BASE DE DATOS

Proyecto CONACYT-INEGI 209243

"Aplicación de LIDAR en la Evaluación del Peligro y Cartografía de la Susceptibilidad por deslizamientos en áreas montañosas de la Ciudad de México y Guerrero".

Responsable técnica del proyecto

Dra. María Teresa Ramírez-Herrera (UNAM)

Participantes:

Dr. Krzysztof Gaidzik (Posdoctorado)

Dr. Ben A. Leshchinsky (Oregon State University)

Dr. Netra R. Regmi (The University of Arizona)

Dr. Luis Mario Paredes Mejia (California Department of Transportation – CALTRANS)

Dr. Gabriel Legorreta Paulin (UNAM)

Dr. Ramón Arrowsmith (Arizona State University, Tempe, AZ, USA)

Mr. Michael Bunn (Oregon State University)

Dr. Michael Olsen (Oregon State University)

Dr. Nathan Lyons (Posdoctorado)

Dr. Christopher Crosby (UNAVCO y Open Topography)

Dr. Nancy Glenn (Boise State University)

Dr. Edwin Nissen (Colorado School of Mines)

Dr. Nestor Corona Morales (El Colegio de Michoacán)

Introducción

La base de datos producida en el proyecto CONACYT-INEGI número 209243 recoge todos los datos disponibles que podrían influir la ocurrencia de deslizamientos de tierra y que son necesarios para elaborar un mapa de susceptibilidad a deslizamientos y que consideran al evaluar el peligro de los deslizamientos. La base de datos que elaboramos está dividiendo en dos áreas de estudio: A) Guerrero y B) Ciudad de México. Este informe presenta en una forma detallada todos los datos reunidos en la base, con escala de los datos, sus procedencias y formas de archivos en cuales están guardados. La base incluye los datos sobre:

1) topografía,
2) geología, litología y tectónica,
3) clima,
4) datos geotécnicos,
5) imágenes de satélite,
6) suelo y vegetación,
7) transportación,
8) sismicidad,
9) fotografías de los deslizamientos del campo,
10) modelos digitales de los dos deslizamientos seleccionados.

Hemos demostrado que el pequeño tamaño de los deslizamientos en la Ciudad de México y la reducción de datos LIDAR debido a la filtración de la vegetación y los edificios impiden el análisis de los deslizamientos en esta zona usando los sensores remotos. Por lo tanto la base de datos para la Ciudad de México incluye solamente topografía, geología, clima, suelo y vegetación, y transportación. Por otra parte los datos de Guerrero utilizamos para producir mapas de probabilidad y susceptibilidad a deslizamientos (Gaidzik et al., submitted 2016).

Además la base de datos incluye la tabla (*Base_de_datos*) en carpeta ***Documentation*** que contiene la información sobre todos los archivos incluidos identificando sus nombres, tipos de datos, la cobertura, escala, fuente y localización en la base de datos.

GUERRERO

1. Topografía

Cartas topográficas

La carpeta ***Topographic_maps*** contiene 48 mapas topográficos en escala de 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Los mapas topográficos están producidos en la proyección UTM (Universal Transversal Mercator), datum ITRF08 época 2010. Cada mapa está en su carpeta separada y nombrada por la clave y el nombre de carta topográfica. Cada mapa está guardado en dos formatos: en el archivo PDF, como una carta imagen digital y en formato legible por el software SIG (ESRI shapefile; *.shp) como datos espaciales.

El archivo PDF consiste en una imagen que tiene el mismo contenido que la carta topográfica escala 1:50,000 impresa. Además del cuerpo del mapa, se incluye la leyenda marginal para facilitar su interpretación.

Los datos espaciales contienen información en las cartas topográficas, como curvas de nivel, hidrografía, vías de comunicación, localidades, infraestructura, entre otros. Los datos espaciales se dividen en tres componentes geométricos: puntos, líneas y polígonos. Además cada una de la capa de datos espaciales se acompaña con la tabla de atributos con información detallada acerca de los objetos de esa capa. Los topónimos o nombres geográficos se incluyen como atributos propios de cada uno de los datos que conforman cada conjunto de datos y que por su naturaleza los requieren.

Modelos digitales de elevación

La carpeta ***DEM_15.gdb*** contiene el modelo digital de elevación (DEM) del estado de Guerrero en la resolución horizontal de 15 m (INEGI, Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0; CEM 3.0). El modelo tiene los siguientes datos de referencia geodésica: el datum corresponde a ITRF92 época 1988.0, elipsoide GRS80, coordenadas geográficas. Error medio cuadrático general es 4.8 m. El modelo está guardado en formatos de SIG: BIL (Banda entrelazada por línea) y TIFF (Tagged Image File Format). Más detalles sobre el modelo utilizando están en la página web del INEGI (http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx).

Además para facilitar leer la base de datos se produjo el mapa de la elevación del estado de Guerrero en formato PDF (*Guerrero_15m*) utilizando el mencionado modelo.

En la carpeta ***DTM_5-INEGI.gdb*** están colocados los modelos accesibles digitales de elevación de tipo de terreno de la resolución horizontal de 5 m del estado de Guerrero (INEGI, Modelo digital de elevación tipo terreno con 5 m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados). Más detalles sobre el modelo están en la página web del INEGI (http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?cl=209010200). Además para facilitar leer la base de datos se produjo el mapa del estado de Guerrero, donde se indican los modelos con 5 m de resolución (en color) en formato PDF (*Guerrero_5m*).

2. Geología, litología y tectónica

La carpeta ***Geology*** en la base de datos incluye tres carpetas con mapas geológico-minero en escala de 1:250,000 (***E14_7_10_Zihuatanejo, E14_8_Chilpancingo, E14_11_Acapulco***) y una carpeta ***Fractures***, que contiene los datos vectoriales sobre fallas y fracturas del estado de Guerrero en escala de 1:1,000,000. Los mapas se obtuvieron del Servicio Geológico Mexicano (www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp), mientras datos sobre fallas y fracturas del INEGI (www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/infoescala.aspx).

Los mapas incluidos en la base de datos son los siguientes:

- Campa Uranga, M.F., García Díaz, J.L., García, J.B., Torreblanca Castro, T. de J., Aguilera Martínez, M.A., and Martínez, A.V. (1998). Carta Geológico-Minera Chilpancingo E14-8, Guerrero, Oaxaca y Puebla. Servicio Geológico Mexicano and Universidad Autónoma de Guerrero.
- Carranza, E.R., Aguilera Martínez, M.A., and Martínez, A.V. (1999). Carta Geológico-Minera Zihuatanejo E14-7-10, Guerrero. Servicio Geológico Mexicano.
- Cruz López, D.E., Sánchez Andraca, H.R. and Bustos, O.L. (2000). Carta Geológico-Minera Acapulco E14-11, Guerrero y Oaxaca. Servicio Geológico Mexicano.

Cada carpeta con mapas incluye dos tipos de datos:

- Archivo PDF con la carta geológico-minera, explicación, sección transversal y resumen;

– Datos vectoriales en archivos ESRI shapefile (*.shp) para utilizarlos en las aplicaciones cartográficas y sistemas de información geográfica (como ArcGIS o GlobalMapper). Cada conjunto contiene tres siguientes coberturas (Tabla 1):
  - **p. –** cobertura de unidades de roca; entidad de área (polígonos de diferentes tipos de roca por génesis y edad)
  - **l. –** cobertura estructuras geológicas; entidad de línea (fallas y fracturas)
  - **pt. –** cobertura de entidades puntuales; entidad puntuales (objetos como punto de verificación, banco de material, mina, etc.)

  Además, carpetas con metadatos y explicación en el formato *.doc (dconj250ge) están incluidas.

Tabla 1. Extensiones de los archivos asociados con diferentes tipos de cobertura. Ejemplo para el mapa Carta Geológico-Minera Acapulco E14-11.

Entidades de área.	Entidades de línea.	Entidades puntuales.
e1411pg.shp	e1411lg.shp	e1411ptg.shp
e1411pg.dbf	e1411lg.dbf	e1411ptg.dbf
e1411pg.shx	e1411lg.shx	e1411ptg.shx

3. Clima

La carpeta ***Climate*** contiene la información sobre el clima en la cuenca de Coyuca basada en 5 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (http://smn.cna.gob.mx/; carpeta ***Stations in Coyuca***): 1) Carrera Larga, 2) Coyuca de Benítez, 3) Laguna de Coyuca, 4) Rio Santiago, e 5) Tepextixtla. Los datos meteorológicos están guardados en dos formas: base de datos en formato de tabla de Excel (*Climate_Coyuca*) y datos digitales en formato ESRI shapefile (*STATIONS_METEO*) para utilizarlos en las aplicaciones cartográficas de SIG. Además se produjo el mapa con las estaciones meteorológicas en el formato de PDF y TIFF (*Stations_meteo_Coyuca*) usando los datos espaciales. Los datos meteorológicos incluyen: coordenadas de las estaciones, datos sobre las temperaturas máximas, mínimas y medias, precipitación, evaporación, y número de días con la lluvia.

Además colectamos la información sobre uno de los eventos extremos meteorológicos el cual provocó numerosos deslizamientos en zona de Guerrero: el huracán Manuel que ocurrió en septiembre 2013 (carpeta ***Hurricane Manuael***). Los datos sobre el huracán Manuel incluyen el reporte (*Tropical Cyclone Report*) sobre el evento del National Hurricane Center (archivo *EP132013_Manuel.pdf*), datos espaciales sobre la ruta del huracán en ESRI shapefile (*Manuel_ep132013*) y sobre la lluvia durante este evento en las estaciones seleccionados (*Manuel_rainfall*). Además se produjo un mapa del huracán Manuel guardado en formato PDF (*Hurricane_Manuel*).

4. Datos geotécnicos

Los resultados de las pruebas de Corte Directo de tipo No Consolidado – No Drenado (CD-UU) están colocados en la carpeta ***Geotechnical_data***. Para esos ensayos geotécnicos usamos 7 muestras tomadas en el campo en estado de Guerrero. Seis eran muestras tomadas del grande y catastrófico deslizamiento que ocurrió el 16 de septiembre de 2013 y que destruyó el pueblo La Pintada y mató 71 personas. La última muestra fue tomada de un pequeño deslizamiento cerca del pueblo El Paraiso, que fue inducido por el mismo evento meteorológico. Ensayos geotécnicos se llevaron a cabo por M. I. Juan Luis Umaña Romero del Laboratorio de Soluciones de Ingeniería de Dispositivos Electrónicos de Medición (IDEM), perteneciente a la Empresa Sinergia Ingeniería, Equipos y Suministros S.A. de C.V. en julio 2015.

La carpeta ***Geotechnical_data*** contiene las fotografías del campo, que muestran la técnica de extracción de las muestras alteradas (carpeta ***Photos from the field***), fotografías del laboratorio tomadas durante el proceso de procedimiento de las pruebas (carpeta ***Photos from lab***), los resultados de las pruebas y el reporte técnico de pruebas de laboratorio corte directo en archivos PDF. Detalles sobre las muestras y el procedimiento de las pruebas están en el archivo PDF nombrado *REPORTE DE PRUEBA DE LABORATORIO CORTE DIRECTO*. Además hay una tabla de Microsoft Excel (*Getechnical_samples*), que presenta la información detallada sobre las muestras, como las coordenadas, fecha de tomando, profundidad, y los valores del penetrómetro obtenidos en el campo.

Los datos geotécnicos fueron la base para calcular el factor de seguridad utilizando los siguientes software: SLIDE (Rocscience), SLOPE y GEO5 2016 Slope stability. Los resultados de

esta análisis nos permitieron preparar un manuscrito sobre el deslizamiento en La Pintada (Ramírez-Herrera y Gaidzik, submitted 2016).

5. Imágenes de satélite

Imágenes de satélite Landsat están colocados en carpeta ***Landsat***, que está en carpeta ***Imagery***. Esa carpeta incluye dos carpetas con los imágenes antes y después del huracán Manuel (del 2013) y un archivo *landsat.arcGIS*, que contiene todos los imágenes geo-referenciados y el polígono de cuenca de Coyuca. Landsat imágenes en la resolución de 15 m (pancromático) y 30 m (RGB visible e infrarrojo cercano), que cubran la zona de camino 26 y fila 48, se obtuvo del Servicio Geológico del Estados Unidos (USGS; http://earthexplorer.usgs.gov). La imagen antes del huracán fue capturada por Landsat 7, mientras la imagen después – por Landsat 8. Las imágenes están en dos formas: con y sin corrector de línea de escanear (SLC – scan line corrector). Sin SLC tiras de área faltante están en la escena. Las imágenes en bruto (band images) están en la carpeta ***USGS_products***. Las imágenes finales están en la carpeta ***band_combinations*** y se crearon con la función Composite Band en ArcMap.

Los combinaciones usados:

	Landsat_7	Landsat_8
infrarrojo	(4, 3, 2)	(5, 4, 3)
color natural	(3, 2, 1)	(4, 3, 2)

Adicionalmente se agregó un archivo *landsat_readme.txt*, que contiene la información auxiliar sobre las imágenes de Landsat: datos sobre los satélites, fechas de las imágenes y fechas de descarga, etc.

6. Suelo y vegetación

La carpeta ***Soils and vegetation*** incluye los datos vectoriales sobre uso del suelo y la vegetación en la zona de estudio. Los datos se obtuvieron de INEGI, desde el conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación en escala 1:250,000, Serie V (Capa Unión). La

información presentada en los materiales proporcionados fue cortada para adaptarse a la zona de estudio (cuenca de Coyuca). De acuerdo con los metadatos proporcionados por INEGI los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000 - Serie V, contienen información del uso del suelo y vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM5 seleccionadas del año 2011. Esta interpretación fue apoyada con trabajos de campo. Los datos vectoriales contienen la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, de usos agrícolas, e información ecológica relevante.

Aparte de los datos vectoriales, se produjo el mapa de uso del suelo y vegetación de la cuenca de Coyuca en formato PDF y TIFF (*Land_use_vegetation*), usando los datos proporcionados. Estos mapas se produjeron para facilitar el proceso de navegar la base de datos.

7. Transportación

La carpeta ***Transportation*** cubre los datos espaciales relacionados con los diferentes elementos asociados a la infraestructura de transporte. En esa base de datos se colocaron los datos sobre los tres elementos básicos del transporte: calles, caminos y carreteras. Estos datos fueron recogidos por un rectángulo con las dimensiones 105 x 65 km (de 16°55’N a 17°30’N y de -100°40’W a 99°40’W), que contiene las especificas zonas de estudio en cuenca de Coyuca. De los datos espaciales se produjo también un mapa en formato PDF y TIFF (*Transportation*) para facilitar el proceso de vista de la base de datos.

8. Sismicidad

Se recogieron datos sobre los terremotos más recientes que se produjeron en Guerrero a partir de dos catálogos disponibles (ver Tabla 2; carpeta ***Seismicity***): catálogo del Servicio Sismológico Nacional y catálogo del proyecto Global Centroid Moment Tensor. A partir de esos catálogos para la base de datos se utilizó sólo determinada información sobre los eventos de magnitud mayor que el valor límite y con epicentro a distancia específica de la cuenca de Coyuca. De acuerdo con Keefer (1984), el terremoto más pequeño reportó haber causado los deslizamientos

de tierra tuvo una magnitud de 4.0, mientras la magnitud límite determinado por la evaluación cuantitativa de varios inventarios de deslizamientos se han establecido para ser del 4.3 (Malamud et al., 2004). A pesar de los terremotos más pequeños también podrían provocar deslizamientos de tierra, pero más probablemente esos temblores débiles podrían producir deslizamientos solo en pendientes donde el fracaso era inminente antes del terremoto. Por lo tanto, para el propósito de la base de datos para deslizamientos de tierra se utilizó sólo los eventos de magnitud ≥ 4.0. Durante el período de tiempo disponible en los catálogos usados (SSN – 1998-2016 y GCMT – 1976-2016) los eventos más fuertes tienen la magnitud inferior a 7.3. Para tal magnitud la distancia entre epicentro de terremoto y las laderas más lejas que podrían ser impactadas por el temblor se infirió a ~100 km (Keefer, 1984). De este modo se recogieron los datos sobre terremotos en la zona hasta 100 km de la cuenca de Coyuca, en el rectángulo de -101.3°W hasta -98.95°W de longitud y de 16.00°N hasta 18.35°N de latitud.

Los datos sobre terremotos se guardaron en dos formas: tablas con los datos detallados (archivos de Microsoft Excel; *GCMT_Coyuca* y *SSN_Coyuca*), y como datos espaciales – puntos de los epicentros con informaciones adicionales en tabla de los atributos (archivo ESRI shapefile; *GCMT_points* y *SSN_points*). Para hacer más fácil leer de los datos espaciales, se produjo también los mapas de sismos de los dos catálogos en formato PDF y TIFF (*SNN* y *GCMT*).

Tabla 2. Detalles sobre los catálogos usados en la base de datos.

Catalogo	Período de tiempo	Fechas del eventos	Coordenadas del epicentro	Profundidad del epicentro	Magnitud	Mecanismo focal	Número de terremotos
Servicio Sismológico Nacional (SSN)[1]	1998-2016	+	+	+	+	-	1406
Global Centroid Moment Tensor	1976-2016	+	+	+	+	+	79

(CMT)[2]							

[1]Servicio Sismológico Nacional - http://www.ssn.unam.mx/, [2]Global Centroid Moment Tensor catalog - http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html.

9. Fotografías de los deslizamientos

La base de datos incluye las fotografías tomadas en el campo durante el trabajo de campo en abril 2015. Las fotografías enfocan en dos deslizamientos estudiados en detalles: un grande deslizamiento que ocurrió en La Pintada (carpeta ***La_Pintada_Landslide*** – 356 fotografías en dos carpetas ***KG*** y ***MTR***) y el pequeño deslizamiento en la carretera cerca del Paraíso (carpeta ***El_Paraiso_Landslide*** – 72 fotografías).

Las fotografías del deslizamiento La Pintada y las del deslizamiento El Paraíso (en carpeta ***KG***) fueron tomadas por el Dr. Krzysztof Gaidzik con la cámara Canon PowerShot S3 IS, longitud focal 11 mm. Fotografías en la base de datos están en formato JPG, en dimensiones 2816 x 2112, horizontal y vertical resolución 180 dpi, color RGB. Las fotografías del deslizamiento La Pintada (en carpeta ***MTR***) fueron tomadas por la Dra. María Teresa Ramírez-Herrera con la cámara Apple iPhone 5s, longitud focal 4 mm. Las fotografías están en formato JPG, en dimensiones 3264 x 2448, horizontal y vertical resolución 72 dpi, color RGB. Las fotografías tomadas estaban usadas para producir los modelos digitales de los dos deslizamientos con el método Structure from Motion, SfM (Snavely et al., 2008).

10. Modelos digitales de los dos deslizamientos

Las fotografías de dos deslizamientos elegidos (La Pintada y El Paraíso) tomadas en el campo, como también las fotografías del Dron utilizamos para producir modelos digitales de estos deslizamientos de una resolución muy alta (hasta 6 cm). Para eso utilizamos el método de SfM (Snavely et al., 2008) implementado en el software AgiSoft Photoscan. Además usamos los siguientes software de Dron: eMotion y Postflight Terra 3D, para planear la ruta del vuelo, poner coordenadas a las fotografías, crear nube de puntos y modelos preliminares antes de usar AgiSoft Photoscan. Los resultados se guardan como archivos TIFF en la carpeta ***Model_SfM***, en dos carpetas especificadas: ***La_Pintada_Landslide*** y ***El_Paraiso_Landslide***. Los modelos obtenidos

utilizando los software mencionado y las fotografías del Dron nos ayudaron a calcular las características morfométricas muy detalladas del deslizamiento en La Pintada, las cuales utilizamos en uno de los manuscritos (Ramírez-Herrera y Gaidzik, submitted 2016). Además, estos modelos utilizamos para corroborar el método de conexión contorno (CCM). La extensión del deslizamiento en La Pintada identificado por CCM coincide exactamente con los modelos obtenidos usando el Dron, como también el método de SfM.

CIUDAD DE MEXICO (DF)

1. Topografía

Cartas topográficas

La carpeta ***Topographic_maps*** contiene 9 mapas topográficos en escala de 1:50,000 (e14a28_Villa_del_Carbon, e14a29_Cautitlan, e14a38_Toluca, e14a39_Ciudad_de_Mexico, e14a48_Tenango, e14a49_Milpa_Alta, e14b21_Texcoco, e14b31_Chalco, e14b41_Amecameca), INEGI, cuales incluyen el área cubierto por el modelo digital de 5 m en resolución derivado del LIDAR de INEGI. Los mapas topográficos están producidos en la proyección UTM (Universal Transversal Mercator), datum ITRF08 época 2010. Cada mapa está en su carpeta separada y nombrada por la clave y el nombre de carta topográfica. Cada mapa está guardado en dos formatos: en el archivo PDF, como una carta imagen digital y en formato legible por el software SIG (ESRI shapefile; *.shp) como datos espaciales.

El archivo PDF consiste en una imagen que tiene el mismo contenido que la carta topográfica escala 1:50,000 impresa. Además del cuerpo del mapa, se incluye la leyenda marginal para facilitar su interpretación.

Modelos digitales de terreno

La carpeta ***DEM_15.gdb*** contiene el modelo digital de elevación de la Ciudad de México en la resolución horizontal de 15 m (INEGI, El Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0; CEM 3.0). El modelo está en rectángulo con los siguientes coordenadas límites: de 99°36'24"W a 99°28'40"W y de 18°51'35"N a 19°40'11"N. El modelo tiene los mismos datos de referencia geodésica, que el modelo de 15 m para el estado de Guerrero. También se produjo el mapa de la elevación de la Ciudad de México en formato PDF (*Mexico_City_15_m*) para facilitar leer la base de datos.

En la carpeta ***DTM_5-INEGI.gdb*** está colocado el modelo digital de elevación de tipo de terreno de la resolución horizontal de 5 m de la Ciudad de México derivado de los datos LIDAR. Para facilitar leer la base de datos se produjo el mapa de elevación en formato PDF (*Mexico_City_5_m*) usando ese modelo.

LIDAR data

En la carpeta ***LAS-test*** están colocados los datos de LIDAR (nube de puntos) para la Ciudad de México, cuales usamos para verificar la capacidad de detectar deslizamientos en una sección de la delegación Álvaro Obregón, el oeste de la Ciudad de México. En la carpeta ***Output*** se ubican los resultados de clasificación y filtración de los puntos para obtener el mejor modelo de elevación tipo terreno (DTM) para la zona de estudio. La vegetación, edificios y otros objetos fueron retirados de las nubes de puntos LIDAR utilizando el programa LASTOOLS (Isenburg, 2014).

2. Geología, litología y tectónica

La carpeta ***Geology*** incluye los datos sobre geología de la Ciudad de México en dos diferentes escalas:

- un mapa geológico-minero en escala de 1:250,000 (***E14_2_Ciudad de México***) en formato PDF, obtenido del Servicio Geológico Mexicano (www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp):
  de la Teja Segura M.A., Garrido E.S., Moctezuma Salgado M.D., de los Santos Montano J. de J. (2002). Carta Geológico-Minera Ciudad de México E14-2, Estado de México, Tlaxcala, Distrito Federal, Puebla, Hidalgo y Morelos. Servicio Geológico Mexicano.
- 9 cartas geológicas de CETENAL en escala de 1:50,000 (e14a28_Villa_del_Carbon, e14a29_Cautitlan, e14a38_Toluca, e14a39_Ciudad_de_Mexico, e14a48_Tenango, e14a49_Milpa_Alta, e14b21_Texcoco, e14b31_Chalco, e14b41_Amecameca), en formato PDF, obtenido del INEGI. Los mapas cubren la misma área que los mapas topográficos en la misma escala.

3. Clima

La carpeta ***Climate*** contiene la información sobre el clima en delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México basado en 7 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (http://smn.cna.gob.mx/): 1) Castañeda, 2) Colonia Santa Fe, 3) Desierto de los Leones, 4) Guadalupe Inn, 5) Presa Mixcoac, 6) Presa Tacubaya, y 7) Tarango. Los datos meteorológicos están guardados en dos formas: base de datos en formato de tabla de Excel (*Climate_DF*) y datos

digitales en formato ESRI shapefile (*Stations_meteo.shp*) para utilizarlos en los aplicaciones cartográficas de SIG. Los datos meteorológicos incluyen: coordenadas de las estaciones, datos sobre las temperaturas máximas, mínimas y medias, precipitación, evaporación, y número de días con la lluvia. Se produjo el mapa con las estaciones meteorológicas en el formato de PDF usando los datos espaciales (*Stations_meteo_DF*).

4. Suelo y vegetación

La carpeta ***Soils and vegetation*** incluye los datos sobre uso del suelo y la vegetación en la zona de estudio en forma de mapas en escala de 1:50,000. Los datos están guardados en dos carpetas:

- Carpeta ***Land_use_and_vegetation*** - 9 cartas de uso del suelo de CETENAL en escala de 1:50,000 (e14a28_Villa_del_Carbon, e14a29_Cautitlan, e14a38_Toluca, e14a39_Ciudad_de_Mexico, e14a48_Tenango, e14a49_Milpa_Alta, e14b21_Texcoco, e14b31_Chalco, e14b41_Amecameca), en formato PDF, obtenido del INEGI. Los mapas cubren la misma área que los mapas topográficos en la misma escala. De acuerdo con la información proporcionada por INEGI estos mapas muestran la distribución de la vegetación natural e inducida, la localización de las áreas dedicadas a la ganadería; se representan los diferentes tipos de vegetación y las áreas de uso agrícola, pecuario y forestal.
- Carpeta ***Soil*** - 9 cartas edafológicas de CETENAL en escala de 1:50,000 (e14a28_Villa_del_Carbon, e14a29_Cautitlan, e14a38_Toluca, e14a39_Ciudad_de_Mexico, e14a48_Tenango, e14a49_Milpa_Alta, e14b21_Texcoco, e14b31_Chalco, e14b41_Amecameca), en formato PDF, obtenido del INEGI. Los mapas cubren la misma área que los mapas topográficos en la misma escala. Los mapas presentan las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos. Contienen información acerca de la textura superficial dominante y en su caso las limitantes químicas sal, sodio o físicas roca, tepetate, pedregosidad que más afectan el uso y manejo del suelo.

5. Transportación

La carpeta ***Transportation*** cubre los datos espaciales relacionados con los tres elementos básicos del transporte: calles, caminos y carreteras. Estos datos se obtuvieron a partir de los mapas topográficos y después se cortaron por un polígono con la misma extensión que el modelo digital de 5 m en resolución. De los datos espaciales se produjo también un mapa en formato PDF (*Transportation_DF*) para facilitar el proceso de vista de la base de datos.

6. Sismicidad

Revisamos los dos catálogos de los sismos (catálogo del Servicio Sismológico Nacional y catálogo del proyecto Global Centroid Moment Tensor), pero no encontramos ningún evento con magnitud >4.0 en la zona de DTM de 5 m en resolución. Por lo tanto no incluimos en la base de datos información sobre los terremotos en la Ciudad de México.

Referencias

Gaidzik G., Ramírez-Herrera M.T., Bunn M., Leshchinsky B.A., Olsen M., Regmi N.R. (submitted, 2016). Comparing landslide susceptibility mapping based on LIDAR DTMs using manual and automated inventories in tropical mountains of Guerrero, Mexico. Geomatics, Natural Hazards and Risk.

Isenburg, M. 2014. LAStools: Converting, filtering, viewing, gridding and compressing LiDAR data. http://www.cs.unc.edu/~isenburg/lastools (Last accessed September 2016).

Keefer, D.K., 1984. Landslides caused by earthquakes. Geological Society of America Bulletin 95, 406–421.

Malamud, B.D., Turcotte, D.L., Guzzetti, F., Reichenbach, P., 2004. Landslide inventories and their statistical properties. Earth Surface Processes and Landforms 29 (6), 687-711.

Ramírez-Herrera M. T., and Gaidzik K. (submitted, 2016). Extreme events and climate change – Hurricane Manuel and the La Pintada Landslide, Southwest Mexico. Scientific Reports.

Snavely N, Seitz SN, Szeliski R. 2008. Modeling the world from internet photo collections. International Journal of Computer Vision 80, 189-210.