

*Determinación y caracterización de viviendas
habitadas en zonas de riesgo por inestabilidad
de laderas en la ciudad de Tepic,
Nayarit, México*

*Identification and characterization of occupied housing in
areas of risk for slope instability in the city of Tepic
Nayarit, Mexico*

*Determinação e caracterização de habitações localizadas
em áreas de risco por instabilidade do terreno na cidade de
Tepic, Nayarit, Mexico*

López-Solis Javier
Instituto Tecnológico de Tepic
pezsolj@hotmail.com

Beas-Medina María Gabriela
Instituto Tecnológico de Tepic
arteydiseno.1993@gmail.com

García-Ramírez Erika Imelda
Instituto Tecnológico del Sur de Nayarit
grei8@hotmail.com

Resumen

La ciudad de Tepic originalmente ubicada en el centro del Valle de Matatipac ha presentado un crecimiento desordenado hacia las laderas de los cerros que la rodean, en los suburbios de esta mancha urbana se encuentran 33 colonias ubicadas en 4 zonas de riesgo por inestabilidad de laderas que pueden desencadenar eventos catastróficos y amenazar a la población, al equipamiento y a la infraestructura de la ciudad. El objetivo de este estudio fue cuantificar y caracterizar las Viviendas Habitadas Vulnerables (VHV) por estar asentadas en zonas de riesgo por inestabilidad de laderas. Se utilizó la metodología del Sistema Nacional de

Protección Civil, se cuantificó un total de 3,494 VHV que representan el 3.8% de las Viviendas Habitadas Totales (VHT) de la ciudad. Las características resultantes fueron que el 87% de las VHV estuvieron construidas por sus propietarios y el 67% modificó la pendiente natural de la ladera. Con esta información las autoridades podrán tomar decisiones para prevenir o mitigar daños a través de planes y programas de uso de suelo.

Palabras Clave: Riesgo, Ladera, Inestabilidad, Vivienda.

Abstract

The city of Tepic originally located in the center of Valle de Matatipac has presented a sprawl towards the hillsides that surround it, on the outskirts of the urban area, there are 33 neighborhoods in 4 risk zones due to unstable slopes that can trigger catastrophic events and threaten the population, the equipment and infrastructure of the city. The aim of this study was to quantify and characterize the Vulnerable Inhabited Housing (VIH) for being settled in areas at risk for slope instability. The methodology of the National Civil Protection System was used, a total of 3494 VIH representing 3.8% of the Inhabited Housing Totals (VHT) of the city. The resulting characteristics were that the 87% of VIH were built by their owners and 67% modified the natural slope hillside. With this information the authorities can take decisions to anticipate or mitigate damage through plans and programs for land use.

Keywords: Risk, Slopes, Instability, Housing.

Resumo

A cidade de Tepic, originalmente localizada no centro do Valle de Matatipac, tem apresentado uma expansão desorganizada nas encostas dos morros que a rodeiam. Na periferia da área urbana são 33 bairros em 4 áreas de risco por encostas instáveis que podem desencadear eventos catastróficos e ameaçar as pessoas, equipamentos e a infraestrutura da cidade. O objetivo deste estudo foi quantificar e caracterizar as *Vulneráveis Casas Habitadas (VCH)* por ter sido construídas em zonas de risco e de instabilidade do terreno. Foi utilizada a metodologia do Sistema Nacional de Proteção Civil, um total de 3.494 *VCH* representando 3,8% dos *Totais de Casas Habitáveis (TCH)* da cidade. As características resultantes foram que 87%, do *VCH* foram construídas por seus proprietários e 67% modificou a inclinação natural da encosta. Com esta informação, as autoridades podem tomar decisões para antecipar ou diminuir os danos através de planos e programas de uso do solo.

Palavras-chave: Risco, Declive, Inestabilidade, Habitação.

Introducción

La ciudad es un asentamiento de tipo urbano, integrado por una comunidad humana y un medio físico en continua interacción (SCHJETMAN *et al.* 2010, p.6), donde la vivienda cumple con su función de ofrecer refugio y habitación, protegiendo a la comunidad principalmente de las inclemencias climáticas. Para la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el derecho a la vivienda digna es uno de los derechos humanos básicos, donde los ciudadanos y las familias pueden vivir con seguridad, paz y dignidad, deben ubicarse en espacios suficientemente salubres y equipados, en barrios urbanos o localidades rurales dotados de servicios, accesibles, con espacios intermedios de relación

que permita la comunicación vecinal y social, donde sea posible el desarrollo familiar y personal. “Es importante buscar alternativas que permitan construir una sociedad más segura... a partir de una combinación de leyes que garanticen los niveles de seguridad...” (HERNANDEZ & CASTABLANCO, 2014a, p.94). Cualquier persona relacionada con la toma de decisiones en la planeación urbana debe comprender las múltiples interrelaciones que conforman la estructura urbana y el medio natural.

México es un país eminentemente urbano y se espera que para el 2030, de los 137.4 millones de habitantes, 75.2% resida en ciudades. (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2013, p.32). Según el Censo 2010 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la ciudad de Tepic cuenta con un total de 113,431 viviendas, de las cuales 90,733 son viviendas habitadas (VH) y el resto viviendas no habitadas (VNH). Tepic se encuentra rodeada por laderas de cerros, a excepción de la zona oriente. Entre ellos destacan al norte los cerros de la Cruz y la Batea; al oriente el Cerro de los Metates; y al poniente el Cerro de San Juan. Su traza urbana original se desarrolló de forma concéntrica ortogonal y centralizada a partir de la plaza principal. Hasta los años veintes, su traza se desarrolló de manera regular, pero a partir de los años treinta su crecimiento ha sido de forma anárquica y desordenada. El crecimiento urbano al norte se da sobre terrenos menos aptos para el desarrollo urbano con pendientes entre el 15 y el 10%. Un sin número de asentamientos irregulares, usos incompatibles de suelo, relleno y uso de escurrimientos naturales y la falta de infraestructura han deteriorado el medio físico natural de toda la zona (BEAS *et al.* 2014, p.10).

La planificación urbana juega un papel fundamental e insustituible como instrumento para la conservación del balance entre el entorno natural y el asentamiento humano. Un acelerado proceso de urbanización y la situación del mercado de la tierra urbana, entre otros factores, ha traído como consecuencia que se ocupen terrenos con gran pendiente en muchas ciudades (LÓPEZ & LÓPEZ, 2014a, p. 99), donde el planteamiento urbanístico se convierte en factor inductor del riesgo al clasificar como urbanizables y urbanos suelos que, por su ubicación en pie de ladera deberían excluirse de cualquier proceso de urbanización (GOMEZ & GRANELL, 2009a, p.83).

Cuando el hombre realiza obras de infraestructura, rompe el equilibrio natural y sus componentes se desajustan, provocan inestabilidad por deslizamientos y desmoronamientos de las zonas intervenidas. Si a lo anterior le agregamos una nula planificación, procesos de deforestación y mala construcción, se agudiza el problema y da origen a grandes amenazas por inestabilidad en las viviendas construidas en las laderas y su infraestructura asociada (LÓPEZ & LÓPEZ, 2014b, p.95). El riesgo de las zonas de laderas es la posibilidad de rodamientos de rocas y deslizamientos que amenazan constantemente a la población y se ve agravada en la temporada de lluvia (MARTÍNEZ-YAÑEZ *et al.* 2009, p.100). Es necesario dedicar mayor atención al riesgo por movimientos de ladera para evitar situaciones irreversibles, esta atención debe plasmarse en medidas no estructurales de prevención, orientadas a reducir o evitar la exposición y la vulnerabilidad, y referidas principalmente a la consideración del riesgo en el planteamiento urbanístico y a la concienciación de los ciudadanos ante la problemática (GOMEZ & GRANELL, 2009b, p.98). Por lo que es necesario conocer los

aspectos políticos y las percepciones de los actores sociales implicados en el proceso, ya que hay valores e intereses en juego (CARAM & PEREZ, 2006, p.57).

“La vulnerabilidad social implica una combinación de factores que determinan el nivel hasta el cual la vida de alguien y el modo de vida de una sociedad se ponen en riesgo como resultado de un acontecimiento discreto e identificable, de naturaleza física o social” (JUAREZ *et al.* 2006, p.80). También se entiende como el nivel específico de exposición y fragilidad que sufren los grupos humanos asentados en un lugar ante ciertos eventos peligrosos (THOMAS 2013, p.80). Las decisiones sobre la evaluación o manejo de riesgo sobre la infraestructura deben enmarcarse dentro de lo que se conoce como decisiones de interés público. Esto tiene implicaciones sobre las decisiones para el manejo de riesgo, como el hecho de que se deben garantizar la sostenibilidad y que la estrategia no debe tener preferencias sobre ningún sector de la sociedad en particular (HERNANDEZ & CASTABLANCO, 2014b, p.93).

Según datos del inventario de la Organización de las Naciones Unidas a nivel Latinoamérica (DESINVENTAR), por “deslizamientos” se registraron en México 1,491 eventos 11,384 viviendas destruidas y en el estado de Nayarit cuya capital es Tepic 13 eventos con 5 muertos, 1 desaparecido y no existen datos registrados de viviendas destruidas. No obstante según Briones (2010, p.133), las catástrofes son oportunidades para el cambio social, las autoridades deben conocer y estudiar las zonas de riesgo para poder prevenir contingencias que puedan afectar a la población.

Según Beas et al. (2014, p.12), se determinó que en la ciudad de Tepic existen 4 zonas en riesgo por estar asentadas en laderas, con 33 colonias vulnerables y 13,474.13 habitantes, sin embargo es necesario cuantificar el número de VHV que podrían estar en peligro para que sea factible medir el posible daño y tomar las medidas necesarias donde el aspecto de costo-beneficio entre la planeación y los desastres sea considerado más profundamente (RODRÍGUEZ 2002, p.148).

El objetivo del estudio es determinar y caracterizar el número de VHV por estar asentadas en las zonas de riesgo por inestabilidad de laderas. Se espera que esta información sea la base para la elaboración de planes preventivos, la toma adecuada de decisiones y/o la mitigación de daños en las zonas antes mencionadas.

Materiales y métodos

Identificación de las zonas de riesgo:

Metodología basada en el procedimiento que el Sistema Nacional de Protección Civil.

Trabajo de campo

Se realizaron salidas de reconocimiento y verificación de las zonas propensas a inestabilidad de laderas dentro del área en estudio, se recabaron datos que fueron

registrados en copias de planos base, memorias descriptivas y fotografías digitales para su manejo posterior.

Determinación de las zonas de riesgo:

Se utilizó el método de Bazant (2010, p.128), en donde se usaron planos digitalizados del plan de desarrollo urbano de Tepic 2010, y con la información recabada en las salidas de campo, se identificaron las colonias vulnerables con sus claves referenciales de INEGI. Con ayuda del software Auto Cad versión 2014 se calculó la superficie total de cada una de las colonias, con la sobreposición de la capa de curvas de nivel se determinó el área vulnerable así como la pendiente máxima de cada una de las colonias vulnerables. Se elaboraron los planos digitalizados donde se ubicaron puntualmente las colonias vulnerables a inestabilidad de laderas.

Cuantificación de las viviendas.

Con la superficie total de cada una de las colonias dividida entre la superficie vulnerable multiplicada por el número de VH totales se determinó el número de VHV, con datos fueron obtenidos del Inventario Nacional de viviendas Censo 2010 del INEGI.

Caracterización de las viviendas.

El estudio fue de tipo observacional, descriptivo, transversal y de correlación. La población de estudio estuvo constituida por 3,494 VHV que representan un 3.8 % de la VHT de la ciudad de Tepic, el tamaño de la muestra probabilística aleatoria y proporcional, con un nivel de confianza de 95% y un error anticipado del 3%, dio como resultado una muestra de 818 VH para comparar cuatro grupos de laderas que están conformadas por la ladera en el Cerro de la Cruz con 364 VHV, ladera en el Cerro La Batea con 2,656 VHV, Cerro de los Metates con 366 VHV, la ladera en el Cerro de San Juan con 108 VHV, todas registradas en el mismo momento que cumplieron los criterios de selección. La selección de la muestra por cada grupo etéreo se realizó mediante el muestreo probabilístico aleatorio, estratificado proporcional.

Con ayuda de estudiantes de la carrera de Arquitectura del Instituto Tecnológico de Tepic, se realizó un muestreo por medio de una encuesta para conocer las siguientes características generales de las viviendas: Tipo de vivienda, Número de niveles, Tipo de construcción, Edad de construcción de la vivienda, Nivel de conservación o mantenimiento, Materiales de construcción en cimientos, muros y cubierta, Orientación respecto a la ladera, Tipo de vegetación, Recubrimiento en las calles, y Disposición de aguas negras y pluviales (cuadro 1).

Cuadro 1. Formato de encuesta

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEPIC	
ENCUESTA ALEATORIA DE VULNERABILIDAD DE VIVIENDA EN ZONAS DE RIESGO DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA	
M. EN C. MARIA GABRIELA BEAS MEDINA	M. EN C. JAVIER LOPEZ SOLIS
UBICACIÓN	
CALLE _____ NO. EXTERIOR _____ NO. INTERIOR _____ COLONIA _____	
TIPO DE VIVIENDA	ORIENTACIÓN
<input type="checkbox"/> INTERES SOCIAL <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> RESIDENCIAL	<input type="checkbox"/> DE ACUERDO A LA PENDIENTE <input type="checkbox"/> CONTRARIO A LA PENDIENTE
NUMERO DE NIVELES	TERRENO
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 O MAS	<input type="checkbox"/> PENDIENTE NATURAL <input type="checkbox"/> PENDIENTE MODIFICADA <input type="checkbox"/> EXCAVO <input type="checkbox"/> RELLENO
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ARBOLES EN SU TERRENO
<input type="checkbox"/> AUTOCONSTRUCCION <input type="checkbox"/> PROFESIONAL PRIVADA <input type="checkbox"/> PROFESIONAL COLECTIVA	<input type="checkbox"/> EXISTE <input type="checkbox"/> NO EXISTE
EDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	CALLE
<input type="checkbox"/> 0 A 10 AÑOS <input type="checkbox"/> DE 10 A 50 AÑOS <input type="checkbox"/> MAS DE 50 AÑOS	<input type="checkbox"/> TIERRA <input type="checkbox"/> PIEDRA <input type="checkbox"/> ASFALTO/CONCRETO
ESTADO DE CONSERVACIÓN	AGUAS NEGRAS
<input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> PESIMO	<input type="checkbox"/> DRENAJE PUBLICO <input type="checkbox"/> FOSA SEPTICA <input type="checkbox"/> SIN DRENAJE
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN CIMENTACIÓN	AGUA PLUVIAL
<input type="checkbox"/> PIEDRA <input type="checkbox"/> CONCRETO <input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> A LA CALLE <input type="checkbox"/> DRENAJE PUBLICO <input type="checkbox"/> POZO DE ABSORCION
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN MUROS	OTROS
<input type="checkbox"/> LADRILLO/BLOCK <input type="checkbox"/> CONCRETO <input type="checkbox"/> OTRO	¿HAN SENTIDO ALGUN TIPO DE VIBRACIONES? <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI ¿Cuándo? _____
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN CUBIERTA	¿HAN TENIDO PROBLEMAS DE RUPTURA DE DRENAJES? <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI ¿Cuándo? _____
<input type="checkbox"/> LADRILLO/BLOCK <input type="checkbox"/> CONCRETO <input type="checkbox"/> LAMINA	FECHA _____ ENCUESTO _____

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Identificación de las zonas de riesgo

Según las recomendaciones del Sistema de Protección Civil para identificar zonas propensas a inestabilidad de laderas naturales y el Plan de Desarrollo Urbano de Tepic 2000-2020 en su capítulo II Nivel Normativo, se determinó dentro del área en estudio a superficies con una pendiente mayor al 30% encontrándose 4 zonas de riesgo: Ladera en el Cerro de San Juan, Ladera en el Cerro la Batea, Ladera en el Cerro de la Cruz, Ladera en el Cerro los Metates (Fig. 1 y 2)



Figura 1. Ubicación de la ciudad de Tepic, Nayarit.

Fuente: Elaboración propia.

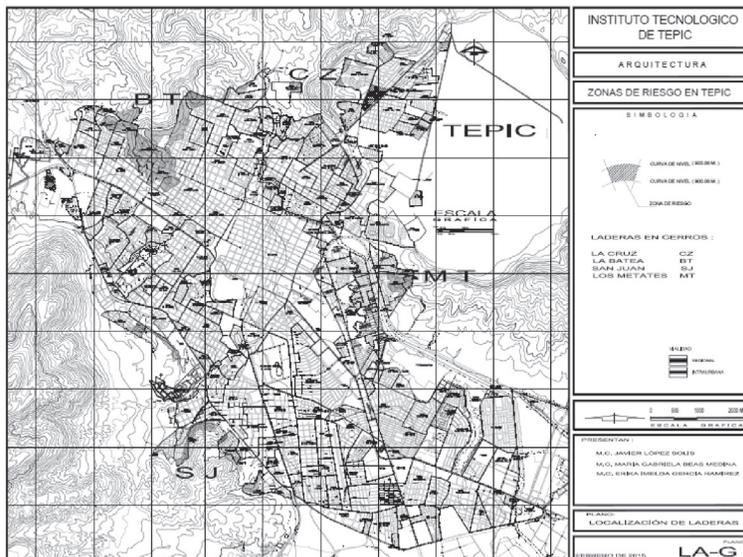


Figura 2. Zonas de riesgo en Tepic.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010 y del Plan de Desarrollo Municipal 2010.

Cuantificación de las viviendas habitadas

Se tomaron datos del Inventario Nacional de Viviendas del Censo 2010 del INEGI, con la superficie total de cada una de las colonias dividida entre la superficie vulnerable y multiplicada por el número de VHT se determinó el número de VHVs, se obtuvieron los siguientes resultados en el cuadro 2:

Cuadro 2. Cuantificación de viviendas

NOMBRE	NUMERO DE COLONIAS VULNERABLES	ZONAS VULNERABLES	
		SUPERFICIE	VIVIENDAS
		Ha	HAB.
LA CRUZ	5	11.91	364
LA BATEA	16	121.08	2.656
SAN JUAN	8	24.05	108
LOS METATES	4	12.24	366
TOTAL	33	169.28	3.494

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Ladera en Cerro de San Juan

Ubicada al suroeste de la ciudad afecta a 8 colonias, con una superficie vulnerable de 24.05 ha y 108 VHVs. Las colonias con más VHVs son las colonias Insurgentes con 75 VHVs, Felix Peña con 14 VHVs, y El Pedregal con 6 VHVs (cuadro 3).

Cuadro 3. Viviendas habitadas vulnerables de colonias vulnerables

LADERA EN CERRO SAN JUAN							
CLAVE	COLONIA	SUP. TOTAL	SUP. VULNERABLE	VIVIENDAS	VIVIENDAS	COLONIA	LADERA
		M2	M2	TOTALES	VULNERABLES	%	%
		(a)	(i)	(a')	(b')=i/a*a'	(c')=b'/a*a*100	(d')=b'/suma a'*100
070-D	INSURGENTES	164.310.92	51.469.43	238.00	75	31.32	69.38
045-F	FELIX PEÑA	175.973.08	31.691.33	79.00	14	18.01	13.24
122-C	EL PEDREGAL	94.570.51	2.387.88	244.00	6	2.52	5.73
194-H	MINERVA	184.285.47	45.342.69	17.00	4	24.60	3.89
058-C	GARDENIAS	34.884.80	4.312.69	24.00	3	12.36	2.76
110-L	NUEVA ALEMANIA	268.326.93	3.014.24	241.00	3	1.12	2.52
197-K	S/N	335.185.04	42.090.03	13.00	2	12.56	1.52
026-C	COLINAS DEL REY	294.443.59	60.215.64	5.00	1	20.45	0.95
	TOTAL	1.551.980.34	240.523.93	861.00	108	12.48	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Ladera en el Cerro la Batea

Se encuentra al noroeste de la ciudad, afecta a 16 colonias, con una superficie vulnerable de 121.08 ha y 2,656 VHVs. Las colonias con más VHVs afectadas son las colonias Lomas Altas con 556 VHVs, Luis Echeverría con 520 VHVs y América Manríquez con 417 VHVs (cuadro 4).

Cuadro 4. Viviendas habitadas vulnerables de colonias vulnerables

LADERA EN CERRO LA BATEA							
CLAVE	COLONIA	SUP. TOTAL	SUP. VULNERABLE	VIVIENDAS	VIVIENDAS	COLONIA	LADERA
		M2	M2	TOTALES	VULNERABLES	%	%
		(a)	(i)	(a')	(b')=i / a*a'	(c')=b' / a'*100	(d')=b' / suma a' *100
088-D	LOMAS ALTAS	195.519.30	185.037.44	587.00	556	94.64	20.91
097-C	LUIS ECHEVERRÍA	294.827.05	261.930.05	585.00	520	88.84	19.57
006-F	AMÉRICA MANRIQUEZ	272.933.49	255.785.78	445.00	417	93.72	15.70
095-D	LÓPEZ MATEOS	489.589.98	141.197.10	1.105.00	319	28.84	12.00
115-C	OJO DE AGUA	413.327.16	74.883.67	995.00	180	18.12	6.79
039-L	EMILIANO ZAPATA	423.911.36	52.764.32	1.443.00	180	12.45	6.76
166-F	UNIDAD OBRERA	199.258.74	44.525.80	611.00	137	22.35	5.14
089-I	LOMAS BONITAS	356.016.31	71.734.47	584.00	118	20.15	4.43
187-H	S/N	94.985.87	28.879.63	275.00	84	30.40	3.15
207-G	1º DE MAYO	76.164.88	28.711.75	130.00	49	37.70	1.84
148-H	SANTA FE	173.826.68	10.956.14	404.00	25	6.30	0.96
131-B	EL PUNTO	105.068.17	31.219.61	84.00	25	29.71	0.94
063-D	LA HUERTA	123.144.19	6.963.88	321.00	18	5.66	0.68
183-J	AMPLIACION OJO DE AGUA	42.876.96	9.969.85	59.00	13	23.25	0.52
094-J	LOMAS DEL VALLE	85.830.48	3.079.69	290.00	10	3.59	0.39
117-B	EL PALOMAR	38.038.14	3.213.04	69.00	5	8.45	0.22
	TOTAL	3.385.318.76	1.210.852.22	7.987.00	2.656	33.26	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Ladera en Cerro de la Cruz

Localizada al noreste de la ciudad en el sector Estadios, afecta a 5 colonias, con una superficie vulnerable de 11.91 ha y 364 VHV. Las colonias con más VHV afectadas son las colonias Las Conchas con 134 VHV, Emilio Manuel González con 127 VHV y Francisco Villa con 54 VHV (cuadro 5).

Cuadro 5. Viviendas habitadas vulnerables de colonias vulnerables

LADERA EN CERRO DE LA CRUZ							
CLAVE	COLONIA	SUP. TOTAL	SUP. VULNERABLE	VIVIENDAS	VIVIENDAS	COLONIA	LADERA
		M2	M2	TOTALES	VULNERABLES	%	%
		(a)	(i)	(a')	(b')=i / a*a'	(c')=b' / a'*100	(d')=b' / suma a' *100
030-J	LAS CONCHAS	106.030.17	30.537.90	465.00	134	28.80	36.76
040-C	EMILIO M. GONZÁLEZ	290.659.46	46.779.91	787.00	127	16.09	34.76
052-F	FRANCISCO VILLA	165.116.01	21.135.39	419.00	54	12.80	14.72
132-G	REFORMA	137.582.46	10.827.56	556.00	43	7.87	12.01
185-I	LOMA HERMOSA	495.561.71	9.860.21	320.00	6	1.99	1.75
	TOTAL	1.194.949.81	119.140.97	2.547.00	364	14.30	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Ladera en el Cerro Los Metates

Ubicada al sureste de la ciudad en el sector Tecnológico, afecta a 4 colonias, con un superficie vulnerable de 12.24 ha y 366 VHV.

Las colonias con más VHV afectadas son las colonias Prieto Crispín con 289 VHV, Zitacua con 51 VHV, y Genaro Vázquez con 19 VHV (cuadro 6).

Cuadro 6. Viviendas habitadas vulnerables de colonias vulnerables

LADERA EN CERRO DE LOS METATES							
CLAVE	COLONIA	SUP. TOTAL	SUP. VULNERABLE	VIVIENDAS	VIVIENDAS	COLONIA	LADERA
		M2	M2	TOTALES	VULNERABLES	%	%
		(a)	(i)	(a')	(b')=i / a*a'	(c')=b' / a'*100	(d')=b' / suma a' *100
127-F	PRIETO CRISPÍN	206.802.66	89.818.50	666.00	289	43.43	79.05
178-I	ZITACUA	32.255.64	15.177.93	108.00	51	47.06	13.89
170-B	GENARO VAZQUEZ	89.018.45	12.409.00	133.00	19	13.94	5.07
048-J	FLORES MAGON	94.091.89	5.001.64	137.00	7	5.32	1.99
	TOTAL	422.168.64	122.407.07	1.044.00	366	35.05	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Caracterización de las viviendas

Cálculo del tamaño de la muestra

Para que tuviera validez se realizó un estudio con el tamaño de muestra apropiado de acuerdo a:

Tamaño de la muestra para la población finita y conocida Murray y Larry (2005):

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: tamaño muestral

N: tamaño de la población

Z: valor correspondiente a la distribución de gauss, $z_{\alpha} = 0.05 = 1.96$

p: prevalencia esperada ($p = 0.5$),

q: $1 - p$

i: error que se prevé cometer si es del 3 %, $i = 0.03$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 3,493.91 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.3^2(3,493.91 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = \frac{0.96 \cdot 3,493.91}{0.0009(3,492.91) + 0.96}$$

$$n = \frac{3,354.15}{4.10}$$

$$n = 818.08$$

Cálculo de la muestra estratificada

Por ser una población que se encuentra en varios estratos, y siguiendo la metodología del mismo autor, se realizó el cálculo de la muestra estratificada en base a la siguiente fórmula:

$$f = \frac{N}{n}$$

$$f = \frac{3494}{818.08}$$

$$f = 0.23$$

Los resultados se muestran en el cuadro 7, donde existen colonias que por su área, el número de habitantes y su densidad de población no requieren la aplicación de encuestas como son las colonias: 197-K sin nombre y Colinas del Rey ubicadas en el Cerro de San Juan. Las colonias donde se requiere aplicar mayor número de encuestas son: Lomas Altas y Luis Echeverría en la Ladera del Cerro de La Batea.

Cuadro 7. Calculo de la muestra estratificada de viviendas habitadas vulnerables

LADERA	CLAVE	COLONIA	VIVIENDAS TOTALES	VIVIENDAS VULNERABLES N=3,494	FACTOR n=818 f=n/N	ENCUESTAS NUMERO e = f (N)
CERRO DE LA CRUZ	030-J	LAS CONCHAS	465.00	133.93	0.23	31
	040-C	EMILIO M. GONZÁLEZ	787.00	126.66	0.23	30
	052-F	FRANCISCO VILLA	419.00	53.63	0.23	13
	132-G	REFORMA	556.00	43.76	0.23	10
	185-I	LOMA HERMOSA	320.00	6.37	0.23	1
CERRO DE LA BATEA	088-D	LOMAS ALTAS	587.00	555.53	0.23	130
	097-C	LUIS ECHEVERRÍA	585.00	519.73	0.23	122
	006-F	AMÉRICA MANRÍQUEZ	445.00	417.04	0.23	98
	095-D	LÓPEZ MATEOS	1.105.00	318.68	0.23	75
	115-C	OJO DE AGUA	995.00	180.27	0.23	42
	039-L	EMILIANO ZAPATA	1.443.00	179.61	0.23	42
	166-F	UNIDAD OBRERA	611.00	136.53	0.23	32
	089-I	LOMAS BONITAS	584.00	117.67	0.23	28
	187-H	S/N	275.00	83.61	0.23	20
	207-G	1º DE MAYO	130.00	49.01	0.23	11
	148-H	SANTA FE	404.00	25.46	0.23	6
	131-B	EL PUNTO	84.00	24.96	0.23	6
	063-D	LA HUERTA	321.00	18.15	0.23	4
	183-J	AMPLIACION OJO DE AGUA	59.00	13.72	0.23	3
	094-J	LOMAS DEL VALLE	290.00	10.41	0.23	2
117-B	EL PALOMAR	69.00	5.83	0.23	1	

→

LADERA	CLAVE	COLONIA	VIVIENDAS TOTALES	VIVIENDAS VULNERABLES N=3,494	FACTOR n=818 f=n/N	ENCUESTAS NUMERO e = f (N)
CERRO DE SAN JUAN	070-D	INSURGENTES	238.00	74.55	0.23	17
	045-F	FELIX PEÑA	79.00	14.23	0.23	3
	122-C	EL PEDREGAL	244.00	6.16	0.23	1
	194-H	MINERVA	17.00	4.18	0.23	1
	058-C	GARDENIAS	24.00	2.97	0.23	1
	110-L	NUEVA ALEMANIA	241.00	2.71	0.23	1
	197-K	S/N	13.00	1.63	0.23	0
	026-C	COLINAS DEL REY	5.00	1.02	0.23	0
CERRO DE LOS METATES	127-F	PRIETO CRISPÍN	666.00	289.26	0.23	68
	178-I	ZITACUA	108.00	50.82	0.23	12
	170-B	GENARO VAZQUEZ	133.00	18.54	0.23	4
	048-J	FLORES MAGON	137.00	7.28	0.23	2
TOTAL						818

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Encuesta

La encuesta fue diseñada para obtener la información básica de las características de las VHV, todas las encuestas fueron aplicadas en el mes de noviembre por estudiantes del 10° semestre de la carrera de Arquitectura del Instituto Tecnológico de Tepic previa capacitación. Se obtuvieron los siguientes resultados generales de las VHV: el 68% es vivienda tipo medio, el 58 % solo tienen un nivel, el 87% es autoconstrucción, el 69 % tienen una edad entre 10-50 años, el 48% tiene un nivel de conservación regular, el 63% tienen cimentación de piedra, el 97% tiene muros de ladrillo rojo recocido o block de jal, el 81% tienen cubierta de concreto armado, el 57% su construcción es al contrario de la pendiente, el 67% modificó la pendiente natural, el 70% no tienen árboles dentro de su terreno, el 66% su calle esta empedrada, el 85% cuenta con drenaje público, el 86% dispone su agua pluvial a la calle (cuadro 8).

Cuadro 8. Caracterización de las viviendas habitadas vulnerables

CARACTERISTICAS LADERAS		CERRO DE LA BATEA	CERRO DE LA CRUZ	CERRO DE SAN JUAN	CERRO DE LOS METATES	PROMEDIO
TIPO VIVIENDA	INTERES SOCIAL	24	35	27	27	28
	MEDIA	70	65	65	73	68
	RESIDENCIAL	6	0	8	0	4
NIVELES	1	56	61	50	64	58
	2	42	35	46	33	39
	+ 3	2	4	4	2	3
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	AUTOCONTRUCCION	80	82	88	99	87
	PROF. PRIVADA	12	5	12	1	7
	PROF. COLECTIVA	8	13	0	0	5

→

CARACTERÍSTICAS LADERAS		CERRO DE LA BATEA	CERRO DE LA CRUZ	CERRO DE SAN JUAN	CERRO DE LOS METATES	PROMEDIO
EDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	0-10	29	4	50	39	31
	10 - 50	69	96	50	61	69
	+ 50	2	0	0	0	1
NIVEL DE CONSERVACIÓN	BUENO	42	46	46	43	44
	REGULAR	46	49	50	46	48
	PESIMO	12	3	4	11	8
MATERIAL EN CIMENTOS	PIEDRA	58	57	85	52	63
	CONCRETO	39	41	0	39	30
	OTRO	3	1	15	8	7
MATERIAL EN MUROS	LADRILLO/ BLOCK	97	96	96	100	97
	CONCRETO	2	4	4	0	2
	OTRO	1	0	0	0	0
MATERIAL EN CUBIERTA	CONCRETO	74	83	88	80	81
	LADRILLO	17	16	8	5	11
	LAMINA	9	0	4	15	7
ORIENTACIÓN	DE ACUERDO A LA PENDIENTE	64	31	42	33	43
	CONTRARIO A LA PENDIENTE	36	69	58	67	57
TERRENO	PENDIENTE NATURAL	44	12	42	35	33
	PENDIENTE MODIFICADA	56	88	58	65	67
ARBOLES EN TERRENO	EXISTE	31	14	38	37	30
	NO EXISTE	69	86	62	63	70
CALLE	TIERRA	8	5	23	3	10
	PIEDRA	69	78	65	54	66
	ASFALTO/ CONCRETO	22	5	12	43	20
AGUAS NEGRAS	DRENAJE PUBLICO	94	98	50	98	85
	FOSA SEPTICA	5	2	50	0	14
	SIN DRENAJE	1	0	0	2	1
AGUA PLUVIAL	A LA CALLE	90	98	96	58	86
	DRENAJE PUBLICO	9	1	4	40	14
	POZO DE ABSORCION	1	1	0	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Existen 3,494 VHV por encontrarse asentadas en zonas de riesgo por inestabilidad de laderas en la ciudad de Tepic que representa el 3.8% de las VHT. La ladera con mayor número de VHV es la ubicada en el Cerro La Batea con 2,656. La colonia con más VHV es Lomas Altas con 556. En total se ven afectadas 33 colonias, con un total de 3,494 VHV.

Las características de las VHV muestran deficiencias, la mayor parte (87%) son viviendas que fueron autoconstruidas con buen material pero sin supervisión profesional, aunque su construcción es relativamente joven, el mantenimiento muestra niveles bajos de conservación. El mal trazo urbano dio como resultado que la mayor cantidad de las viviendas se encuentren mal orientadas, al contrario de la pendiente natural y la mayoría realizó modificaciones a la pendiente natural de la ladera, lo que hace que las construcciones sean inestables; no tienen árboles en sus terrenos lo que permite la

fácil erosión del suelo; sus calles son empedradas y cuentan con drenaje público para sus aguas negras, sus aguas pluviales las descargan a la calle, lo que potencializa la inestabilidad de su ladera.

Por lo cual las características de las VHV asentadas en las zonas de riesgo por inestabilidad de laderas requieren lo siguiente para minimizar un posible daño:

- Verificar la estructura de las viviendas por un profesional.
- Canalizar los drenajes pluviales y sanitarios.
- Plantar vegetación.
- Verificar que las obras de contención existan y que se apeguen a las normas.
- Permitir el crecimiento de viviendas que cuenten con sus permisos correspondientes.
- No permitir la colocación de carpeta asfáltica ni de concreto en sus calles.

El crecimiento desordenado de Tepic representa un reto de planeación urbana para las autoridades competentes de todos los niveles de gobierno. Para prevenir un desastre es necesario realizar programas de concientización de la población, de reforzamiento de zonas o en su caso de reubicación de viviendas.

Se espera que esta información sea precedente de investigaciones posteriores y de sustento a toma de decisiones adecuadas y pertinentes por parte de las autoridades correspondientes de acuerdo con las normas de planeación urbana y de construcción estructural.

Referencias

BAZANT, Jan. **Manual de Diseño Urbano Ambiental**. México, D. F.: Trillas, 2010, p. 128.

BEAS, María Gabriela; LÓPEZ, Javier; GARCIA, Erika. Determinación de la población en riesgo por deslizamiento de Laderas en la ciudad de Tepic. **Universo de la Tecnológica**, Tepic, Nayarit, n. 19, p. 9-12, 2014.

BRIONES, Fernando. Inundados, reubicados y olvidados: traslado del riesgo de desastres en Motozintla, Chiapas. **Revista de Ingeniería**, Colombia, n. 31, p. 132-144, 2010.

CARAM, Mariana; PÉREZ, Soledad. Entre el riesgo ambiental y el riesgo social: buscando una salida a la tenencia irregular. **Argentina de sociología**, Argentina, v. 4, n. 6, p. 50-64, 2006.

GÓMEZ, María Dolores; GRANELL, María del Carmen. Movimientos de ladera y planteamiento urbanístico: conflicto del Cerro del Ope, Archena (Murcia). **Papeles de Geografía**, Murcia, v. 49, n. 50, p. 83-99, 2009.

HERNÁNDEZ, Camilo; CASTABLANCO, Diego Julian. Aproximación integral a la evaluación y manejo de riesgos sobre la infraestructura urbana. **Revista de Ingeniería**, Colombia, n. 31, p. 84 –96, 2014.

JUÁREZ, María del Carmen; ÑIGUEZ, Luisa; SÁNCHEZ, Miguel Ángel. Niveles de riesgo social en la Riviera mexicana. **Investigaciones Geográficas**, México, D.F., v. 61, p. 75-88, 2006.

LÓPEZ, John Jairo; LÓPEZ, Carlos Andrés. El Urbanismo de Ladera: Un reto ambiental, tecnológico y del ordenamiento territorial. **Bitácora Urbana Territorial**, Colombia, v. 1, n. 8, p. 94-102, 2014.

MARTÍNEZ-YÁÑEZ, Mario Alberto; CABRAL-CANO, Enrique; CORREA-MORA, Francisco; DÍAZ-MOLINA, Oscar; CIFUENTES-NAVA, Gerardo; HERNANDEZ-QUINTERO Esteban; DELGADO-GRANADOS, Hugo. Estudio de la ladera occidental del Cerro del Chiquihuite, Ciudad de México mediante SIG y GPS. **Ingeniería. Investigación y Tecnología**. Mexico, D.F., v. X, n. 2, p. 99-112, 2009.

RODRÍGUEZ, Juan Manuel. Los desastres naturales en Mexicali, B.C.: Diagnostico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana. **Frontera Norte**, Mexico, D.F., v. 14, n. 27, p. 123-153, 2002.

SCHJETMAN, Mario; CALVILLO, Jorge; PENICHE, Manuel. **Principio de Diseño Urbano Ambiental**. México, D.F.: Árbol, 2010, p. 6.

THOMAS, Javier Enrique. Evaluación de la vulnerabilidad social ante las amenazas naturales en Manzanillo (Colima), un aporte al metodo. **Investigaciones Geográficas**, México, D.F., n. 81, p. 79-93, 2013.

Javier López Solís

Arquitecto por el Instituto Tecnológico de Tepic (Nayarit, México).

Maestro en Ciencias Ambientales (M.C.) por la Universidad Autónoma de Nayarit (Nayarit, México). Dirección postal: Guatemala 136, Fraccionamiento Villa de la Paz, C. P. 63190, Tepic, Nayarit. México.

Email: pezsolj@hotmail.com

María Gabriela Beas Medina

Arquitecta por el Instituto Tecnológico de Tepic (Nayarit, México).

Maestra en Ciencias Ambientales (M.C.) por la Universidad Autónoma de Nayarit (Nayarit, México). Dirección postal: Guatemala 136, Fraccionamiento Villa de la Paz, C. P. 63190, Tepic, Nayarit. México.

Email: arteydiseno.1993@gmail.com

Erika Imelda García Ramírez

Ingeniero Químico por el Instituto Tecnológico de Tepic (Nayarit, México).
Maestra en Ciencias Naturales y Biopsicosociales (C.N.B.P.S.) por el Instituto de Estudios Tecnológicos y Superiores Matatipac A.C. Tepic (Nayarit, México).
Dirección postal: Valle de San Juan 1207, Col. Valle de la Cruz, C. P. 63036, Tepic, Nayarit. México.
Email: grei8@hotmail.com

Recebido para publicação em março de 2015
Aprovado para publicação em maio de 2015