

¡DOCTOR, DOCTOR.... QUE SE ME INUNDA LA CASA!

Doctor, doctor... My house is flooding!

Andrés Díez Herrero (*)

RESUMEN:

Se plantea y resuelve un ejercicio práctico de gabinete sobre análisis de la peligrosidad de inundaciones fluviales, basado en un caso real de un tramo del curso medio del río Eresma a su paso por Segovia. Con esta práctica se familiariza al participante en las principales fuentes de datos para los estudios de riesgos geológicos, algunas técnicas y rutinas para el análisis de estos datos, los conceptos básicos (como el periodo de retorno, la frecuencia, curva de gastos, etc.), las aplicaciones de estos estudios (ordenación del territorio, protección civil, sistemas de aseguramiento...) y se concientiza sobre la importancia de la Geología en la prevención de desastres naturales.

ABSTRACT:

A practical cabinet exercise about the flood hazard analysis is proposed and solved; it is based upon a real case of a reach of the middle part of Eresma River when passing close to Segovia (Spain). By means of this activity, the student will get to know the main data sources for the geological risk studies, some techniques and routines for the analysis of these data, the basic concepts (as the return period, the frequency, the rating curve, etc.), the applications of these studies (land planning, civil defence, insurance systems...), and they will become aware of the importance of Geology in natural disasters prevention.

Palabras clave: inundación, riesgo geológico, periodo de retorno.

Keywords: flood, geological risk, return period.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones, su importancia socioeconómica y la mitigación del riesgo

Una inundación (del latín *inundatio-onis*), según el Diccionario de la Real Academia Española, es la acción y efecto de inundar, esto es, cubrir los terrenos y a veces las poblaciones. La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, define inundación como la sumersión temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en una zona determinada. La Agencia Federal de Gestión de Emergencias de los EE.UU. (FEMA) cuantifica incluso la superficie anegable para que se considere inundación: una condición temporal y general de inundación completa o parcial de dos o más acres de terrenos normalmente secos o de dos o más propiedades, o sea, un exceso de agua (o barro) sobre terrenos normalmente secos. Por último, la nueva Directiva de Inundaciones define inundación como el “anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos por agua” (artículo 2.1).

Las inundaciones son los desastres naturales con mayor repercusión socioeconómica, tanto a es-

cala mundial como en lo que se refiere a nuestro país. Basta recordar, en ese sentido, las consecuencias de las riadas que, en las últimas décadas, han afectado a países como Mozambique, Filipinas, China, Venezuela o Estados Unidos, por citar algunos eventos que han tenido repercusión mediática. En Europa, las grandes inundaciones que tuvieron lugar en el centro del continente durante 2002, supusieron un punto de inflexión en la preocupación de las instituciones europeas sobre este problema. Por lo que respecta a nuestro país, según un reciente estudio realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en colaboración con el Consorcio de Compensación de Seguros, dependiente del Ministerio de Economía y Hacienda, las pérdidas económicas directas por inundaciones durante el periodo 1987-2002 ascendieron a casi 12.000 millones de euros, es decir, el equivalente al 0,1 % del PIB. Además de esto, se prevén pérdidas cercanas a los 26.000 millones de euros en los próximos 30 años. Si hablamos del coste en vidas humanas, éstas suponen un goteo anual continuo (más de 200 víctimas mortales en la última década), concentrado en eventos que han causado una profunda alarma social. Los casos de la avenida de Biescas, con 86 víctimas mortales; de Badajoz, con 21; o de Yebra y Almoguera (Guadalajara), con 10, hacen bien patente este hecho.

(*) Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos, Instituto Geológico y Minero de España (MEC), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, andres.diez@igme.es

Con este bagaje, la acción de las administraciones públicas debe encaminarse hacia una adecuada gestión del riesgo relacionado con las inundaciones, tratando de minimizarlo y de paliar sus consecuencias. Para ello, existen tres grupos clásicos de medidas: predictivas, preventivas y correctoras. Las medidas y técnicas predictivas de las inundaciones presentan aún un desarrollo incipiente, y son, entre otras, el seguimiento meteorológico de núcleos convectivos susceptibles de causar precipitaciones intensas concentradas en el espacio, o los sistemas hidrológicos de información en tiempo real. En lo que se refiere a la adopción de medidas correctoras, esto es, las actuaciones post-catástrofe o las líneas de ayudas económicas plasmadas en declaraciones de zonas catastróficas, es patente que producen una lógica insatisfacción social. Por ello, la mayor parte de las administraciones públicas de los países desarrollados ha optado, desde hace décadas, por concentrar su actuación en lo que denominamos medidas preventivas y, dentro de ellas, en las clásicamente definidas como “no estructurales”: ordenación territorial, sistemas de aseguramiento, protección civil y educación en el riesgo.

Todas las medidas, particularmente las preventivas de tipo no estructural, precisan como paso previo y fundamento de la gestión la realización de un análisis del riesgo de inundaciones, lo que supone el estudio pormenorizado de los elementos del riesgo (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad), para posteriormente realizar su integración. En este contexto, la cartografía de peligrosidad es un componente básico en los estudios de análisis del riesgo de inundación, ya que permite representar eficazmente la distribución espacial de los diferentes elementos de la severidad (profundidad, velocidad, carga sólida,...), la dimensión espacio-temporal (zonas inundables, tiempos característicos,...) y la frecuencia (periodos de retorno, probabilidad de excedencia,...) del fenómeno de la inundación. Además, presenta la utilidad de poder cruzar los mapas y las bases de datos asociadas a ellos con las cartografías de exposición y vulnerabilidad, para analizar y prevenir el riesgo de forma integrada, empleando para ello herramientas como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Métodos y técnicas para el análisis de la peligrosidad de inundaciones

En nuestro país, al igual que en el resto de Europa, el análisis de la peligrosidad (o inundabilidad) se realiza empleando de forma combinada y complementaria una serie de técnicas y procedimientos, que a grandes rasgos pueden agruparse en tres aproximaciones metodológicas: métodos histórico-paleohidrológicos, métodos geológico-geomorfológicos y métodos hidrológico-hidráulicos (Díez, 2002b; Fig. 1). A parte, están los métodos de fundamento botánico o ecológico, como los dendrogeomorfológicos y los liquenométricos, aún en fase de investigación.

Los **métodos históricos** emplean marcas sobre elementos artificiales (edificaciones, vías de comunicación, obras públicas, etc.), documentación histórica (manuscritos e impresos de archivos, bibliotecas y hemerotecas) y testimonios (orales o audiovisuales) para reconstruir la extensión cubierta o la cota alcanzada por las aguas durante una crecida desencadenada en el periodo histórico. Una aplicación simple de esta metodología consiste en suponer que si el agua alguna vez ha alcanzado ciertos niveles puede alcanzarlos también en un futuro no muy lejano, determinando esta zona como de crecida histórica. Algo más sofisticados son los estudios que trasponen estos niveles a caudales circulantes mediante modelos hidráulicos y les asignan una determinada probabilidad, permitiendo que se introduzcan como datos complementarios en el análisis estadístico de caudales procedentes del registro ordinario.

Los **métodos paleohidrológicos** del registro geológico emplean determinados tipos de depósitos o marcas de las inundaciones pretéritas (anteriores al periodo histórico o de las cuales no se dispone de información histórica), con o sobre elementos datables mediante técnicas paleontológicas, dendrocronológicas, radiométricas (Carbono 14, termoluminiscencia, luminiscencia óptica de estimulación láser, etc.) o arqueológicas. De esta forma puede igualmente asignarse una probabilidad de ocurrencia a los caudales resultantes de la modelización hidráulica a partir de esos niveles y velocidades, integrándose de la misma forma en el análisis estadístico de caudales como datos no sistemáticos.

Los **métodos geológico-geomorfológicos** emplean la disposición y tipología de las formas del terreno y los depósitos generados durante o tras el evento de avenida. Con ello se pueden delimitar las áreas geomorfológicamente activas dentro del cauce fluvial y sus márgenes, y por tanto susceptibles de ser inundadas en el marco de la dinámica natural de la corriente fluvial, su frecuencia cualitativa de inundación, e incluso inferir órdenes de magnitud de parámetros como la profundidad, velocidad de la corriente o carga sólida transportada. En muchas ocasiones, y dado su carácter descriptivo, estas técnicas han sido tildadas de cualitativas y poco útiles, pero últimamente están cobrando fuerza al ser las únicas que consideran fenómenos naturales difícilmente modelizables con otras técnicas, como la avulsión o la migración del canal, y tener en cuenta las tendencias evolutivas naturales del sistema fluvial.

Los **métodos hidrológicos e hidráulicos** persiguen, respectivamente, la estimación de los caudales generados en una cuenca o corriente y el cálculo de las velocidades y calados con los que circularán por un determinado tramo fluvial. Los métodos hidrológicos pueden partir de los datos de caudales, aplicando análisis estadístico de los valores máximos; o de los datos de precipitación, mediante modelos hidrometeorológicos de transformación lluvia-escorrentía basados en fórmulas y métodos como el racional, hidrograma unitario, avenida máxima probable, onda cinemática, etc. Los métodos

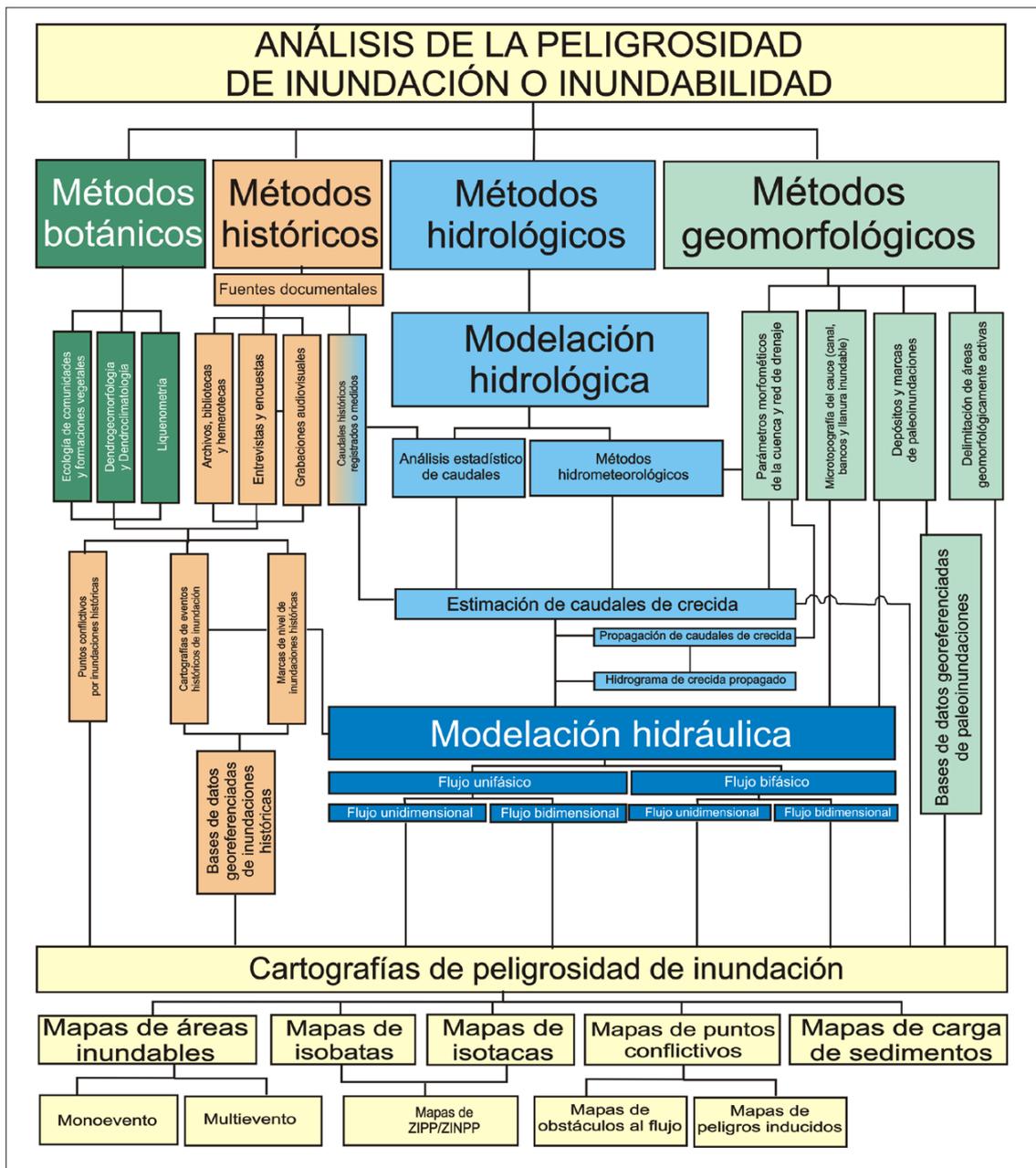


Fig. 1. Cuadro sinóptico de los diferentes grupos de métodos para el análisis de la peligrosidad de inundaciones, sus relaciones, y los tipos de cartografías resultantes (modificado y resumido de Díez, 2002b). ZIPP, zona de inundación peligrosa para las personas; ZINPP, zona de inundación no peligrosa para las personas

hidráulicos parten de diferentes hipótesis de flujo (unifásico-bifásico, uni-bi-tridimensional, uniforme-variado, permanente-variable, laminar-turbulento, lento-rápido,...) que simplifican las ecuaciones físicas que lo modelizan, cuya resolución permite estimar diferentes parámetros (profundidad, velocidad, energía,...).

Estos grandes grupos de métodos no son excluyentes, sino al contrario, deberían emplearse y aplicarse todos ellos de forma integrada y complementaria para el estudio de la peligrosidad de inundaciones, siempre que sea posible por existir las fuentes de información que precisan.

OBJETIVOS Y DESTINATARIOS DEL TALLER

Finalidad y objetivos

La finalidad del taller, al que se ha dado el título “*¡Doctor, doctor... que se me inunda la casa!*” para que resulte atractivo, es familiarizar a los participantes en algunos de los principales métodos y técnicas de análisis de la peligrosidad de inundaciones (ver apartado 1.2), y concienciar de la importancia de su mitigación mediante medidas preventivas no estructurales (ver apartado 1.1). Más en concreto, los objetivos específicos son:

- Introducir al participante en las principales fuentes de datos utilizadas en los análisis de la peligrosidad de inundaciones, y los lugares y centros donde se pueden obtener.
- Familiarizar al alumno en los principales términos y conceptos básicos empleados en el análisis de inundaciones, como: curva de gastos, periodo de retorno, caudal de crecida, etc.
- Manejar técnicas y fórmulas rudimentarias y sencillas para la estimación de parámetros relacionados con la frecuencia y magnitud de avenidas.
- Comprender las aplicaciones prácticas de estos métodos, con cálculos y resolución de ejercicios que tienen repercusión en hechos de la vida cotidiana (suscripción de pólizas de seguro del hogar, hipotecas, etc.).
- Desarrollar actitudes positivas hacia la adopción de medidas de mitigación del riesgo de inundaciones.
- Enseñar a valorar las ventajas de las estrategias preventivas, y en particular las no estructurales, frente a las posturas desarrollistas no sostenibles.
- Valorar la importancia de la denominada ‘educación en el riesgo’ como una medida preventiva más, que mediante la culturización de la Sociedad, ayuda a evitar o minimizar los desastres por inundaciones.

Desde el punto de vista didáctico, el taller tiene por objetivo cubrir el vacío o escasez de materiales y recursos existentes en nuestro país para la realización de actividades prácticas de gabinete en relación con las unidades didácticas vinculadas con los riesgos naturales, y en particular con los riesgos geológicos.

Nivel educativo al que se dirige

El ejercicio práctico que constituye el eje vertebrador del taller tiene la particularidad que se puede adaptar a diferentes niveles educativos, en función de la profundidad y enfoque con el que se planteen los diferentes epígrafes del ejercicio (preguntas), y hasta cuál se desee llegar.

Por ello, este ejercicio, desde su planteamiento inicial hace más de 15 años como práctica en un curso de formación de profesores de secundaria (Díez et al., 1993), ha sido adaptado con diferentes variantes y actualizaciones (Díez, 2005), y empleado en cursos, jornadas, asignaturas, másters y actividades de muy diverso nivel formativo, entre las que podríamos señalar a título ilustrativo: cursos en centros de profesores, CFIEs y similares, para profesores de secundaria y primaria (CEP Segovia 1993, CEP Cuéllar 1993, CEP Albacete 1993, CEP Teruel 1996...); cursos de postgrado en España (Belt Ibérica 1998-2002, ENPC 2004, ERPC 2008...) y en el extranjero (El Salvador 2002 y Guatemala 2007); asignaturas de licenciatura (UEM 1997-1999, USEK 1998-2001, UCLM 2001-2005, UMA 2006); másters y doctorados (UPM-UCM 1992 y 1993, UPM 1998, UCM 2006 y 2007). En todos los casos los resultados fueron satisfactorios, y las encuestas de evaluación y comentarios de los

participantes fueron muy positivos, destacando muchas veces el taller como la actividad más instructiva entre las realizadas en los cursos y asignaturas.

Ello no evita que haya un nivel educativo para el que el taller se considera idóneo, por la correcta adaptación de los contenidos a los de otras asignaturas y los conocimientos de los alumnos. Dicho nivel se puede establecer a caballo entre segundo curso de Bachillerato (asignatura “Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente”) y primeros cursos de enseñanza superior (en titulaciones como Geología, Biología, Ambientales, Geografía, Magisterio...). En este nivel se tienen los conocimientos básicos necesarios sobre Matemáticas y Estadística para los cálculos de los periodos de retorno, y el manejo rudimentario de los mapas topográficos para la delimitación de áreas inundables.

MATERIAL NECESARIO

Existe un material imprescindible para la realización del taller y la práctica, y otra serie de carácter complementario o accesorio, que mejora la comprensión y desarrollo del mismo.

Entre el material imprescindible se encuentra el propio guión impreso del taller, constituido por los enunciados del ejercicio práctico (introducción, planteamiento y ejercicios) y la documentación básica (mapa topográfico simplificado y resumen estadístico del anuario de aforos). En total son cinco fotocopias en blanco y negro tamaño DIN A-4, que pueden ser descargadas como un fichero en formato PDF en la página web <http://www.riada.es>, dentro del apartado dedicado a material didáctico. También resulta imprescindible que cada uno de los participantes dispongan de una hoja de papel milimetrado y otra de papel vegetal, ambas de tamaño DIN A-4; una regla o escalímetro (unos 30 cm), lapicero y una calculadora con las funciones básicas.

Por lo que respecta al material complementario, el taller se acelera y resulta más atractivo cuando se realiza en un aula o laboratorio con ordenadores personales, donde la calculadora y el papel milimetrado se sustituye con el empleo de una aplicación informática para hojas de cálculo (por ejemplo, MS Excel). También mejora el desarrollo y comprensión de la práctica el empleo de un sistema de proyección (ordenador+cañón proyecto+pantalla) y la presentación con diapositivas que muestra el desarrollo de la práctica (también disponible y descargable en formato pps de MS Power Point en la citada página web); contiene, no sólo las soluciones gráficas semejantes a las que realizan los participantes, sino también material gráfico adicional (fotos, esquemas,...) que dan verosimilitud a la práctica e introducen curiosidades y anécdotas (tan importantes para la fijación de los contenidos). Finalmente, puede resultar de interés disponer de los resultados y el proceso comentado de obtención de los mismos, en forma de documento impreso bajo el título “Procedimientos y soluciones”, con una extensión de 12 páginas tamaño DIN A-4 (descargable en formato PDF en la misma página web). Entre ellos, se encuentra una hoja impresa

suelta donde se representa la curva de gastos que se pide trazar en el primer ejercicio; puede utilizarse para facilitársela a los participantes cuando se trata de acelerar el desarrollo del taller, evitando pérdida de tiempo en tareas tediosas.

Desde luego, el complemento perfecto y final para el taller, pero no al alcance de todos los grupos, sería visitar la zona en una instructiva práctica de campo, para la cual también se puede encontrar información sobre una excursión con paradas en ese lugar (*"A todo riesgo. Convivir con los desastres geológicos cotidianos"*; Díez et al., 2007), en la citada página web.

DESCRIPCIÓN DEL TALLER Y EJERCICIOS PLANTEADOS

El taller, como se ha indicado en el apartado de finalidad y objetivos, trata de aplicar en un caso práctico, con datos reales, aunque de forma simplificada, una de las técnicas de análisis de la peligrosidad de inundaciones. En concreto, y como se comenta en la introducción y planteamiento del enunciado de la práctica, se dispone de información de datos de aforos, por lo que el desarrollo de los ejercicios opta por emplear métodos hidrológicos (ver fig. 1 y apartado 1.2), y en particular análisis estadístico de caudales. Como el nivel al que se dirige, y la disponibilidad de tiempo y sistemas informáticos, impiden la utilización de funciones de distribución de frecuencias, no se utilizará un ajuste paramétrico, sino únicamente se hará ajuste gráfico simple; para más detalles sobre los fundamentos teóricos del planteamiento, se puede consultar Díez (2002a).

Esta práctica está inspirada en uno de los ejercicios sobre la planificación de la llanura del río Susquehanna (EE.UU.) contenido en el libro de Morisawa (1976), que fue traducido y empleado en las prácticas de Geomorfología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM (Garzón, 1990). Posteriormente se adaptó con variantes al caso de la Alameda del Parral de Segovia (Díez et al., 1993), y a la planificación de la llanura de inundación del río Jarama en Patones-Uceda (Centeno et al., 1994).

Con este planteamiento y elección de aproximación al estudio de la peligrosidad, se comienza por pedir a los participantes que dibujen la curva de gastos (ejercicio 1), como elemento que relaciona caudales y

alturas de lámina de agua, y que luego se utilizará como base en el resto de los ejercicios. La información de partida es la tabla de gastos de la estación de aforos, que puede conseguirse en los Anuarios las comarcas de aguas de cualquier confederación hidrográfica, agencia autonómica del agua o similar. A pesar de ser un simple gráfico x-y binario (con las alturas en ordenadas y los caudales en abscisas; ver Fig. 2), suele consumir demasiado tiempo, por lo que hay que tratar de agilizar la representación, bien reduciendo el número de puntos a trazar (p.e., uno de cada cuatro), o facilitando la curva ya dibujada (disponible en la web).

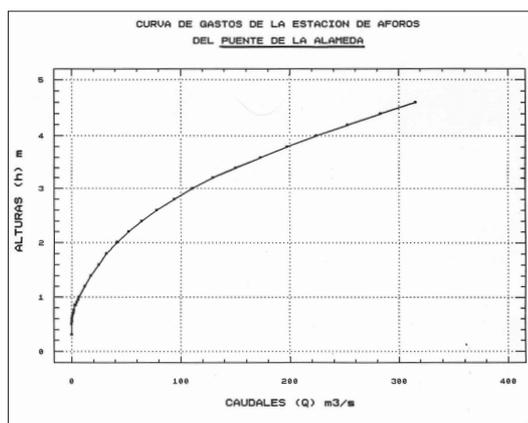


Fig. 2. Curva de gastos de la estación de aforos, obtenido a partir de la representación de los datos de la tabla de gastos (anuario de aforos).

A continuación se incluye un ensayo de empleo práctico de la curva de gastos elaborada, aludiendo a la posibilidad de calcular los caudales que produjeron inundaciones durante una avenida acontecida en 1629 (ejercicio 2), siempre basado en datos reales, lo que le confiere al ejercicio gran verosimilitud. En este ejercicio se pretende que el alumno se dé cuenta de que el suelo del Monasterio está situado a cota 916 m (punto singular), y la base de la estación de aforos a 913 m (enunciado), por lo que la diferencia de altura es de 3 m; a esta cifra hay que sumar la altura alcanzada por el agua durante esa inundación (3/4 de vara) pasada al Sistema Internacional (0,63 m), o sea, un total de 3,63 m (Figs. 3 y 4). Entrando en la curva de gastos por la ordenada de valor 3,64, obtenemos el valor de abscisa correspondiente al caudal de esa inundación.

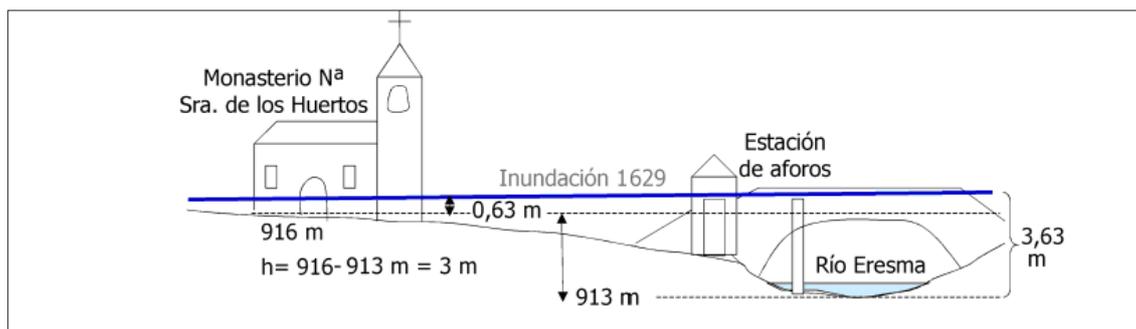


Fig. 3. Esquema simplificado para comprender el valor de la profundidad de lámina de agua alcanzada por la inundación de 1629.

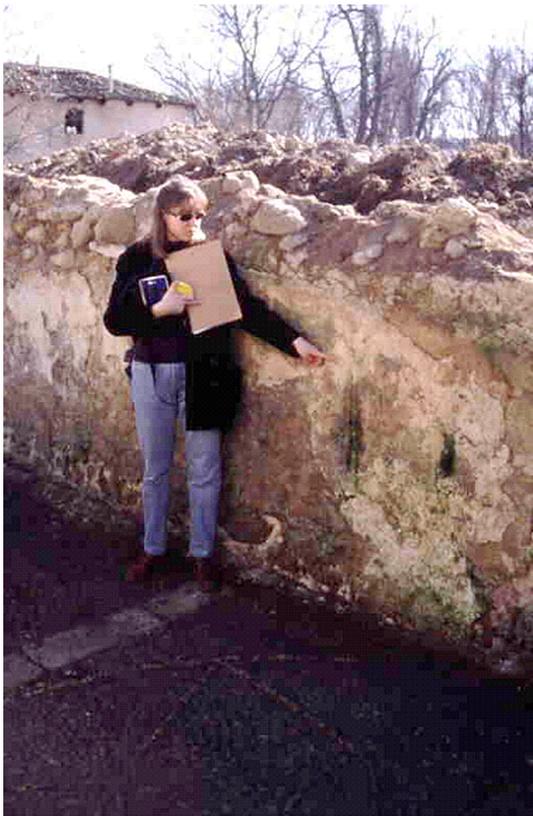


Fig. 4. Imágenes del Monasterio de Nuestra Señora de los Huertos: izquierda, restos de los muros del claustro, con indicación del nivel alcanzado por las crecidas; derecha, talla en marfil sobre olas de plata de una de las advocaciones del Monasterio, la Virgen de las Aguas (fondos de la Excm. Diputación Provincial de Segovia), en alusión a las continuas inundaciones que sufría el mismo.

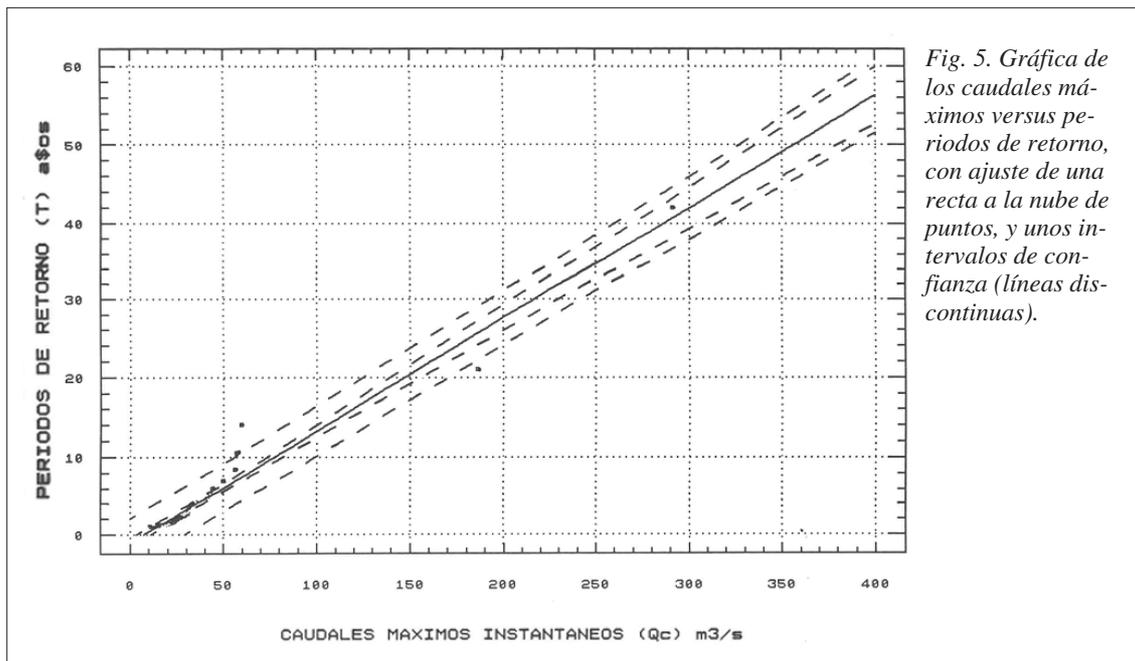
El ejercicio 3 es el eje vertebrador del taller y la práctica, no sólo porque consume la mayor parte del tiempo y necesita buena parte de los materiales (calculadora, hoja de cálculo, papel milimetrado,...), sino porque introduce la mayor parte de los conceptos clave, como el periodo de retorno. Se comienza tomando la serie anual de caudales máximos medios diarios (Qc) del resumen estadístico del anuario de aforos (confederación hidrográfica), ordenando los valores de mayor a menor (manualmente o con la ayuda de herramientas de la hoja de cálculo), y asignando a cada caudal un valor de m. Luego se aplica la fórmula de Weibull, con la cual se calcula el periodo de retorno de cada caudal (T). Los valores se representan en un diagrama binario donde en ordenadas estén los valores de periodo de retorno y en abscisas los caudales; y se ajusta una función a la nube de puntos (Fig. 5). Con esa gráfica se puede calcular rápidamente los valores de caudal correspondientes a cualquier periodo de retorno, y en combinación con la curva de gastos (ejercicio 1), se puede asociar a los mismos un valor de altura.

El ejercicio 4, como ocurría con el segundo, es una simple aplicación práctica de los materiales generados en el anterior (3), nuevamente con datos reales y apoyándose en hechos históricos, que aumentan el atractivo y aplicación de los cálculos. Para llevarlo a cabo únicamente hay que utilizar de forma combinada los gráficos obtenidos en los ejercicios 1

y 3, de forma que a partir del valor de 1 m de altura, se obtiene el valor de caudal con la curva de gastos, y con éste, el periodo de retorno correspondiente.

Con el ejercicio 5 comienza un nuevo bloque en la estructura, ya que se aporta la información necesaria para la realización de un boceto de la cartografía de zonas inundables que, si bien rudimentaria, resulta muy atractiva a los participantes por su semejanza con documentos editados con los que están familiarizados. Consiste en representar una nueva curva de gastos para el otro puente de la zona occidental, y con ambas curvas dibujar los segmentos de zonas ocupadas por los caudales de los periodos de retorno escogidos, cuyos extremos se unen por interpolación usando como base la topografía. El resultado son una serie de bandas inundables para ese periodo de retorno (Fig. 6).

El ejercicio 6 pretende aplicar los conocimientos adquiridos para la adopción de medidas de mitigación, como es la ordenación territorial de los usos con vistas a la prevención de los daños por inundaciones. En su desarrollo se basan todos los contenidos actitudinales que se pretenden aportar (ver apartado 2.1). Para su resolución hay que utilizar la lógica de análisis simples coste-beneficio y plazos de amortización que hacen, por ejemplo, que ubicar viviendas en la zona inundable con periodo de retorno de 5 años, resulte nada recomendable.



RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Aunque este taller puede desarrollarse con un número variable de participantes, por la necesidad de que el profesor o responsable conduzca la realización y resolución de los ejercicios, se estima que la ratio idónea de personas participantes por cada profesor es de 15; si bien puede oscilar según el nivel educativo entre 10 para Bachillerato y 25 para primeros cursos de educación superior.

La duración estimada para el taller, resolviendo completamente los seis ejercicios planteados, es de unas dos horas y media. No obstante, como se ha comentado con anterioridad, este tiempo es adaptable y puede ser reducido, no sólo no realizando algunos de los ejercicios, sino también facilitando más información que agiliza las tareas más tediosas

(entregar la curva de gastos impresa) o poniendo medios informáticos a disposición de los participantes (hoja de cálculo).

No se precisan normas de seguridad específicas para la realización del taller más allá de las habituales para cualquier práctica de gabinete en aula o laboratorio de informática, ya que no se emplean materiales tóxicos o peligrosos.

Para finalizar, no se plantean alternativas o variantes específicas del taller, si bien, como se ha indicado, puede no realizarse alguno de los ejercicios planteados; eso sí, sólo pueden dejar de realizarse del final hacia el principio, ya que para el desarrollo de algunos ejercicios (2, 4 y 6), es imprescindible la finalización previa de otros (1, 3 y 5, respectivamente).

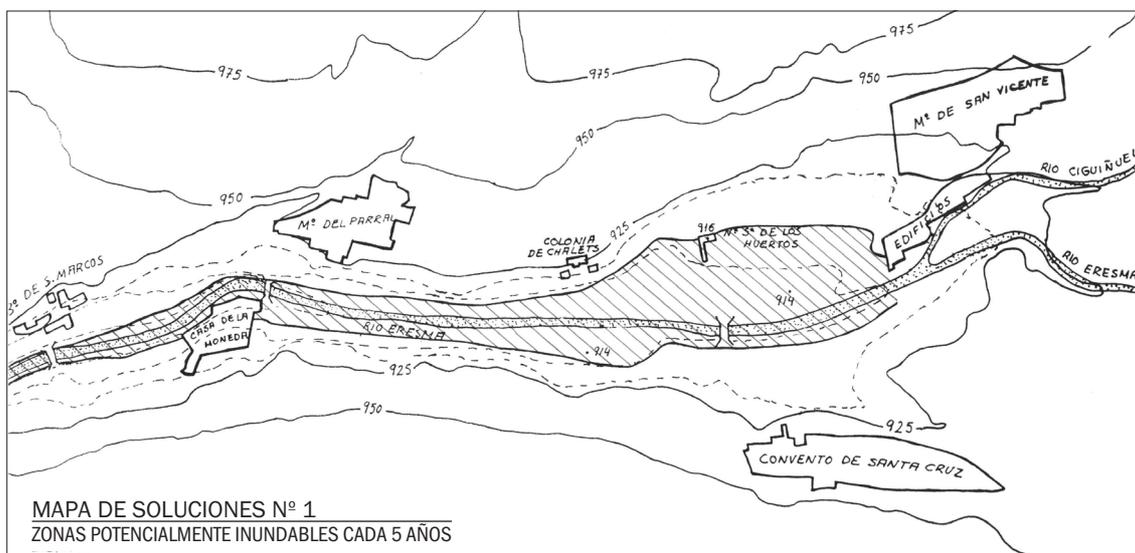


Fig. 6. Zona inundable para periodo de retorno de 5 años (banda rayada).

CONCLUSIONES

El taller titulado “¡Doctor, doctor... que se me inunda la casa!” constituye una propuesta de actividad práctica de gabinete para desarrollar los contenidos de unidades didácticas relacionadas con los riesgos naturales, y en particular de los riesgos geológicos, un bloque temático en el que no proliferan las propuestas prácticas. Puede resultar de interés, en especial, para su realización en niveles educativos de Bachillerato y primeros cursos de enseñanza superior, si bien presenta amplias posibilidades de adaptación a otros niveles (siempre superiores), en los que ha sido ensayado desde hace más de 15 años con éxito. Además precisa un número muy limitado de materiales, y de adquisición sencilla y barata; y permite realizarlo con grupos amplios, en duración variable pero ajustada a los módulos docentes horarios habituales, y sin requisitos especiales de seguridad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de las actividades divulgativas que se desarrollan desde el Instituto Geológico y Minero de España en el marco del Año Internacional del Planeta Tierra; y en particular como intento de dar a conocer a la comunidad educativa del ámbito de las Ciencias de la Tierra los diversos proyectos de investigación que se realizan financiados por diferentes organismos, como son Dendro-Avenidas (MEC CGL2007-62063HID), Encomienda-Avenidas (DGA-IGME), RICAM (JCCM-IGME) y Georiada (IGME).

BIBLIOGRAFÍA

Centeno, J.D., Fraile, M.J., Otero, M.A. y Pividal, A.J., (1994): *Geomorfología práctica. Ejercicios de Fotointerpretación y Planificación Geoambiental*. Editorial Rueda. Madrid, 66 p.

Díez, A.; Martín Duque, J.F. y Vicente, F., (1993): *Guiones y prácticas de Geología Ambiental*, inédito, Segovia, 100 p., Depósito legal: SG-158/93.

Díez Herrero, A., (2002a): Condicionantes geomorfológicos de las avenidas y cálculo de caudales y calados. En: *Riesgos Naturales* (Ayala-Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J., coords.). Editorial Ariel, Barcelona, 921-952.

Díez Herrero, A., (2002b): Aplicaciones de los sistemas de información geográfica al análisis del riesgo de inundaciones fluviales. En: *Los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de los Riesgos Geológicos y el Medio Ambiente* (Laín Huerta, L., ed.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 85-112.

Díez, A., (2005): *Recursos Hídricos. Prácticas*. Inédito, Segovia, 23 p. Depósito legal: SG-11/2005. Registro General de la Propiedad Intelectual: 29-04-2005, 11:10 h. Número de asiento registral: 00/2005/1976.

Díez Herrero, A., Martín-Duque, J.F. y Vicente Rodado, F., (2007): *A todo riesgo. Convivir con los desastres geológicos cotidianos*. Guión de la excursión científico-didáctica de la Semana de la Ciencia 2007. IGME, UCM y USEK, Madrid-Segovia, 69 p.

Garzón, M.G., (1990): *Planificación en llanuras de inundación (Susquehanna, N.Y.)*. Prácticas de la asignatura de Geomorfología, Licenciatura en CC. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, inédito, Madrid, 4 p.

Morisawa, M., (1976): *Geomorphology laboratory manual: with report forms*. John Wiley & Sons. New York, 253 p. ■

Fecha de recepción del original: 3 marzo 2008.

Fecha de aceptación definitiva: 25 mayo 2008.