Año 4, No. 102

el Sudcaliforniano

http://pcti.mx

ISSN 2007-1310

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Movimientos de masas y sus implicaciones en el ordenamiento urbano

La Paz, B.C.S, a 22 de abril de 2012

Gloria Espíritu Tlatempa

UNAM, Centro de Geociencias

gloria.espiritu.t@gmail.com

Resumen

En México 218 ciudades han crecido considerablemente desde 1970 y así mismo su vulnerabilidad ante peligros geológicos asociados a lluvias; el 68% de su población es pobre, rural o inmigrante, por lo que se carece de recursos económicos para la mitigación de riesgos, estimándose daños hasta de 100 millones de dólares (CENAPRED, 2011). En este trabajo se analizó un caso al sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en su zona conurbada con afectaciones físicas en construcciones recientes, el análisis en el conocimiento de características geológicas y su relación con estimaciones de variables hidrológicas de lluvia y escurrimiento para determinar la posibilidad de manifestación de peligros por movimiento de masas a futuro, es decir, su potencialidad en cuatro microcuencas contenidas en la subcuenca del Río Sabinal (407 km^2) dentro la RH de la cuenca del Río Grijalva. Los resultados fueron 8 tipos de movimientos de masa potenciales a desarrollarse asociados al agua, considerando 13 parámetros de análisis de cuenca, además de suelo y cobertura vegetal. En este sentido, las recomendaciones de uso de suelo fueron dadas según su ubicación y asentamientos urbanos presentes, además del manejo de áreas de amortiguamiento con vegetación densa.

Palabras clave: ordenamiento urbano, prevención de peligros geológicos, movimiento de masas, potencialidad de riesgos en cuencas urbanas.

Abstract

In Mexico, 218 cities have grown substantially since 1970 and likewise their vulnerability to geological hazards associated with rain, 68% of the population is poor, rural or immigrant, so there is a lack of financial resources to mitigate risks, estimating damage up to $ 100 million (CENAPRED, 2011). In this paper we analyzed a case south of the city of Tuxtla Gutierrez, in its suburbs with physical affectations recent constructions, the analysis of geological knowledge and its relationship to hydrologic variables estimates of rainfall and runoff to determine the possibility of manifestation of mass movement hazards in the future, ie, its potential in four micro-watersheds contained in the sub-basin Sabinal River (407 km^2) in the basin of the Grijalva River. The results were 8 types of mass movements associated with the potential to develop water, considering 13 parameters watershed analysis, as well as soil and vegetation cover. In this sense, the land use recommendations were given by location and urban settlements also present management of buffer areas with dense vegetation.

Key words: urban planning, prevention of geological hazards, mass movement, potential risks in urban basins.

Área temática: Área 1. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

Problemática

Actualmente la mayoría de las ciudades del país no cuentan con una planeación urbana que considere los efectos del desarrollo en zonas con peligros geológicos potenciales, entre ellas la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, su constante crecimiento las hace vulnerables principalmente a movimiento de masas asociados a lluvias extraordinarias, por lo que se requiere un análisis de su posible desarrollo a futuro para la planeación de espacios urbanos.

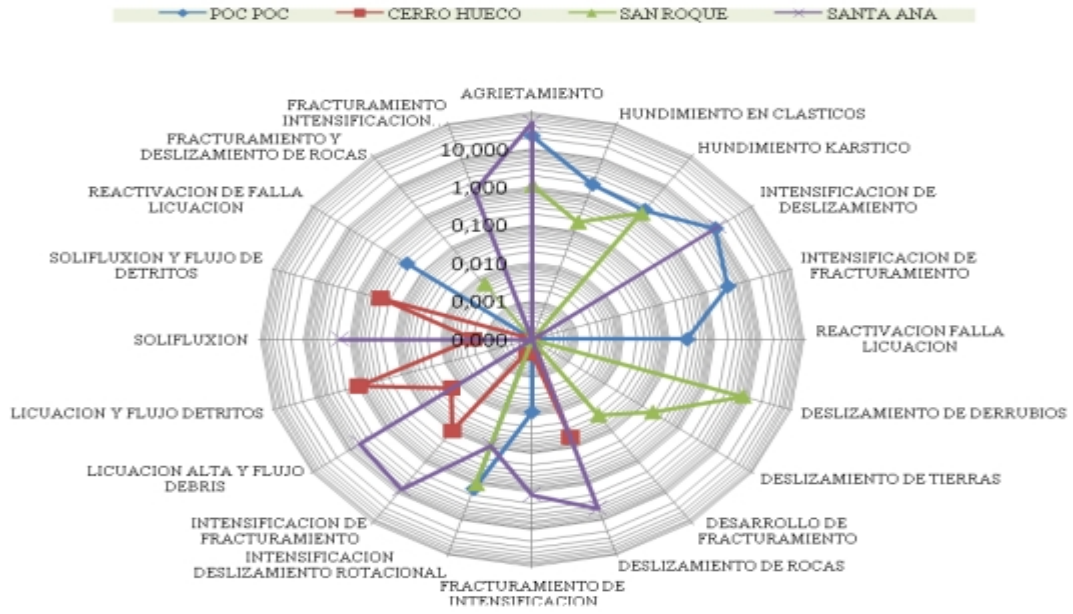

Fig. 1. Superficie en metros de peligros geológicos en cuatro subcuencas al sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Usuarios

Este documento está dirigido a ejecutores y diseñadores de planes de ordenamientos urbanos, constructores y ambientalistas que promueven las mejoras en la calidad de vida citadina ya que muestra una metodología con resultados evidentes en microcuencas a escala más realista del urbanismo.

Proyecto

El objetivo general fue determinar las zonas que presentarán peligros geológicos potenciales y los asociados al agua con fines de planeación urbana, relacionando espacialmente elementos físicos del terreno como geología y geomorfología con variables hidrográficas e hidrológicas en una zona de laderas con suelo cohesivo, masa forestal conservada y fragmentada, drenaje superficial natural, crecimiento urbano desmesurado y descontrolado en los últimos diez años.

La metodología aplicada incluye lo siguiente: 1.Con base en el análisis cualitativo basado en la fotointerpretación, se determinaron peligros geológicos a escala 1:40,000 con apoyo de geoimagen 1:4.5, ortofotos 1:20,000 y DEM curvas cada 10 m, cartografía, escala 1: 20,000 (mapa 1) y datos de campo como litología, geoformas y observación de escurrimientos, principalmente. La determinación del peligro potencial se basó en clasificaciones de intemperismo y alteración (Chávez, 2006), estructuras, exposición de rocas (Edeso, 2008) y geoformas. 2. Se calcularon parámetros físicos e hidrográficos de cuenca como su área y forma; y densidades hidrográfica y de escurrimiento (Horton, 1945), otros parámetros hidrológicos estimados a partir de isoyetas medias y valores de lluvia máxima de cuatro estaciones climáticas cercanas (de 8 a 83 años de registro). La determinación de coeficientes de escurrimiento se realizó por el método de Chapingo, (1991) que considera suelo, pendiente y vegetación en cuencas pequeñas. La estimación de gastos máximos con periodos de retorno de 5 y 25 años fueron obtenidos a partir del método racional modificado con curvas de intensidad de 10 y 25 cm, respectivamente con el fin de comparar a corto y mediano plazo resultados. Algunos otros resultados como el tiempo de concentración se obtuvieron utilizando el método de Kirpich (Aparicio, 2009) que se adapta a varias cuencas. 3. Se relacionaron los resultados para determinar peligros geológicos asociados al agua de lluvia y escurrimiento máximos en los dos periodos y se dan recomendaciones considerando el uso de suelo actual reportado por SEMAVIH (2011).

Utilizando la terminología recomendada por CENAPRED (2006) para peligros geológicos, en este caso, movimiento de masas en su mayoría, se presentan los resultados más relevantes en la figura 1 y en el mapa (ver Fig. 2) que son:

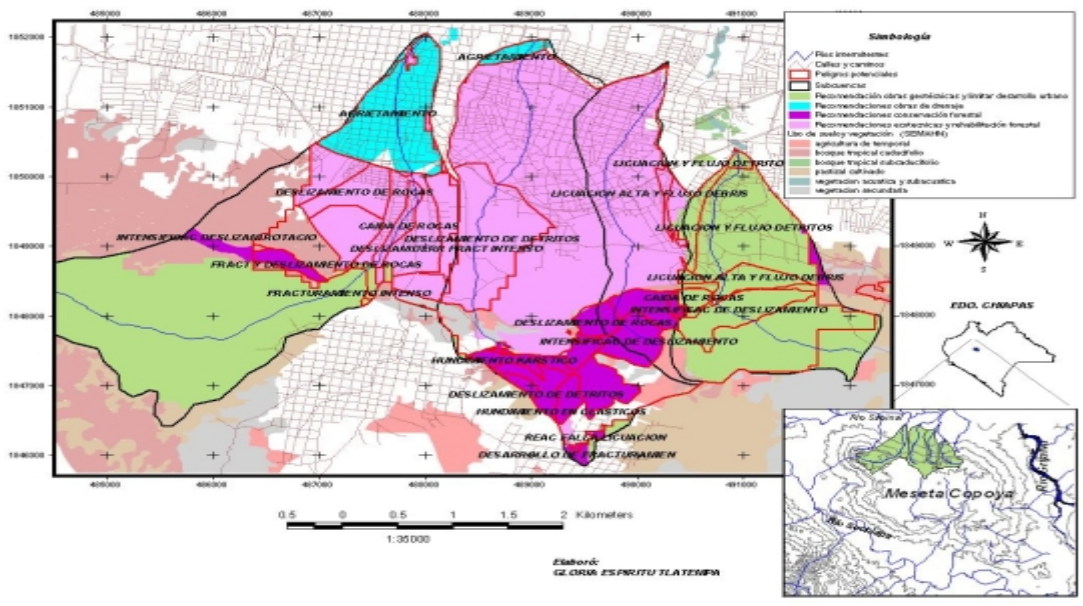

Fig. 2. Propuesta de ordenamiento territorial según peligros geológicos potenciales.

Hundimientos en zonas de procesos kársticos, en las zonas altas de las laderas limítrofes a la Meseta Copoya, en afloramientos de varios tipos de caliza fracturada en depresiones como procesos lentos en un 2% del área. Caídas de rocas en zona de escarpe, de calizas fosilíferas y areniscas calcáreas que no dependen principalmente de actividades de extracción y construcción, esporádicas en un 2%. Movimiento de laderas en material clástico de pie de monte (96% de peligros presentes):

Deslizamientos de detritos, fragmentos de roca calcárea inmersa en matriz areno arcillosa (coluvión), desde la base del escarpe sobre laderas convexas; movimientos antiguos (11%). Flujo de detritos y suelo: Aunados son potenciales, repentinos ya que están fuertemente asociados a lluvias, se incrementa su susceptibilidad al moverse si está expuesto (1%). Solifluxión: En coluvión con alto contenido de arenas en contacto con lutitas y material areno-arcilloso. Es más intenso en lluvias, asociado en este caso a fallas rotacionales (26%). Licuación: Potencialmente rápido en la microcuenca del arroyo Santa Ana, en material arenoso, en lluvias se dirige hacia el norte, desde un escurrimiento temporal del escarpe (en un 3% del área). Reptación: Proceso lento en lutitas que rodean parte de la Mesa Copoya; sin embargo, su manifestación está en sitios intervenidos por el hombre para construcción (en 23% del área). Agrietamiento en material fino: Se presenta en lutitas fracturadas en laderas bajas y suelo expansivo, base de carga de construcciones en las cuales también se manifiesta, por lo que es muy necesario el tratamiento de terrenos con diseños para desviar flujos de agua subsuperficial, (ligado a fracturamiento en un 32% de las cuatro cuencas).

Los arroyos intermitentes de las cuencas alargadas Santa Ana y Poc poc y de las semialargadas San Roque y Cerro Hueco (Fig. 3), muestran tiempos de concentración de 2.6 a 4.3 min en longitudes medias de 1.5 a 3 km, con arrastre de sedimentos caídos de las márgenes que se acumulan en las laderas que son las zonas de mayor velocidad de sedimentos.

La asignación de potencialidad para el desarrollo de peligros asociados al agua fue establecido por los valores máximos de las variables físicas e hidrológicas, entre ellos, los gastos máximos representativos en superficies libres para un periodo de retorno de 5 años desde 14 a 25 l/s; y para 25 años de 20 a 45 l/s, en lluvias máximas de hasta 600 mm de altura. Vale la pena mencionar que se realizó un aforo con el método de sección pendiente, medidas con instrumentos en lluvias máximas (450mm) en junio del 2007, con un gasto de 22 l/s.

El caso de la cuenca del arroyo Santa Anna, representa los gastos máximos mayores al respecto de la zona, debido a que el área de captación y drenaje es mayor, haciendo propensa la zona de peligros geológicos potenciales en rocas clásticas: deslizamientos de detritos, flujos y licuación, por lo que se recomienda mantener la reserva forestal Mactumatzá, ya que puede ser aún más afectada con 85% de su superficie (el 49% por agrietamientos y también por la posible sobrecarga de construcción).

Las otras cuencas también presentan potencial en peligros: San Roque (8%), Poc poc (6%) y Cerro Hueco (5%), estos últimos por deslizamientos de detritos a suelos. Sus movimientos se encuentran en material clástico desde coluvión a lutitas con suelos arenosos a arcillosos. Ambos presentan un número mayor de escurrimientos, y en el caso de Poc Poc, de densidad hidrográfica; sin embargo Santa Anna presenta una densidad de drenaje mayor con sólo siete arroyos pero alargados lo que representa una mayor capacidad de concentración de erosión en cauces.

En conclusión, es importante resaltar la importancia del criterio geológico e hidrológico para la planeación urbana debido a que se determinan datos de reconocimiento local sobre los procesos evolutivos y de condiciones que motivarán afectaciones de manera natural del terreno en zonas conurbadas en latente desarrollo en ciudades en vías de crecimiento, como lo es Tuxtla Gutiérrez; es decir, antecedente al estudio geotécnico, el cual debe considerar control de subdrenaje, previniendo con ello problemas durante y después de la operación de obras, y motivando la protección del ambiente con revegetación y conservación de zonas erosionables, minimizando el riesgo, además de difundir el conocimiento de los fenómenos o del peligro. En caso de caídas de roca y hundimientos es imprescindible el manejo forestal que impida el desarrollo urbano propenso a vulnerabilidad física ya que estos peligros se presentan de manera repentina. Con este método se logran integrar los aspectos básicos que deben ser considerados para la mitigación de riesgos a futuro a nivel de cuencas pequeñas conurbadas, para este trabajo se propone hacer tratamiento que considere control de drenaje (vegetación y obras civiles) según el desarrollo potencial del peligro geológico y las condiciones de uso de suelo (mapa 1).

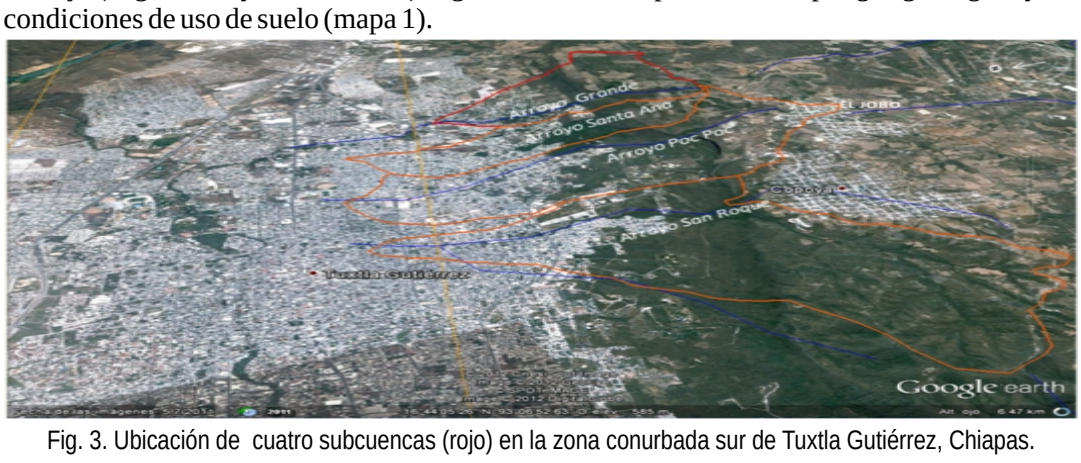

Fig. 3. Ubicación de cuatro subcuencas (rojo) en la zona conurbada sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Impacto socioeconómico

Al igual que otras ciudades, el desarrollo urbano estará restringido ante las condiciones de estabilidad del terreno, como en este caso, la vulnerabilidad o pérdidas socioeconómicas, según las condiciones actuales pueden ser de 78 km en vías de comunicación implicando avenidas principales y calles; y 7.24 km^2 de superficie ya habitada o sujeta al comercio en desarrollo.

Contacto: http://pcti.mx, hnolasco2008@hotmail.com