área de la microcuenca con respecto a la altitud

Altitud msnm	Area (m <sup>2</sup> )	Hectáreas	% del área Total
500-700	2417099	241,7	2,80
700-900	6926360	692,6	8,02
900-1100	10839523	1083,9	12,55
1100-1300	12570944	1257,0	14,55
1300-1500	15997425	1599,7	18,52
1500-1700	15364039	1536,4	17,79
1700-1900	11344549	1134,4	13,13
1900-2100	9233095	923,3	10,69
2100-2300	1423670	142,4	1,65



**Figura 6.** Distribución del área de la microcuenca del Río Talgua con respecto a la altitud (msnm)

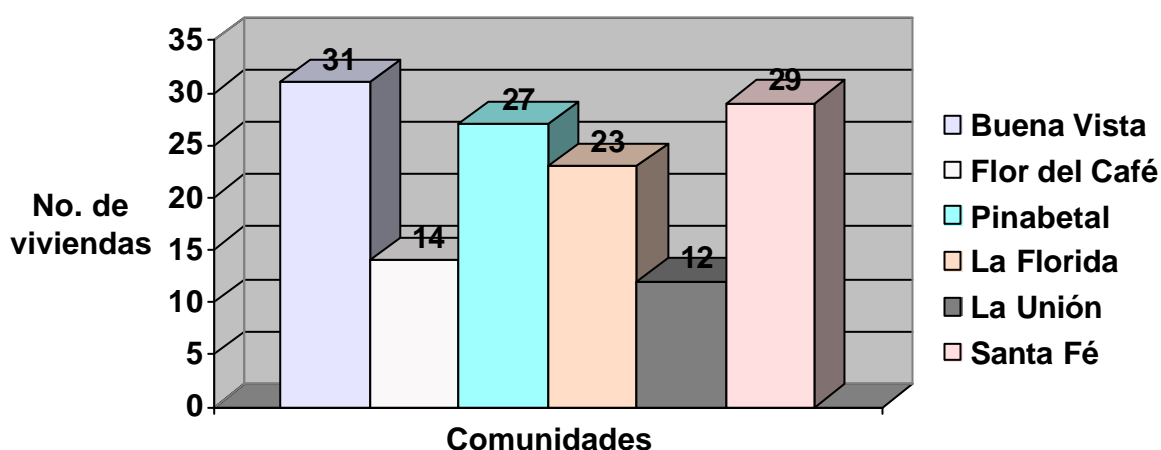
## 4.2 Vulnerabilidad de la microcuenca

### 4.2.1 Vulnerabilidad física

**Variable asentamientos humanos en laderas.** Representa una de las variables de mayor influencia dentro del modelo de riesgo propuesto, considerando además que resultó un elemento muy importante dentro de la priorización de riesgo a deslizamiento realizada por los habitantes del área. El cuadro 50 y la figura 7 muestran el estado de esta variable y su respectivo indicador dentro de la cuenca. Los resultados indican una mayor vulnerabilidad de las comunidades de Buena Vista y Santa Fé, y vulnerabilidades menores para las comunidades de La Unión y la Flor del Café.

**Cuadro 50.** Número de viviendas en ladera por comunidad

Comunidad	No. de viviendas en laderas	Ponderación	Vulnerabilidad
Buena Vista	31	4	Muy alta
Flor del Café	14	4	Muy alta
Pinabetal	27	4	Muy alta
La Florida	23	4	Muy alta
La Unión	12	4	Muy alta
Santa Fé	29	4	Muy alta



**Figura 7.** Número de casas en ladera por comunidad.

Los resultados de esta variable están estrechamente relacionados con la cantidad de población existente en las comunidades y con la topografía predominante. Para el caso, las comunidades de la Unión y Flor del Café presentan la menor cantidad de población y están ubicadas en la parte baja-media de la microcuenca donde la topografía es relativamente plana.

**Variable asentamientos humanos en riberas de ríos.** Excepto para la comunidad de La Unión, esta variable resulta ser poco importante para los habitantes de la microcuenca. En condiciones normales de invierno los ríos de la microcuenca no representan un problema dentro de ella, sin embargo, es importante mencionar que entre los límites de la comunidad de la Unión y Guanaja, el problema de las inundaciones es latente pues la capacidad hidráulica del río se ha reducido considerablemente producto del arrastre de sedimentos de las partes altas de la cuenca. El cuadro 51 muestra el número de casas ubicadas en riberas de ríos y quebradas por comunidad. A pesar de que los resultados encontrados son relativamente bajos nuestra escala indica que la vulnerabilidad (un tanto conservadora) de la microcuenca para este indicador es de media.

**Cuadro 51.** Casas en riberas de ríos y quebradas

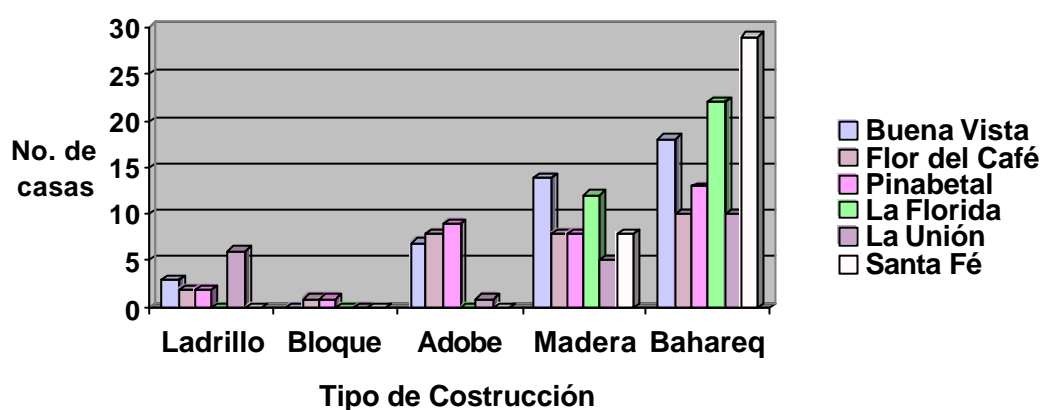
Comunidad	No. de casas en riberas de ríos	Ponderación	Vulnerabilidad
Buena Vista	4	1	Baja
Flor del Café	7	3	Alta
Pinabetal	4	1	Baja
La Florida	6	2	Media
La Unión	9	4	Muy alta
Santa Fé	4	1	Baja

**Variable resistencia de las viviendas.** Representa una variable muy importante para la estimación de la vulnerabilidad de la cuenca, pues como se muestra en el cuadro 52 y la figura 8, los materiales de construcción utilizados en la microcuenca son altamente vulnerables (6.6% ladrillo, 1% bloque, 12.7% adobe, 27.9% madera y un 51.8% de bahareque). Una explicación importante para que se realice este

tipo de construcciones sin duda alguna es la situación precarista en que viven los habitantes del área.

**Cuadro 52.** Tipos de construcciones en la microcuenca

Comunidad	Ladrillo	Bloque	Adobe	Madera	Bahareq	Ponderación
Buena Vista	3	0	7	14	18	3.05
Flor del Café	2	1	8	8	10	2.79
Pinabetal	2	1	9	8	13	2.88
La Florida	0	0	0	12	22	3.65
La Unión	6	0	1	5	10	2.59
Santa Fé	0	0	0	8	29	3.78
Total	13	2	25	55	102	



**Figura 8.** Número de casas según el tipo de construcción existentes en la microcuenca

**Variable infraestructura comunal.** El 100% de la población no cuenta con acceso a ningún tipo de albergue en caso de desastres; es importante señalar que tanto los pobladores, las instituciones y las autoridades están conscientes de esta necesidad; sin embargo, las limitaciones económicas han impedido tomar acciones al respecto.

**Variable accesibilidad.** Representa un aspecto importante principalmente por lo que a ayuda de emergencia se refiere. A excepción de la comunidad de la Unión, todas las comunidades presentan una severa limitante en este sentido; principalmente la Florida y Santa Fe donde el acceso es básicamente por caminos de herradura. El cuadro 53 muestra la accesibilidad a las diferentes comunidades y su respectiva ponderación.

**Cuadro 53.** Accesibilidad a las comunidades de la microcuenca

Comunidad	Accesibilidad	Ponderación
Buena Vista	Acceso fácil de enero-mayo	3
Flor del Café	Acceso fácil de enero-mayo	3
Pinabetal	Acceso fácil de enero-mayo	3
La Florida	Difícil acceso todo el año	4
La Unión	Fácil acceso todo el año	0
Santa Fe	Difícil acceso todo el año	4

**Cuadro 54.** Resumen de vulnerabilidad física en la microcuenca

COMUNIDAD	V1	V2	V3	V4	V5	Vulnerabilidad	Valoración
Buena Vista	4	1	3,05	4	3	3,01	Alta
Flor del Cafe	4	3	2,79	4	3	3,36	Muy alta
Pinabetales	4	1	2,88	4	3	2,98	Alta
La Florida	4	2	3,65	4	4	3,53	Muy alta
La Union	4	4	2,59	4	0	2,92	Alta
Santa Fe	4	1	3,78	4	4	3,36	Muy alta

#### 4.2.2 Vulnerabilidad social

**Variable Organización comunal.** La organización es uno de los aspectos sobresalientes de las comunidades, como se muestra en el cuadro siguiente, el nivel de vulnerabilidad según las ponderaciones no excede el nivel medio.

**Cuadro 55.** Organización comunal en la microcuenca

Comunidad	No. organizaciones	Ponderación
Buena Vista	3	1
Flor del Café	4	0
Pinabetal	3	1
La Florida	2	2
La Unión	6	0
Santa Fé	3	1

**Variable instituciones presentes en la zona.** La presencia institucional representa un indicador realista del poco apoyo que reciben estas comunidades del área, si bien es cierto según nuestra escala de ponderación las comunidades presentan una vulnerabilidad casi nula (cuadro 56); también es cierto que las instituciones trabajando en la zona no tienen presencia permanente y los recursos que invierten son muy limitados en áreas igualmente limitadas.

**Cuadro 56.** Presencia institucional / comunidad

Comunidad	Instituciones presentes	Ponderación
Buena Vista	4	0
Flor del Café	4	0
Pinabetal	4	0
La Florida	2	2
La Unión	7	0
Santa Fé	2	2

**Variable ubicación y tipo de servicio de salud.** Los servicios de salud en la cuenca son muy limitados y deficientes. Existen dos puestos de salud para toda la cuenca: los habitantes de la Florida, la Unión y Pinabetales asisten al puesto de salud ubicado en la unión, los habitantes de Pinabetales, Santa Fé y Buena Vista asisten al puesto de salud ubicado en esta última. La asistencia brindada se limita a la asignación de medicamentos para enfermedades comunes, en casos graves los habitantes tienen que trasladarse al a ciudad de Catacamas y Juticalpa lo cual es muy difícil principalmente para las comunidades de partes altas. Para estas dos variables corresponde una ponderación de 2 y 2 respectivamente según nuestra escala de ponderación.

**Variable acceso a medios de comunicación:** En términos generales, en la mayoría de las casas existe principalmente un radio de baterías (cuadro 57). Los habitantes de la comunidad de la Flor del Café son los más limitados en este sentido; sin embargo, es importante señalar que la cultura de poseer un radio es incentivada principalmente por el sentido de diversión y no de información. Es decir, que el uso de estos aparatos es básicamente para escuchar música por las noches.

**Cuadro 57.** Acceso a medios de comunicación.

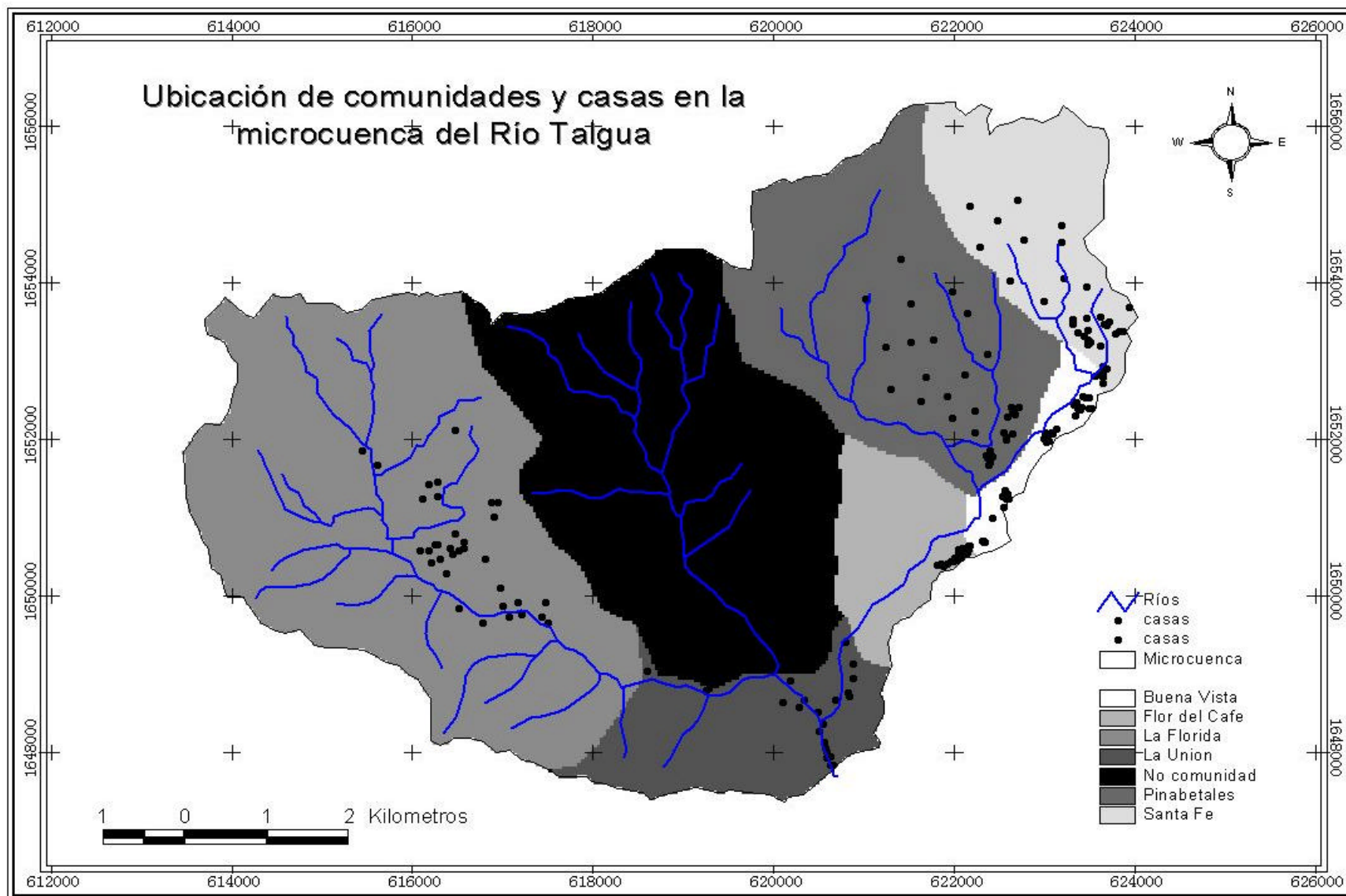
Comunidad	% que tiene acceso	Ponderación
Buena Vista	71 (30/42)	1
Flor del Café	24 (7/29)	3
Pinabetal	67 (22/33)	1
La Florida	56 (19/34)	2
La Unión	91 (20/22)	0
Santa Fé	76 (28/37)	1

**Variable densidad poblacional.** En la microcuenca del Río Talgua, la comunidad que presenta la mayor densidad poblacional es la comunidad de buena vista (cuadro 58). Esto se debe principalmente a que aparte de ser una de las comunidades más pobladas, también es la comunidad más pequeña dentro de la microcuenca.

**Cuadro 58.** Índice de población y áreas por comunidad

Comunidad	Hectáreas	Habitantes	Área (km <sup>2</sup> )	Densidad	Índice
Buena Vista	168,5	252	1,69	149,51	1,00
Flor del Café	429,9	183	4,30	42,56	0,28
Pinabetales	1542,6	198	15,43	12,83	0,09
La Florida	2823,4	178	28,23	6,30	0,04
La Unión	684,1	110	6,84	16,08	0,11
Santa Fe	727,4	260	7,27	35,74	0,24





**Figura 9.** Ubicación de las comunidades y las viviendas en la cuenca del Río Tatgua

**Cuadro 59.** Resumen de la vulnerabilidad social en la microcuenca

Comunidad	V1	V2	V3	V4	V5	V6	SOCIAL	Valoración
Buena Vista	1	0	2	2	1	4	1,67	Media
Flor del Café	0	0	2	2	3	1	1,33	Baja
Pinabetal	1	0	2	2	1	0	1,00	Baja
La Florida	2	2	2	2	2	0	1,67	Media
La Unión	0	0	2	2	0	0	0,67	Muy baja
Santa Fé	1	2	2	2	1	1	1,50	Baja

#### 4.2.3 Vulnerabilidad ecológica

**Variable erosión de suelos.** El tipo de erosión en la cuenca es el resultado principalmente de la interacción entre el tipo de uso del suelo, la pendiente y al tipo de manejo del suelo y del cultivo. Para el caso, en las comunidades de Flor del café y Pinabetales, el tipo de erosión predominante es laminar con surcos moderados. En estas zonas las pendientes son moderadas y principalmente se cultiva maíz y frijól. En las comunidades de Buena Vista, Florida y Santa Fé predomina la erosión tipo cárcavas. En estas zonas la pendiente es muy quebrada y aparte de maíz y frijol se cultivan hortalizas principalmente repollo, cebolla y tomate los cuales requieren de un laboreo intensivo del suelo. Finalmente, en el caso de la comunidad de la Unión es una zona hortalizera, pero con pendientes suaves por lo cual la erosión que más se observa es laminar y por goteo.

**Variable deforestación y agricultura migratoria.** Como se observará más adelante, la microcuenca ha perdido entre un 30 y 40% de cobertura boscosa (ponderación 2 = vulnerabilidad media). Existe mucha preocupación por parte de las diferentes autoridades y de los pobladores por el acelerado avance de la frontera agrícola. Una de las causas principales del avance de la frontera agrícola es precisamente la práctica de la agricultura migratoria producto del acelerado deterioro del suelo. En tal sentido, urge la utilización de prácticas agrícolas sostenibles que mantengan y/o mejoren la productividad de los suelos para que los productores no se vean en la necesidad de expandir sus áreas de cultivo.

**Cuadro 60.** Resumen de las ponderaciones obtenidas para la vulnerabilidad ecológica

Comunidad	V1	V2	V3	Ecológica	Valoración
Buena Vista	3	2	2	2,33	Media
Flor del Café	2	2	1	1,67	Media
Pinabetal	2	2	2	2,00	Media
La Florida	4	2	3	3,00	Alta
La Unión	1	2	1	1,33	Baja
Santa Fe	4	2	3	3,00	Alta

#### 4.2.4 Vulnerabilidad económica

Este tipo de vulnerabilidad es de las más importantes y de mayor peso en la zona, ya que influye directamente sobre los otros tipos. Este tipo de vulnerabilidad depende básicamente de la ocupación de las familias. En el caso de la cuenca del Río Talgua, las fuentes de ingreso no son exclusivas, pudiendo ser múltiples de acuerdo a la capacidad económica y del número de miembros que componen las familias. Es importante mencionar que las familias no poseen ingresos fijos mensuales, más del 80% reportan ingresos promedios mensuales inferiores a 2000 lempiras, los cuales obtiene en época de corta de café y en cosechas de invierno. Esta dependencia económica basada principalmente en el cultivo de café, maíz, frijol y hortalizas y limitada a las épocas de cosecha, ocasiona que en promedio más del 30% de la población se mantenga desocupada el resto del año.

Otro aspecto importante en este tipo de vulnerabilidad representa el acceso a servicios públicos, en tal sentido, los resultados muestran que alrededor del 20% del total de familias encuestadas no tiene acceso a este tipo de servicios; excepto los habitantes de la comunidad de la unión donde el 100% de las familias encuestadas cuentan con dichos servicios. El cuadro 61 muestra los valores obtenidos por las diferentes variables utilizadas en este tipo de vulnerabilidad.

**Cuadro 61.** Valores promedios obtenidos en la vulnerabilidad económica.

Comunidad	v1	V2	V3	V4	Económica	Valoración
Buena Vista	4	4	2	2	3,00	Alta
Flor del Café	4	4	2	3	3,25	Muy alta
Pinabetal	4	4	2	2	3,00	Alta
La Florida	4	4	1	3	3,00	Alta
La Unión	4	4	2	0	2,50	Alta
Santa Fe	4	2	1	3	2,50	Alta

#### 4.2.5 Vulnerabilidad política

Trata de reflejar el apoyo que pueda estar teniendo o pueda tener la zona por parte de entes estatales, de igual forma, refleja el nivel de participación y representatividad de la población ante el estado (factor muy importante para canalizar la ayuda necesaria en momentos y lugares claves).

**Variable apoyo municipal u otro ente estatal.** Refleja el interés manifiesto del estado en el lugar. En el caso de la cuenca del Río Talgua, el apoyo brindado es muy bajo y se limita a las posibilidades económicas principalmente de la alcaldía. No existe una planificación anual de proyectos a ejecutar en el año si no que los proyectos se ejecutan en el momento que los fondos están disponibles.

**Variable participación comunitaria en decisiones locales.** Existen cuatro representantes acreditados para la zona, los cuales defienden los intereses y velan por el bienestar de las comunidades. En este sentido, la alcaldía promueve la participación de dichos representantes en cabildos abiertos y reuniones periódicas con el objetivo de tratar la problemática que enfrentan sus comunidades.

**Variable liderazgo comunal.** Producto de la buena organización y de la buena comunicación entre los comunos, los líderes comunales son elegidos democráticamente. El 100 % los entrevistados de las 6 comunidades reconoce y aprueba la labor desarrollada por los líderes comunitarios. El cuadro 62 muestra

los valores promedios obtenidos para cada variable dentro de este tipo de vulnerabilidad.

**Cuadro 62.** Promedio obtenido por variable dentro de la vulnerabilidad política

Comunidad	V1	V2	V3	Promedio	Valoración
Buena Vista	3	1	0	1,33	Baja
Flor del Café	3	1	0	1,33	Baja
Pinabetal	3	1	0	1,33	Baja
La Florida	3	1	0	1,33	Baja
La Unión	2	1	0	1,00	Baja
Santa Fe	3	1	0	1,33	Baja

#### 4.2.6 Vulnerabilidad técnica

Refleja la capacidad y la eficiencia de la respuesta técnica ante un evento determinado. Actualmente no se cuenta con ningún tipo de equipo específico para reducir el riesgo a desastres, además, las construcciones colectivas como puentes, planchas, carreteras presentan diseños inadecuados. Para los dos indicadores de esta variable y para todas las comunidades corresponde un valor de ponderación igual a 4 (vulnerabilidad muy alta).

#### 4.2.7 Vulnerabilidad ideológica

La falta de conocimiento sobre gestión de riesgo por parte de los pobladores, de las instituciones y de las autoridades locales es un factor determinante en la capacidad de respuesta. Erróneamente se maneja que a diferencia de otro tipo de actividades en caso de desastres (antes y después), cada persona es responsable de velar por sus pertenencias y sus familias (comportamiento mostrado durante el huracán mitch). Algo importante y positivo presentado por los pobladores en este tipo de vulnerabilidad, es el hecho de asociar la ocurrencia de desastres naturales con la mano del hombre y no por la intervención divina. El cuadro 63 presenta los valores promedios obtenidos para esta variable.

**Cuadro 63.** Promedios obtenidos por variable en la vulnerabilidad ideológica

Comunidad	V1	V2	V3	Promedio	Valoración
Buena Vista	4	4	0	2,7	Alta
Flor del Café	4	4	0	2,7	Alta
Pinabetal	4	4	0	2,7	Alta
La Florida	4	4	0	2,7	Alta
La Unión	4	4	0	2,7	Alta
Santa Fe	4	4	0	2,7	Alta

#### 4.2.8 Vulnerabilidad cultural

Con respecto a la variable participación de la mujer, un aspecto característico y común encontrado en todas las comunidades es la exclusión de la mujer en actividades de tipo grupal. La mujer se limita a la realización de actividades afines al hogar y a la crianza de los hijos. Por un lado, los hombres imponen su mando dentro del hogar y por otro, la mujer se niega a ser integrada en actividades extra hogar.

Para la variable integración comunal para prevención de desastres, el 100% de los pobladores manifestó su disponibilidad para ejecutar integradamente cualquier acción que tenga como fin reducir los niveles de riesgo. No existen en la zona programas de comunicación que promuevan la gestión del riesgo; existen comités de emergencia municipal los cuales están a cargo de este tipo de actividades, sin embargo actualmente se encuentran inactivos por motivos presupuestarios.

**Cuadro. 64** Promedios obtenidos para las diferentes variables de la vulnerabilidad cultural

Comunidad	V1	V2	V3	Promedio	Valoración
Buena Vista	4	4	0	2,7	Alta
Flor del Café	4	4	0	2,7	Alta
Pinabetal	4	4	0	2,7	Alta
La Florida	4	4	0	2,7	Alta
La Unión	4	4	0	2,7	Alta
Santa Fe	4	4	0	2,7	Alta

#### 4.2.9 Vulnerabilidad educativa

Los resultados muestran que existe los niveles de analfabetismo en la cuenca son considerables, presentando valores de 17.8% 10.9%, 12.6%, 32%, 8%, 19.2% para las comunidades de Buena Vista, Flor del Café, Pinabetales, La Florida, La Unión y Santa Fé respectivamente. Se tomaron en cuenta únicamente aquellos individuos con edad escolar y que no saben leer y escribir.

La población alfabetizada está constituida en un 98% por individuos que han cursado el nivel primario completo o parcialmente. Existen escasamente personas de nivel medio, pues la única opción es la ciudad de Catacamas y esto resulta muy costoso para el nivel de vida de la población. La educación orientada a la prevención de desastres es muy escasa y general, siendo la población de la Unión la que más se atención a recibido en este sentido ( 41% de los encuestados). Los promedios obtenidos para este tipo de vulnerabilidad se muestran en el cuadro siguiente.

**Cuadro 65.** Promedios obtenidos para las diferentes variables de la vulnerabilidad educativa

Comunidad	V1	V2	Promedio	Valoración
Buena Vista	3	4	3,5	Muy alto
Flor del Café	2	3	2,5	Alta
Pinabetal	2	3	2,5	Alta
La Florida	4	4	4,0	Muy alto
La Unión	1	2	1,5	Bajo
Santa Fe	3	4	3,5	Muy alto

#### 4.2.10 Vulnerabilidad institucional

No existe en la zona ninguna institución que este trabajando específicamente en lo que a prevención y mitigación de desastres se refiere. Eventualmente en la comunidad de la unión los CODEM imparten talleres sobre gestión de riesgo, sin embargo; el nivel de conocimiento de estos es muy limitado y generalista.

Considerando nuestra escala de estandarización y en base al porcentaje de la población que ha sido capacitada, para esta variable corresponde un valor de ponderación de 4 para todas las comunidades excepto para la unión que corresponde un valor de 2.

### 4.3 Vulnerabilidad global

El modelo utilizado, considerando los porcentajes de influencia propuestos, quedó de la siguiente manera:

$$\text{Vulnerabilidad Global} = \sum \text{índices de vulnerabilidad} * F = (a * 0.15) + (b * 0.15) + (c * 0.10) + (d * 0.15) + (e * 0.05) + (f * 0.05) + (g * 0.05) + (h * 0.05) + (i * 0.15) + (j + 0.10), \text{ donde:}$$

a = Vulnerabilidad física

b = Vulnerabilidad social

c = Vulnerabilidad ecológica

d = Vulnerabilidad económica

e = Vulnerabilidad política

f = Vulnerabilidad técnica

g = Vulnerabilidad ideológica

h = Vulnerabilidad cultural

i = Vulnerabilidad educativa

j = Vulnerabilidad institucional

F = % de influencia según su contribución la vulnerabilidad global

El cuadro 67 presenta un resumen de la vulnerabilidad por tipo y por comunidad existente en la microcuenca del Río Talgua. Como se puede observar, la cuenca presenta mayor vulnerabilidad en la parte técnica, institucional, física, educativa y económica y menor vulnerabilidad en la parte política, social, ecológica, cultural e ideológica. También el cuadro muestra a las comunidades de la Florida y Santa Fé como las más vulnerables y las comunidades de La Unión y Pinabetales como



las menos vulnerables. La figura 10 y el cuadro 66 presentan la espacialización de la vulnerabilidad global dentro de la microcuenca y los resultados de la misma en función de área respectivamente.

Además del modelo con los diferentes porcentajes propuestos, también se creó un nuevo modelo considerando pesos iguales para todos los tipos de vulnerabilidades (10% c/u). Sin embargo, la variación en los niveles de vulnerabilidad no fue significativa.

**Cuadro 66.** Niveles de vulnerabilidad por unidad de área en la microcuenca del Río Talgua

Tipo de Vulnerabilidad	% del área total	Perímetro	Hectáreas
Baja	25,98	20783,8	2233,5
Media	7,94	14395,2	682,5
Alta	66,08	49579,3	5681,8

Existe un 66% de la cuenca que presenta vulnerabilidad alta, esta área corresponde a las comunidades que en promedio sacaron los mayores puntajes de ponderación (Florida, Pinabetales, Flor del Café y Buena Vista). El 7% que presenta vulnerabilidad media y corresponde a la comunidad de la Unión y un 25% presenta vulnerabilidad baja y corresponde al área donde no hay población y que se evalúa únicamente en función de la vulnerabilidad técnica y la ecológica.

**Cuadro 67.** Resumen de promedios por cada tipo de vulnerabilidad en las diferentes comunidades que conforman la microcuenca del Río Talgua

Comunidad	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	Índice	V-Global	
												(%)	Valoración
Buena Vista	3,01	1,67	2,33	3,00	1,33	4	2,7	2,7	3,5	4	2,82	70,44	Alta
Flor del Café	3,36	1,33	1,67	3,25	1,33	4	2,7	2,7	2,5	4	2,68	66,94	Alta
Pinabetal	2,98	1,00	2,00	3,00	1,33	4	2,7	2,7	2,5	4	2,61	65,36	Alta
La Florida	3,53	1,67	3,00	3,00	1,33	4	2,7	2,7	4,0	4	2,99	74,66	Alta
La Unión	2,92	0,67	1,33	2,50	1,00	4	2,7	2,7	1,5	3	2,23	55,63	Media
Santa Fe	3,36	1,50	3,00	2,50	1,33	4	2,7	2,7	3,5	4	2,85	71,31	Alta
<b>Promedios</b>	<b>3,19</b>	<b>1,31</b>	<b>2,22</b>	<b>2,88</b>	<b>1,28</b>	<b>4,00</b>	<b>2,67</b>	<b>1,67</b>	<b>2,92</b>	<b>3,83</b>	<b>2,70</b>	<b>67,39</b>	<b>Alta</b>
<b>% / Tipo</b>	<b>79,78</b>	<b>32,64</b>	<b>55,56</b>	<b>71,88</b>	<b>31,97</b>	<b>100</b>	<b>66,67</b>	<b>66,67</b>	<b>72,98</b>	<b>95,83</b>	<b>67,39</b>		<b>Alta</b>

V1 = Vulnerabilidad física

V2 = Vulnerabilidad social

V3 = Vulnerabilidad ecológica

V4 = Vulnerabilidad económica

V5 = Vulnerabilidad política

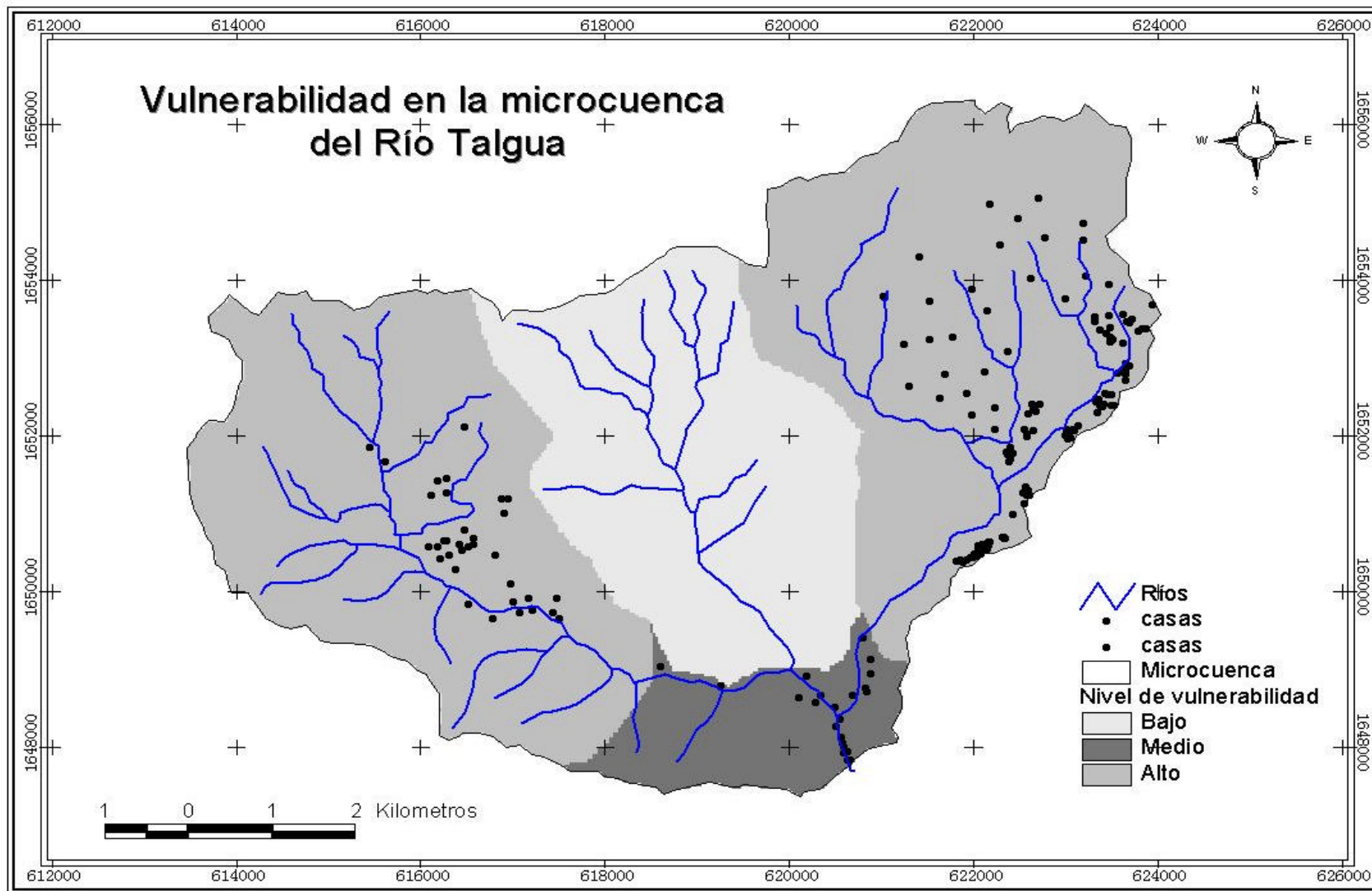
V6 = Vulnerabilidad técnica

V7 = Vulnerabilidad ideológica

V8 = Vulnerabilidad cultural

V9 = Vulnerabilidad educativa

V10 = Vulnerabilidad institucional



**Figura 10.** Niveles de vulnerabilidad en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

#### 4.4 Evaluación de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos

Para la evaluación de los factores críticos en la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos se utilizó el siguiente modelo:

**Integración de factores críticos = ?** *índices de factores críticos* \*  $F = (a * 0.25) + (b * 0.30) + (c * 0.25) + (d * 0.20)$  donde:

a = Tipo de cobertura

b = Tipo de Pendiente

c = Intensidad de uso del suelo

d = Precipitación

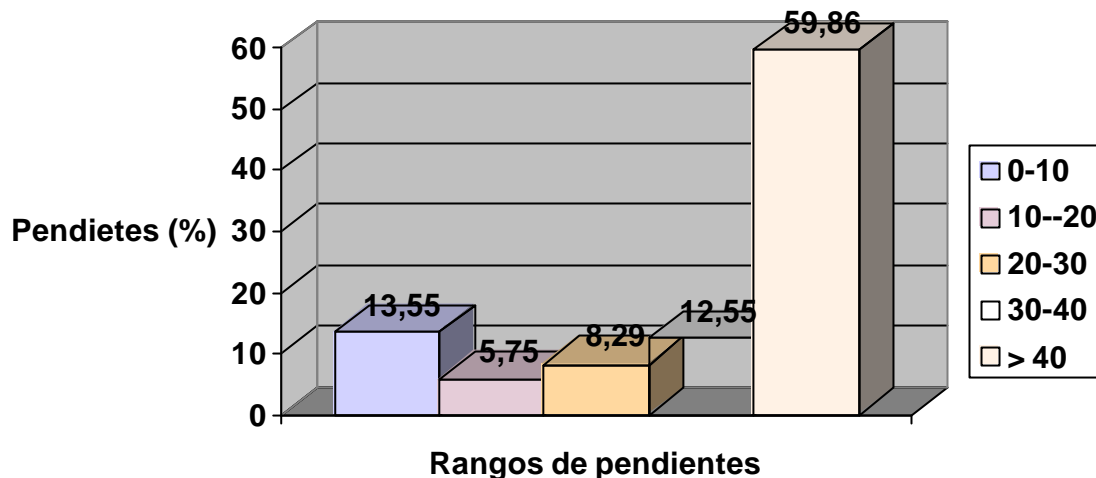
F = Peso relativo según su contribución a la vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos

##### 4.4.1 Mapa de pendientes

Este se elaboró a partir del modelo de elevación digital usando el programa "ArcView 3.3", se agruparon las pendientes en cinco niveles según la escala propuesta. Luego de derivadas las pendientes se reclasificaron los valores conforme a la ponderación correspondiente al estado del indicador (escala de ponderación). El cuadro 68 y el figura 11 muestran los valores obtenidos para esta variable.

**Cuadro 68.** Distribución del área de la microcuenca del Río Talgua según el porcentaje de pendiente

Pendiente (%)	% del área total	Hectáreas
0-10	13,55	1138,7
10-20	5,75	483,2
20-30	8,29	696,4
30-40	12,55	1054,8
> 40	59,86	5031,1



**Figura 11.** Porcentaje del área de la microcuenca según los diferentes rangos de pendiente

Como se puede ver en el figura anterior, la topografía de la zona es muy irregular y quebrada, predominan las pendientes mayores de 40%, las cuales representan casi un 60% del área total, equivalente a 5031 hectáreas. Las pendientes menos frecuentes se encuentran entre 10 y 20%, representando menos del 6% del área total. Esta variable recibió una valoración importante por parte de los pobladores, y fue relacionada directamente con la ocurrencia de deslizamientos en la zona.

#### 4.4.2 Capacidad de uso del suelo

Es el producto de la sobreposición aritmética entre el mapa de pendientes y el de profundidad de suelos. Se utilizó la metodología de clasificación de suelos por capacidad de uso propuesta por Sheng, Michaelsen, Cenicafe (1971, 1977 y 1975 respectivamente). En correspondencia a la predominancia de la capacidad de los suelos en Honduras, la capacidad de uso de los suelos en la microcuenca del Río Talgua eminentemente forestal en un 72.6%, el área para usos agrícola es estimada en un 7.79% y el área para uso pecuario representa un 19.57% (cuadro 69)

**Cuadro 69.** Capacidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua

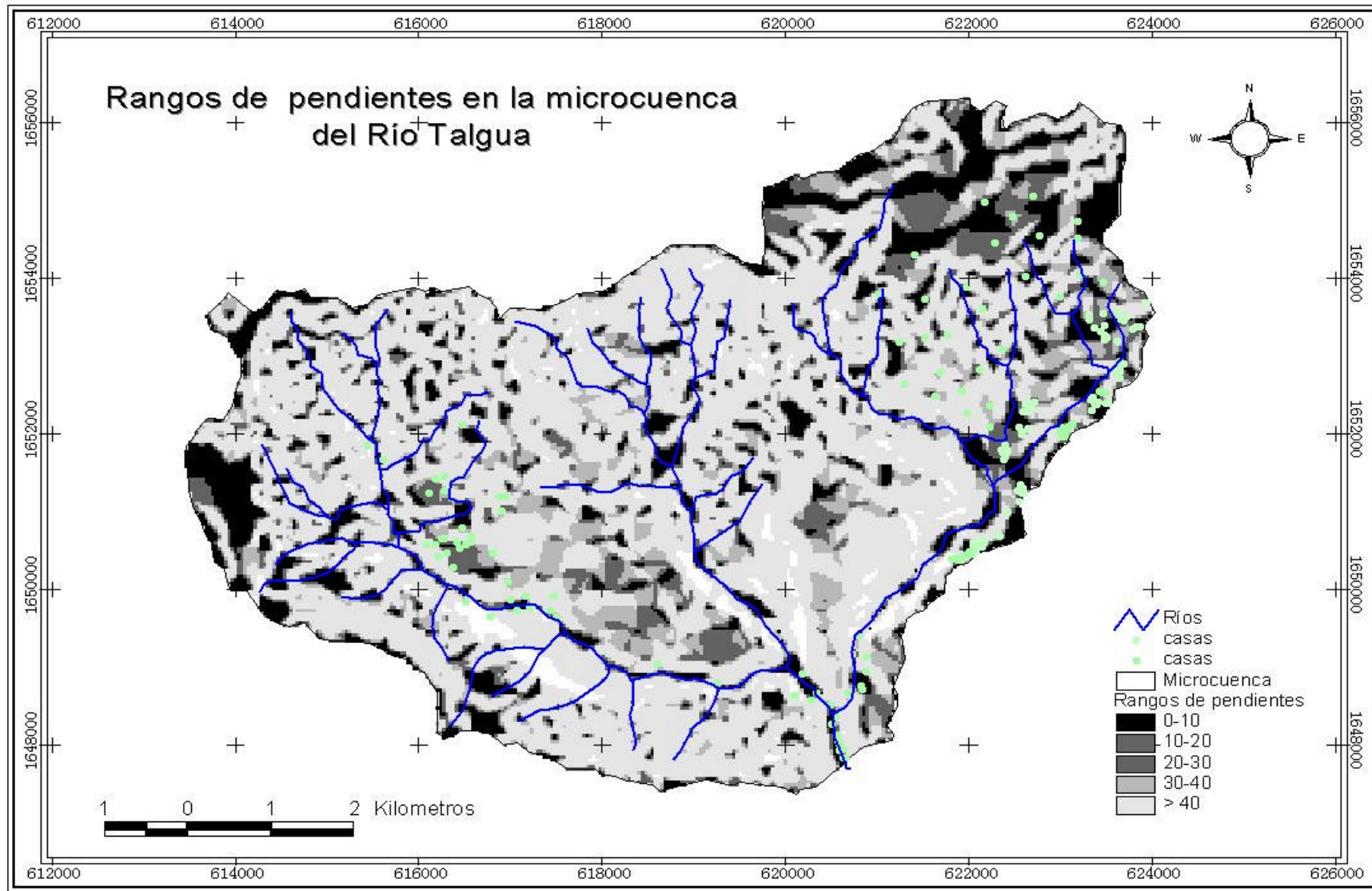
<b>Capacidad de uso del suelo</b>	<b>Area (Hectáreas)</b>
Cultivos agrícolas con medidas agronómicas (C1)	16,9
Cultivos con medidas agronómicas más CSA (C2)	654,2
Pasto (C3)	1685,5
Forestal (C4)	6253,0

Las áreas C3 corresponden a aquellas zonas donde es posible la realización de actividades agrícolas siempre y cuando se utilicen medidas agronómicas como ser: siembra en curvas a nivel, manejo de densidades de siembra, utilización de rastrojos, labranza mínima etc.

En las áreas C2, las actividades agrícolas con medidas agronómicas deben combinarse con el uso de obras físicas como ser: zanjas de ladera, varreras vivas, barreras muertas, terrazas etc.

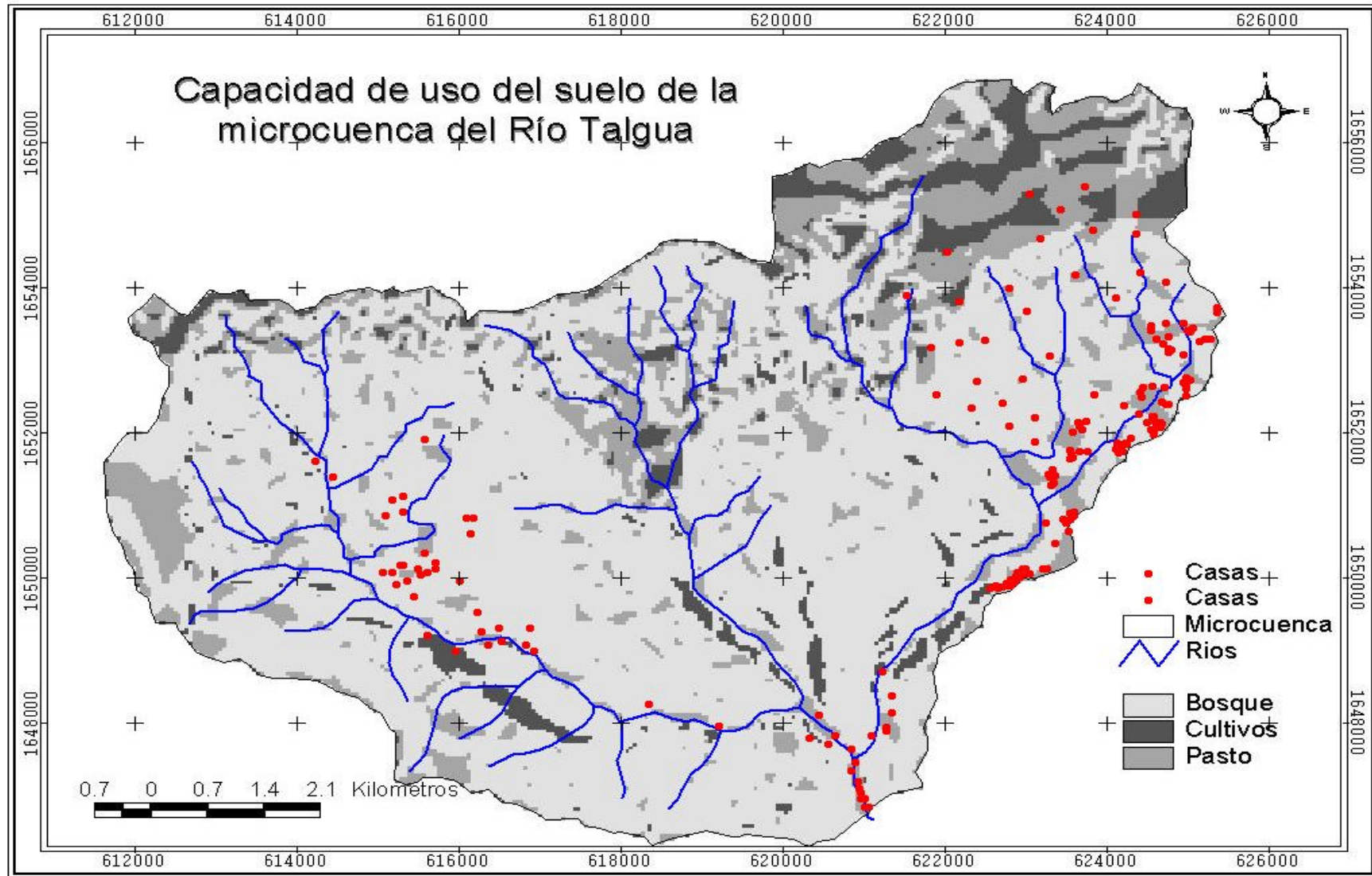
La figura 12 y 13 muestran la distribución espacial de los diferentes tipos de pendiente y la capacidad de uso del suelo en la microcuenca respectivamente.





**Figura 12.** Distribución de las pendientes (%) en la microcuenca del Río Talgua, Honduras.





**Figura 13.** Capacidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua, Honduras.

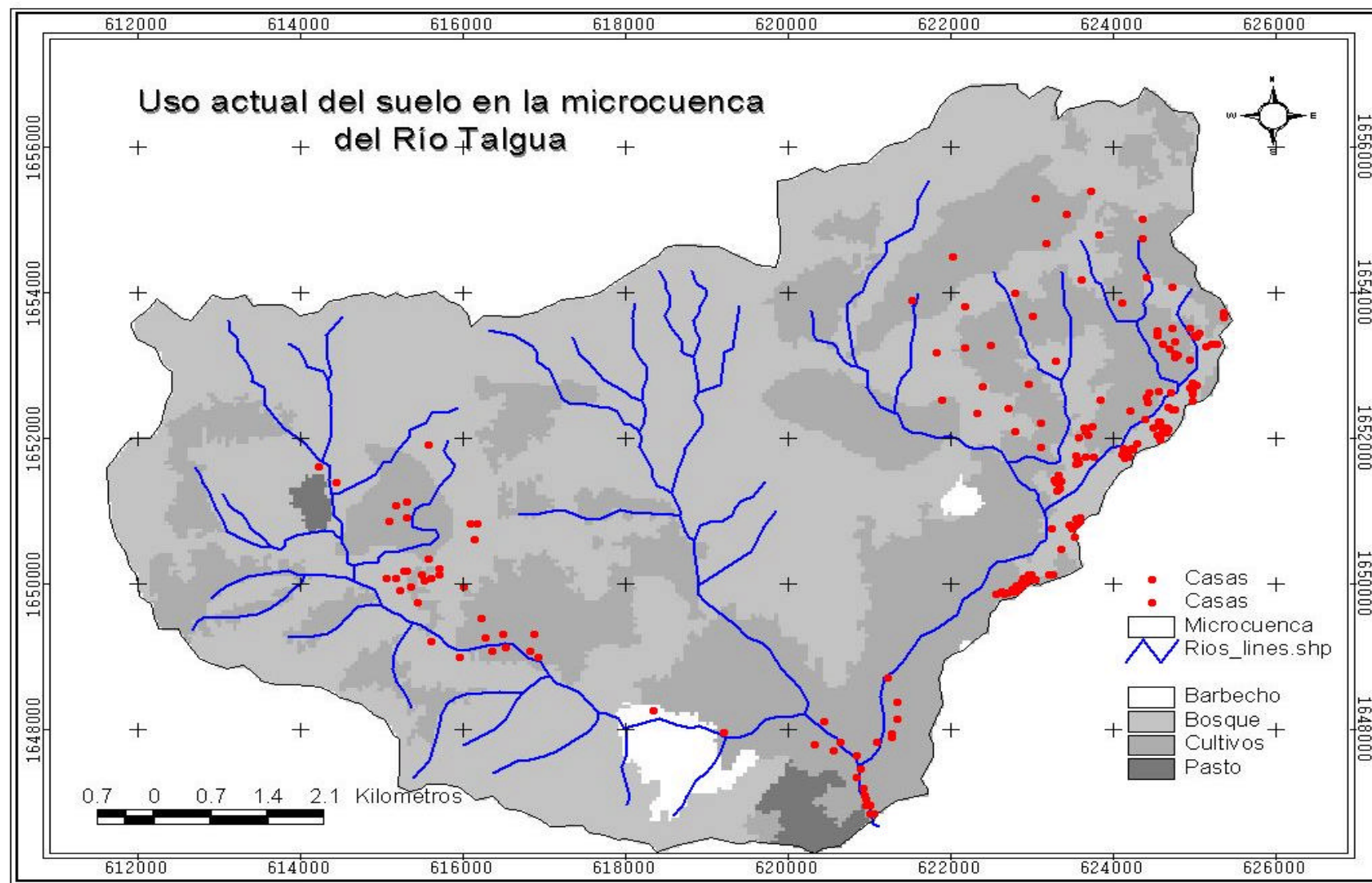
#### 4.4.3 Uso actual del suelo

Se determinó con base en fotografías aéreas 1:40000 del año 1997 y de capas temáticas de tipos de cobertura facilitadas por la Universidad Tecnológica Centro Americana del mismo año. Los resultados muestran que un 60% del área cuenta con cobertura boscosa, entre bosque primario y secundario, principalmente bosque latifoliado. El 36% está utilizado en actividades agrícolas, principalmente café, maíz, frijol y en menor escala hortalizas (repollo, tomate y cebolla). Un 1.8% cuenta con cobertura tipo regeneración natural y menos del 2% es utilizado para la crianza de animales vacunos (cuadro 70). La figura 14 muestra la distribución espacial de los diferentes tipos de uso del suelo en la microcuenca.

**Cuadro 70.** Uso actual del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua

Área (Hectáreas)	% del área total	Uso actual
5243,3	60,9	Bosque
158,7	1,8	Barbecho
716,8	8,3	Café con sombra
115,7	1,3	Pasto
2375,2	27,6	Cultivos

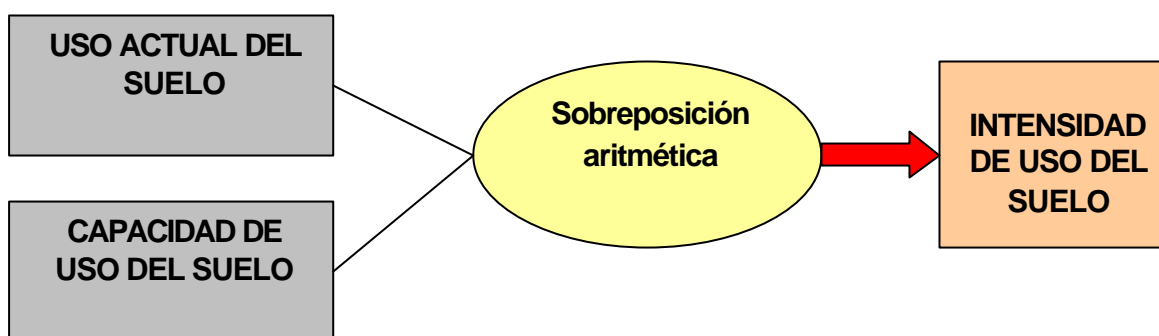




**Figura 14.** Uso actual del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

#### 4.4.4 Intensidad de uso del suelo

Resultó de la sobreposición aritmética entre el mapa de capacidad de uso y el mapa de uso actual según el modelo siguiente:

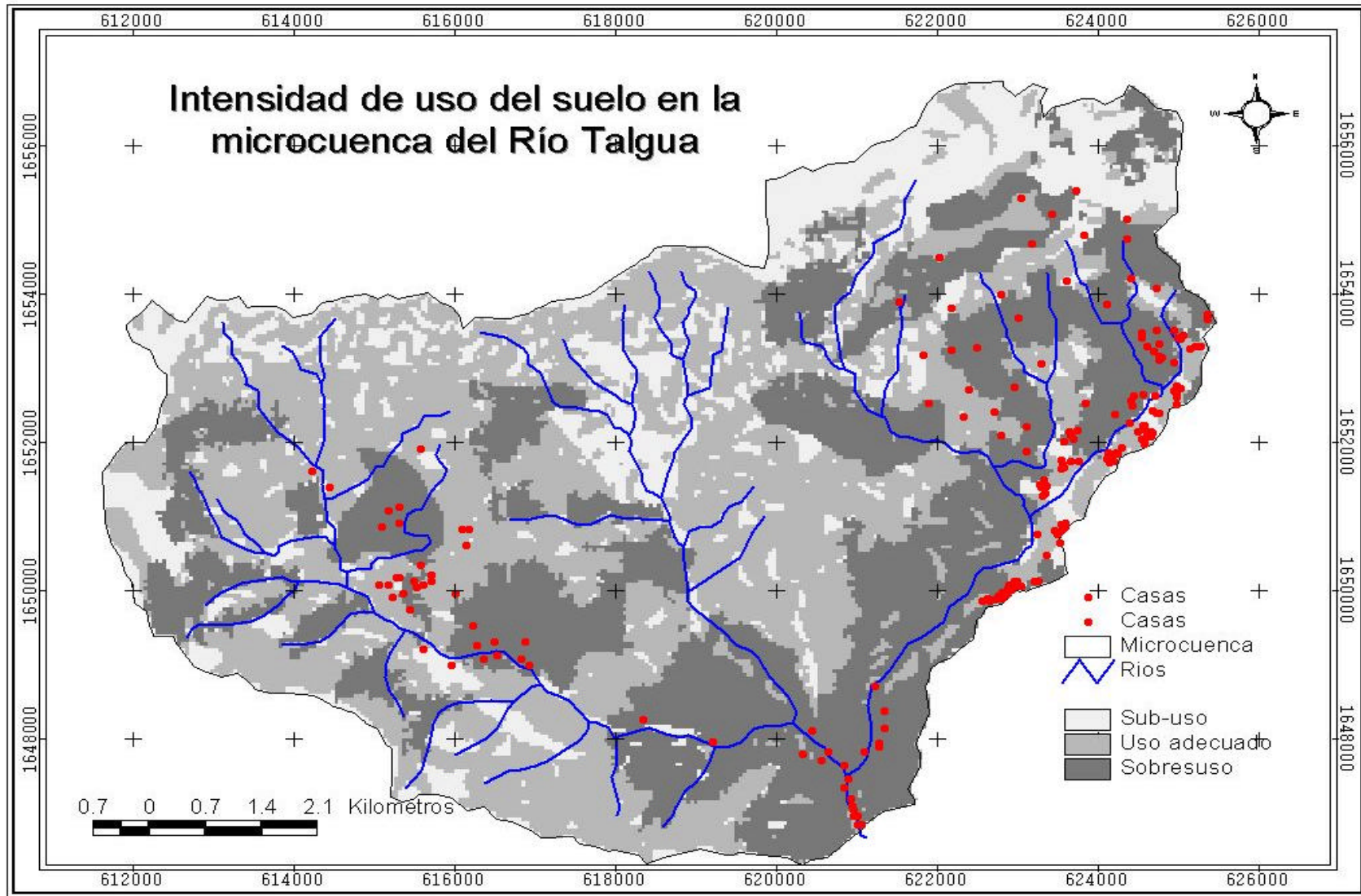


**Figura 15.** Modelo utilizado para la obtención del mapa de intensidad de uso del suelo en la microcuenca del Río Talgua

Los resultados indican que el 19% del suelo está utilizado por debajo de su capacidad, el 45% está utilizado correctamente y corresponde principalmente a las zonas boscosas y el 37% está en sobreuso (principalmente corresponde a zonas utilizadas actualmente en actividades agrícolas intensivas y semiintensivas). El cuadro 71 muestra los diferentes porcentajes de los diferentes tipos de intensidad de uso del suelo y su respectivo equivalente en área.

**Cuadro 71.** Intensidad de uso del suelo en la microcuenca del río Talgua, Honduras

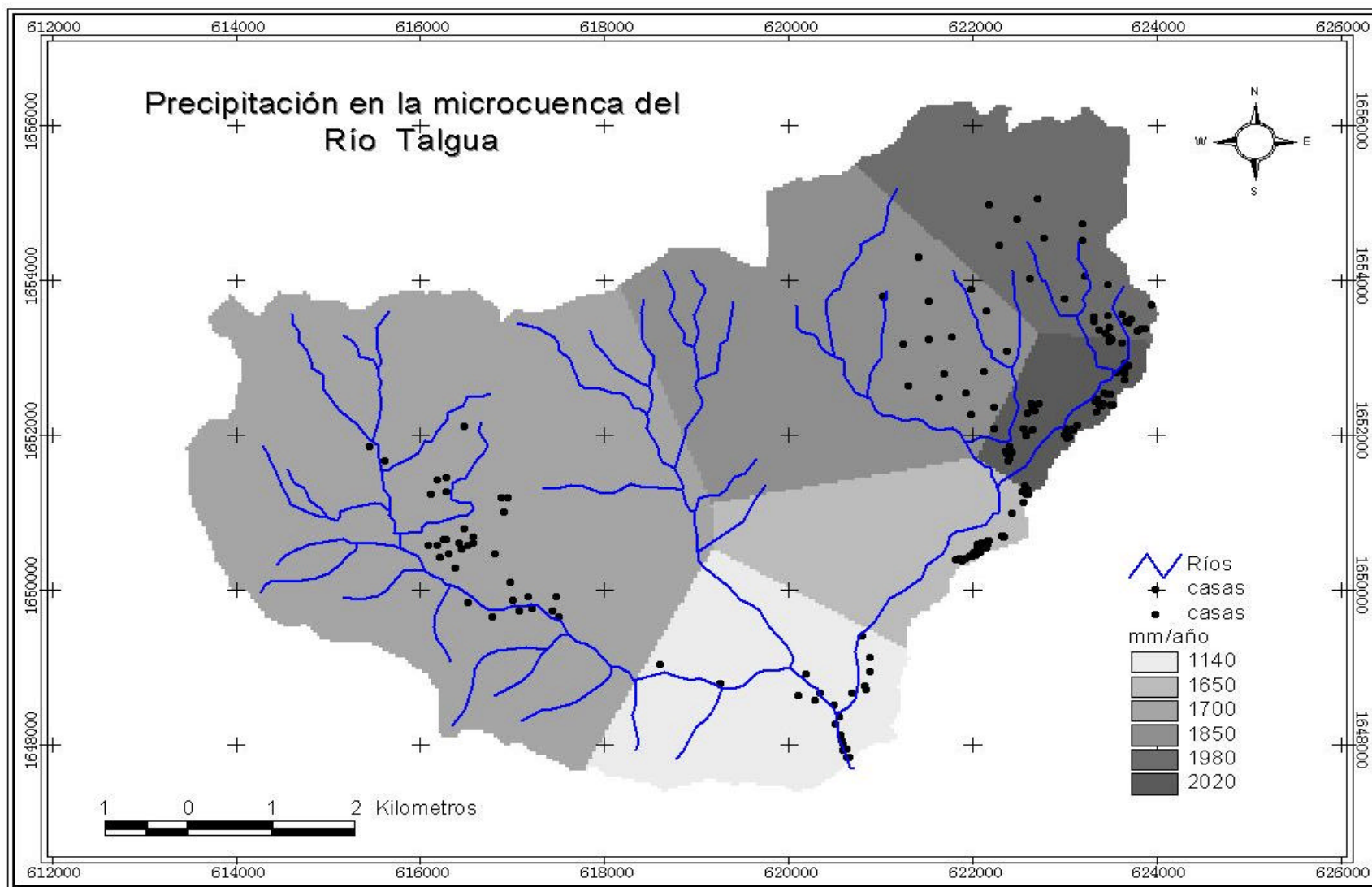
Intensidad de Uso	% del Total	Área (hectáreas)
Sub-Utilizado	18,72	1612,056
Uso Adecuado	44,91	3866,518
Sobreuso	36,37	3131,211



**Figura 16.** Intensidad de uso del suelo en 1997 en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

#### **4.4.5 Precipitación**

Se ubicaron pluviómetros en las diferentes comunidades de la microcuenca para tener una estimación de la distribución de la lluvia en la zona. Luego se cotejaron esos datos con registros pluviométricos registrados en la ciudad de Catacamas, la Universidad Nacional de Agricultura y en las comunidades de Buena Vista, Santa Fe y Pinabetales. Considerando la distribución de la lluvia en la zona, se calcularon promedios anuales por comunidad y se utilizó el método de polígonos de Thiessen para el cálculo de precipitación promedio de la microcuenca. Finalmente, los valores obtenidos por polígono se reclasificaron según nuestra escala de ponderación para poder ser utilizados en la sobreposición. La figura 17 muestra los promedios de precipitación para cada polígono calculado.

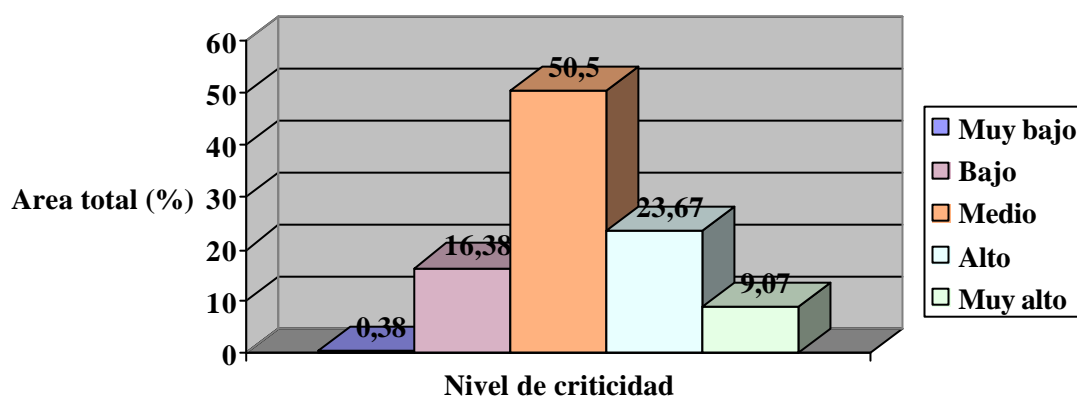


**Figura 17.** Precipitación promedio de diferentes áreas en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

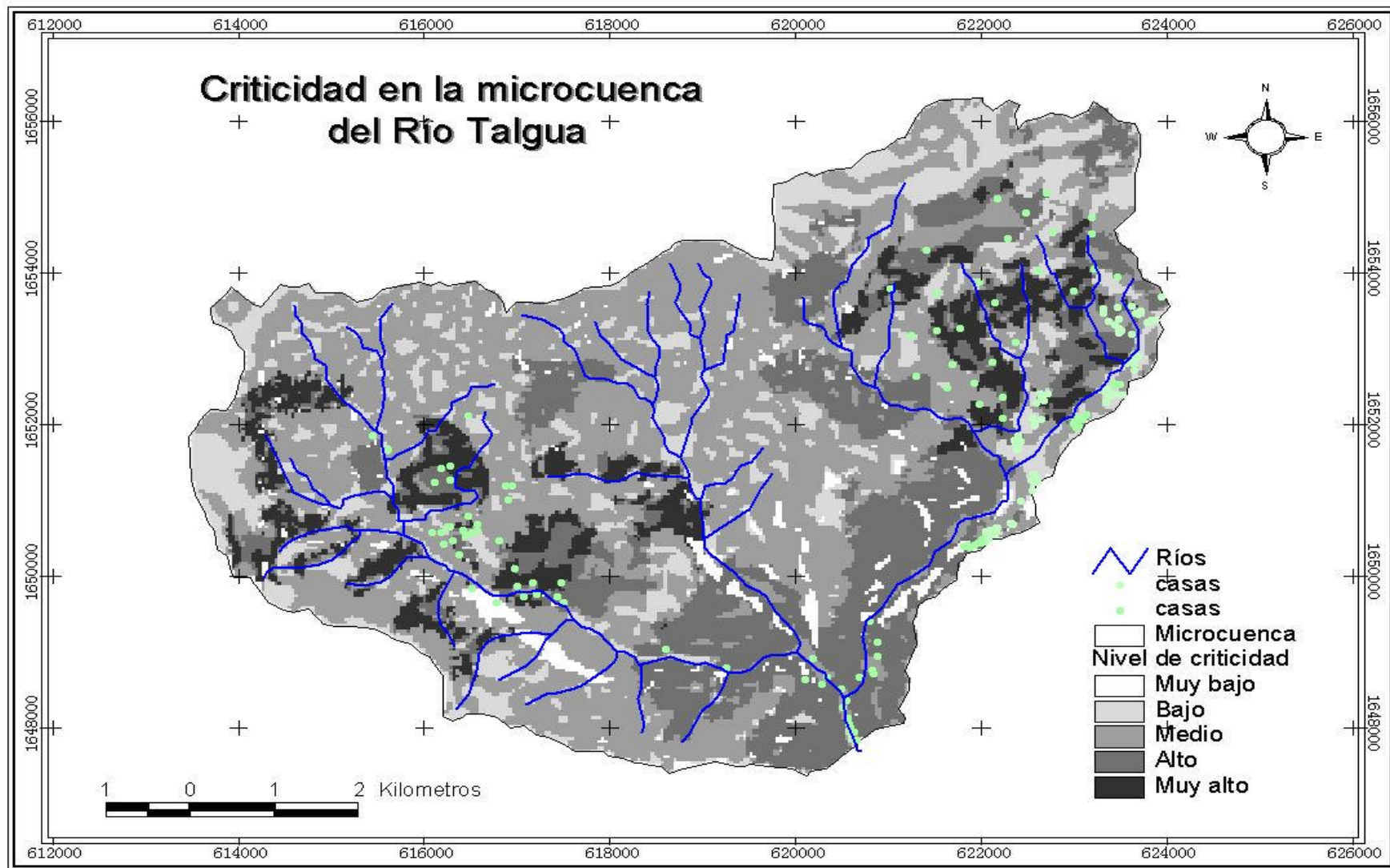


#### 4.5 Mapa de áreas críticas según factores propuestos

Resultó de la sobreposición ponderada de las 4 variables mencionadas anteriormente, según el modelo y los porcentajes de influencia propuestos. Los resultados muestran que la microcuenca presenta un 0,38% de criticidad tipo muy bajo, un 16% tipo bajo, predominantemente un 50% de tipo medio, un 23% de tipo alto y un 9 % de tipo muy alto (figura 18). Sin duda alguna, una de las variables que más influyo en la definición de los diferentes tipos y áreas de vulnerabilidad es la pendiente, ya que las áreas con pendientes mayores a 40% son predominantes y equivalen a ponderaciones de 4, aparte de que fue la variable a la cual se le asignó el mayor peso relativo (30%).



**Figura 18.** Niveles de criticidad dentro de la microcuenca y su equivalente del porcentaje de área total



**Figura 19.** Críticidad en la microcuenca del Río Talgua según la integración de los factores críticos propuestos (modelo 1)

Además del modelo inicial con sus respectivos pesos relativos (modelo 1), se creó un nuevo modelo de evaluación (modelo 2), considerando las mismas variables pero asignando igual peso relativo a todas las variables. Esto se realizó con el objetivo de modelar la forma como varía el nivel de criticidad dependiendo de la influencia asignada a cada variable (análisis de sensibilidad), los resultados obtenidos se presentan en el cuadro siguiente.

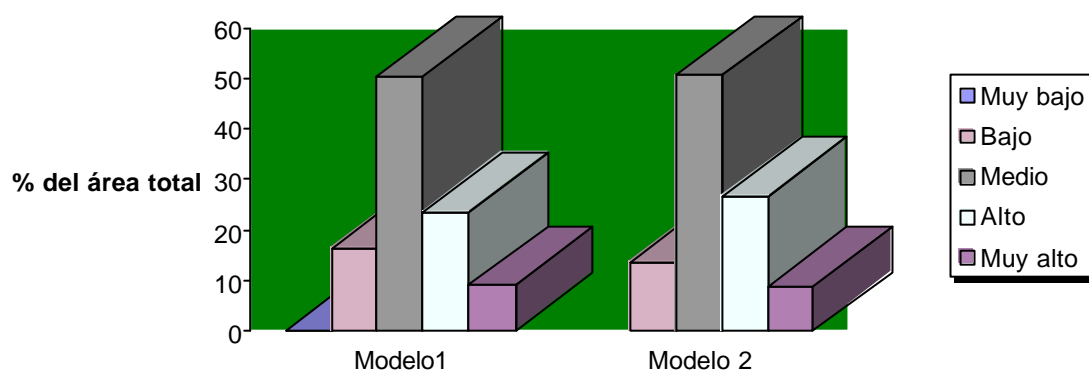
**Cuadro 72.** Resultados obtenidos aplicando el modelo 2 (iguales pesos para todas las variables)

Nivel de criticidad	% del área total	Hectáreas
Bajo	13,83	1160,2
Medio	50,53	4238,2
Alto	26,76	2244,1
Muy alto	8,88	744,4

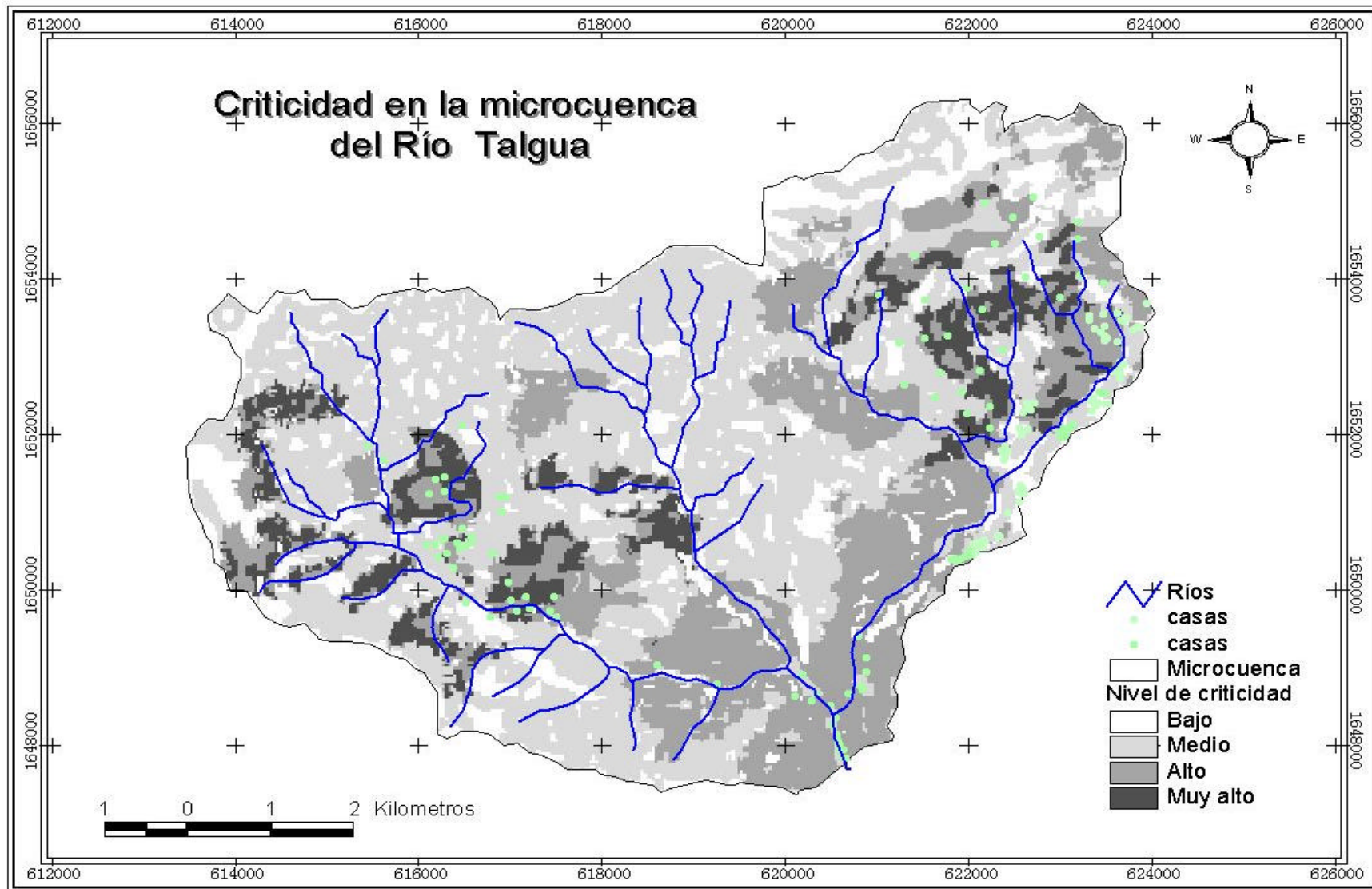
Comparando los resultados de los dos modelos, se puede destacar que utilizando el modelo de iguales pesos para todas las variables (modelo 2), los niveles de criticidad se incrementan. Para el caso, el primer modelo presenta que en la microcuenca existen los 5 niveles de criticidad propuestos, el modelo 2 refleja únicamente 4 niveles, desapareciendo el nivel tipo muy bajo y compensando ese porcentaje en los niveles tipo alto y muy alto, los niveles medios se mantienen similares (cuadro 73). La figura 21 muestra los resultados espaciales obtenidos con el modelo 2.

**Cuadro 73.** Comparación de los niveles de criticidad utilizando los modelos 1 y 2

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 1	Modelo 2
Nivel de criticidad	% del área Total	% del área total	Hectáreas	Hectáreas
Muy bajo	0,38		31,661	
Bajo	16,38	13,83	1374,254	1160,236
Medio	50,50	50,53	4236,171	4238,187
Alto	23,67	26,76	1985,137	2244,061
Muy alto	9,07	8,88	760,714	744,392



**Figura 20.** Variación de los niveles de criticidad utilizando modelos 1 y 2



**Figura 21.** Críticidad en la microcuenca del Río Talgua según la integración de los factores críticos propuestos (modelo 2)

#### 4.6 Determinación de áreas críticas (de mayor riesgo) a deslizamientos en función de vulnerabilidad y la integración de factores críticos

Resultó de la sobreposición ponderada de la vulnerabilidad y la integración de factores críticos, según el modelo y los porcentajes de influencia propuestos (60-40 para la vulnerabilidad y los factores críticos respectivamente). Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 74 y la figura 22. Estos resultados muestran que la cuenca presenta un 20% de área con nivel de riesgo tipo bajo, un 27 % de nivel tipo medio y un 53 % de nivel tipo alto. Es importante destacar que los niveles de riesgo tipo bajo, están representados principalmente en aquellas zonas donde la vulnerabilidad es baja, debido a la no presencia d población. Por el contrario, los valores muy altos se presentan en aquellas áreas correspondientes a las comunidades que presentaron los niveles altos de vulnerabilidad y criticidad según los factores críticos propuestos.

**Cuadro 74.** Niveles de riesgo en la microcuenca del Río Talgua, Honduras

Nivel de Riesgo	% del área Total	Hectáreas
Bajo	19,84	1659,8
Medio	26,68	2232,9
Alto	53,47	4474,3



**Figura 22.** Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 1

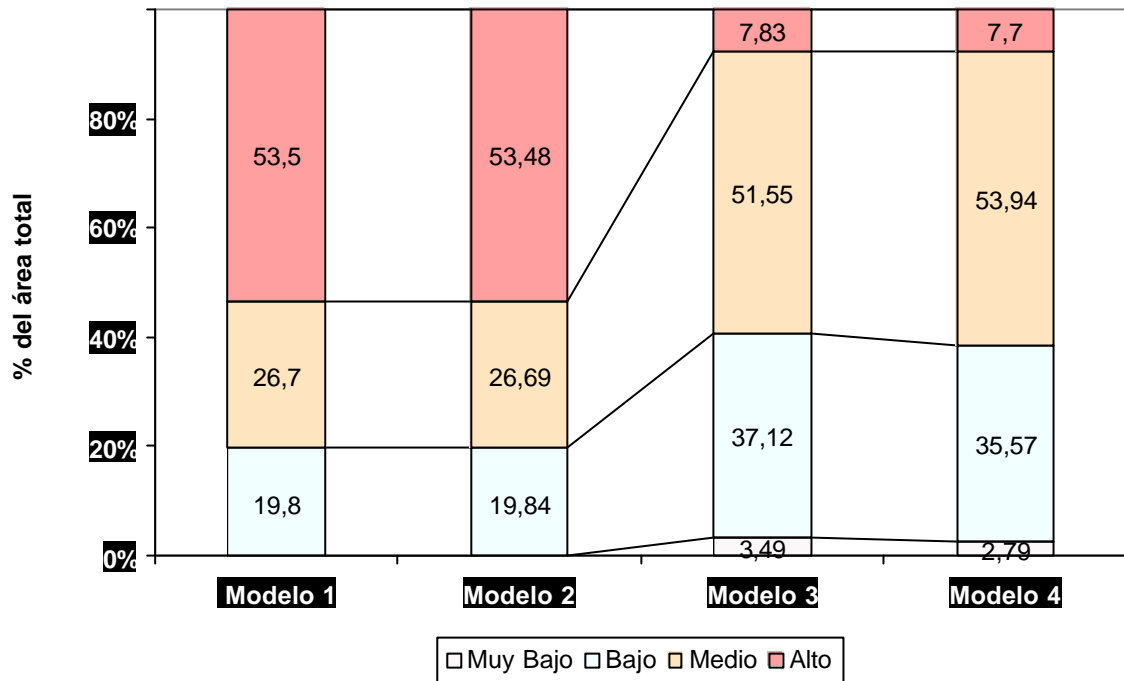
Con el objetivo de modelar la variación de los diferentes niveles de riesgo, en función de los pesos relativos asignados tanto a la vulnerabilidad como a los factores críticos, se corrieron tres modelos más: uno utilizando pesos de 70-30 para la vulnerabilidad y los factores críticos respectivamente (modelo 2), otro utilizando pesos de 50-50 (modelo 3) y un cuarto modelo utilizando los modelos número 2 utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad y la criticidad; es decir donde a todos los tipos de vulnerabilidad y a los factores críticos se les asignó un igual peso. Finalmente, se sobrepusieron estos mapas de vulnerabilidad y criticidad utilizando el modelo 3 de la evaluación del riesgo (50-50).

Como se puede observar en el cuadro 75, no existe variación en los niveles de riesgo entre los modelos 1 y 2 ni entre los modelos 3 y 4. Sin embargo; estos últimos si presentan diferencia con respecto a los modelo 1 y 2, principalmente porque si reflejan niveles de riesgo tipo muy bajo.

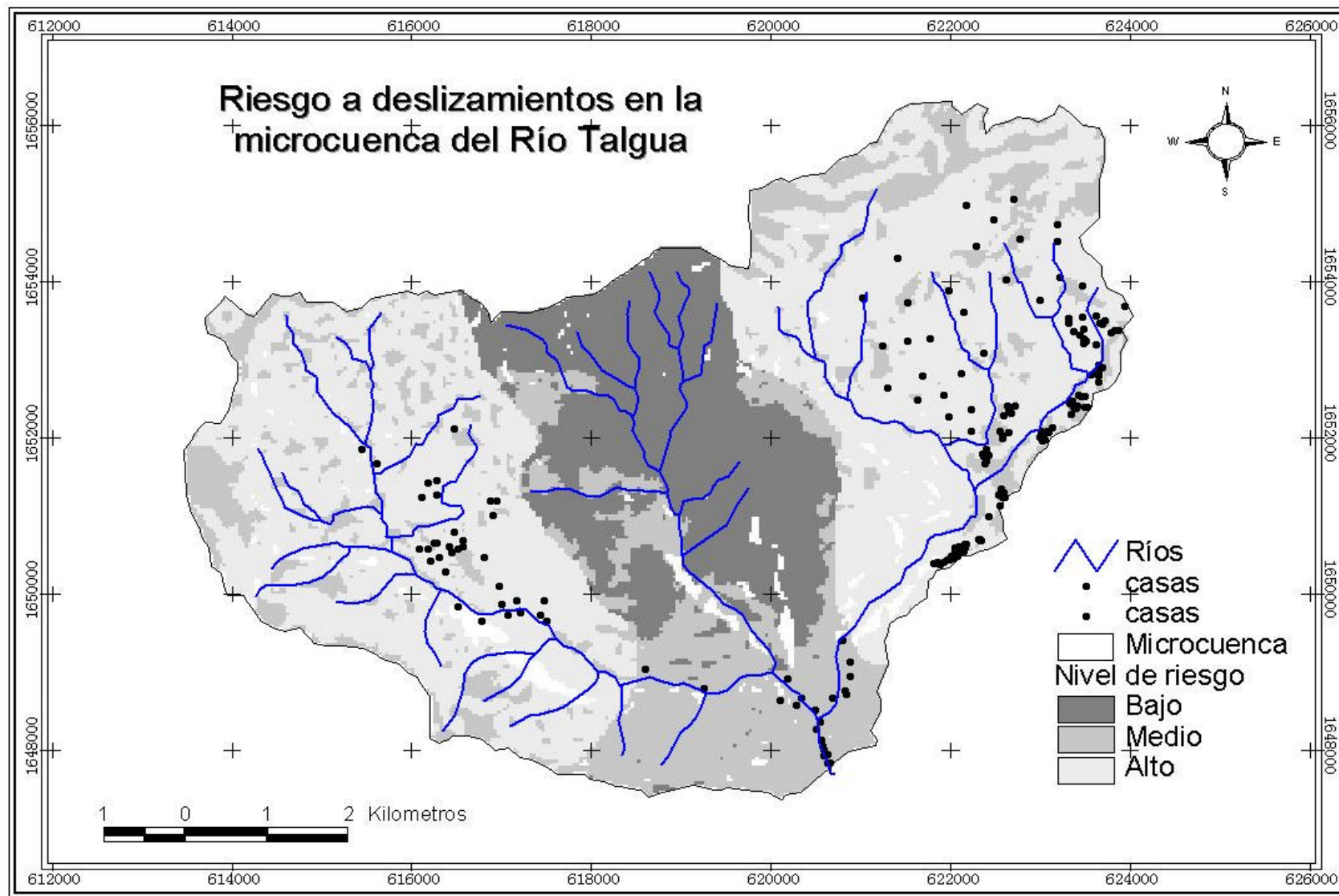
**Cuadro 75.** Comparación de resultados entre los diferentes modelos aplicados

Nivel de Riesgo	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
	%	Has	%	Has	%	Has	%	Has
Muy bajo					3,49	292,31	2,79	233,58
Bajo	19,8	1659,8	19,84	1659,8	37,12	3105,5	35,57	2978,5
Medio	26,7	2232,9	26,69	2232,92	51,55	4312,9	53,94	4516,2
Alto	53,5	4474,3	53,48	4474,32	7,83	655,27	7,70	644,89

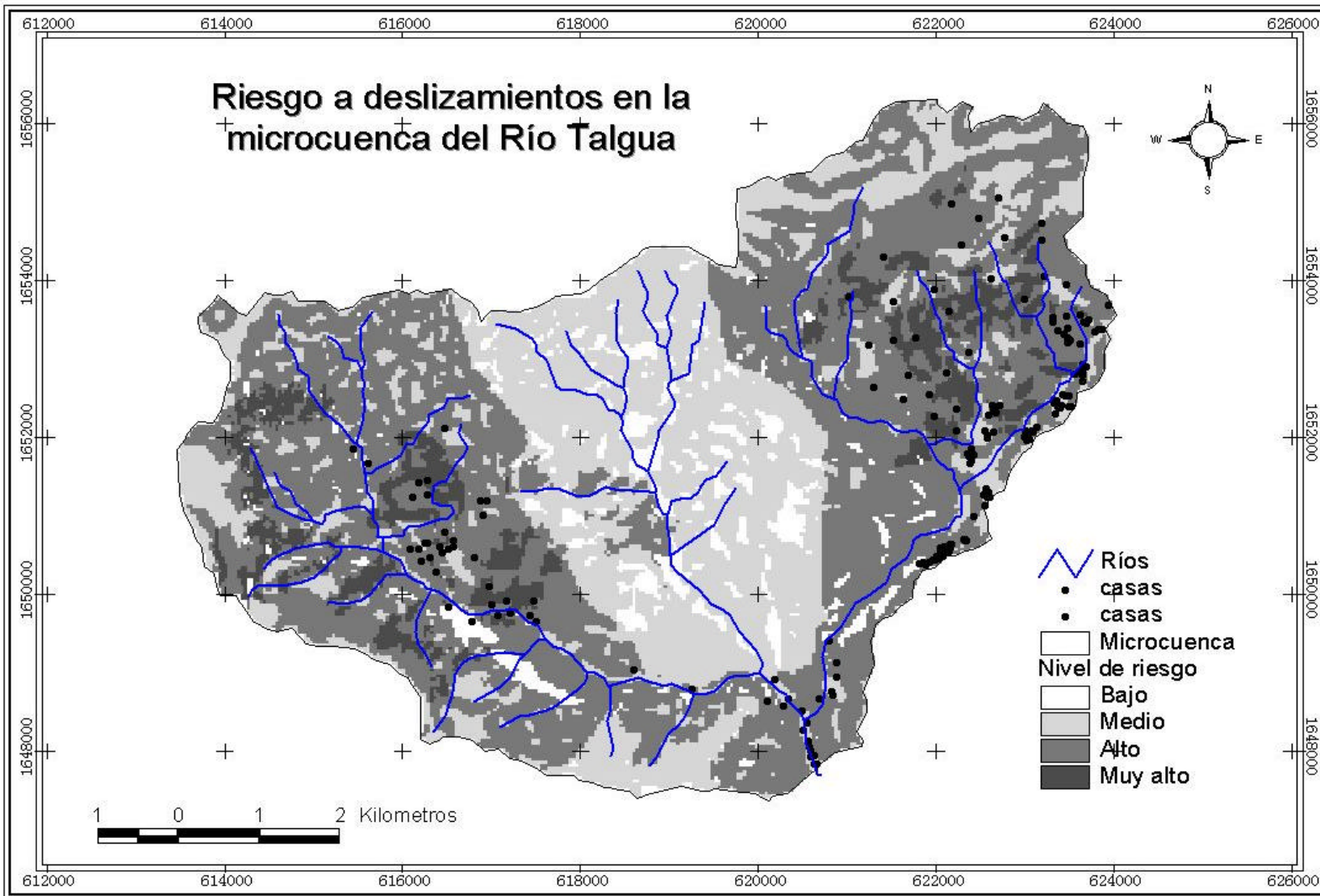




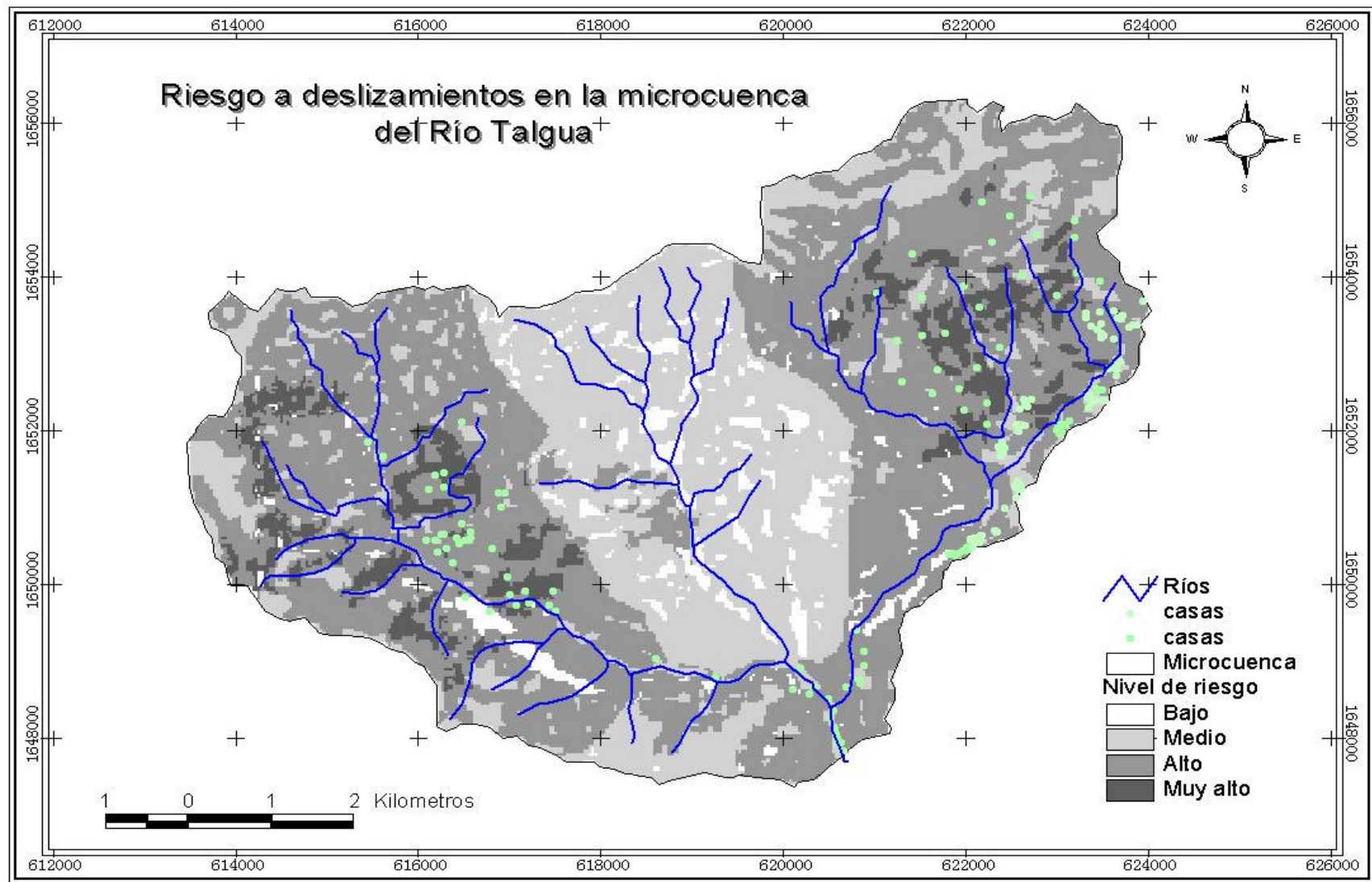
**Figura 23.** Variación de los niveles de riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, para los diferentes modelos evaluados



**Figura 24.** Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 2



**Figura 25.** Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 3



**Figura 26.** Riesgo a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras, utilizando el modelo 4

#### **4.7 Propuesta de acciones para la mitigación de desastres naturales en la microcuenca del Río Talgua**

Considerando que el éxito de cualquier acción cuyo objetivo sea la mitigación de desastres naturales depende indiscutiblemente de la participación de todos los sectores y actores, las líneas de acción propuestas en este estudio son el resultado de la concertación y la visión compartida con ellos. Mas que acciones de respuesta, se proponen acciones de prevención que conlleven no solo a reducir la vulnerabilidad a desastres de la zona si no que también contribuyen a lograr un mejor bienestar y un desarrollo integral de sus habitantes.

Indudablemente, en la cuenca del Río Talgua gran parte del riesgo existente puede ser explicado desde el punto de vista de factores que son sinónimo de pobreza. Esto quiere decir, que además de voluntad y deseo comunal se requiere que las instituciones, autoridades locales y los comunos sean más beligerantes en la búsqueda de apoyo y en el diseño de estrategias conducentes a mejorar las condiciones de vida de la población. La Alcaldía de Catacamas y la Universidad Nacional de Agricultura por ser las instituciones más sólidas, deberían ser las que orienten, coordinen y lideren el proceso.

##### **4.7.1 Factores claves identificados**

Según los resultados de este estudio, más lo expresado por las comunidades, los siguientes elementos deben considerarse claves para proponer acciones de mitigación:

1. Educación
2. Manejo adecuado de los recursos naturales
3. Fortalecimiento institucional local
4. Participación comunitaria
5. Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población

#### **4.7.2 Educación**

- ☞ Debe promoverse la educación formal (puede ser hasta nivel básico) en informal de los habitantes del área, haciendo énfasis en los niños. También puede promoverse la educación técnica, en este caso, el centro de capacitación (CEFED) ubicado en la colonia agrícola puede ser una muy buena alternativa.
- ☞ Debe realizarse la respectiva gestión y coordinación con las Instituciones y autoridades competentes, a fin de establecer un proceso con visión de largo plazo, que permita la alfabetización permanente de todos los pobladores.
- ☞ Se deben implementar programas de capacitación técnica permanentes en temas de interés común. También se debe incluir capacitación específica en lo que a gestión de riesgo se refiere, utilizando estrategias que promuevan y/o mejoren la capacidad de autogestión de los pobladores. Además, para fomentar la integración se recomienda que estos programas de capacitación se desarrollen en grupos que estén integrados por miembros de todas las comunidades.
- ☞ Para todos los casos anteriores debe fomentarse la equidad e igualdad sin distinción de género, origen, cultura, costumbres, comunidad, identificación política, religión etc.

#### **4.7.3 Manejo adecuado de los recursos naturales**

- ☞ Capacitación y educación ambiental: concienciar a los pobladores de todas las edades de la importancia de mejorar el ambiente y de evitar el deterioro de los recursos naturales.
- ☞ Promover y transferir el uso de tecnologías de conservación de suelos, aguas y bosque que sean sostenibles. Para la conservación de suelos se recomienda hacer énfasis en el uso de prácticas agronómicas ya que las obras físicas no son muy atractivas para los pobladores.

- ☞ Fomentar el ordenamiento de los sistemas de producción a nivel de finca considerando el uso potencial de los suelos.
- ☞ Promover el uso de técnicas de cultivo que sean aceptadas, accesibles y sostenibles, con el fin de que se potencialice el uso de los suelo y el rendimiento del cultivo. Esto contribuirá a frenar el avance de la frontera agrícola.
- ☞ Capacitar a los comunos en administración de recursos naturales y promover la descentralización de la administración de los recursos con que cuentan.
- ☞ Implementar el pago por servicios ambientales a fin de crear incentivos para los pobladores del área. Esto reduciría la problemática de inundaciones en la comunidad de la Unión y Guanaja.
- ☞ Manejo Forestal y recuperación de áreas degradadas. La COHDEFOR debe jugar un papel protagónico en la ejecución de esta actividad.
- ☞ Establecer convenios y acuerdos con instituciones nacionales e internacionales a fin de implementar un plan de manejo integrado de la microcuenca.

#### **4.7.4 Fortalecimiento institucional local**

- ☞ Debe realizarse la gestión ante las entidades correspondientes a fin de capacitar el personal técnico con que cuentan las instituciones. Enfoque de género, participación comunitaria, diseño, monitoreo y evaluación de proyectos, diseño de estructuras físicas y gestión de riesgo deben ser temas prioritarios. Para este último caso deberá contactarse a COPECO.
- ☞ Deben reactivarse los comités municipales de emergencia.

#### **4.7.5 Participación comunitaria**

- ☞ Todas las acciones y actividades por ejecutar deben ser consensuadas con las bases comunitarias.
- ☞ Debe fomentarse la capacidad de autogestión, evitar paternalismo y dependencia.
- ☞ Conformar los comités locales de emergencia y establecer los sistemas de alarma o alerta temprana respectiva.

#### **4.7.6 Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población**

- ☞ Rehabilitación y mantenimiento de los caminos: La comunidad organizada debe coordinar con la municipalidad de Catacamas. Realizar gestión ante el programa FOMENA-RELATA con el fin de conseguir yuntas de bueyes y los implementos necesarios para reparar los caminos haciendo uso de tracción animal.
- ☞ Realizar la gestión necesaria ante las instituciones competentes a fin de obtener los fondos necesarios para la implementación de un sistema de agua potable con administración comunitaria.
- ☞ Fuentes de empleo: debe fomentarse la diversificación productiva a cultivos más rentables. Las cooperativas u otro tipo de asociación puede ser una muy buena alternativa para obtener créditos.
- ☞ Debe trabajarse coordinadamente en la búsqueda de mercados alternativos al de Catacamas, principalmente para evitar la intervención de intermediarios.
- ☞ Se debe parar la migración de pobladores a la zona pero se deben realizar las gestiones para que los pobladores puedan tener sus títulos de propiedad.



- ✍ Solicitar al centro de agronegocios de la Universidad Nacional de Agricultura su intervención en el sentido de agrupar a los pobladores en PyMES que sean capaces de dar valor agregado a sus productos.
  
- ✍ Se debe capacitar a los pobladores en el diseño y ubicación de viviendas adecuado. Con esto se reduciría considerablemente la vulnerabilidad física.
  
- ✍ El restablecimiento de la capacidad hidráulica del río principalmente en la zona desde donde inicia la Unión hasta el lugar de la rampla, deberá hacerse por lo menos una vez por año antes del invierno.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

?? El tipo de vulnerabilidad que predomina en la microcuenca es la vulnerabilidad tipo alta con un 66% del área total. La comunidad de la Unión es la que presenta la menor vulnerabilidad y las comunidades de La Florida y Santa Fé presentan la vulnerabilidad más alta.

?? La microcuenca presenta mayor vulnerabilidad en la parte técnica, institucional, física, y económica; la menor vulnerabilidad la presenta en los componentes social y político.

?? Los niveles de vulnerabilidad no presentaron variación espacial al modificar los porcentajes de influencia de cada tipo de vulnerabilidad. Por lo tanto, la asignación de pesos se puede manejar de acuerdo a criterios locales.

?? Los deslizamientos representan la principal amenaza para los pobladores de la cuenca. La pendiente y la intensidad de uso del suelo, son las variables que más inciden en la ocurrencia y/o criticidad de los mismos.

?? Los niveles de criticidad tipo medio, alto y muy alto según los factores propuestos, coinciden en gran medida con las altas pendientes, las áreas dedicadas a la agricultura, poca cobertura y fuerte precipitación. Las pendientes superiores a 40% representan el 60% del área de la microcuenca.

?? La capacidad de uso de los suelos de la microcuenca es en un 72% de vocación forestal. Sin embargo, actualmente un 36% está siendo utilizado para labores agrícolas, lo cual incrementa la incidencia de deslizamientos.

?? En un 45% del área de la microcuenca el suelo se está utilizando de acuerdo a su capacidad de uso, un 19% está siendo subutilizado y un 36% está siendo explotado más allá de su capacidad. Las áreas en usos adecuado corresponden a las que poseen cobertura boscosa y la sobréutilizadas corresponden a las de usos agrícolas.

?? La microcuenca presenta porcentajes de riesgo a deslizamientos de 20, 27 y 53% para los niveles tipo bajo, medio y alto. Los niveles tipo alto corresponden en mayor escala a las zonas de usos agrícola donde los promedios de las calificaciones tanto de criticidad como de vulnerabilidad fueron de 3 y 4.

?? Los niveles de riesgo a deslizamientos varían considerablemente según la variación de los pesos asignados tanto a las variables de vulnerabilidad como de los factores críticos.

?? Las áreas representadas en este estudio como las de mayor riesgo, coinciden en gran escala con aquellas que los pobladores consideran críticas por la incidencia de deslizamientos.

?? La metodología aplicada puede ser perfectamente extrapolable a otras cuencas de la región. Sin embargo es importante mencionar que a medida se incrementan el número de variables, el análisis espacial se vuelve mucho más complejo.

?? La no disponibilidad de información básica (espacial) para la estimación de los niveles de criticidad, puede representar una limitante muy importante principalmente debido a que estos recursos son muy costosos.

?? Existe una relación inversamente proporcional entre la escala geográfica a la cual se trabaja y la precisión de los resultados obtenidos. Esto indica, que a medida la escala se incrementa los resultados podrían ser no muy acertados.

## **5.2 Recomendaciones**

?? En el caso utilizar esta metodología en cuencas muy grandes donde difícilmente se puede llegar a toda la población, se recomienda utilizar muestreos bietápicos estratificados. Preferiblemente se debe utilizar como factor de estratificación las comunidades u otra unidad que agrupe a la población con características de vulnerabilidad relativamente homogéneas.

**Las instituciones presentes en la zona deben de concertar acciones de intervención a fin de trabajar de manera mancomunada y coordinada. Esto permitirá generar mayores impactos y evitará la duplicación de esfuerzos.**

**La Alcaldía de Catacamas y La Universidad Nacional de Agricultura por ser las instituciones más sólidas, deberán asumir un rol protagónico y directriz en la ejecución de actividades relacionadas a la prevención y mitigación de desastres en la cuenca del Río Talgua.**

**Reactivar los comités municipales de emergencia existentes y organizar los comités locales de emergencia.**

**Se debe aprovechar la buena organización local y el liderazgo existente en la zona para ejecutar las acciones de mitigación propuestas.**

**Considerando el potencial hídrico, escénico, antropológico y biológico de la microcuenca, debe planificarse para el establecimiento de pagos por servicios ambientales que ayuden a implementar acciones de reducción del riesgo y a la mejora del bienestar de vida de la población.**

**La vulnerabilidad explica en gran escala los niveles de riesgo en el área, por lo tanto, cualquier estrategia de intervención debe definirse basándose en lineamientos integrales.**

**El presente estudio debe utilizarse como una herramienta básica por parte de las autoridades locales, en lo que a mitigación del riesgo a desastres en la cuenca del Río Talgua se refiere.**

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Abraeo de O, X. 2000. Memoria del Taller "Manejo de Cuencas Hidrográficas para la Prevención de Riesgos y daños ante posibles Desastres Ambientales en el estado Aragua". Venezuela. 53 p.
- 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 agosto. 2002. 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 5 de agosto del 2002. 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)
- Barahoha, E.; Leclerc, G. 1999. Manual: Introducción ArcView GIS 3.1. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). CO. 87 p.
- Cáceres, K. 2001. Metodologías para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: aplicación en la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 124 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CR). 1999. Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Manejo de Recursos Naturales. Turrialba, Costa Rica, 28 p.
- Cardona, 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, Al. Comp. Los desastres no son naturales. CO. La Red. p. 75-94.
- Cabrera, R. 1999. Lineamientos para la definición de un programa de manejo de cuencas en Guatemala. MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación GT). 42 p.
- Castro, M. 1999. Cooperación regional para reducir la vulnerabilidad ambiental y promover el desarrollo sostenible en Centroamérica. In Uribe, A., Franklin, H. Eds. Memorias del taller sobre vulnerabilidad ecológica y social. Memoria. Estocolmo, SE. p. 59 – 88
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1999. Honduras: Evaluación de los Daños Ocasionados por el Huracán Mitch 1998: Sus implicaciones para el Desarrollo Económico y Social y el Medio Ambiente. Honduras. 104 p.
- CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central). 1998. Informe Regional de Huracán Mitch (en línea). Consultado el 14 de septiembre del 2002. Disponible en [http://www.cepredenac.org/04\\_temas/mitch/index.htm](http://www.cepredenac.org/04_temas/mitch/index.htm)
- FAO, 1996. Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Santiago, Chile. FAO, 321 p. (Serie: zonas áridas y semiáridas No. 7).
- Jiménez, F. 2002. Apuntes de clase del curso Manejo de Desastres Naturales. CATIE. Turrialba, C.R. 235 p.
- 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.
- Lavell, A. 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. In Ciudades en Riesgo. Comp. MA, Fernández. Perú, La Red. p. 21-59.

- Mahone, T. 1999. Manejo de cuencas hidrográficas para la reconstrucción después de Mitch: una cuestión de escala. *In* Uribe, A., Franklin, H. Eds. Memorias del taller sobre vulnerabilidad ecológica y social. Memoria. Estocolmo, SE. p. 89 - 101
- Maskrey, A. 1993. Vulnerabilidad y mitigación de desastres. *In* Maskrey, A. comp. Los desastres no son naturales. Colombia, La Red. p.111-134.
- Maskrey, A. (Ed.) (1998). Navegando entre Brumas: la Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis de Riesgo en América Latina. IT Perú y La Red, Tercer Mundo Editores. 344 p.
- Mendenhall, W.; Scheaffer, R.L. 1986 Elementos de Muestreo. S. Rendón y J.R. Gomez, eds. 3ed. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 318 p.
- Minaya, A. 1998. Análisis de riesgos de desastres mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG). *In* Maskrey, ed. Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina. Colombia, La Red. p. 95 – 140.
- Muller, R.; Núñez, J.; Ramírez, L. 1998. Indicadores para el uso de la tierra: El caso de la cuenca del río Reventado, Costa Rica. Serie de documentos de discusión sobre agricultura sostenible y recursos naturales. IICA, BMZ / GTZ. 58 p.
- 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 septiembre. 2002. 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 3 de octubre. 2002 disponible en: <http://www.oas.org/defaultesp.htm>. 569 p.
- \_\_\_\_\_. 2000c. Reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas. (en línea). USA. Consultado 3 de octubre. 2002. Disponible en <http://www.oas.org/defaultesp.htm>.



- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), 1999. Sistema de Naciones Unidas frente al desastre asociado con el Huracán Mitch en Honduras : de la atención de la emergencia a la gestión de riesgos. CO. La Red. 62 p.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, CR, IICA, BMZ/GTZ. 319 p. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible no.3).
- Romero, G.; Maskrey, A. 1993. Como entender los desastres naturales. In Maskrey, A. comp. Los desastres no son naturales. Colombia, Co. La Red. p.6-10.
- Ruíz, J. A. 1997. Propuesta del plan de manejo para la microcuenca del Río Talgua. Tesis Ing. Agr. E.N.A. 77 p.
- Sanahuja, R. 1999. El Daño y la Evaluación del Riesgo en América Central: Una propuesta metodológica tomando como estudio de caso a Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR. Costa Rica, Co. La Red. 121 p.
- Silva, J.V. 1997. Diagnóstico biofísico y social de la microcuenca del Río Talgua. Tesis Ing. Agr. ENA. 105 p.
- 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 septiembre del 2002. Disponible en [www.hurricane.info.usaid.gov/span-env.htm](http://www.hurricane.info.usaid.gov/span-env.htm)
- Valenzuela, ML. 2000. La participación comunitaria en la gestión del riesgo. Guatemala, IDIES /URL. 69 p. (Estudios sociales no. 62)
- Wijkman A; Timberlake L. 1998. Natural Disasters Acts of God or acts of Man?. Philadelphia, PA. USA New Society Publisher. 144 p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. La vulnerabilidad global. In Los desastres no son naturales. Comp. A Maskrey. Colombia, La Red. p. 9-50.

\_\_\_\_\_. 1998. Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Quito, EC, ITDG / La Red. 153 p.

## VII. ANEXOS

### ANEXOS

#### ANEXO 1. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO ( Familia)

Fecha de Visita:	Comunidad:
Nombre del (los) entrevistado (s):	

#### 1. Vulnerabilidad Física:

Ubicación de Vivienda		Material de Construcción					Acceso a Albergue		
Ladera	Ribera del río	Ba	Ta	Ad	Bl	La	Si	No	
Material de Construcción Albergue comunal		Accesibilidad a la Comunidad (vehículo)							
Ba	Ta	Ad	Bl	La	Difícil Todo el año	Ene-May	Ene-Ago	Ene-Oct	Fácil Todo el año

#### 2. Vulnerabilidad Social

#### 3. Vulnerabilidad Ecológica

Acceso a medios de Comunicación			Realiza Conservación de suelos		
Radio	Tv.	Otros	Si	No	Área (%)

#### 4. Vulnerabilidad Económica

Ocupación			Ingresos mensuales		N° de Actividades productivas	
Empleado	Desempl	Trab. Prop.				
Acceso a Servicios Públicos Básicos			Si	No		

#### 5. Vulnerabilidad Política

Existe un líder comunitario	Si	No	Nombre del líder:
-----------------------------	----	----	-------------------

#### 6. Vulnerabilidad Ideológica

Participa en actividades de preparación antes de un evidente desastre	Si	No		
Participa en actividades de rehabilitación después de un desastre	Si	No		
Los desastres naturales son producto del castigo divino	Si	No		

### 7. Vulnerabilidad Cultural

Participa en actividades de prevención y reducción del riesgo (esposa e hijas)	Si	No		
En casos de emergencia: trabajaría con miembros de otras comunidades	Si	No		

### 8. Vulnerabilidad Educativa

Analfabetismo			
Miembros de la familia que saben leer y escribir (N°) :	Miembros de la familia que no saben leer y escribir (N°) :		
Escolaridad de los miembros de la familia que saben leer y escribir			
Pre-escolar (N°):	Escolar (N°):	Plan Básico (N°):	
Secundaria (N°):	Universitario (N°):		
Ha recibido capacitación sobre prevención y mitigación de desastres naturales		S	N

### ANEXO 2. FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO ( Líderes comunitarios)

- ¿Cuántas organizaciones existen en la comunidad (organizaciones comunitarias)?
- ¿Cuántas instituciones y/u organizaciones realizan algún tipo de actividad en la comunidad?  
De forma temporal: \_\_\_\_\_  
Presencia permanente: \_\_\_\_\_
- ¿Donde son atendidos los problemas de salud de los miembros de la comunidad?  
En Catacamas: \_\_\_\_\_ En la comunidad: \_\_\_\_\_ En Juticalpa : \_\_\_\_\_  
En otra comunidad dentro de la cuenca: \_\_\_\_\_
- Tipo de servicio de salud existente en la comunidad y/o cuenca:  
\_\_\_ Ninguno                      \_\_\_ Guardián de salud                      \_\_\_ Puesto de salud  
\_\_\_ Centro de salud                      \_\_\_ Hospital

5. En promedio: ¿cuántos proyectos comunales son ejecutados (con apoyo de municipal) anualmente?. ¿Qué tipo de proyectos?
6. ¿Existen representantes de la comunidad ante la municipalidad?. ¿Cuántos?
7. ¿Existe en la zona algún tipo de equipo para prevenir y/o reducir el riesgo a desastres naturales?. ¿Dónde?
8. ¿Los canales de televisión que se miran en la comunidad, presentan algún tipo de programa relacionado con la prevención y/o mitigación de desastres naturales?.

### **ANEXO 3. FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO (Instituciones y/u organizaciones)**

1. ¿Trabaja en actividades relacionadas con la prevención y mitigación de desastres naturales? ¿Qué tipo de actividades realiza, con quien las realiza y como las realiza?
2. Si realiza algún tipo de actividad orientada a la temática anterior: ¿Que porcentaje de los técnicos han sido capacitados en esa área?
3. ¿La institución ha elaborado planes de mitigación para la comunidad y/o la zona?. ¿Qué porcentaje de ese plan se ha ejecutado?
4. ¿La institución cuenta con algún tipo de equipo para prevenir y/o mitigar desastres naturales que puedan afectar a la comunidad ?
5. Si las medidas de mitigación que se implementan en la comunidad incluyen la construcción de estructuras físicas: ¿Utilizan técnicas de construcción adecuadas según el propósito de la obra?

### **ANEXO 4. Estimación de la densidad y el índice poblacional**

La población constituye el elemento de vulnerabilidad más importante, pues alrededor de los habitantes de una comunidad giran todas las condiciones que generan un nivel determinado de vulnerabilidad. Este indicador contempla más que el número de pobladores de una comunidad, la densidad poblacional de cada una de ellas; suponiendo que entre mayor sea el número de habitantes que una comunidad tenga por unidad de área, mayor será la vulnerabilidad de ésta ante la ocurrencia de un fenómeno. Esta vulnerabilidad se puede crear por una serie de factores, entre ellos, mayores tensiones entre los habitantes, mayor presión sobre el uso de los

recursos naturales, mayor intensidad sobre uso de la tierra, y finalmente lo más importante, una mayor concentración del factor humano expuesto a zonas bajo amenaza.

La densidad poblacional se calcula con base en el total de población de la comunidad estimada para un año determinado, dividido entre el área aproximada que ocupa cada comunidad, es decir, número de habitantes/km<sup>2</sup>.

El indicador de población se representa mediante un índice poblacional. Este se calculó dividiendo el valor de densidad de cada comunidad entre el valor de la comunidad con mayor densidad en la microcuenca, por ejemplo, para un densidad poblacional de 100 hab/km<sup>2</sup> correspondiente a la comunidad con mayor densidad local, se considera a ésta comunidad como la más vulnerable al asignarle un valor de "1" y a partir de este valor se obtiene un valor a cada una de las comunidades con base en su densidad poblacional.