EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE DOS ESCENARIOS DE INUNDACIONES EN EL LAGO MÄLAREN (SUECIA) MEDIANTE EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

López-Samaniego, E. [1], Menor Salazar, C. [2]

1-ASOCIACIÓN VERTIDOS CERO estibaliz.lopezsamaniego@gmail.com
2-Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. 28049. Campus de Cantoblanco, Madrid. carlos.menor@estudiante.uam.es

Introducción

Las **inundaciones** son un fenómeno natural que se repite con cierta periodicidad en los ciclos hidrológicos. El **Cambio Climático** está incrementando dicho patrón temporal en algunas zonas del globo con graves repercusiones sociales y medioambientales. Debido a la creciente urbanización litoral y costera, las **estrategias de desarrollo y planificación urbana** deben apoyarse en **Sistemas de Información Geográfica**, clave para realizar diferentes escenarios de predicción usando variables socioeconómicas y ambientales (SOU, 2006; Meier *et al.*, 2006).

El **lago Mälaren** (1.120 km^2 y 66 m de prof. máx.), el tercero más grande de Suecia, desemboca en el Mar Báltico. Las precipitaciones medias son de 600-700 mm/año, 400 mm/año de evaporación y una escorrentía de < 200 a 250 mm/año (SMHI, 2010). En él se encuentra la **ciudad de Västerås**, actualmente la 6ª ciudad más grande de Suecia, con 136.000 habitantes y 62.000 edificios (Departamento de Planificación Urbana, Ayuntamiento de Västerås, 2012).

Objetivo

Evaluación del Impacto de las Inundaciones, efectos del incremento en **100 cm y 225 cm de aumento del nivel del agua del lago Mälaren**, tomando como área de estudio la cuenca hidrológica del río Svartån, donde se encuentra la **ciudad de Västerås y su área de influencia (ver Mapa 1-Localización)**.

Métodos

Creación de mapas temáticos mediante **ArcGIS 10** (ESRI) usando herramientas de geoprocesamiento, databases oficiales y otras capas de información **(Ver Figura 1).**

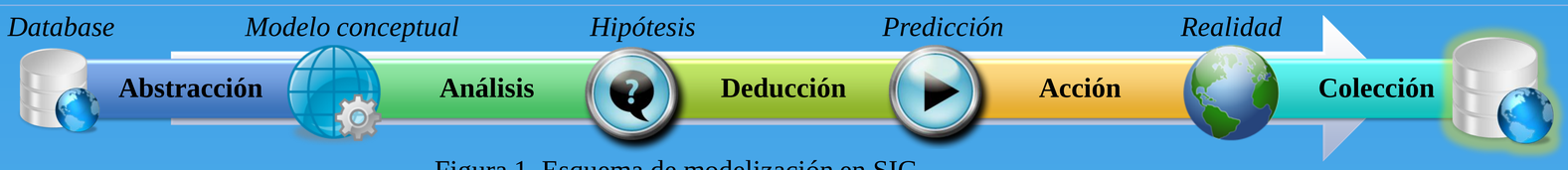
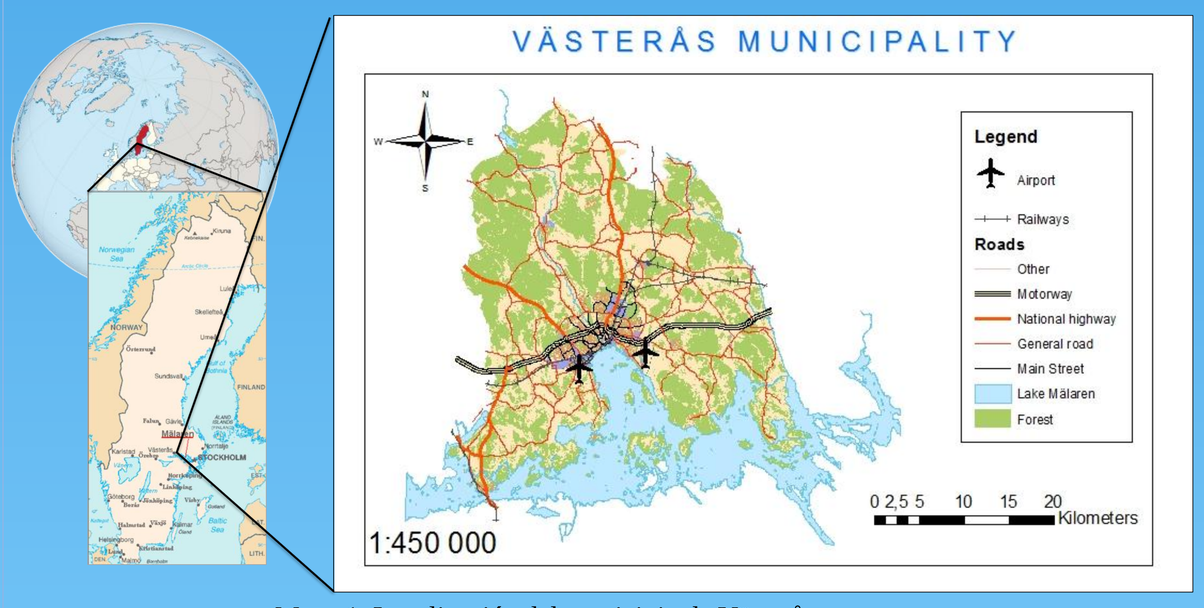


Figura 1. Esquema de modelización en SIG

Resultados

La Evaluación del Impacto de las Inundaciones contiene los siguientes factores: magnitud (aumento, velocidad y duración) de la inundación, infraestructuras de evacuación (accesos y tiempo de respuesta ante emergencias), tamaño de la población en riesgo y usos del suelo y principales impactos medioambientales, directos e indirectos.



Mapa 1. Localización del municipio de Västerås

Los principales receptores son la población del término municipal y ciudad de Västerås con los respectivos gobiernos local y regional así como las compañías de la propiedad, energía, transportes, etc.

El área inundada representaría el doble en el Escenario B que en el A con más de 30 km^2 para la municipalidad de Västerås **(Figura 2)** Las áreas más afectadas de la ciudad son las zonas residenciales de Lillåudden y Enhagen-Ekbacken; el aeropuerto local y la estación de trenes y autobuses del centro de la ciudad para un Escenario B (225 cm), representado en azul oscuro **(Mapa 2-Escenarios y Efectos I).**

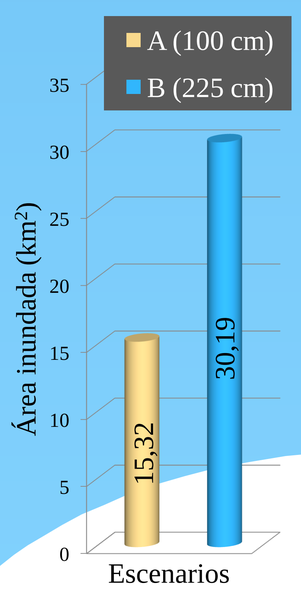
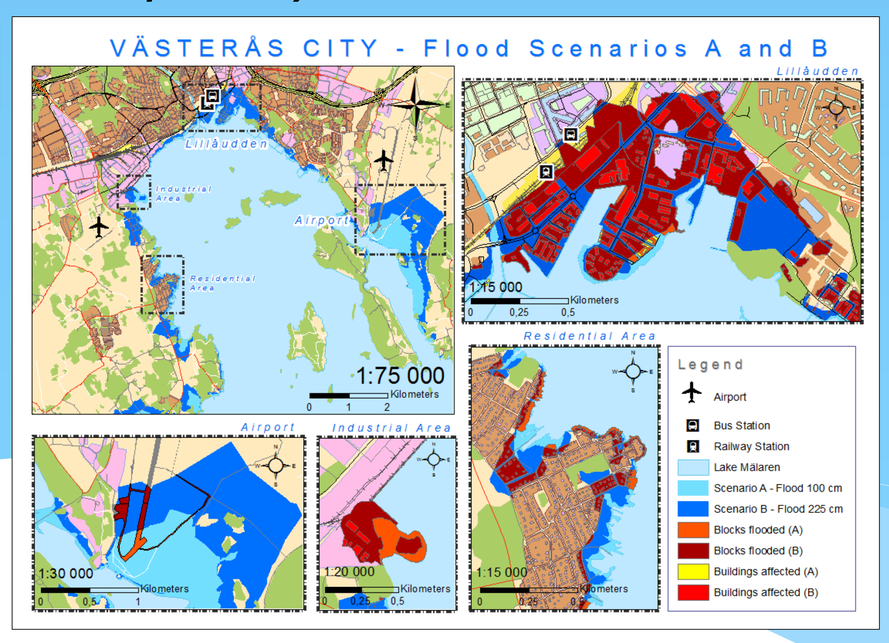
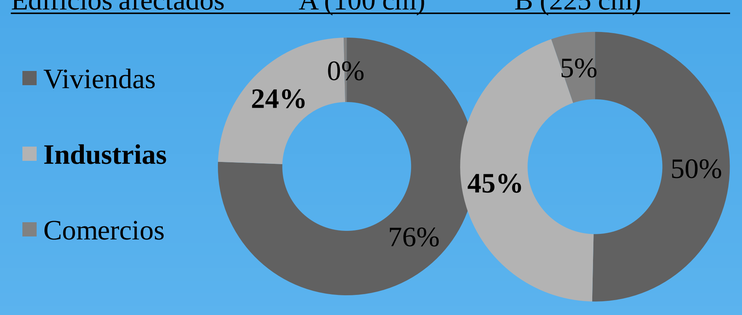


Figura 2. Área inundada según Escenarios A y B



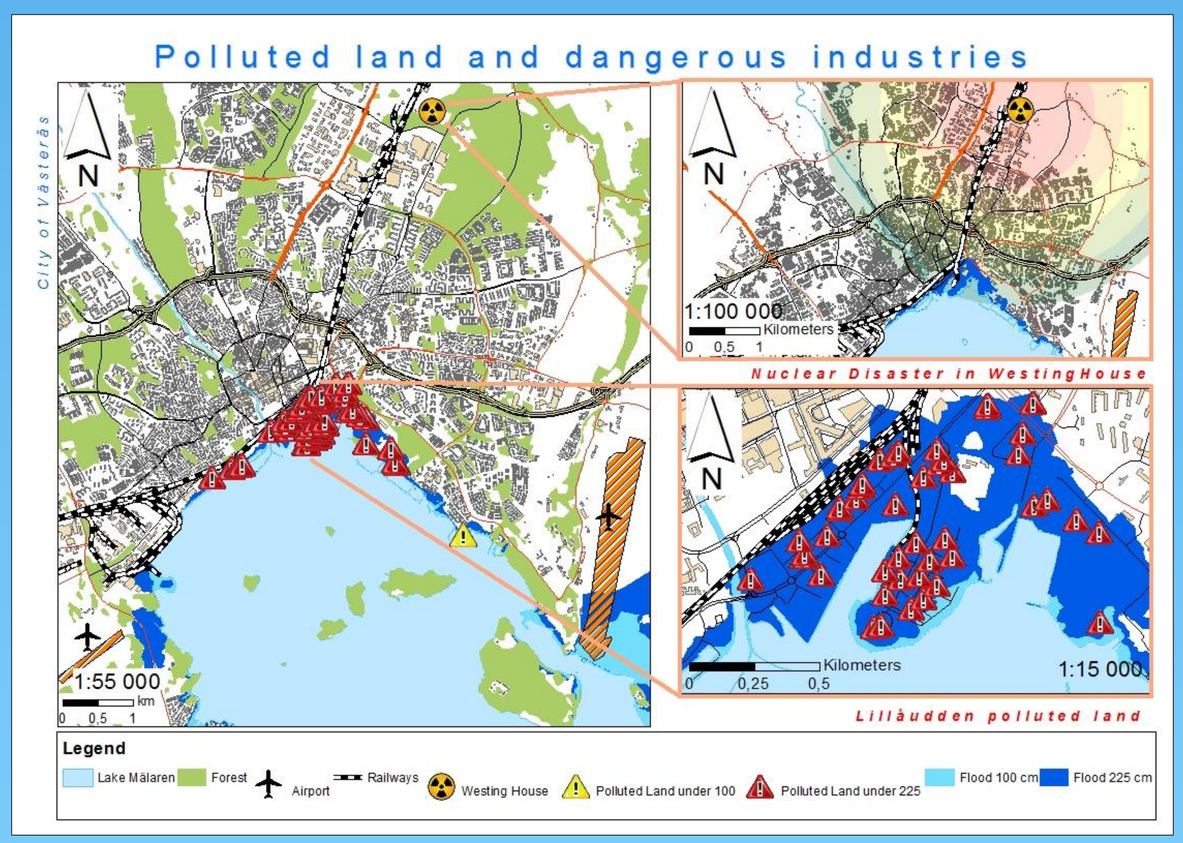
Mapa 2. Escenarios de inundación A y B y sus efectos en las infraestructuras (I)

Edificios afectados A (100 cm) B (225 cm)



El porcentaje de industrias afectadas se llegaría a duplicar en el Escenario B, lo que provocaría un mayor impacto por contaminación de las aguas del lago Mälaren **(Figura 3).**

Figura 3. Porcentaje de edificios afectados según Escenarios A y B



Mapa 3. Efectos de la inundación sobre los suelos contaminados e industrias (III)

En la península artificial de Lillåudden, actual zona residencial, y área costera próxima con nuevos puertos de ocio, convergen varios impactos ambientales **(Mapa 3-Efectos II)**:

1) Vertedero industrial incontrolado (1915-1994), el cual formó la península.
2) Antigua estación de refinería de carbón (1927-1963) y reformada en gas (1974).
3) Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de la ciudad.
4) Compañía Westinghouse Nuclear, con riesgo radioactivo (buffer perimetral de 2 km)

Dos proyectos de remediación (Terratema AB, 1995; Mälaenergi 2010) se realizaron para la extracción de hasta dos metros de profundidad del suelo en Lillåudden. Los análisis indican suelos contaminados y lixiviados con alto contenido en metales pesados (Cd, Cr, Cu, Zn, Sn) hidrocarburos poliaromáticos (PAH) y alifáticos.

Un bioensayo con el crustáceo *Heterocypris incongruens* en muestras de sedimentos (Menor *et al.*, 2012, pers. comm.) indicó alta mortalidad e inhibición del crecimiento en comparación con la muestra control, según valores-guía de la Swedish EPA (2009).

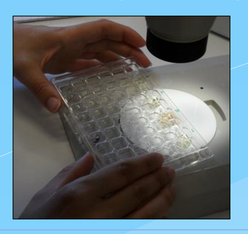


Figura 4. Ostracotodkit F usado para analizar la toxicidad de los sedimentos.

Conclusiones

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas potentes para la toma de decisiones en el ámbito de la ordenación del territorio, así como medidas de prevención y protección. Generando diferentes escenarios de inundaciones, se puede observar los efectos en las zonas costeras y litorales y el impacto socioeconómico y ambiental. Entre las limitaciones del análisis, cabe reconocer que cualquier modelo está sujetos a imprecisiones en las estimaciones del riesgo. Para evaluar los efectos sobre el lago Mälaren desde el punto de vista medioambiental serían necesarios más datos de variables hidromorfológicas y biológicas, para complementar además de los ensayos ecotoxicológicos. No obstante, estos resultados preliminares son muy valiosos a la hora de realizar una Evaluación del Impacto de las Inundaciones sobre elementos críticos como edificaciones en costa, líneas de comunicación, exposición a contaminación, etc.

Referencias Bibliográficas

- Statens Offentliga Utredningar, SOU. 2006. Översvämningshot – Risker och Åtgärder för Mälaren, *Hjälmaren och Vänern*. 2006:94
- Meier, H.E.M., J. Andréasson, B. Broman, L.P. Graham, E. Kjellström, G. Persson, and M. Viehhauser. 2006. Climate change scenario simulations of wind, sea level, and river discharge in the Baltic Sea and Lake Mälaren region – a dynamical downscaling approach from global to local scales. *SMHI Reports Meteorology and Climatology* No.109, SMHI, SE-601 76 Norrköping, Sweden, 52 pp.
- Swedish Environmental Protection Agency. 1999. Series ranking criteria for environmental quality. Methodology for the inventory of contaminated sites. Report 4918.
- Terratema AB. 1995. Undersökningar av förorenade bottensedimentt. Lillåudden - Västerås hamn.
- Mälaenergi AB. 2010. Sedimentprovtagning i Kraftverksviken,Västerås. Resultat från tre stycken provtagningstillfällen. Rapport 2010-02-25.
- Menor, C., Cáceres, L., Villarrubia, P., Fontana, P. 2012. Ecological characterization of sediments using the ostracod "*Heterocypris incongruens*" in Lake Mälaren (Västerås, Sweden). *Pers. Comm.*
- Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) website: http://www.smhi.se/en
- Västerås Stad website: http://www.vasteras.se/

Agradecimientos

A la Universidad de Mälardalen (Suecia), Tom Blackmore de la empresa ARC TIGER y Västerås Stad por las capas y recursos GIS disponibles.

PÓSTER PRESENTADO EN EL 11º CONGRESO NACIONAL DE MEDIOAMBIENTE – CONAMA 2012
En Madrid del 26 al 30 de Noviembre de 2012