



Resumen del proyecto

Empresa

Agencia medioambiental de Portugal

Lugar

Portugal

Objetivos del proyecto

- Proporcionar mapas de inundación y de riesgos de inundación para un territorio portugués y cuantificar adecuadamente las probabilidades de inundación y los riesgos asociados para las infraestructuras existentes y futuras, la salud humana, las actividades económicas y el medioambiente.
- Apoyar la creación de planes de gestión de riesgos de inundación, incluida la definición de las medidas necesarias para reducir la exposición a esos eventos de inundación.

Productos utilizados

Bentley OpenFlows FLOOD

Datos rápidos

- Se identificaron 22 zonas críticas.
- Se consideran tres contextos diferentes (20, 100, 1000 años de períodos de retorno) y se usa el modelado de inundación integrado de Bentley OpenFlows FLOOD para generar múltiples mapas de inundación.
- Se utilizaron escenarios modelados para obtener mapas de riesgo de inundación divididos en siete planes de gestión de riesgos de inundación que cubren el territorio continental portugués.
- El modelo completado nos permitió proyectar medidas adaptadas para reducir los niveles de riesgo y aumentar la resiliencia de la sociedad.

ROI (retorno sobre la inversión)

- La toma de decisiones basada en modelos para la gestión de riesgos de inundación aumentó la eficacia y la confiabilidad.

OpenFlows FLOOD ayudó a cuantificar las áreas más propensas a inundaciones en Portugal

Se identificaron 22 áreas críticas que requieren medidas de mitigación de riesgos y resiliencia más efectivas

Las inundaciones en Portugal: pasado y presente

Las inundaciones fluviales afectan a más personas en todo el mundo que cualquier otro peligro natural, con una pérdida promedio anual global estimada de USD 104 000 millones.¹ Se espera que estos daños aumenten como resultado del crecimiento económico continuo y del cambio climático.^{2,3}

Las condiciones intensas de lluvia que conducen a las inundaciones se asocian con la inestabilidad atmosférica que, en el territorio continental de Portugal, generalmente ocurre desde el otoño hasta la primavera. Sin embargo, el cambio climático está acelerando los eventos de inundación fluvial en Europa, particularmente en Europa occidental, según un estudio publicado en *Science*.⁴ Con las modificaciones constantes en el uso del suelo (incluidas la deforestación y la urbanización de zonas de inundación) también puede aumentar el impacto de las inundaciones.

En Portugal continental, las inundaciones ocurren en diferentes zonas. Sin embargo, los eventos más significativos ocurren en las cuencas hidrográficas de los ríos grandes y medianos. Los ríos Tajo, Duero y Sado tienen una larga historia de inundaciones, que se informa a menudo en los medios de comunicación. Otras cuencas se regularizan a través de reservorios con capacidad para laminar o ajustar los volúmenes de las inundaciones que atenúan la corriente.

El régimen hidrológico de los pequeños cursos de agua en Portugal es generalmente torrencial. Durante una parte del año, la corriente es nula (o casi nula) y pasan los años sin que los lechos se desborden. Por el contrario, en el caso de precipitaciones intensas, el escurrimiento superficial alcanza una alta velocidad, lo que da como resultado que las inundaciones centenarias tengan caudales específicos muy altos.

El contexto legal e institucional

A raíz de las nocivas inundaciones en Europa central entre 1998 y el 2004, la Unión Europea inició un proceso de estudio del fenómeno y desarrolló procedimientos de mitigación y adaptación para reducir las vulnerabilidades de

Europa en caso de inundaciones. Mediante la creación de estos procedimientos, la Unión Europea trató de reducir las consecuencias nocivas. Como resultado, la Comisión Europea desarrolló una nueva estrategia que llevó a la publicación de una directiva (2007/60/CE) sobre la evaluación y la gestión de los riesgos de inundación. Esta directiva se incorporó a las leyes nacionales y establece un marco nacional para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación con el objetivo de reducir las consecuencias nocivas asociadas con este fenómeno para la salud (incluidas las pérdidas humanas), el medioambiente, el patrimonio cultural, la infraestructura y las actividades económicas.

En Portugal, la agencia de medioambiente de Portugal (APA), que es la autoridad nacional de agua, es responsable de la gestión de las inundaciones a nivel nacional, así como de la adopción de medidas de coordinación ante inundaciones. Además, la APA aplica medidas para crear sistemas de alerta para proteger a las personas y los activos. La APA es también la principal entidad nacional responsable de la implementación eficaz de la directiva europea en Portugal. La implementación se llevó a cabo como resultado de la elaboración y aplicación de planes de gestión de riesgos de inundación, que solo fue posible después del mapeo de las zonas de inundación y los riesgos de inundación. Bentley OpenFlows FLOOD fue el software utilizado con la capacidad de modelado integrado para estimar las características de las inundaciones y los mapas inundados asociados.

Datos usados, situaciones consideradas y motor de modelo

El enfoque de modelado utilizado para delimitar las áreas inundadas depende de la información de referencia y de las particularidades de cada región. La estimación de las zonas afectadas por inundaciones depende de la selección de los flujos más altos de la inundación para los diferentes períodos de retorno que se estudian. En las ocho áreas con flujos predeterminados indicados por la APA, se consideraron directamente los flujos más altos de inundación.

En las 10 áreas donde la cuenca no muestra una regularización significativa o no tiene registros hidrométricos

Bentley OpenFlows FLOOD fue el software utilizado con la capacidad de modelado integrado para estimar las características de las inundaciones y los mapas inundados asociados.

Obtenga más información sobre Bentley en:
www.bentley.com

Póngase en contacto con Bentley
1-800-BENTLEY (1-800-236-8539)
Fuera de los Estados Unidos
+1 610-458-5000

Listado de oficinas en el mundo
www.bentley.com/contact

cerca de la zona de inundación, se han desarrollado modelos hidrológicos para estimar los flujos más altos de inundación. Para ello, se utilizó el modelo MOHID Land, proporcionado por Bentley OpenFlows FLOOD. En las cuatro zonas restantes, los flujos máximos se obtuvieron a través del análisis de los registros hidrométricos existentes.

La determinación de las zonas inundadas se obtuvo a través del modelado hidráulico del escurrimiento superficial. Esta determinación permite estimar las características del flujo de inundación. También se obtuvo un mapeo de peligros con la integración de la profundidad máxima y la velocidad asociada.

Para todas las zonas que se debían modelar, se implementaron modelos bidimensionales utilizando MOHID Land (para las aguas interiores) y MOHID Water (aplicados a las zonas estuarinas). Estos modelos 2D se basan en la ecuación de la conservación de la masa y la conservación del momento en dos direcciones horizontales. Con estos modelos, el lecho se discretiza con mallas de elementos finitos de alta resolución mediante la determinación de los componentes de la velocidad de flujo en el plano horizontal y la consideración del valor promedio respectivo según el plano vertical.

En cada sitio de estudio, se recopilaron e integraron las diversas fuentes de datos topográficos disponibles (incluida la resolución de 0,5 metros de LIDAR en algunas áreas). Además, se utilizaron métodos de interpolación para describir las llanuras de inundación con el mayor detalle posible. Sobre la base de los datos topográficos disponibles y las necesidades de cada zona específica, las mallas computacionales adoptadas variaron entre 2 y 40 metros, con la resolución más frecuente de 10 x 10 metros. El número de puntos computacionales para las diferentes mallas de cuadrícula fluctuó entre 101 500 y 1 402 800. Todo el procesamiento de datos se realizó en Bentley OpenFlows FLOOD.

Con respecto a las condiciones de los límites, se aplicó un hidrograma esquemático de variable al costado del río para representar el aumento de la inundación en función de diferentes flujos y velocidades. En las áreas críticas bajo la influencia de las mareas, el nivel del mar impuesto considerado fue la altura promedio de dos mareas vivas consecutivas; y en las zonas estuarinas, también se consideró una sobre-elevación (que representa la marejada ciclónica debido a la presión atmosférica, el viento y las olas).

Se evaluó un conjunto de 22 zonas críticas con riesgo de inundación en tres períodos de retorno diferentes (20, 100 y 1000 años). Se generaron varios mapas de inundación.

Los modelos también se han ejecutado para la calibración y validación de eventos históricos.

Uso de marcas de inundación de incidentes anteriores

Las marcas existentes en la infraestructura que se registraron en eventos de inundación anteriores se han comparado con las situaciones simuladas. Si bien algunas de estas marcas no hacían referencia específicamente al instante o al flujo asociado, con este análisis cualitativo, el equipo pudo realizar una comparación positiva entre las alturas de agua modeladas y medidas, lo cual permitió validar los modelos.

El resultado: Los riesgos cuantificados promueven medidas adecuadas y priorización

Los mapas de inundación generados permitieron desarrollar una evaluación de riesgos realista para las áreas de estudio, lo que dio como resultado el mismo número de mapas de riesgo de inundación. En la cuantificación del riesgo de inundación se integró el mapeo de peligros, que se modeló a partir de los mapas de inundación y la exposición obtenida del mapeo de consecuencias.

Gracias a los mapas de riesgo cuantificados para todas esas áreas críticas, se obtuvieron instrumentos valiosos para proyectar medidas adecuadas capaces de prevenir, proteger y mitigar los efectos potenciales derivados de futuros eventos de inundación en los próximos 20 años. Todas estas medidas se incluyeron posteriormente en los diferentes planes de gestión de riesgos de inundación desarrollados por la APA como un importante instrumento de gestión. La identificación de las áreas e infraestructuras más cruciales les permitió priorizar de manera eficiente la implementación de medidas específicas, lo cual es particularmente relevante cuando los recursos son escasos.

Se han producido mapas de inundación y mapas de riesgo de inundación para todos estos lugares y ahora son públicos en el sitio web de agencias ambientales: <https://sniamb.apambiente.pt/content/inundações-diretiva-200760ce-portugal-continental>.

Referencias

- <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/42809>
- Winsemius H C et al 2016 Global drivers of future river flood risk Nat. Clim. Change 6 381–5
- IPCC, Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Cambridge Univ. Press, 2012).
- <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588> (DOI: 10.1126/science.aan2506)



En la imagen se muestra la profundidad máxima del agua para tres períodos de retorno diferentes.