

PERCEPCIÓN Y PREVENCIÓN DEL RIESGO POR LAHAR EN LOS DIQUES DE CARTAGO

*Gustavo Barrantes Castillo¹, Andrea Segura Zúñiga²,
Kimberly Walcott Brenes²*

Resumen: En los Diques de Taras de Cartago reside una población con alto grado de vulnerabilidad a la ocurrencia de lahares provenientes del Río Reventado. En este artículo se analiza la situación del Barrio La Unión ante un eventual lahar, tanto desde el punto de vista de la amenaza, a la que están expuestos, como de la percepción del riesgo que tienen sus habitantes.

Palabras clave: Lahar, desastres naturales, percepción del riesgo, diques

Abstract: In Taras Diques, Cartago, the inhabitants are highly vulnerable to mud slides from the Reventado River. This article analyzes the situation of the La Unión Community in an event of a mud slide, from the danger's point of view they are exposed to as well as how the inhabitants perceive the risk.

Keywords: Lahar, natural disasters, perception of the risk, dikes

INTRODUCCIÓN

¹ Profesor Escuelas de Ciencias Ambientales y Ciencias Geográficas, UNA. gbarran@una.ac.cr

² Estudiantes Escuela de Ciencias Ambientales, UNA

La actividad del volcán Irazú entre 1963-1965 alteró el equilibrio hidro-geomorfológico en la microcuenca del río Reventado, lo que provocó la formación de flujos de ceniza y derrubios saturados en agua, conocidos como lahares. La más espectacular de estas avalanchas ocurrió entre el 9 y 10 de diciembre de 1963, la cuál abarcó una extensión de 126,000 Ha, destruyendo a su paso las tierras agrícolas y ganaderas, alrededor de 300 viviendas y causando la muerte de más de 20 personas (Waldron, 1967), no obstante eventos similares se había registrado en 1723, 1724, 1861, 1891, 1928 y 1951 (Alvarado y Schmincke, 1994)

Las primeras medidas que se tomaron para reducir las pérdidas, posterior a los eventos de 1963, fueron la construcción de zanjas de contorno, reforestación y construcción de los denominados Diques de Taras de Cartago (Vahrson, 1992). En la actualidad la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) se ha centrado en medidas de prevención, tales como la formación de comités locales de emergencia y la implantación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), cuyo objetivo principal es lograr la participación y organización de la comunidad para reducir su vulnerabilidad (CNEb, 2006).

La amenaza de ocurrencia de un nuevo lahar, entendida como la probabilidad de que un evento potencialmente peligroso produzca un efecto adverso sobre una comunidad (Smith, 1992), sumada al aumento de la población que habita directamente sobre los diques (Solano, 2003) provoca un incremento de la vulnerabilidad o el nivel de exposición y posibles daños ante un evento específico (Smith, 1992). En otras palabras al incrementarse la población expuesta a la amenaza se aumenta en nivel de riesgo ante un lahar en el río Reventado.

No obstante, la vulnerabilidad no se incrementa necesariamente con el aumento de la cantidad de personas y actividades expuestas a la amenaza, ésta puede mitigarse mediante la construcción de obras civiles que amortigüen el impacto del evento natural, o por un cambio en las actividades humanas de manera que se ajusten a la amenaza, lo que involucra medidas de prevención tales como: sistemas de alerta, seguros, medidas legales, preparación comunal, entre otros (Smith, 1992).

De igual forma, la amenaza puede verse acrecentada por una inadecuada percepción del riesgo, en particular por el desconocimiento de la amenaza (Solano, 2003), en este caso de la amenaza de ocurrencia de lahares. La presente investigación se centra en cómo la percepción de la amenaza de lahar que tienen los residentes del Barrio La Unión contribuye en su vulnerabilidad.

La percepción se refiere al proceso de interpretar y darle sentido a la información sensorial” (Solano, 2003). La percepción del ambiente es la ma-

nera como el ser humano (tanto individual como colectivamente) aprehende, interpreta y valoriza, desde su perspectiva cultural, el entorno que le rodea, y en consecuencia como actúa sobre él. (Bedoya, 1984).

De acuerdo con Peraldo (2004), la percepción que cada individuo o colectividad haga de su medio, puede llevar a sobredimensionar o minimizar las amenazas. Según Mitchell, citado por Solano (2003), la ocupación humana de un lugar bajo amenaza puede ser explicada por lo menos por alguna de las siguientes razones:

- Las ventajas que ofrecen esas áreas peligrosas como la disponibilidad de terrenos baldíos.
- Ignorar o no percibir el grado de peligro.

En el caso de la ocupación de Los Diques sobre el río Reventado, ambas situaciones se conjugan, por un lado la invasión de los diques para construir precarios sobre los mismos y por el otro la inadecuada percepción del peligro debido a su reciente colonización (Figura.1). Lo anterior sumado a una defi-



Figura 1. Fotografía tomada de la entrada del Barrio La Unión

ciente organización local de prevención y la falta de medidas de mitigación en la parte baja de la microcuenca del río Reventado, da como resultado el aumento de la vulnerabilidad de dicha población. (Solano, 2003).

Los resultados que aquí se presentan señalan la necesidad de replantear la estrategia que actualmente se emplea en la reducción de la vulnerabilidad, dando énfasis en la importancia de mejorar la percepción del riesgo que tienen los habitantes del los Dique de Taras de Cartago ante la ocurrencia de una lahar en la parte baja de la microcuenca del Río Reventado.

ÁREA DE ESTUDIO

Los Diques de Taras de Cartago se encuentra en el Valle Central Oriental de Costa Rica, en la parte baja de la micro cuenca del río Reventado entre las coordenadas 9°52'12" - 9°52'58" latitud Norte y entre los 83°56'29" - 84°55'31" longitud Oeste. Administrativamente pertenece a la provincia de Cartago, cantón central, distrito San Nicolás.

La microcuenca del río Reventado se ubica en la ladera sur oeste del Volcán Irazú, que pertenece a la cuenca del río Reventazón. La zona de Los Diques se localiza sobre el abanico aluvial del río Reventado, al noroeste de la ciudad de Cartago, se trata de los diques construidos para contener futuros

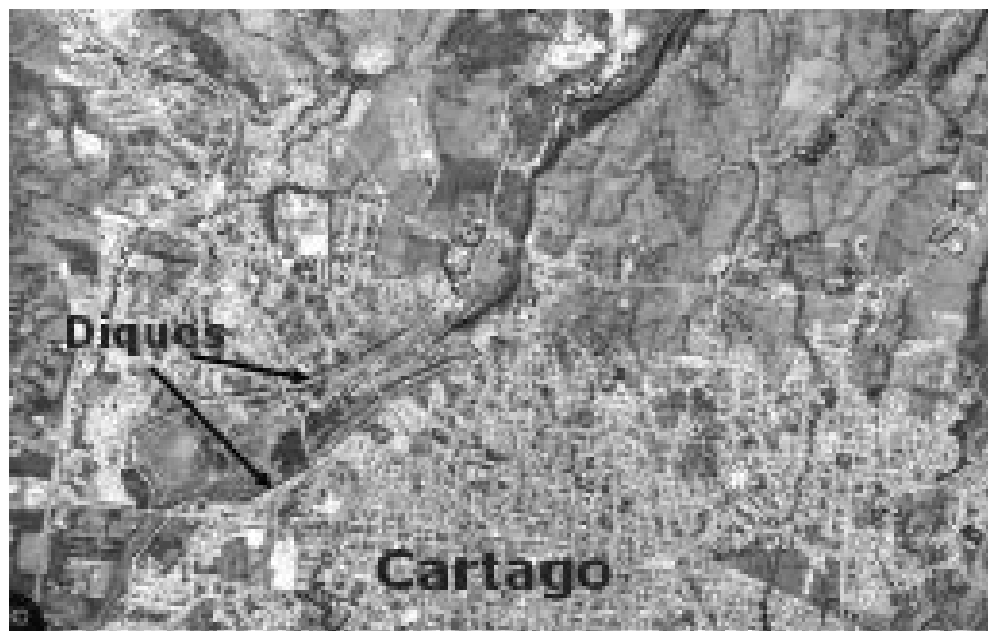
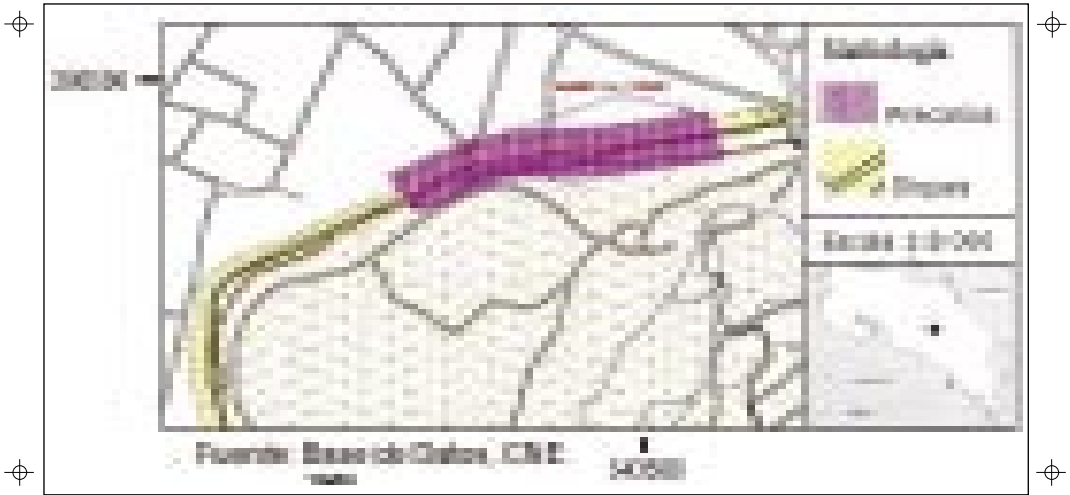


Figura 2. Fotografía aérea de los Diques de Cartago.

Fuente: Proyecto Terra 1997, escala 1:40000.



Mapa 1. Barrio La Unión, Taras de Cartago.

lahares (Figura.2). El área de estudio se centra en el Barrio La Unión, se trata de un precario que se ubica sobre el dique oeste (Mapa 1).

ANTECEDENTES DE LA AMENAZA

La zona de los Diques presenta varias amenazas, entre las que se encuentran la actividad sísmica, como el terremoto que se presentó en Cartago en 1910, el cual podría estar próximo a repetirse, pues se considera que su periodo de recurrencia sísmica está en proceso de vencimiento. (Alvarado 1988). Por otra parte, las lluvias intensas pueden provocar avenidas como las cinco ocurridas en 1961 (Azofeifa, 1996).

La actividad pasada del volcán Irazú ha tendido a alterar el equilibrio hidrogomorfológico de la microcuenca; lo que se manifiesta como un aumento en la inestabilidad de las laderas y la generación de flujos de derrubios (Vahrson, 1992). En este caso el principal peligro es la caída de ceniza proveniente del volcán Irazú. Según Alvarado, citado por Denyer y Kussmaul (2000) al menos una erupción importante con un Índice de Explosividad Volcánica IEV ≥ 3 , ocurre cada 185 años como promedio y de 2 a 3 erupciones de moderada a baja intensidad cada 100 años.

Las amenazas más próximas a la zona de los diques son: el deslizamiento de San Blas y la generación de lahares. El denominado deslizamiento San Blas (también conocido como Banderillas), cubre un área aproximada de 67 hectáreas, con un volumen de material deslizante estimado en 60 millones de m³

(CNEb, 2006). Este deslizamiento se localiza aproximadamente a 2Km aguas arriba de los Diques, no obstante, durante fuertes precipitaciones, el deslizamiento podría cerrar el lecho del río, provocando una represa que al romperse generaría una avenida cargada de lodo (Vahrson, 1992). En cuanto a los lahares se trata de la generación de coladas de barro y derrubios, relacionados con la actividad volcánica, denominados también avalanchas (CNEb, 2006).

Durante la actividad eruptiva que ocurrió entre 1963 a 1965 el volcán Irazú lanzó ceniza que afectó de fuerte a moderadamente un área de alrededor de 13 000 Km². (Alvarado, 1993). Dicha ceniza se acumuló, causando cambios significativos en la parte superior de la microcuenca, como la reducción de la infiltración y el aumento de la escorrentía superficial (Waldron, 1967). Como resultado de la condición descrita y de la ocurrencia de fuertes precipitaciones, el caudal del río Reventado aumentó peligrosamente; se reportaron caudales de hasta 407m³/s (ICE, 1965), lo que propició la generación de flujos de lodo o lahares. Sólo en 1964 se reportaron un total de 90 lahares, compuestos en su mayoría por alrededor de un 65% de agua y un 35% de material sólido (Vahrson, 1992).

Merece especial atención, el lahar ocurrido entre el 9 y 10 de diciembre de 1963, el cuál abarcó una extensión de 126 000 Ha, destruyendo a su paso las tierras agrícolas y ganaderas, alrededor de 300 viviendas y causando la muerte de más de 20 personas (Waldron, 1967). Entre las medidas tomadas para reducir las pérdidas, posterior a los eventos, fueron la construcción de zanjas de contorno, reforestación, la declaratoria de reserva de la zona y construcción de los denominados Diques de Taras de Cartago (Vahrson, 1992). Dichos diques poseen una longitud de 12.5 km, no obstante fueron construidos sin respetar las normas de diseño, colocación de materiales, compactación, impermeabilidad y resistencia (Azofeifa, 1996).

METODOLOGÍA

La obtención de la información sobre la percepción del riesgo se realizó mediante la aplicación de una encuesta. La encuesta por muestreo permitió la recopilación de los datos en el Barrio La Unión, sobre aspectos tales como: lugar de procedencia, tiempo de habitar en el sitio, razones para habitarlo, amenazas a las que creían estar expuestos, información gubernamental que habían recibido sobre prevención y la organización local existente en caso de emergencia.

La encuesta se efectuó en agosto del 2005, a un total de 26 familias del Barrio La Unión. El diseño de muestra fue sistemático, se aplicó una encuesta

en todas las casas a lo largo del dique, con excepción de aquellas en las que no se encontró a sus moradores. La muestra representa alrededor del 75% de las viviendas, para un total de 35 viviendas encuestadas.

Adicionalmente fueron aplicadas entrevistas a cinco pobladores y se realizaron y registraron observaciones en el campo, dicha información complementaria se utilizó para hacer una valoración de la condición de pobreza de la población y otros factores que pudieran contribuir al aumento la vulnerabilidad.

RESULTADOS

Condición de vulnerabilidad física

Según Parra (2004) la vulnerabilidad física hace referencia a la ubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, así como a la reducida capacidad de amortiguamiento que tiene las estructuras para absorber los efectos de dichos riesgos.

En el caso de la zona de Los Diques el proceso de ocupación de los diques comienza alrededor de los años 80 y se incrementa notoriamente en la década de los 90. (Samudio, 2003). Actualmente la zona de Los Diques está habitada por 5600 personas distribuidas en 1053 casas aproximadamente, en un total de 13 precarios.

De acuerdo con la encuesta, las casas son habitadas por cinco personas en promedio. Si se toma en cuenta que el tamaño aproximado de las casas es de 30 m², se presenta una condición de hacinamiento. Dichas casas fueron construidas en su mayoría con madera y se ubican sobre el dique, donde se dispone de una única calle de ingreso con capacidad para un único vehículo a la vez, situación que perjudicaría las eventuales labores de rescate durante una eventual emergencia.

Los diques fueron construidos para contener lahares y en ningún caso para albergar sobre ellos casas de habitación, no obstante más de 5000 personas se exponen a la amenaza. Lo anterior sumado al tipo de construcción y su escasa capacidad de soportar el impacto de un lahar y al posible desplome de secciones del dique, en vista de su deterioro y sobre uso, conlleva al aumento la vulnerabilidad de sus ocupantes.

Condición de vulnerabilidad socio-económica

La vulnerabilidad social se refiere a la cohesión interna que presenta una comunidad, cuanto mayor sea su capacidad de organización local menor será

su vulnerabilidad. “En cuanto a la vulnerabilidad económica está determinada por el nivel de desarrollo económico que presenta la población, pudiendo afirmarse que entre menores sean los ingresos, mayor es la vulnerabilidad Parra” (2004).

La mala condición económica es la principal causa del poblamiento de los diques. El 94% de las familias encuestadas habita en el lugar debido a la disponibilidad de terrenos baldíos y el bajo costo de las viviendas (los terrenos fueron invadidos y las casas iniciaron como ranchos).

Según las entrevistas realizadas, desde un inicio los habitantes construyeron en este lugar sin tener permisos legales de ninguna clase. Ante el aumento del riesgo por lahares, las autoridades decretaron prohibir el asentamiento de precaristas en este lugar, según la ley 3459 MOPT-MIVAH (CNEa, 2006). No obstante, la ley no se cumplió y se optó por regular la cantidad de personas, al solicitar requisitos, tales como: la hoja de delincuencia, cartas de recomendación de donde vivían anteriormente y contar con empleo.

Posteriormente, se trató de reubicar a los pobladores, mediante el desarrollo de proyectos de vivienda, como lo fue el proyecto de la Comisión Especial de Vivienda en la administración de 1990-1994. Sin embargo, esta medida tampoco dio resultado, y más bien, se les fue dotando poco a poco de servicios públicos, lo que incrementó la inmigración hacia los Diques.

Por otra parte la mala situación socioeconómica de las comunidades de los diques ha llevado a que se presente un alto índice de delincuencia y consumo de drogas en la zona (Brenes, 2006), lo que repercute en un debilitamiento de la cohesión social. En este sentido el estudio realizado por Solano (2003), indica que varios pobladores no están interesados en participar en comités de vecinos por falta de interés, falta de tiempo o por no percibir que les beneficie personalmente. Asimismo, señala al alto porcentaje de analfabetismo de las comunidades situadas sobre los diques (46%) como una dificultad para informar sobre la amenaza a la que están expuestos.

La invasión de los diques, sumado a la mala situación económica y poca coherencia social, ha aumentado la vulnerabilidad ante un lahar, ya que existe una mayor exposición de personas y bienes, lo que a su vez conlleva al deterioro de los propios diques. Lo anterior se confirma con las observaciones que se realizaron en el campo, sobre la incorrecta deposición de las aguas servidas y negras que se filtran por el dique y de la utilización de los propios materiales de los diques como materiales de construcción en varias viviendas, que se han ido mejorando y reconstruyendo a partir de concreto en la actualidad.

La percepción del riesgo y su influencia en el aumento de la vulnerabilidad

Según la encuesta, todos los pobladores del precario, tienen menos de 20 años de habitar en el lugar y tan solo el 20% es oriundo del cantón. Lo que significa que la gran mayoría de los residentes actuales no experimento la magnitud del desastre ocurrido en 1963, por lo que podrían tender a subestimar la amenaza. Este hecho se ratifica ante la pregunta ¿Cree que su familia está expuesta a algún peligro natural?, a la cual el 50% de los entrevistados contestó que no.

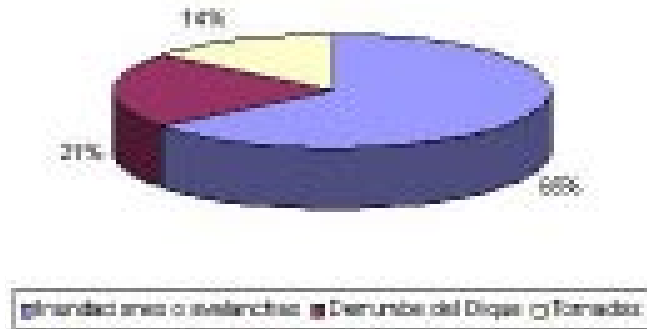


Figura 3. Amenazas percibidas por los encues-

Del 50% de los entrevistados que respondieron sí, el 65% consideró estar expuesto a inundaciones o avalanchas (la separación entre avalanchas e inundaciones obedece a que la pregunta fue abierta), un 21% al derrumbe del dique y un 14% a tornados (Figura 3).

Se debe resaltar que a pesar de la cercanía al volcán Irazú no se percibe como una amenaza directa, probablemente porque la caída de ceniza entre el 1963 a 1965 no afectó de manera significativa a Cartago (Alvarado, 1993). No obstante se percibe el derrumbe del dique como un peligro, en cuyo caso este hecho podría ocurrir como efecto secundario de una inundación o lahar.

Al comparar los resultados obtenidos mostrados en la figura 2, con los resultados de la encuesta realizada por el proyecto RELSAT (Reforzamiento de Estructuras Locales y Sistemas de Alerta Temprana) acerca de la percepción de amenazas naturales, practicada en el 2000 a un total de 115 residentes, realizada en toda la zona de los Diques, se nota una gran similitud.

Según dicha encuesta 65% de los encuestados conocía de la existencia de amenazas por avalancha, 29% por deslizamiento, 10% de la amenaza de la actividad volcánica, y tan solo 1% por sismos (CNEB, 2006). En el caso de los deslizamientos, la diferencia puede ser atribuida a que la encuesta aplicada en esta investigación se realizó únicamente en el Barrio La Unión donde no se encuentra cerca de ningún deslizamiento, con excepción del posible desplome de los diques.

En el caso de la encuesta realizada por Solano (2003) acerca de la percepción sobre amenaza naturales, practicada en el 2002 a 150 personas, distribuida

en los asentamientos ubicados en la parte baja de la microcuenca, se encuentra una situación bien distinta. En este caso la pregunta era cerrada y con 6 opciones de amenazas, ante las cuales los encuestados debían indicar una supuesta probabilidad de que se provoque un desastre en el sitio, como: “mucha, poca o nada”. Según esta encuesta un 66% de los entrevistados considera a la actividad sísmica como una amenaza muy probable, un 61% la actividad volcánica y tan solo un 52% a los flujos de lodo. La notable diferencia puede ser atribuida al tipo de pregunta, que lleva conlleva una reflexión ante las opciones planteadas y no a una respuesta espontánea y abierta, a partir de su propia percepción del medio, como en el caso de la encuesta realizada en esta investigación.

Por otra parte, cuando se preguntó directamente ¿Cree que su casa está segura en caso de una inundación o avalancha? tan solo el 35% indicaron que sí, al preguntares el por qué, lo atribuyeron a la existencia de los diques. A pesar de que se ha documentado que las obras civiles de mitigación pueden propiciar una falsa percepción de seguridad ante inundaciones (Barrantes, 1996), el bajo porcentaje de personas que se sienten seguras no permite afirmar que dicha percepción esté contribuyendo significativamente a aumentar la vulnerabilidad.

De la pregunta anterior se desprende que el 65% de los encuestados considera que su casa no está segura en caso de una avalancha o inundación, lo que lleva a pensar que los pobladores del Barrio La Unión asumen como un riesgo aceptable, ante un posible desastre por inundación, a cambio del beneficio que representa un terreno baldío o una casa a muy bajo costo. No obstante, al confirmarse que tan solo el 20% de los pobladores son oriundos del cantón de Cartago y que todos tienen menos de 20 años de habitar en el lugar, puede afirmarse que la gran mayoría de los residentes actuales no experimentaron la magnitud del desastre ocurrido en 1963, por lo que parece más posible que estén subestimando la amenaza de una avalancha.

Esta suposición se refuerza al constatar que el 85% de los entrevistados afirma no haber recibido ningún tipo información sobre algún peligro natural al que se supone están expuestos. Con base en este dato, se puede deducir que la gran mayoría de la población ignora la magnitud de un posible evento futuro, así como las acciones básicas por seguir para disminuir su vulnerabilidad.

En el 2000 se crea el proyecto Reforzamiento de Estructura Locales y Sistemas de Alerta Temprana (RELSAT), cuyo objetivo principal es la puesta en práctica de un sistema básico de alerta temprana con participación comunitaria, que incluiría las áreas de los diques de Taras, los diques de Oreamuno y parte de Tierra Blanca (Samudio, 2003).

A pesar de los esfuerzos de la CNE en procura de reducir la vulnerabilidad, mediante la implantación del sistemas de alerta temprana (CNEb, 2006),

la encuesta indica que no se ha logrado alcanzar una efectiva participación y organización de la comunidad para reducir la amenaza. En la encuesta practicada por Solano (2003) tan solo el 18% de los entrevistados, correspondientes a los poblados ubicados en la parte baja de la microcuenca del río Reventado, afirmó haber recibido algún tipo de capacitación en labores de prevención y mitigación.

Ante la pregunta ¿cómo se ha organizado su comunidad en caso de un desastre?, el 77% de los entrevistados respondió desconocer la forma en la cual se ha organizado la comunidad y un 19% afirma que no existe tal organización. No obstante, según el trabajo de Solano (2003) el 88% de los entrevistados, en las comunidades situadas sobre los diques, afirma conocer sobre la existencia de algún tipo de organización local relacionada con la prevención de desastres, y un 40% participa en algún comité o subcomité local de emergencias. Esta diferencia puede ser atribuida a la proximidad temporal entre los Talleres RELSAT- Sistema de Alerta Temprana Río Reventado realizados por la CNE entre el 2001-2002 (CNEb, 2006) y la encuesta practicada por Solano en el 2002, posterior a dichos talleres la organización comunal se fue debilitando hasta el grado de desaparecer en varias comunidades. Esto explicaría el elevado porcentaje de desconocimiento sobre la organización comunal en el sitio, adicionalmente Solano indicó que la participación era nula en barrios como Miraflores, María Auxiliadora y Barrio Nuevo (Solano, 2003).

La inadecuada percepción del riesgo se ha convertido en un factor que aumenta la vulnerabilidad, lo que sumado a la alta vulnerabilidad física y socioeconómica, incrementan día con día el riesgo de una avalancha.

CONCLUSIONES

La generación de lahares o flujos de detritos en la microcuenca del río Reventado ha causado en el pasado la muerte de más de 20 personas y la desaparición de una comunidad. Actualmente más de 5600 personas han repoblado la zona del desastre, debido a posibilidad de invadir terrenos y construir viviendas improvisadas, lo que año con año hace aumentar la vulnerabilidad física de la zona. Dicha vulnerabilidad se ve agravada por el tipo de construcción de las casas ubicadas sobre o dentro de los diques, que difícilmente puedan soportar el embate de un lahar de magnitud considerable, y más bien contribuyan a deteriorar la obra civil de mitigación, por medio de la incorrecta deposición de las aguas servidas y negras que se filtran por el dique y de la utilización de los propios materiales de los diques como material de construcción en algunas viviendas.

Situaciones como la baja escolaridad, el alto índice de delincuencia y dro-

gaducción, y la mala condición económica de las familias lleva a un incremento de la vulnerabilidad socioeconómica, esta se manifiesta en la escasa cohesión y organización social de las comunidades y en la apatía a formar parte de grupos que velen por la prevención y reducción de los desastres en el lugar. Por otra parte, los esfuerzos de las autoridades en materia de prevención y mitigación no logran una amplia participación, debido en parte a que no se ha trabajado en cambiar la percepción de la amenaza natural que tienen sus habitantes.

Alrededor de la mitad de los pobladores del Barrio La Unión no cree estar expuesta a peligro natural alguno, lo que puede ser atribuido a que al menos el 80% no experimentó de manera directa o indirecta, al desastre ocurrido en 1963 y la mayoría no recibió capacitación al respecto. La inapropiada percepción de la amenaza, manifestada en una subvalorización, es un factor que contribuye a aumentar la vulnerabilidad.

A pesar de que el 65% de los encuestados considera que su casa no está segura en caso de una avalancha o inundación, sigue habitando la zona y más bien la población tiende a crecer rápidamente. Entre las razones que lo explican se encuentra la inapropiada percepción de la amenaza por lahar. En cuanto a las personas oriundas del cantón o que han recibido capacitación en materia de prevención de desastres, la condición económica parece llevarlos a aceptar el riesgo, a cambio del beneficio de un terreno o una casa a muy bajo costo, sumado a la esperanza de que los organismos gubernamentales relacionados

con la prevención de riesgos les mejoren su situación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, G. (1993). **Volcanology and Petrology of Irazú Volcano, Costa Rica**. Tesis laboral, Univ. Kiel, Alemania. 190p.
- Alvarado, G. y Bachini, I. (1988). **Evaluación Preliminar de las Amenazas Geológicas y Periodos de Recurrencia en el Valle del Guarco, Cartago**. IV Seminario Nacional de Geotecnia. 180p.
- Alvarado, G. y Schmincke, H. (1994). **Stratigraphic and sedimentological aspects of the rain triggered lahars of the 1963-1965 Irazú eruption, Costa Rica**. Zbl. Geol. Palaont. Teil 1 (H. 1/2): 513-530.
- Azofeifa, R., (1996). **Deslizamiento de San Blas, Actualización de información, Análisis de estabilidad y soluciones**. Informe de trabajo de graduación, UCR. 160p.
- Barrantes, G. (1996). **Zonificación de amenazas por inundación en el valle del Río Sixaola**. Tesis de licenciatura en Geografía Física. UNA. 130p.
- Bedoya, J. (1984). **Percepción del riesgo por inundación en la cuenca del Río Tuis, Turrialba, Costa Rica**. Tesis de licenciatura con énfasis en ordenamiento del medio natural. UCR. 140p.
- Brenes, H., Gutiérrez, F., (2006). **Ausencia de planes para reubicar precarios Los Diques, en Cartago**. La Nación 20 febrero 2006. Pp.12A
- CNE a, Decretos. Disponible en: <http://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20V4/pdf/spa/dec3/dec3-contenido.pdf>. Consulta 20/03/06
- CNE b, **Problemática de la Cuenca de Río Reventado, Cartago**. Disponible en: <http://www.crid.or.cr/crid/CDAAlertaTemprana/pdf/spa/doc14438/doc14438.pdf> Consulta: 25/10/06
- Denyer, P., Kussmaul, S. (2000). **Geología de Costa Rica**. Cartago: Editorial Tecnológico de Cartago. 512p.
- ICE, (1965). **Informe sobre el problema del Río Reventado**.
- Parra, Y. (2004). **Análisis de vulnerabilidad a deslizamientos en el Distrito de Orosi, Provincia de Cartago, Costa Rica**. Tesis de maestría en enseñanza para el desarrollo y conservación. CATIE, CR.
- Peraldo, G. (2004). **El proceso del desastre y su relación con la gestión territorial. Casos del distrito de Rivas, Pérez Zeledón, Costa Rica**. Tesis de Maestría en Geografía. UCR. 180p.
- Samudio, M. et. al. (2003). **Estudio de caso: Los diques de Taras de Cartago**. Maestría Centroamericana en Geografía, UCR. 20p.
- Smith, k. (1992). **Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster**. London, Inglaterra. Routledge. 295p.
- Solano, C. (2003). **El ordenamiento territorial y la percepción del riesgo en el**

segmento inferior de la subcuenca del río Reventado, Provincia de Cartago, Costa Rica. Tesis de maestría en Geografía, UCR. 230p.

Varhson, W. y Cartín N., (1992). **Deslizamientos de la Cuenca media y superior del Río Reventado, Cartago, Costa Rica.** Rev. Geográfica de América Central. N. 25-26. Pp 17-179

Waldron, H., (1967). **Debris Flow and Erosion Control Problems Caused by the ash**