

Evaluación del riesgo ante movimientos de ladera en el casco urbano del municipio de San Nicolás

Mabel Jaqueline González González ¹

¹ Maestría Centroamericana en Evaluación de Riesgos y Reducción de Desastres. UNAN-Managua, CIGEO. Investigadora en el Instituto de Geología y Geofísica (IGG). Managua, Nicaragua. Correo electrónico: majagongon@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el casco urbano del Municipio de San Nicolás, Departamento de Estelí, considerando la susceptibilidad que presenta ante movimientos de ladera, dado sus condiciones físico-naturales y antrópicas. Para poder determinar el riesgo ante movimientos de ladera se analizaron dos componentes: la susceptibilidad y la vulnerabilidad. La amenaza no fue analizada debido a la falta de información para poder obtener los periodos de recurrencia.

Los resultados de susceptibilidad ante movimientos de laderas, fueron los siguientes: el 34% del área de estudio presenta susceptibilidad Moderada y el 30% presenta susceptibilidad Muy Alta. Esto datos indican que el territorio presenta un nivel de peligro alto. La vulnerabilidad fue obtenida mediante la sumatoria de cuatro componentes, subdividiéndose en veinticuatro subcomponentes y restándole los indicadores de resiliencia. Los componentes que presentaron mayor índice de vulnerabilidad son: el medio físico o medio construido, ya que no hay un manejo de las aguas superficiales y no hay tratamiento de desechos sólidos; asimismo, el componente económico, debido a los bajos ingresos económicos y altos índices de desempleo. Esto implica una pobre aplicación de normativas. Al multiplicar ambos factores (susceptibilidad y vulnerabilidad), se encontró lo siguiente: 17 edificaciones y el cementerio están

ubicadas en lugares de Alto a muy Alto Riesgo. Sin embargo, según análisis realizado por la autora, considerando otros parámetros, todas las edificaciones están bajo Riesgo Alto, debido a la dirección del movimiento de laderas. Esto no significa que todo el poblado será afectado de manera simultánea, sólo indica que puede alcanzar las zonas pobladas.

Palabras Claves: Amenaza, vulnerabilidad, riesgo, susceptibilidad.

ABSTRACT

This study was conducted in the urban area of the Municipality of San Nicolas, Estelí Department, considering the susceptibility to landslides, because of its natural physical conditions and man-made. In order to determine the risk to landslides, it was analyzed two components: the susceptibility and vulnerability. The hazard was not analyzed because of the lack of information to obtain the periods of recurrence.

The results of susceptibility to slope movements were as follows: 34% of the study area got susceptibility Moderate and 30% Very High susceptibility. This data indicates that the territory has a high hazard level. The vulnerability was obtained by the sum of four components, subdivided into twenty-four subcomponents and subtracting resilience indicators. The components had higher vulnerability index are: the physical or built environment, as there is no

management of surface water and no solid waste treatment; also the economic component, due to low income and high rates unemployment. This implies a poor implementation of regulations. Multiplying both factors (susceptibility and vulnerability), we found the following: 17 buildings and cemetery are located in places from High to Very High Risk. However, according to analysis by the author, as other parameters, all buildings are under High Risk due to the direction of movement of slopes. This does not mean that the whole village will be affected simultaneously, however indicates that landslides can reach populated areas.

Keywords: Threat, vulnerability, risk, susceptibility.

INTRODUCCIÓN

Nicaragua en la región del Pacífico y Central, presenta riesgo ante movimientos de laderas, que pueden causar desastres como el ocurrido el 30 de Octubre de 1998, en el Volcán Casita; donde ocurrió un desastre originado por un flujo de detritos en el flanco Sur del Volcán durante el Huracán Mitch. Este evento causó la muerte de más de 2,000 personas, cerca de 3,500 refugiados, 523 casas destruidas y 130 dañadas; además de pérdidas en la infraestructura social y productiva del municipio.

Durante el huracán Mitch, en el Municipio de San Nicolás departamento de Estelí, hubo deslizamientos en los taludes de carretera, en áreas en que las pendientes oscilan entre 35-45%. Alrededor de 100 viviendas experimentaron afectaciones, y causó la incomunicación de varias comunidades. Adicionalmente hubo pérdidas económicas debido a cosechas anegadas o en zonas de deslizamientos, desabastecimiento de alimentos, combustible y retrasos en la comercialización de la producción agrícola y ganadera (INETER, 2005). Por otro lado, en zonas con espesa cobertura boscosa, también se observaron movimientos de laderas condicionados por las altas pendientes (mayores del 15%) e intensas

precipitaciones, que ocasionó pérdidas severas en la infraestructura productiva.

El casco urbano (856 habitantes) se encuentra rodeado por escarpes cuyas pendientes de inclinación van de 20 a 90%, existiendo factores condicionantes y desencadenantes para los movimientos de laderas que pueden causar desastres.

Considerando la susceptibilidad del Municipio de San Nicolás, se propuso la presente investigación, con el objetivo: Evaluar el riesgo ante movimientos de laderas en el casco urbano del municipio de San Nicolás, Departamento de Estelí, en el año 2011. Se espera que los resultados de la investigación sean una herramienta para la elaboración de planes de gestión de riesgo y que facilite procesos de tomas decisiones en la municipalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio que se estableció fue la circunscripción del casco urbano y una microcuenca delimitada por las alturas topográficas máximas del terreno, obteniendo una superficie de 3.2km².

En esta investigación se analiza la susceptibilidad, la vulnerabilidad y el riesgo. **Para la evaluación de la susceptibilidad**, se utilizó los siguientes métodos:

Método Geomorfológico: Se recopiló y valoró el material existente, fotos aéreas de 1954, 1970, 2000, mapa cartográficos de 1988 y 2006, datos históricos de deslizamientos, datos geológicos, litológicos, estructurales, estudios anteriores sobre inestabilidad y vistas de campo con expertos geólogos, por medio de los cuales se determinan las formas geológicas del terreno en estudio.

Método círculo de susceptibilidad o rangos: La evaluación de la susceptibilidad, se basa en el estudio de la relación que existe entre los diferentes factores

que caracterizan el terreno y las zonas donde se han detectado inestabilidades, con el fin de extrapolar al resto del área estudiada, la posibilidad de presentar movilización en función de las características del terreno en cada zona. (Esta metodología ha sido desarrollada por Geólogos del Mundo ONG – española) y aplicada en El San Salvador (Cuscatlán y Usulután) y en el Municipio de Catarina, Nicaragua.

Los diferentes factores se expresan mediante mapas temáticos, los que están referidos a un factor condicionante del movimiento del terreno, en donde cada mapa se dividió en clases a las que se les asignó valores. De esta manera se determinó que clases han originado inestabilidades, y que zonas presentan características similares que no han presentado inestabilidad, pero aplicando el principio del actualismo geológico se puede deducir que son terrenos susceptibles a movimientos de terreno. (Blandón, 2006)

Definiendo así mapas temáticos como: pendientes, geomorfología, uso actual de suelo y litología. Para confirmar datos litológicos, se realizaron secciones delgadas a muestras de roca.

Se realiza la sumatoria de todo los mapas, posteriormente se clasificaron los resultados, atribuyéndoles niveles de susceptibilidad Bajo, Medio, Alto y muy Alto.

Se debe mencionar que la metodología de círculos de susceptibilidad fue modificada, se omitió la multiplicación de la suma de los mapas por la cantidad de movimientos de laderas existentes, ya que estos son catalogados a manera de puntos, y debido al tamaño del área en estudio que es de 3.2km², y por la escala no permitieron catalogarlos como puntos, sino más bien dejarlos incluidos en el mapa de geomorfológico.

Los sistemas de información geográfica permitieron realizar la superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes.

Para la determinación de la vulnerabilidad se usó el método desarrollado por el Programa de Estudios Ambientales Urbanos y Territoriales, de la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua, llamado “Sistema de Gestión de Riesgo”; a éste se le realizaron modificaciones debido a que se enfoca en la determinación del riesgo, bajo el concepto de multiriesgos por medio de las multiamenazas.

El primer paso consistió en la valoración cualitativa de la multiamenazas, este acápite fue sustituido por el estudio de la susceptibilidad ante movimiento de laderas, usándose sólo:

Definición de zonas o unidades de estudio: Se divide el área en zonas más o menos homogéneas, estudiando detalladamente sus características físico naturales y espaciales. Para la delimitación de zonas se utilizaron las siguientes variables: geomorfología, drenaje fluvial, homogeneidad en el uso actual de suelo, morfología urbana. Una vez definidas las unidades se procede de forma paralela a una inspección de los sitios.

La inspección de sitios: Se realiza una evaluación preliminar del área urbana, conocida como “walkdown”, que consiste en la identificación y valoración inicial in situ de situaciones potencialmente vulnerables en un nivel preliminar.

Valoración de componentes por unidades de estudios o zonas: Los componentes urbanos territoriales son todos aquellos aspectos que conforman la ciudad y que la hacen susceptible a recibir daño debido a una amenaza determinada, así como a aquellos que tienen una clara incidencia sobre el funcionamiento de la ciudad. Dichos componentes zona: componentes físicos del medio construido,

económicos, legales-jurídicos, culturales, sociales. Cada componente posee subcomponentes (en total veinticuatro), y éstos a su vez, poseen parámetros de evaluación dentro de una matriz.

Tanto para la inspección de sitios como para la valoración de componente por unidades de estudios, se realizaron encuestas a la población con un margen del 95% de confiabilidad y también entrevistas a representantes de las autoridades locales de distintas instituciones presentes en el área de estudio.

Cada uno de los subcomponentes poseen criterios, que permiten cuantificarlos en niveles de vulnerabilidad, los que van de 5 puntos como el nivel máximo de vulnerabilidad, 3 y 1 como valor bajo.

Cada zona o unidad obtiene una puntuación según los parámetros y luego se hace una sumatoria, la suma puede variar de 20 a 100. Los valores < 39 la vulnerabilidad es baja, entre 40 y 60 moderada, entre 61 y 80 alta, valores > 80 es severa.

Determinación de la reducción de la vulnerabilidad por zonas: Factores de corrección o resiliencia, están recopilados por medio de una matriz. Los valores de reducción de la vulnerabilidad pueden variar desde 0 hasta 20. Luego se determina la eficacia de los factores de corrección, calculando el índice de reducción de la vulnerabilidad. El cual puede tomar valores de 0 no hay reducción de la vulnerabilidad, 0.2 mínima reducción, 0.5 – 0.6 importante reducción, 1 máxima reducción, esto indica el aporte que producen las medidas de preparación para el desastre (Prevención) y sirve para evaluar la preparación para el desastre.

Después de calcular la suma del factor de reducción de la vulnerabilidad, fue necesario restar este valor al valor total de vulnerabilidad para obtener la vulnerabilidad corregida.

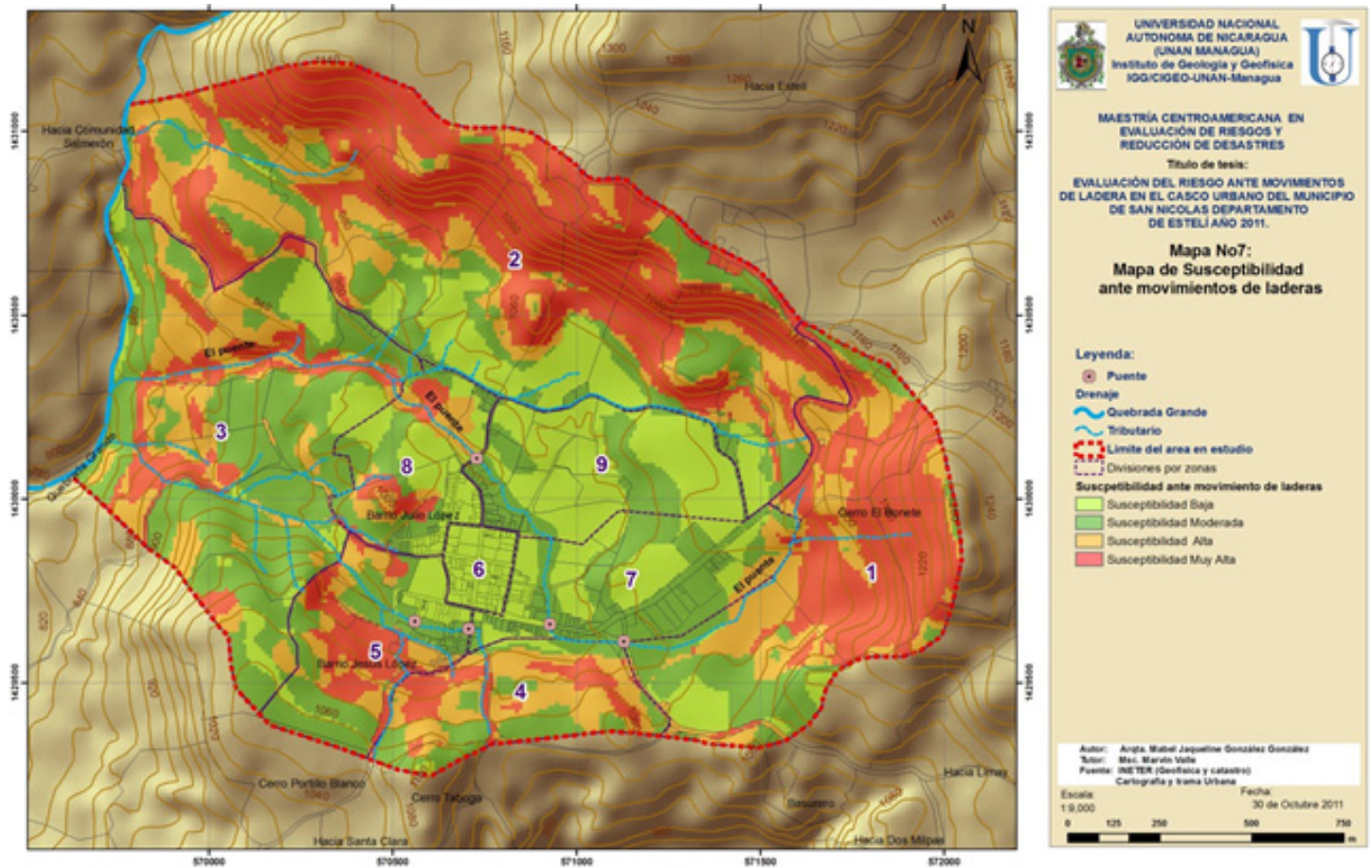
El cálculo para obtener el nivel de riesgo, es una modificación hecha por la autora; debido a que se multiplica la susceptibilidad por la vulnerabilidad corregida, y se clasifica por medio de los rangos de niveles de riesgo: valores < 96 significa niveles bajo de riesgo, entre 97 y 160 niveles moderados de riesgos, entre 161 y 224 niveles altos de riesgos, mayores de 225 niveles severos de riesgos.

RESULTADOS

Susceptibilidad: habiendo dado criterios a las variables considerados en cada mapa temático, se realiza la sumatoria de cada uno de ellos. Los rangos de valoración, obtenidos en los resultados van de 5 a 13 puntos; considerándose 5 el valor menos susceptible y 13 la zona más susceptible de ocurrir movimientos de laderas. Se presenta en breve los resultados y su descripción: (Tabla 1)

Tabla 1: Valores asignados de resultados de susceptibilidad ante movimientos de ladera			
Rangos	Valor	Descripción	Superficie en Km ²
5 a 6	1	Susceptibilidad Baja	0.52
7 a 8	2	Susceptibilidad Moderada	1.084
9 a 10	3	Susceptibilidad Alta	0.65
11 a 13	4	Susceptibilidad Muy Alta	0.98

El mayor porcentaje de cobertura por susceptibilidad es la Moderada con 34%, seguido de Muy Alta. Lo que demuestra que el territorio presenta un nivel de peligro igualmente alto, porque sus puntos de Muy Alta susceptibilidad son múltiples y lo rodean. Como se muestra a continuación: (Mapa 1)



Mapa 1. Mapa de susceptibilidad ante movimientos de ladera. Fuente propia

Susceptibilidad Baja: Las zonas que presentan susceptibilidad Baja ante movimiento de laderas son la: 7,9 y 8. Los resultados en este caso están en concordancia con las pendientes, que son de 0 a 10 grados; caracterizadas como las menos susceptibles de que ocurra movimiento de laderas, a pesar de su uso de suelo.

Susceptibilidad Moderada: La zona 6, se ubica dentro de esta clasificación; el resultado obedece principalmente a la sumatoria de pendientes y al uso de suelo. Sin embargo este resultado se debe reconsiderar ya que un uso de suelo netamente urbano, ubicado sobre pendiente de llanuras, remotamente puede causar movimiento de laderas. Siendo necesario reclasificar este resultado de susceptibilidad de Moderada baja. Por tanto la zona 6 presenta susceptibilidad baja.

Los resultados obtenidos en la zona 7 y 9 con este tipo de susceptibilidad, no serán reclasificados aunque sus pendientes sean bajas; debido a la presencia de drenaje fluvial, en las zonas 3, 8 se están desarrollando en él deslizamientos translacionales de suelos.

Otras zonas que presentan susceptibilidad moderada es la 5 y 4; en parte debido al tipo de cobertura de suelo y boscosa. También en la zona 1 y 2, se puede encontrar Moderada susceptibilidad; sin embargo están ubicados en la misma dirección de recorrido de los movimientos de laderas de la zona de susceptibilidad Muy Alta.

Susceptibilidad Alta: Se encuentran a manera de manchas en todas las zonas a excepción de la zona 7 y 9. Su existencia se debe en muchos casos al tipo de cobertura del suelo como bosques y al tipo de

pendiente de baja a moderada. 7.

La susceptibilidad Alta, en todos los casos bordea o está junto con la susceptibilidad Muy Alta. Es decir de modificar el uso de suelo en las partes donde existe bosque, la susceptibilidad Muy Alta cubrirá mayor territorio, aumentando su peligrosidad.

Susceptibilidad Muy Alta: Las zonas más susceptibles son la 1 y 2, en correspondencia con las altas pendientes, litología, geomorfología. El uso de suelo no es un factor que determina la Susceptibilidad

Muy Alta ya que estas zonas en su mayoría se encuentran recubiertas de bosques desarrollados.

La zona 4 y 5, se consideran susceptibilidad Muy Alta, esto a pesar de sus bajas pendientes, obedeciendo más bien al tipo de uso actual de suelo que es cultivos perennes.

Sumatoria de los componentes de vulnerabilidad: Se presenta a continuación la valoración de las vulnerabilidades por cada una de las zonas:

Tabla 2: Matriz para valorar la vulnerabilidad por zonas urbanas										
N°	Sub componentes	Zonas urbanas								
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
1	Calidad de la construcción	5	3	5	1	3	1	1	3	1
2	Redes técnicas	5	5	5	1	3	3	3	3	3
3	Estado técnico de edificaciones de salud	1	1	1	1	1	3	1	1	1
4	Red vial	3	2	3	5	3	1	1	3	1
5	Morfología urbana	1	1	3	1	5	1	1	3	1
6	Red de drenaje	3	5	5	5	5	3	5	5	3
7	Tratamiento de desechos	5	5	5	1	5	5	5	5	5
8	Densidad de edificaciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Compatibilidad de usos de suelo	3	3	3	3	5	5	3	3	3
10	Emplazamiento	1	5	5	1	5	1	3	3	5
11	Densidad de población	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Ingreso económico	5	5	5	1	5	5	5	5	5
13	PEA	5	5	5	1	5	5	5	5	5
14	Marco legal	5	5	5	1	5	5	5	5	5
15	Conductas Locales	3	3	3	1	3	3	3	3	3
16	Seguridad Ciudadana	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Participación ciudadana	5	5	5	1	5	5	5	5	5
18	Vicios de construcción	5	5	5	1	5	5	5	5	5
19	Estructura etárea de la población	3	3	3	1	3	3	3	3	3
20	Morbilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	Mortalidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	Analfabetismo	3	3	3	1	3	3	3	3	3
23	Escolaridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	Movimientos pendulares	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA		68	71	76	34	76	64	64	70	64

Las zonas en su mayoría tienen vulnerabilidad alta a excepción de la zona 4 con vulnerabilidad baja. A continuación los resultados de la reducción de la vulnerabilidad, resumida en la tabla 3:

N°	Factor	Valor
1	Existencia de máquinas ingenieras y equipos de rescate	1
2	Coordinación institucional	1
3	Recursos humanos del sector salud	2.5
4	Recursos materiales	0
5	Planes de emergencia hospitalarios	2.5
6	Programas de vigilancia epidemiológica	2.5
7	Preparación institucional	0
8	Instrucción de la población para la catástrofe	1
	SUMA	10.5

El valor en total de la reducción de vulnerabilidad en todas las zonas es de 10.5, para poder determinar el aporte que producen en las medidas de preparación para el desastre (Prevención) y para evaluar la preparación para el desastre; se calcula en índice de reducción de vulnerabilidad como se muestra a continuación en la tabla 4:

N°	Sub componentes	Zonas urbanas								
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
1	Suma de vulnerabilidades	68	69	76	34	74	64	66	68	64
2	Resta la Corrección de la Vulnerabilidad	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
3	Índice de Reducción de la Vulnerabilidad	0.15	0.16	0.14	0.42	0.14	0.17	0.15	0.15	0.16

Los resultados indican que el aporte para la preparación, prevención ante los desastres, son mínimos; que a la vez puede considerarse un factor de vulnerabilidad territorial.

Resultados vulnerabilidad corregida: Se realiza el cálculo de la vulnerabilidad corregida.

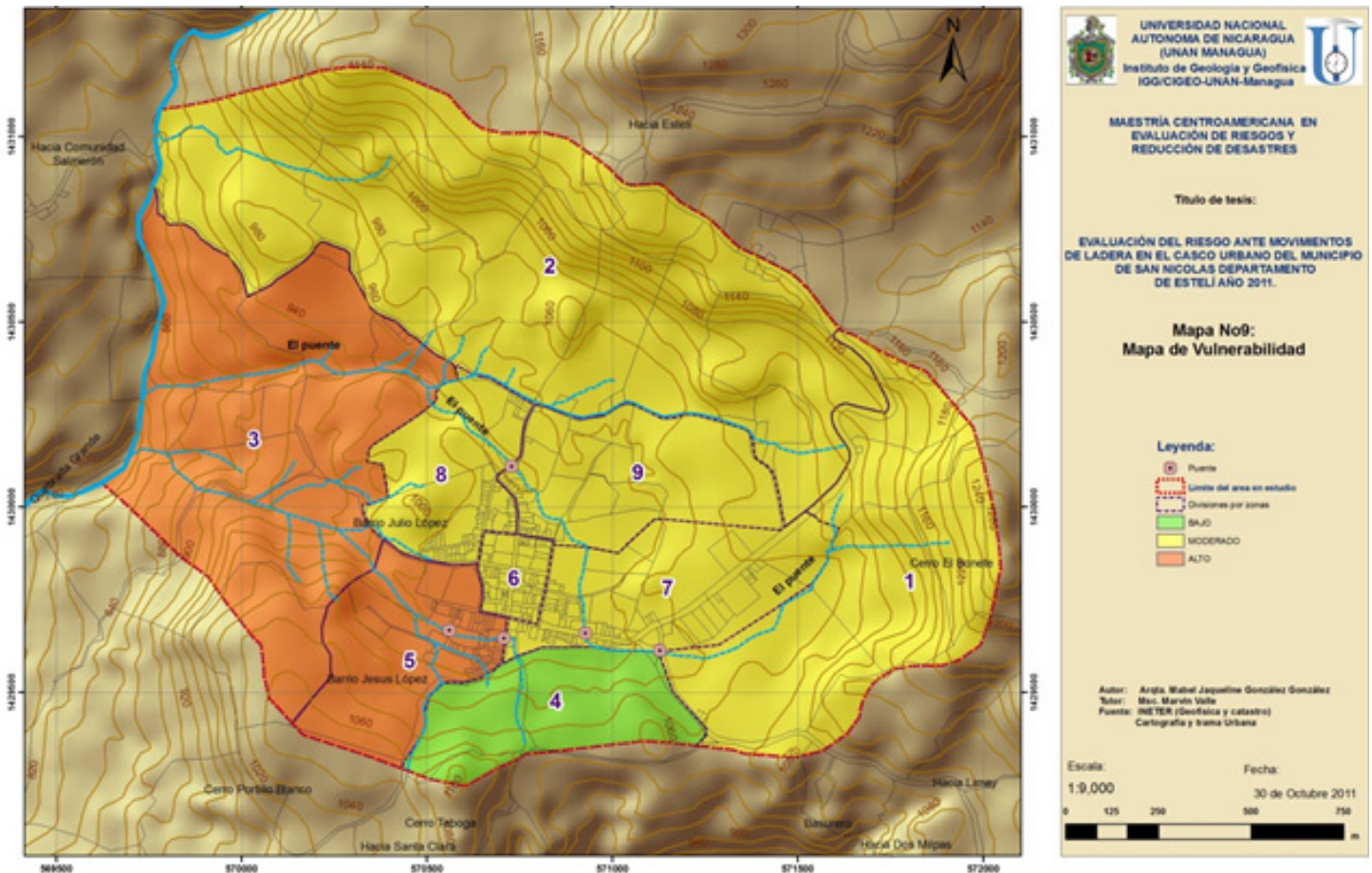
Es apreciable como algunas zonas toman valores de 40 a 60 lo que indica que su vulnerabilidad es moderada como: 1, 2, 6, 7, 8,9; sin embargo las zonas 3 y 5 permanecen dentro de la clasificación de

vulnerabilidad alta y la zona 4 permanece dentro de la vulnerabilidad baja.

No obstante en las zonas donde la vulnerabilidad se considera moderada, los valores numéricos que obtuvieron son muy próximos a los valores de la vulnerabilidad alta; indicando que de modificarse los componentes o reductores de la vulnerabilidad se pueden obtener mejores o peores resultados, demostrando así su fragilidad (Mapa 2).

Tabla 5: Vulnerabilidad corregida

N°	Sub componentes	Zonas urbanas								
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
1	Suma de vulnerabilidades	68	69	76	34	74	64	66	68	64
2	Resta la Corrección de la Vulnerabilidad	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5



Mapa 2. Mapa de vulnerabilidad. Fuente propia

Evaluación del riesgo

De la multiplicación de los elementos vulnerabilidad por la susceptibilidad, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 6: Superficie ocupada según el nivel de riesgo ante movimiento de laderas

Niveles	Valores de la multiplicación	Superficie en Km2	Porcentaje
Riesgo Bajo	< 96	0.7	22%
Riesgo Moderado	97 y 160	1.4	44%
Riesgo Alto	161 y 224	1	31%;
Riesgo muy Alto o severo	>225	0.1	3%

El mapa obtenido de multiplicar la susceptibilidad por vulnerabilidad, representa el riesgo de toda el área de estudio, y no únicamente el riesgo para las zonas de infraestructura. Esta consideración es importante, ya que existen actividades económicas basadas en el aprovechamiento de los recursos naturales como el bosque, y que son elementos condicionantes ante movimientos de laderas, en el aspecto de vulnerabilidad y susceptibilidad.

Riesgo Bajo: La zona 4 está ubicada dentro de la clasificación riesgo bajo, debido a sus valores bajos de vulnerabilidad; no así en la susceptibilidad. Sin embargo esto no significa que la zona puede ser utilizada como un área para futuro crecimiento urbano, ya que se incumpliría con el Artículo 39 del DECRETO No. 78-2002. Por otro lado, el cambio en uso de suelo aumentaría la susceptibilidad de que ocurran movimientos de laderas.

Al centro de la zona 9 y en algunos sectores de la zona 1, 7 y 8 se puede encontrar riesgo bajo, en este caso el resultado se encuentra influenciado mayoritariamente por los resultados que obtuvieron en susceptibilidad.

Riesgo Moderado: La zona 6 está en un 100% dentro del riesgo moderado, debido a los valores que obtuvo en la vulnerabilidad. Existen zonas que obtuvieron este resultado, de manera parcial, como la zona 1, 2, 3, 5, 8 y 9; la razón en estos casos se debe a los valores de la susceptibilidad.

Riesgo Alto: Las zonas 2 y 1, presentan riesgo alto de afectaciones por movimientos de laderas. En estas zonas la susceptibilidad ante movimiento de laderas es muy alta, sin embargo, no llegan a considerarse de riesgo muy alto o severo debido a que sus valores de vulnerabilidad son moderados.

Las zonas 3 y 5 contiene en zonas pequeñas estos valores, los que están junto o bordean los resultados de riesgo muy alto.

En la zona 3, se obtuvo como resultado que tres viviendas poseían un nivel de riesgo moderado. Sin embargo, este resultado no reflejaba su situación de riesgo real, que estaba marcada por: la cercanía al drenaje superficial; la existencia de un puente que forma un cañón donde ocurren movimientos de laderas de forma incipiente (Ejemplo: deslizamientos translacionales de suelo en el cementerio); y su alto grado de vulnerabilidad. Por tanto, las tres viviendas fueron reclasificadas con el valor de riesgo alto.

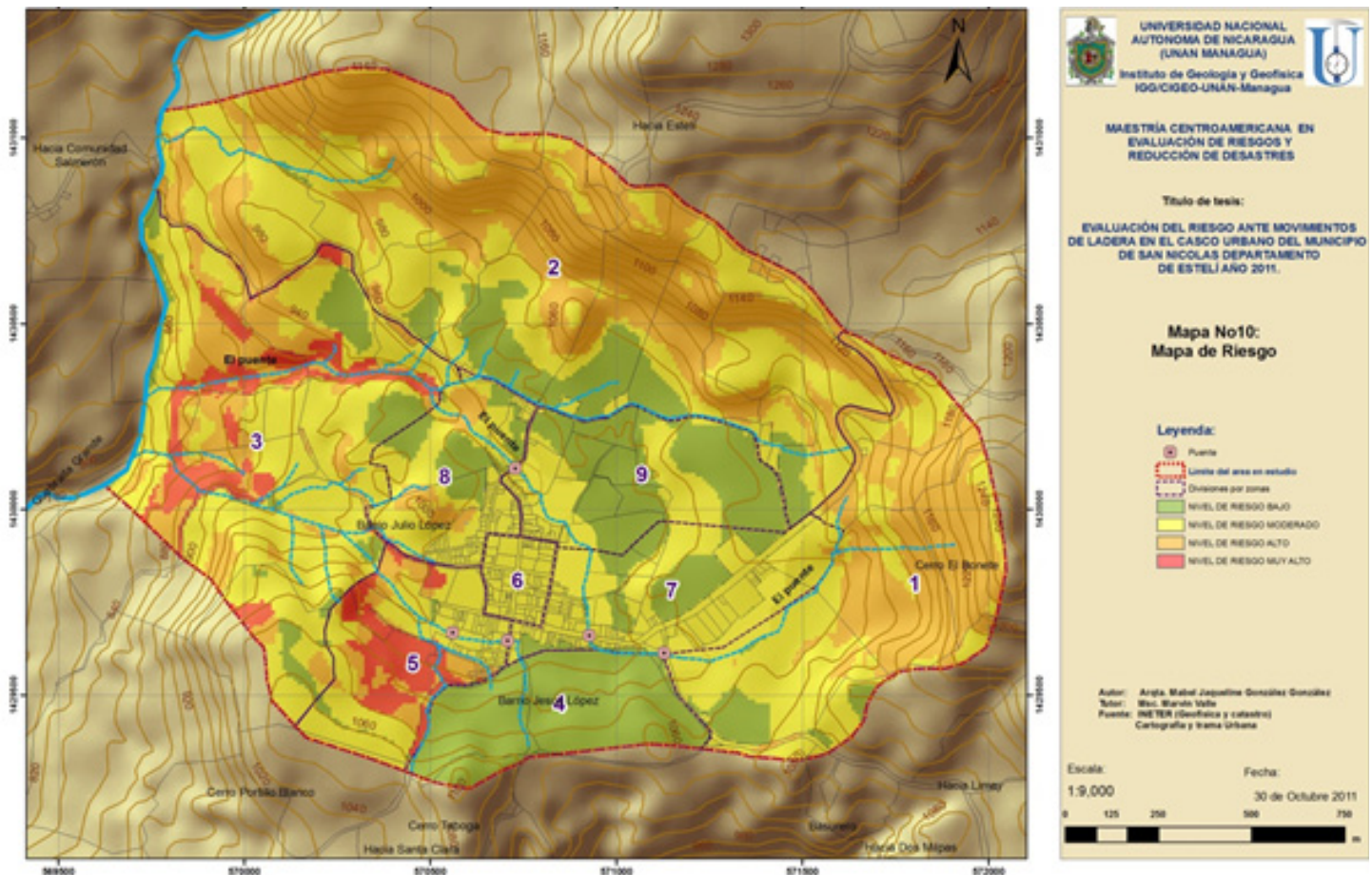
Riesgo muy Alto: La zona 3 posee riesgo muy alto en las partes donde las pendientes son abruptas en el sector Oeste principalmente, y en la zona que bordea el río Quebrada grande.

En la zona 5, el riesgo muy alto se ubica en la parte central, donde prevalece el uso de suelo agrícola y uso de suelo mixto (vivienda y cultivo). También en la parte Norte del cementerio se encuentra este nivel de riesgo, siendo un punto crítico por la suma del peligro a la salud pública de los habitantes.

Existen edificaciones y equipamiento urbano que se encuentran dentro de zonas riesgo alto y/o muy alto como:

Tabla 7: edificaciones dentro del riesgo alto y/o muy alto			
Tipo de edificación	Riesgo	Zona	Cantidad
Viviendas, en una de ellas también se cultiva.	Alto	2	3
Vivienda, en el sector Oeste del lote.	Alto	8	1
Viviendas	Alto	5	6
Vivienda	Alto	3	3
Total de edificaciones en riesgo Alto	13		
Viviendas	Muy Alto	3	1
Viviendas, en una de ellas también se cultiva.	Muy Alto	5	3
Cementerio- Equipamiento urbano	Muy Alto	5	1
Total de edificaciones en riesgo Muy alto	5		

Es decir que las 17 edificaciones y el cementerio, se encuentran en sitios que los hacen propensos a sufrir daños por encontrarse sobre áreas en las que se pueden dar movimientos de laderas. Se puede observar con mayor claridad los resultados del análisis del riesgo en el siguiente mapa.



Mapa 3. Mapa de riesgo del casco urbano del municipio de San Nicolás. Fuente propia

En los resultados presentados anteriormente, no se aborda la dirección del movimiento de laderas y su cobertura; ya que para esto se deben realizar estudios completos de geotecnia, dataciones radiométricas, un

estudio geológico estructural, etc. Tal como se dijo en el capítulo de susceptibilidad, de ocurrir movimientos de laderas su dirección es hacia las zonas pobladas; lo que dependerá del volumen inestabilizado de suelo, roca etc.

De este análisis se puede obtener otro resultado en la evaluación del riesgo en el que todas las edificaciones están en riesgo Alto. Esto debido al sentido del movimiento de ladera, la ubicación del casco urbano la presencia de fallas geológicas del periodo del Terciario que debilitan la resistencia de la roca y facilita la meteorización de las rocas.

Por lo anterior, se elaboró un segundo mapa sobre edificaciones en riesgo por dirección de movimiento de laderas. El mapa ilustra que todo el poblado está en Riesgo Alto, la aseveración no significa que el poblado será afectado de manera simultánea de ocurrir un evento, sino más bien que todo el territorio está propenso a que los movimientos de laderas puedan causarles perjuicios.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la sumatoria de los factores; pendientes, geomorfología, litología y de uso de suelo; revelaron que las zonas de altas pendientes son las más susceptibles a causar los movimientos de laderas. Las zonas están ubicadas al Norte, Noreste y Sur del área de estudio. En esos sitios no hay mucha población, pero se debe considerar que la dirección del movimiento se dirige hacia las zonas pobladas y su alcance dependerá del volumen inestabilizado.

El cálculo de la vulnerabilidad que es la sumatoria de todos los subcomponentes, indicó que la zona 4 posee vulnerabilidad baja, las zonas 3 y 5 poseen vulnerabilidad alta, pero las zonas 1, 2, 6, 7, 8, 9 obtuvieron vulnerabilidad moderada.

El mapa de Riesgo da como resultado que 17 edificaciones y el cementerio están ubicadas en lugares de Alto a muy Alto Riesgo.

RECOMENDACIONES

- Realizar levantamientos topográficos con intervalos entre curvas de 1 a 5m, con el fin de detallar mejor las irregularidades del relieve y enriquecer así los futuros estudios que se realicen.
- Para la realización de un mapa de amenaza en el que se indiquen los periodos de recurrencia de los movimientos de laderas, se deberán efectuar: cálculo de dataciones radiométricas, estudio geológico estructural, geotecnia en puntos críticos, etc.
- Para no aumentar el grado de susceptibilidad ante movimientos de laderas, los bosques existentes se deberán conservar y es necesario que la frontera agrícola decrezca.
- Donde se están dando los deslizamientos translacionales de suelo, se deberá considerar la creación de barreras vivas para impedir su progresivo desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Blandón Sandino, D. Y. (2006). Evaluación de la susceptibilidad a movimientos de terreno en la zona núcleo de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela, Estelí.
- Foschiatti, A. M. (2004). Vulnerabilidad Global y Pobreza. Instituto de Geografía (IGUNNE). Facultad de Humanidades. UNNE., 20.
- INETER. (2005). Recomendaciones Técnicas para la Elaboración de Mapas Amenazas por: Inestabilidad de Laderas. Managua. 13.
- INETER; CIGEO; Geólogos del Mundo; Alcaldía

de Catarina (2004). Cartografía de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas, Método círculos de susceptibilidad (Geólogos del Mundo).

Luna, E., & León, A. M. (s.f.). Estudio de riesgos naturales y plan municipal de reducción de desastres. CARE, AMUDES, COSUDE, Alcaldía Municipal de San Nicolás.

PEAUT (2003). Sistema de gestión de riesgos, Programa de Estudios Ambientales Urbanos y Territoriales; Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua.