

APLICACIÓN DE SIG PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS: TEGUCIGALPA, HONDURAS

Por:

Cees van Westen (E-mail : westen@itc.nl)
Lorena Montoya de Horn (E-mail: montoya@itc.nl)
Ruben Vargas Franco: (E-mail: vargasfranco@itc.nl)

International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, ITC
P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands

CAPACITY BUILDING FOR NATURAL DISASTER REDUCTION
(CBNDR)

REGIONAL ACTION PROGRAM FOR CENTRAL AMERICA
(RAPCA)



Para mayor información contactar:

Dr. Cees van Westen
International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC)
P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands
E-mail: westen@itc.nl

Información sobre los resultados del proyecto RAPCA pueden ser obtenidos en la página de internet referenciada a continuación:

<http://bb.itc.nl>

Username: UNESCO

Password: RAPCA

Seleccione: Organizations in which you are participating: UNESCO RAPCA

Antecedentes

A principios del año 1999, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Cultura y la Ciencia (UNESCO, por sus siglas en inglés) estableció un convenio de soporte financiero con una duración de cuatro años. El principal objetivo del proyecto es el de fortalecer la capacidad en los países centroamericanos, en los campos del uso de la información técnica y científicas y el desarrollo de metodologías participativas, para la producción de información relacionada con la zonificación de amenazas y riesgos, la cual debe servir en la toma de decisiones para la reducción de los desastres, tanto naturales como ocasionados por el hombre. El Programa de Acción Regional para Centro América (RAPCA, por sus siglas en inglés) está incluido en el Programa “Capacity Building for Natural Disaster Reduction (CBNDR)”, ambos financiados por el Gobierno de Holanda y administrados por la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura y las Artes (UNESCO).

En el año 2000, un grupo de técnicos de algunos países centroamericanos y de República Dominicana participamos en un entrenamiento con duración de tres meses en Holanda y Costa Rica, en la zonificación de amenazas y riesgos haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica. Uno de los compromisos adquiridos fue el que al retornar a su país, cada miembro o equipo del país participante implementaría un proyecto piloto en un área que por las características naturales fuera adecuado para el desarrollo y validación de los conocimientos adquiridos y que a la vez, los resultados obtenidos sirvieran de herramienta en los planes de desarrollo futuro a nivel local tomando como norte la gestión de riesgos. Los resultados de los proyectos desarrollados a nivel local serían posteriormente utilizados en la preparación de casos de estudio con el propósito de favorecer la replicabilidad de la experiencia

En Centro América, la coordinación del Programa ha corrido a cargo del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC) mientras que la ejecución de cada Proyecto Nacional ha sido encomendada a las Instituciones encargadas de la Reducción y Manejo de los Desastres Naturales en cada país bajo la asesoría técnica del Instituto Internacional de Ciencias de Geo-información y Observación Terrestre (ITC), Holanda.

Atencion

El material suministrado para la realización del ejercicio solo puede ser utilizado con el propósito exclusivo de entrenamiento. Los resultados no deben ser usados en procesos de planificación llevados a cabo en Tegucigalpa ya que el ITC no puede garantizar la precisión de los datos de entrada.

Agradecimientos

De manera especial quisiéramos agradecer a Gonzalo Ernesto Funes Siercke, de COPECO, por suministrar la información utilizada en el ejercicio. Parte de los datos utilizados fueron suministrados por Sebastian Eugster (University of Bern), quien realizo sus estudios de maestría en Tegucigalpa.

El Software, herramienta SIG, que se utilizara en este ejercicio será el ILWIS (Integrated Land and Water Information System), versión 3.12, el cual contiene entre otros recursos útiles para la generación de estereo pares digitales. Para mayor información puede visitar el sitio: <http://www.itc.nl/ilwis>
<http://www.itc.nl/ilwis/default.asp>

Los datos para la realización del ejercicio pueden ser obtenidos en el cd adicional que acompaña este material o a través de la página en internet (blackboard en ITC)

<http://bb.itc.nl>

Username: UNESCO

Password: RAPCA

Seleccione: Organizations in which you are participating: UNESCO RAPCA

Indice:

1	Introducción	1
1.1	Objetivos:.....	1
1.2	Introducción	1
1.3	Deslizamientos provocados por el Mitch en Tegucigalpa.....	4
1.4	Inundación provocada por el by Mitch en Tegucigalpa	6
1.5	Evaluación de los datos de entrada	8
1.6	Referencia	9
2	Preparación de datos	10
2.1	Georeferenciación de datos básicos y preparación del estéreo Par Digital	10
2.1.1	Georeferenciación de la Imagen LiDAR.....	11
2.1.2	Creación de un par estereoscópico Digital	14
3	Cartografía de elementos en Riesgo (elementos expuestos).....	18
3.1	Digitalización en Pantalla de la información sobre edificaciones utilizando una imagen Estereoscópica	18
3.1.1	Extracción de los límites de manzana a partir del mapa de carreteras (Road Map).	19
3.1.2	Digitalizando las Unidades Homógenas.....	20
3.1.3	Digitalización en Pantalla utilizando la fotografía aérea corregida (orto-imagen).....	21
3.1.4	Digitalización en Pantalla usando un Estereoscopio de Pantalla	22
3.2	Generación de Tablas y Columnas de atributos (pre-fieldwork).....	23
3.3	Recolección de datos en Campo	26
3.4	Registro de resultados en la base de Datos	28
3.5	Estimación de las alturas de las edificaciones utilizando modelos de elevación digital (DEM's).....	28
4	Evaluación de la amenaza por deslizamientos.....	33
4.1	Digitalización en pantalla de deslizamientos utilizando una imagen estéreo.....	33
4.2	Evaluación estadística de la amenaza por deslizamientos.....	37
4.2.1	Visualización de los datos de entrada	38
4.3	Cruzando los mapas de parámetros con el mapa de deslizamientos	40
4.4	Calculando densidad de deslizamientos	41
4.5	Calculando los valores de ponderación (weight values)	42
4.6	Creando los mapas ponderación de valores (weight maps).....	43
4.7	Clasificando el mapa de ponderación (weight map) en el mapa final de amenaza	44
4.8	Ejercicio adicional	45
4.9	Referencias.....	45
5	Evaluación de riesgo por inundación	46
5.1	Estimación de pérdidas: edificaciones y población.....	46
5.2	Relación con la altura del agua	50
5.3	Referencias.....	51

ESQUEMA GENERAL DEL EJERCICIO

Objetivo general

El objetivo general del ejercicio es la preparación de un mapa de zonificación cualitativa del riesgo por inundación y deslizamientos para un sector de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras utilizando las herramientas proporcionadas por los sistemas de información geográfica, que para este caso específico es el software ILWIS

Metodología

El ejercicio esta dividido en 5 secciones, cada una de las cuales discute un tema específico relacionada con el objetivo final. El contenido de cada una de las secciones es descrito a continuación:

1. **Introducción:** Se discuten los aspectos generales relacionados con la ciudad de Tegucigalpa, y se presenta una descripción general del impacto provocado durante el huracán Mitch ocurrido en 1998. También se realiza una presentación general de los datos a utilizar durante el ejercicio
2. **Preparación de los datos:** se introducen algunas de las funcionalidades de un sistema de información geográfica utilizadas en la preparación del los datos requeridos en el proceso de evaluación del riesgo
3. **Mapeo de elementos en riesgo:** esta parte del ejercicio trata el tema de la preparación de los datos espaciales necesarios para realizar una evaluación del riesgo para edificaciones y obras de infraestructura
4. **Evaluación de la amenaza por deslizamientos:** este ejercicio se refiere a la evaluación de la distribución de deslizamientos en un sector de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras
5. **Evaluación del riesgo por inundación:** Este ejercicio se refiere a la evaluación del riesgo por inundación en el sector de la ciudad de Tegucigalpa mas severamente afectado por las inundaciones durante el huracán Mitch, Honduras

1 Introducción

1.1 Objetivos generales:

Los objetivos generales del ejercicio son:

- Familiarizar al estudiante con el conjunto de datos disponible para la ciudad de Tegucigalpa;
- Evaluar los datos disponibles para el ejercicio

1.2 Introducción

A finales de Octubre de 1998 el huracán Mitch azoto la región de América Central. Este huracán es considerado como el mas fuerte que ha afectado la zona del atlántico en los últimos diez (10) años y el peor desastre ocurrido en Honduras en los últimos 200 años. Mas de 9'000 personas murieron y 1.5 millones de personas perdieron sus propiedades. Las pérdidas económicas , según fuentes oficiales, alcanzan 3.7 US billones, lo que equivale aproximadamente al 70% del producto interno bruto anual. Por lo menos 70% de los cultivos fueron destruidos, incluyendo 80% de las plantaciones de bananos, su principal producto de exportación.

Después de tocar tierra sobre la costa Caribeña, el huracán Mitch lentamente se desplazo hacia el sur dejando una enorme estela de destrucción a su paso (“highway of destruction”). Grandes cantidades de precipitación fueron generadas en parte debido a los efectos topográficos causados por la cadena montañosa de América Central y en parte debido al lento movimiento de la tormenta (Hellin and Haigh 1999). La totalidad del territorio Hondureño fue afectado por el huracán Mitch. Deslizamientos e inundaciones destruyeron no solamente centros urbanos y tierras cultivables sino también gran parte de la infraestructura del país: vías, puentes, etc. Dos grandes deslizamientos en Tegucigalpa, El Berrinche y El Reparto, causaron la muerte de mas de 1000 personas. El Berrinche bloqueo el río principal que cruza la capital, lo que ocasiono una gran inundación en la ciudad.

Es un hecho que el tema de administración de riesgos y desastres era escasamente conocido, o incluso no considerado, antes de la ocurrencia del Mitch. Después del impacto provocado por el huracán, la autoridades reconocieron la urgente necesidad de incorporar el tema de administración de desastres. En consecuencia un gran numero de proyectos, generosamente apoyados por la comunidad internacional, fueron iniciados con el propósito de llenar este vacío.

El nombre de la capital de Honduras, Tegucigalpa, proviene del antiguo lenguaje local (comunidades existentes antes de la Conquista) . Su significado, “Montaña plateada”, hace referencia a la intensiva actividad minera llevada a cabo en la zona desde el momento en que la ciudad fue fundada en el siglo 16. De hecho, Tegucigalpa se convirtió en el centro minero mas importante en América Central durante el periodo colonial español. Hoy en día Tegucigalpa, localizada en el departamento de Francisco Morazán en la zona central de Honduras , es el centro político del país. “Tegus”, como es llamada por sus habitantes, es una mezcla de una vieja ciudad colonial que ha sido transformada en la activa, ruidosa y moderna capital de Honduras.

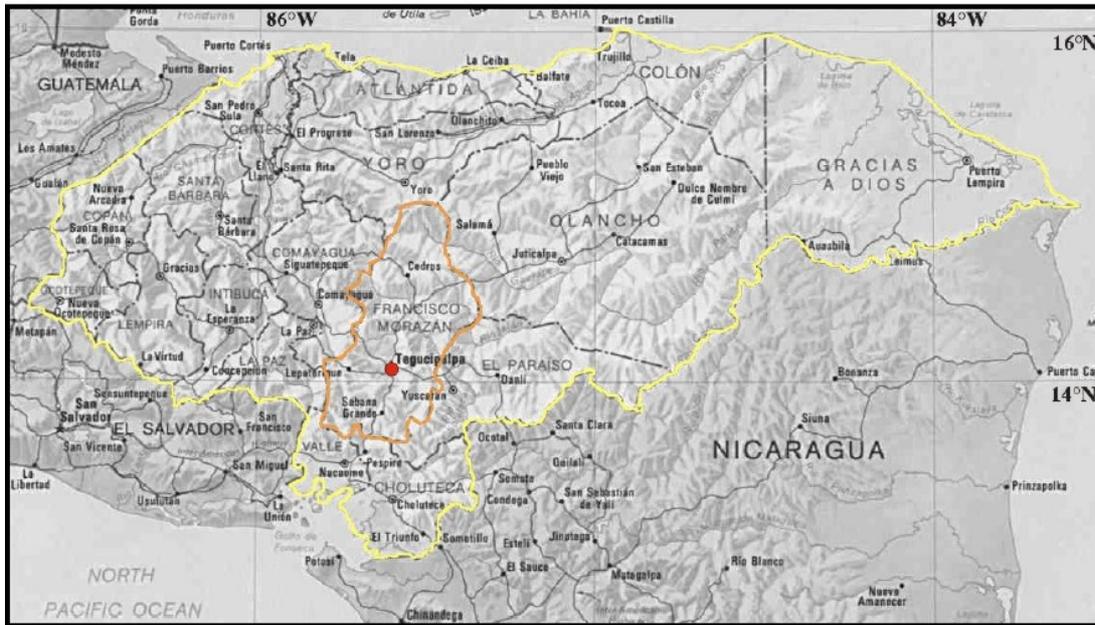


Figure 1-1 Localización de la zona de estudio en Honduras: la capital Tegucigalpa se localiza sobre la cadena montañosa de América Central, en el Departamento Francisco Morazán.

Tegucigalpa esta asentada en un valle profundo localizado al interior de la zona central montañosa de Honduras, aproximadamente $15^{\circ}06'N/87^{\circ}11'W$, lo que corresponde con la latitud de Bangkok o de África Sub-Sahariana. El fondo del valle se localiza sobre los 930 m. s.n.m (sobre el nivel del mar) con picos (llamados *cerros*) alrededor de la cuenca que alcanzan hasta 1300m s.n.m, tales como Cerro Grande y Cerro El Berrinche en el Nor-occidente o El Picacho al norte de la ciudad (ver *Figura 1-2*).

Los ríos que cruzan la cuenca juegan un importante papel en la caracterización morfológica de la zona. El Río Grande Choluteca separa Tegucigalpa de la ciudad hermana de Comayagüela. El Río Chiquito entra en la cuenca por el costado oriental, dividiendo la capital entre la ciudad vieja, en la rivera norte, y el moderno distrito comercial en la rivera sur.

Figura 1-2 ilustra la distribución urbana de Tegucigalpa. La zona de estudio se extiende desde el Cerro El Berrinche en el occidente de la ciudad vieja hacia el borde Nor-oriental de la capital, y desde el distrito comercial en el sur hasta el cerro El Picacho en el norte, como es indicado por el área delineada por la línea en rojo.

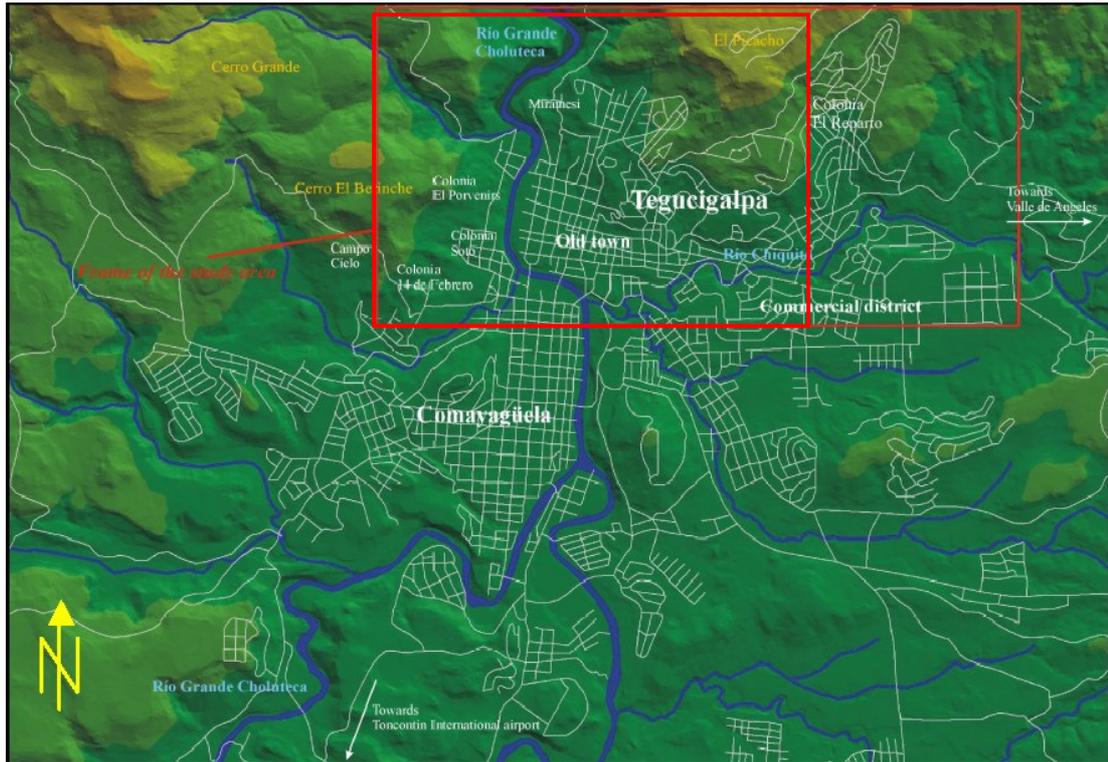


Figure 1-2 Área Metropolitana de Tegucigalpa: el rectángulo en rojo delimita la zona de estudio en la ciudad de Tegucigalpa. Esta corresponde principalmente al centro antiguo, parte del distrito comercial y los cerros adyacentes. Todos los mapas usados en el ejercicio refieren a la zona demarcada por el rectángulo en rojo. La impresión de relieve, características topográficas de la zona, que sugiere el trasfondo de la figura, fue obtenido a partir de un Modelo de elevación del Terreno (DEM).

1.3 Deslizamientos provocados por el Mitch en Tegucigalpa

Durante tres días, del 29 al 31 de octubre de 1998, el total de la precipitación pluvial sobre el río Choluteca rebasó los 900 mm. El huracán Mitch ocasionó en la ciudad capital de Tegucigalpa una precipitación pluvial total de 281 mm;

Deslizamiento de tierra El Berrinche

El deslizamiento de tierra El Berrinche, en Tegucigalpa, fue el mayor de los deslizamientos de tierra aislados ocasionados por el huracán Mitch en Honduras (número 1, ilustración 1). Destruyó una porción del centro de la ciudad conocida como Colonia Soto y represó al Río Choluteca, creando así una laguna de aguas residuales, corriente arriba de la presa formada por el deslizamiento de tierra (figura 2). Este hundimiento/flujo de tierra complejo tenía un volumen de aproximadamente 6 millones de metros cúbicos. Debido al

lento movimiento inicial del deslizamiento de tierra durante las lluvias provocadas por el huracán, fue posible evacuar a los residentes que habitaban en la masa del deslizamiento de tierra antes de que se iniciara el rápido desplazamiento del deslizamiento y que culminara en el represamiento del río. El río quedó represado aproximadamente a las 12:30 am del 31 de octubre, aproximadamente una hora después de ocurrir el máximo caudal de inundación del Río Choluteca.

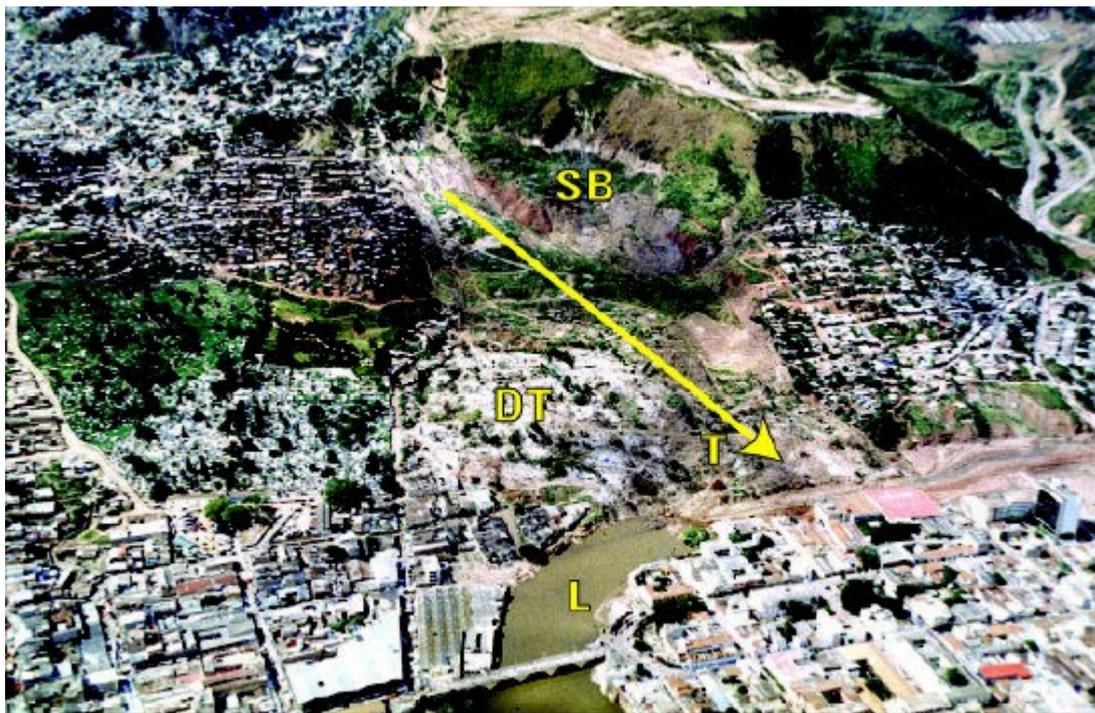


Figura 3: Vista aérea del deslizamiento de tierra El Berrinche, un hundimiento/flujo de tierra complejo que represó el Río Choluteca, a la altura de la ciudad de Tegucigalpa. La flecha indica la dirección del desplazamiento del flujo de tierra. "T" denota la punta del deslizamiento de tierra que represó el río; la "L" señala la laguna generada por el represamiento causado por el deslizamiento de tierra. "DT" señala la zona correspondiente a la parte inferior del deslizamiento de tierra, pata o base, la cual presenta deformación intensa. En esta zona se ubicaba el centro de la Colonia Soto; "SB" señala el bloque superior del hundimiento.