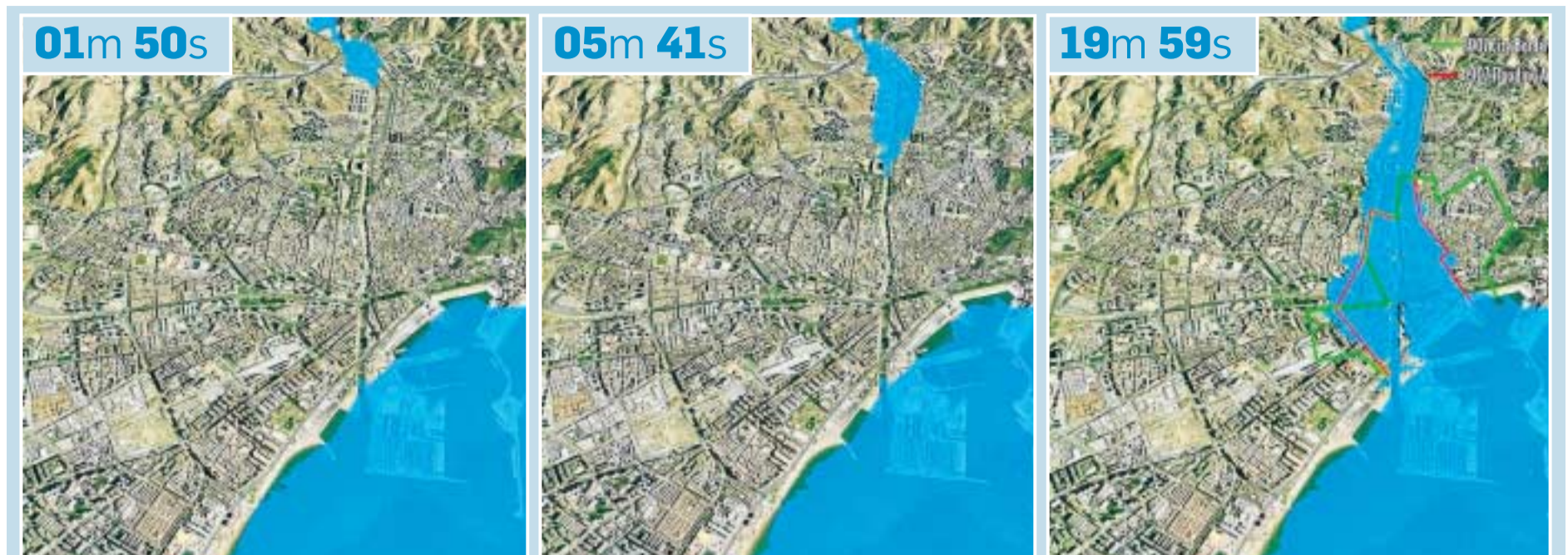


## MÁLAGA

## MEDIO AMBIENTE



**SIMULACIÓN DE LA ROTURA.** El grupo de la investigación de la UMA ha recreado lo que ocurriría si se rompiera la presa del Limonero que regula las aguas del río Guadalmedina y lo ha comparado con la gran inundación que hubo en 1907 en

la ciudad provocada por el mismo río. El resultado es que el agua seguiría prácticamente el mismo recorrido y el mismo tiempo en llegar hasta el mar en ambos casos. En total, no más de 20 minutos en inundar todo lo que encuentre a su paso.

Raquel Garrido MÁLAGA

Si un terremoto o cualquier otra contingencia extrema provocase la rotura de la presa del Limonero, que regula el río Guadalmedina a su paso por el centro de Málaga, el agua tardaría apenas 20 minutos en llegar hasta el mar y anegar todo lo que encontrara a su paso. Un grupo de expertos de la Universidad de Málaga (UMA) lo ha recreado gracias a un pionero de simulación basado en ecuaciones numéricas, solicitado incluso por la prestigiosa Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de EEUU, al ser capaz de calcular los daños que ocasionaría y las zonas a las que afectaría la inundación.

El grupo Ecuaciones diferenciales, análisis numérico y aplicaciones (Edanya) de la UMA, formado por una decena de profesores de los departamentos de Análisis Matemático y Matemática Aplicada, empezó en el año 2000 a desarrollar un modelo matemático para estudiar los flujos ambientales y para poder comprobar mediante simulaciones lo que ocurriría en casos reales. Uno de las primeras recreaciones que llevaron a cabo para comprobar la eficacia del modelo fue la hipotética rotura de la presa del Limonero, construida en 1983 para regular la cuenca de 166 kilómetros cuadrados que alimenta al río que cruza la capital y evitar precisamente las frecuentes inundaciones padecidas por los malagueños a lo largo de la historia.

Pero la intención de simular semejante escenario no es la de generar alarma entre la población. Según explicó a este periódico Jorge Macías, profesor del departamento de Análisis Matemático de la UMA y miembro del grupo de investigación, "la idea es que se adopten medidas útiles de prevención a la hora de diseñar un

● Un grupo de expertos de la UMA diseña un modelo capaz de recrear las consecuencias de, por ejemplo, la rotura de la presa del Limonero mediante ecuaciones

## Catástrofe simulada con matemáticas

plan de evacuación porque creemos que es bueno tener una estimación de lo que puede llegar a ocurrir en el caso de una catástrofe de esta envergadura".

Lo primero era disponer de los datos de la presa para que la simulación se ajustara lo máximo posible a la realidad. En el caso del Limonero, se tuvo en

**Jorge Macías**  
Miembro del grupo Edanya

La idea es que se adopten medidas de prevención al diseñar un plan de evacuación"

cuenta que la cota máxima de este embalse es de 104 metros sobre el nivel del mar y que su volumen máximo embalsado es de 24,8 hectómetros cúbicos sobre una superficie de agua de 104,5 hectáreas. Sin embargo, el grupo de expertos solamente tuvo en cuenta que la posibilidad de que se perdiera un 10% de ese volumen total por la rotura de la presa, exactamente 2,46 hectómetros cúbicos, para hacer la simulación.

El resultado sería catastrófico

en muy pocos minutos porque en apenas 20 minutos el modelo calculó que ambos márgenes del río Guadalmedina quedarían inundados, aunque los mayores daños se producirían en la parte baja de cauce donde el agua se expandiría hasta el Parque de Málaga por el lado este y a la avenida de Andalucía por la parte oeste. Cuando Macías enseñó estos resultados en unas jornadas sobre Seguridad, Emergencias y Catástrofes en las que participó "alguien me comentó la similitud del área inundada con la rotura del Limonero que simulábamos con los datos que se tenían del área que se vio afectada en la gran inundación de 1907".

Pero no bastaba con suponerlo y decidieron comprobarlo con el modelo numérico. La conclusión fue sorprendente porque según los datos sobre cuál fue el área de la ciudad que se inundó entonces y el zona inundada por la hipotética rotura del Limonero coincidían casi a la perfección, a pesar de ser dos escenarios distintos. Para el profesor de la UMA "son muy buenas noticias porque quiere decir que el modelo lo hace muy bien y que el agua en condiciones parecidas inundaría zonas similares".

### Números también para simular 'tsunamis'

El grupo de expertos de la UMA, en colaboración con el Centro Oceanográfico de Málaga, acaban de publicar un libro sobre la simulación de los efectos causados por una ola de hasta diez metros de altura, que hubo hace más de 20.000 años en el Mar de Alborán como consecuencia del deslizamiento de sedimentos en un monte submarino. Aquel prehistórico *tsunami* es el que se ha podido reconstruir y explicar mediante la aplicación del mismo modelo matemático en base a los datos oceanográficos facilitados por los expertos de geociencias marinas del Centro Oceanográfico. Para ello, los expertos de la UMA tuvieron que realizar 36.000 sistemas de 330 millones de ecuaciones para hacer una hora de simulación. La simulación permitirá estudiar con antelación los riesgos que acarrearían en el caso de producirse un fenómeno de estas características.

Pese a las importantes coincidencias los expertos eligieron otro famoso ejemplo para validar el modelo: la rotura de la presa minera de pirita en Aznalcollar. "Y también se pudo comprobar que la simulación se correspondía con la realidad", señaló Macías. Este pionero modelo numérico ha logrado incluso recrear lo que ocurrió en 1993 en un remoto rincón de una pequeña isla japonesa llamada Okuchiri donde una ola llegó a alcanzar una altura de 31 metros como consecuencia de un *tsunami* gracias a un contrato con la NOAA

Este grupo de profesores de la UMA pueden presumir, además, de haber recreado la onda de 524 metros de altura máxima provocada por el deslizamiento de sedimentos de una montaña en la bahía de Lituya (Alaska). Pero uno de los mayores retos al que tendrán que enfrentarse es al encargo de la Universidad de Boulder (Colorado) para hacer una simulación de un paleotsunami en el año 1.500 antes de Cristo, en plena época azteca, en la zona del lago Texcoco en México DF. Macías explicó que ni siquiera se sabe si había tenido lugar con la dificultad añadida de que el lago fue drenado durante la época colonial y toda la zona está construida en la realidad.

Su modelo podría también ser especialmente en el caso de las frecuentes riadas que sufre la provincia de Málaga. Lo único que necesita el programa es que se introduzcan los datos cartográficos de la zona, el tipo de terreno, las condiciones del cauce del río y en función de eso calcular lo que ocurriría según la cantidad de agua que caiga. Pero curiosamente ninguna administración ha mostrado interés en aplicar una herramienta más eficaz para prevenir y anticiparse a unas consecuencias muchas veces trágicas.