|  |
| --- |
| Ground fracturation in urban area: monitoringof land subsidence controlled by buried faultswith InSAR techniques (Ciudad Guzmán -Mexico)Brunori Carlo Alberto, Bignami Christian, Zucca Francesco, GroppelliGianluca, Norini Gianluca, Davila Hernández Norma, and StramondoSalvatore Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy;Università di Pavia, Earth andEnvironment Sciences dept., Pavia, Italy;CNR, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali,Milano, Italy;Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía, Mexico |
| https://www.academia.edu/24179660/Ground\_Fracturation\_in\_Urban\_Area\_Monitoring\_of\_Land\_Subsidence\_Controlled\_by\_Buried\_Faults\_with\_InSAR\_Techniques\_Ciudad\_Guzm%C3%A1n\_Mexico\_  El 21 de septiembre, 2012 Ciudad Guzmán (Jalisco - México) fue golpeada por una intensa fractura lineal del suelo, causando deformaciones de las carreteras y daños graves en algunas casas. Para resaltar cualquier patrón de deformación precursora en el área, aplicamos el análisis multitemporal InSAR para procesar un conjunto de datos de imágenes satelitales SAR de ENVISAT, adquiridas en el período de tiempo 2003-2010. Detectamos un área de subsidencia en la parte noroeste de Ciudad Guzmán hasta -20 mm / a en el intervalo de tiempo considerado. El límite oriental de esta área coincide con la alineación de fracturas en septiembre de 2012. La explicación de la subsidencia y los efectos de la superficie, basada en los resultados interferométricos, los datos del terreno y las observaciones geológicas, probablemente se encuentre en la combinación de dos mecanismos, como la sobreexplotación de los acuíferos y el arrastre tectónico. En resumen, el patrón de deformación destaca una subsidencia natural impuesta por causas antropogénicas con el control de fallas enterradas.    Palabras clave: riesgo urbano, hundimiento del suelo, InSAR, fallas enterradas,  1)Introducción  Los riesgos de inestabilidad del suelo y las fallas del suelo pueden ser causados ​​por procesos geológicos y climáticos naturales (como levantamiento o hundimiento neo-tectónico, procesos de hinchamiento y contracción, disolución del suelo / roca, oscilaciones de los niveles del agua subterránea, actividad sísmica y volcánica y deslizamientos de tierra y movimientos de ladera), o por fuentes antropogénicas (por ejemplo, bombeo de agua subterránea, extracción de gas y petróleo, actividad minera, trabajos de ingeniería de subsuperficie y superficie). El monitoreo de los movimientos de superficie se puede lograr con observaciones SAR desde el espacio. Uno de los desafíos en la aplicación de estas técnicas es que la medición del campo de deformación puede reflejar una mezcla de fuentes de deformación (por ejemplo, fuentes tectónicas y relacionadas con el agua subterránea) (por ejemplo, Ferretti et al., 2004). Desde finales de la década de 1970, la ciudad de Guzmán en el centro de México (región de Zapotlán, Fig. 1.1) ha experimentado fracturas en el suelo, produciendo serios problemas en los edificios y carreteras de la ciudad. Las fisuras han aparecido o se han reactivado con cierta frecuencia, y generalmente están vinculadas a la actividad tectónica o al hundimiento atrófico debido a la extracción de agua y, a veces, durante y después de fuertes tormentas. Este estudio se centra en la observación de un fenómeno progresivo que produce hundimiento y fractura del suelo del Guzmán durante el intervalo de tiempo 2003-2010 por medio de técnicas InSAR multitemporales.    Fig.1El campo puede reflejar una mezcla de fuentes de deformación (por ejemplo, fuentes tectónicas y relacionadas con el agua subterránea) (por ejemplo, Ferretti et al., 2004). Desde finales de la década de 1970, la ciudad de Guzmán en el centro de México (región de Zapotlán, Fig. 1.1) ha experimentado fracturas en el suelo, produciendo serios problemas en los edificios y carreteras de la ciudad. Las fisuras han aparecido o se han reactivado con cierta frecuencia, y generalmente están vinculadas a la actividad tectonica o al hundimiento atrófico debido a la extracción de agua y, a veces, durante y después de fuertes tormentas. Este estudio se centra en la observación de un fenómeno progresivo que produce hundimiento y fractura del suelo del Guzmán durante el intervalo de tiempo 2003-2010 por medio de técnicas InSAR multitemporales. 1.1. El norte de Colima Graben (NCG). La caja negra ubica el área de estudio con Ciudad Guzmán (CG). El mapa muestra también, en el sur, las estructuras colimavolcánicas con el Nevado de Colima -NC inactivo y el Fuegode Colima-FC activo (mod. De Norini et al. 2010).  2)Peligro geológico  Ciudad Guzmán, con una población de aproximadamente 100,000 habitantes, está ubicada en el estado mexicano de Jalisco. La ciudad está ubicada dentro de la parte norte de Colima Rift (Colima Norte Graben-NCG; Ferrari et al., 2012 y referencias en el mismo) a 25 km NNE del volcán activo de Fuego de Colima (FC en la figura 1.1). El NCG es 20 km de ancho y 60 km de largo y está flanqueado por fallas activas agudas y paralelas de impacto NNE-SSW (Fig. 2.1).    Las fallas de límite en el NCG bajan 70 ° hacia el eje graben, el alivio de los escarpes por defecto es de hasta 1-2 km, y su tasa de desplazamiento promedio es de hasta 1-3 mm / año (Norini et al., 2010). La cinemática de estas fallas es normal con un componente menor de movimiento de deslizamiento lateral derecho (Norini et al., 2010). El límite este del NCG muestra una disposición escalonada hacia la izquierda, con fallas que se pueden rastrear hacia el sur hasta el piso de graben y el área de Ciudad Guzmán. En septiembre de 2012, Ciudad Guzmán sufrió la aparición de una fractura lineal del suelo de aproximadamente 1,5 km de longitud, con desplazamientos desde unos pocos cm, hasta unos 20 cm, lo que provocó la deformación de las carreteras y daños en 30 casas. Este fenómeno se ha documentado varias veces en la misma área desde fines de la década de 1970 (Padilla-Corona, 2004; Suárez, comunicación personal de 2012).  3)Mediciones de hundimiento del suelo InSAR  Con el objetivo de medir el hundimiento del suelo en Ciudad Guzmán, aplicamos la técnica de Apilamiento de Interferogramas (IS) (Strozzi et al., 2001). La técnica IS permite estimar la deformación lineal y la velocidad relativa de la superficie, combinando un número de interferogramas diferenciales, que se caracterizan por pequeños valores de línea espacial y una gran separación temporal entre el par de imágenes SAR. Esta característica minimiza tanto los efectos topográficos como los atmosféricos sobre la derivación de la velocidad de la superficie, que se espera que sea dominante en un intervalo de tiempo prolongado (Strozzi et al., 2001; Raucoules et al, 2003). Se ha procesado un conjunto de datos de imágenes ENVISATASAR, 40 en órbita ascendente entre 03/2003 y 10/2009 y 41 en descenso entre 12/2003 y 08/2010. Luego eliminamos los interferogramas afectados por errores de desenvolvimiento de fase y alto ruido atmosférico. Los interferogramas restantes utilizados para el procesamiento IS fueron 30 y 25 para las órbitas ascendente y descendente, respectivamente. La velocidad media resultante, para ambos conjuntos de datos ascendentes y descendentes, se muestra en la figura 3.1.    3.1 Velocidad media de superficie para adquisiciones ENVISAT ascendentes (A) y descendentes (B). La cruz negra es la ubicación con velocidad supuesta como cero utilizada para el procedimiento de desenvoltura, los triángulos negros localizan las grietas inspeccionadas del 21 de septiembre de 2012. La línea discontinua corresponde al perfil de velocidad medido que se muestra en la figura 3.2.    Un patrón claro de zonas de disminución rápida está presente en ambos mapas. La velocidad máxima está cerrada a -20 mm / año, y vale la pena señalar que el área SE, con respecto a las grietas observadas (triángulos negros en la figura 3.1), es muy estable. De hecho, un fuerte gradiente de velocidad se resalta bien cruzando la línea correspondiente a las grietas superficiales ocurridas.  4)Discusión y conclusión  A lo largo de su historia, Ciudad Guzmán ha sufrido fisuras en el suelo varias veces en los últimos 30 años, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando se produce una meditación muy intensa. La ciudad está ubicada en una zona de transición entre las elevaciones rocosas basales y el borde sudeste de NCG. La alineación de las fracturas es paralela al sistema de fallas de Graben del este y se alineó con la falla de afloramiento al noreste de la ciudad. El patrón de deformación en el intervalo de tiempo 2003-2010 que utiliza técnicas InSAR muestra que hay poca o ninguna deformación al este de la zona de fisuración de la superficie, mientras que la velocidad vertical del suelo al este de las fracturas es de 0 mm / año; de manera diferente, al oeste de la alineación de las fracturas, el desplazamiento vertical es de hasta -20 mm / año. Esta señal de subsidencia parece ser continua en todo el intervalo de tiempo. Según la observación, las fracturas de CiudadGuzmán se reactivaron en correspondencia con movimientos tectónicos en el pasado (terremoto de 1985 en la Ciudad de México - Ohmachi et al., 1988) y probablemente por efecto de tubería debido a eventos climáticos intensos. Probablemente en esta área se combinan las acciones de deformación tectónica lenta (movimiento más o menos continuo que ocurre en fallas enterradas), bombeo de agua desde el subsuelo y estacional. Las fallas enterradas debajo del área urbanizada son responsables o modulan de alguna manera la deformación del suelo. De hecho, estas estructuras pueden jugar una acción combinada como elementos tectónicos extensionales, sin tener en cuenta la topografía variable del lecho de roca y el espesor de sedimento relacionado, y como barreras de la circulación del agua y las oscilaciones de los acuíferos en los sedimentos que llenan la GNC.  5)References  Ferrari, L., Orozco-Esquivel, T., Manea, V., Manea, M., 2012. The dynamichistory of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone.Tectonophysics 522-523, 122–149.Garduno-Monroy and Tibaldi, 1991Ferretti, A., Novali, F., Burgmann, R., Hilley, G. and Prati, C. 2004. InSARPermanent Scatterer Analysis Reveals Ups and Downs in San Francisco Bay Area.EOS, 85(34), 1-3Gutierrez Martinez, C.A. and Franco Sànchez , M.A. (1997), Anàlisis de“effecto de sitio” en Ciudad Guzmán, Jalisco, Mexico [Mexico City] : SistemaNacional de Proteccion Civil, Centro Nacional de Prevencion de Desastres, 1997,1v (405 C46RG 02/97)[  http://www.funvisis.gob.ve/archivos/www/terremoto/Papers/Doc001/doc001.htm  ]Norini, G., Capra, L., Groppelli, G., Agliardi, F., Pola, A. and Cortes, A. (2010),Structural architecture of the Colima Volcanic Complex, J.Geophys.Res., 115,B12209, doi:10.1029/2010JB007649.Ohmachi, T., Kawamura, M., Mimura, C., Yasuda, S. and Nakamura, Y.(1988). Damage due to the 1985Mexico Earthquake and ground conditions, Soils and Foundations, 28:3, 149-159.Padilla-Corona (2004), Geotechnical Analysis of the Formation of EarthFissures at Ciudad Guzmán, Jalisco. Proceedings: 5th INTERNATIONALCONFERENCE, Case Histories in Geotechnical Engineering New York, NY,April 13-17, 2004.Raucoules, D., Maisons, C., Carnec, C., Le Mouelic, S., King, C., Hosford, S,(2003). Monitoring of slow ground deformation by ERS radar interferometry onthe Vauvert salt mine (France). Remote Sensing of Environment, 88, 468–478.Strozzi, T.,Wegmuller, U., Tosi, L., Bitelli, G. and Spreckel, V., 2001. LandSubsidence Monitoring with Differential SAR Interferometry. Journal of AmericanPhotogrammetric Engineering & Remote Sensing, 67, 11, 1261-1270 |