



**ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DE
I+D+i EN INGENIERÍA
HIDRÁULICA EN ESPAÑA**

**COMUNICACIONES DE LÍNEAS
PRIORITARIAS A, B, C Y D**

VALENCIA, 1 DE JUNIO DE 2.010

1. COMUNICACIONES LÍNEA PRIORITARIA A: Criterios hidromorfológicos para la restauración de espacio fluviales	
1.1. Modelo físico del meandro de Quinzanas en el río Narcea (Asturias). (María Isabel Berga Cano, Alba González Esteban, Cristina Lechuga García, CEDEX).....	3
1.2. Iber: Modelo de cálculo 2D en ríos y estuarios. Página Web y Formación 2010 (Juan José Rebollo Cillán; CEDEX).....	4
1.3. Evaluación del transporte de sedimentos en regiones semiáridas (Luis G. Castillo E., <u>M^a Dolores Marín Martín</u> ; UPCT).....	5
1.4. Modelo Iber – Algunas Aplicaciones. (Ernest Bladé i Castellet - Josep Dolz, <u>Georgina Corestein</u> ; UPC)	6
1.5. Análisis de la eficiencia biológica de distintos diseños de escalas de peces de hendidura vertical. (<u>María Bermúdez</u> , Luis Cea, Jerónimo Puertas, Luis Pena; Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA), Universidad de A Coruña).....	7
2. COMUNICACIONES LÍNEA PRIORITARIA B: Hidrodinámica de embalses. Gestión sostenible de embalses	
2.1. Teledetección y medidas hidrometeorológicas de campo para la modelación hidrodinámica de las marismas de Doñana. (<u>Belén Martí Cardona</u> , Anaïs Ramos Fuertes, Josep Dolz Ripollès, Ernest Bladé Castellet, Thanh Duc Tran; UPC).....	8
2.2. Caracterización de sedimentos de los embalses Beniarrés, Amadorio y Guadalest (CHJ). Análisis de la capacidad de consumo de oxígeno, aporte de nutrientes y potencial toxicidad por metales pesados.(Miguel Martín Monerri, <u>Carmen Hernández Crespo</u>).....	9
2.3. Módulo de transporte de sedimentos en suspensión en el modelo IBER: Calibración y aplicación para el tercio superior del embalse de Ribarroja de Ebro y la confluencia con el río Segre en el entorno de Mequinzenza. (<u>M. Arbat Bofill</u> , E. Bladé Castellet, M. Sánchez Juny, J. Dolz Ripollès; Grupo de Investigación FLUMEN. UPC)	10
3. COMUNICACIONES LÍNEA C. RIESGO ASOCIADO A LA ESCORRENTÍA URBANA	
3.1. Estudio de los flujos de contaminación movilizados en tiempo de lluvia y estrategias de gestión en un sistema de saneamiento y drenaje unitario de una cuenca urbana densa de la España húmeda. (Héctor Del Río, Joaquín Suárez, Jerónimo Puertas; Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente. Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC)-UDC. Anna Llopart-Mascaró, Montserrat Martínez, Rubén Ruiz, Pere Malgrat; Clavegueram de Barcelona, S.A.).....	11
3.2. Desarrollo de módulo 1D de tuberías acoplado a módulo 2D-SWE y campaña experimental de determinación de coeficientes de Manning.	

(Ignacio Fraga Cadorniga, Luis Cea Gómez, Jerónimo Puertas Agudo;
Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente (GEAMA)- UDC). 12

4. COMUNICACIONES LÍNEA D SEGURIDAD DE PRESAS. ASPECTOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

- 4.1. Hacia una metodología de análisis del riesgo hidrológico de una presa mediante simulación numérica en un entorno de Monte Carlo. (Alvaro Sordo, Luis Garrote; Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética, Universidad Politécnica de Madrid, Antonio Jimenez; Departamento de Hidrología, Centro de estudios Hidrográficos del CEDEX, España)..... 13
- 4.2. Modelos de riesgo para la ayuda a la toma de decisiones en gestión de seguridad de presas. (Armando Serrano Lombillo, Ignacio Escuder Bueno, Manuel G. de Membrillera Ortuño, Luis Altarejos García; UPV) 14
- 4.3. Caracterización de velocidades y ley de variación del número de Froude dentro de resaltos hidráulicos. (Luís G. Castillo Elsitdié; Belén Molina Miñano, José María Carrillo Sánchez; Grupo de I+D+i Hidr@m. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos. UPCT)..... 15
- 4.4. Avances en modelación numérica Lagrangiana 3D para el diseño de aliviaderos. (David López, Juan José Rebollo. Miguel de Blas. Roberto Marivela. Rubén Díaz; CEDEX)..... 16
- 4.5. Mejora de la capacidad de desagüe de presas existentes mediante aliviaderos en sifón y aliviaderos en laberinto.(David Santillán Sánchez, Carlos Granell, Riccardo Rossi, Víctor Elviro, Miguel Ángel Toledo Muncio, Rafael Morán Moya; UMP) 17
- 4.6. Predicción de filtraciones en presas arco usando redes neuronales artificiales. (David Santillán Sánchez, Jesús Fraile Ardanuy, Miguel Ángel Toledo Muncio, Rafael Morán Moya; UPM)1 18
- 4.7. Hidrogramas de rotura en el proyecto XPRES. (Hibber Campos Espinoza, Rafael, Morán Moya, Raúl, Sánchez Calvo, Miguel Ángel, Toledo Muncio; UPM)..... 20
- 4.8. Simulación numérica y validación de las acciones hidrodinámicas en cuencos de disipación de energía. (Luís G. Castillo Elsitdié, José María Carrillo Sánchez; Grupo de I+D+i Hidr@m. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos. UPCT) 21
- 4.9. Análisis regional de las precipitaciones diarias máximas anuales en España basado en el principio de suaves variaciones espaciales.(Javier González Pérez, María Chacón Cano; UCLM) 22
- 4.10. Herramientas para la estimación del riesgo de inundación y estudio de su reducción a través de medidas no estructurales. (Adrián Morales Torres, Ignacio Escuder Bueno, Sara Perales Momparler, Javier Fluixá Sanmartín; UPV)..... 23
- 4.11. Estudio de la variabilidad del contenido de humedad inicial en el suelo. (Javier González Pérez, Pablo Durán Barroso; UCLM)..... 24

MODELO FÍSICO DEL MEANDRO DE QUINZANAS EN EL RÍO NARCEA (ASTURIAS)

Línea prioritaria A

María Isabel Berga Cano, Alba González Esteban, Cristina Lechuga García

En el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX se está estudiando mediante un modelo físico reducido la restauración hidromorfológica del Meandro de Quinzanas.

El tramo objeto de estudio se encuentra en el río Narcea a la altura de la localidad de Quinzanas, unos 4 km aguas arriba de la confluencia con el río Nalón.

La dinámica del río ha sido fuertemente alterada por las canalizaciones realizadas en la zona, entre las cuales destaca la ubicada en el meandro de Quinzanas. Esta obra supuso un notable aumento de la sección natural del río, de forma que, desde el inicio de su construcción en el año 1985, se ha producido un rápido proceso de colmatación sedimentaria tanto en el tramo de las obras como aguas abajo. Adyacente a dicho tramo se ubica la localidad de Santa Ana, una de las más afectadas en la región por inundaciones, con períodos de retorno inferiores a 10 años.

En concreto, el meandro de Quinzanas se encuentra modificado respecto a su configuración natural por las siguientes obras, que se realizaron en los años 80 y 90:

- Dragado de unos 160.000 m³ en el cauce en una longitud de 1.100 m y un ancho mínimo de 70 m.
- Encauzamiento de ambas márgenes mediante diques de defensa de escollera (1.000 m aproximadamente en la margen izquierda y 1.800 m en la margen derecha).
- Diez nervios transversales al sentido de la corriente del río.
- Dos pozos de escollera, uno inicial y otro final, que fueron diseñados para, entre otros objetivos, dar reposo a los peces que atravesaran el encauzamiento.
- Seis tramos libres de escollera con una longitud conjunta de unos 1.120 m, dispuestos aproximadamente en la zona central del encauzamiento con el objetivo de favorecer el traslado rápido de los peces por los mismos. Estos tramos libres desembocan, salvo el último que lo hace en el pozo final, en los remansos.
- Cinco remansos de escollera al final de los tramos libres, en los que el subcauce se ensancharía hasta llegar a 30 m, por lo que la velocidad disminuiría y los peces podrían detenerse.

Los estudios realizados muestran que este proceso de colmatación sedimentaria del cauce, tanto en el tramo canalizado como aguas abajo, continuará en los próximos años, razón por la cual se plantea la restauración de este sector.

Por estos motivos se propone la realización por parte del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX de un modelo físico del estado actual, al objeto de cuantificar los problemas principales y así diseñar una restauración más apropiada a la dinámica de la zona.

El proceso que se ha seguido para la realización del estudio comprende los siguientes trabajos:

- Estudios previos:
 - Recopilación de datos.
 - Viajes de reconocimiento a la zona de estudio.
 - Estudio y fijación de la escala del modelo.
 - Definición de zonas de lecho fijo y lecho móvil.
 - Cálculo del hidrograma del modelo.
 - Fijación de la granulometría del modelo.
 - Cálculo del solidograma del modelo.
- Construcción del modelo
- Calibración del modelo
- Estudio de soluciones

Iber: Modelo de cálculo 2D en ríos y estuarios. Página Web y Formación 2010

Juan José Rebollo Cillán

David López Gómez, Miguel de Blas Moncalvillo, Rubén Díaz Martínez, Roberto Marivela Colmenarejo

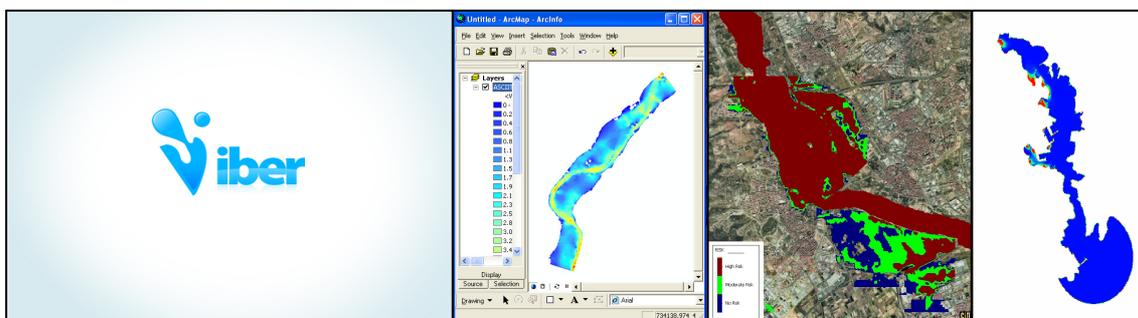
Seminario sobre:

LINEA PRIORITARIA A: Criterios hidromorfológicos para la recuperación de espacios fluviales degradados

Valencia, 1 de junio de 2010

El programa Iber, desarrollado a instancias del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, surge a raíz de la fusión de dos modelos independientes:

- CARPA, desarrollado por el grupo FLUMEN (Universidad Politécnica de Cataluña)
- TURBILLÓN, desarrollado por el grupo GEAMA (Universidad da Coruña)



El modelo conjunto cuenta también con una interface amigable compuesta por un preproceso de entrada de datos y un postproceso de visualización de resultados. Esta interface se ha generado con el programa GiD, desarrollado por el CIMNE.

El Iber es un sistema de modelación de flujo de agua en lamina libre basado en modelos bidimensionales promediados en profundidad. Los campos de aplicación de la versión actual de Iber son, entre otros, la evaluación de zonas inundables, el cálculo hidráulico de encauzamientos, redes de canales en lámina libre y de corrientes de marea en estuarios, la estabilidad de los sedimentos del lecho y procesos de erosión y sedimentación por transporte de material granular.

El modelo Iber consta de diferentes módulos de cálculo acoplados entre si. En su primera versión (Iber v1.0), se incluye un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia, y un módulo de transporte de sedimentos por carga de fondo y por carga en suspensión. En sucesivas versiones del modelo se irán complementando y ampliando estos módulos y se desarrollarán otros nuevos. Entre las líneas prioritarias de desarrollo de Iber a corto plazo se encuentran los modelos de transporte de mezclas de sedimento, los modelos de hábitat fluvial y los modelos de calidad de aguas.

Por último, el modelo Iber se encuadrará en un entorno web que sirva de marco para llevar a cabo las funciones asociadas a su carácter dinámico y utilización (www.iberaula.es). Esta página web, en breve a disposición de los usuarios y administrada por el CEDEX, contendrá apartados destinados a descarga del programa, formación, tutoriales, foro, etc.

EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN REGIONES SEMIÁRIDAS

Luis G. Castillo E. M^a Dolores Marín Martín

Línea prioritaria A. Criterios hidromorfológicos para la recuperación de espacios fluviales degradados

Grupo de I+D+i Hidr@m. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.
Universidad Politécnica de Cartagena.
Escuela de Ingeniería Civil, Paseo Alfonso XIII, 52, 30203, Cartagena.
e-mail: luis.castillo@upct.es, mdolores.marin@upct.es

En regiones de morfología abrupta y régimen irregular de precipitaciones, las crecidas suelen presentarse llevando una gran cantidad de transporte de sedimentos. El cambio climático incidirá en que los flujos torrenciales e hiperconcentrados sean cada vez más acusados, lo que obligará a controlarlos para minimizar sus efectos destructivos.

Con el fin de poder diseñar sistemas efectivos de control y captación de flujos en regiones semiáridas será necesario, como primer paso, calcular la capacidad de transporte de sedimentos.

De acuerdo a los análisis presentados para el caso del barranco de las Angustias (Isla de la Palma) y partiendo de la gran similitud con las cuencas semiáridas de la Región de Murcia, uno de los objetivos del trabajo que el grupo Hidr@m está llevando a cabo es aplicar y contrastar dicha metodología, con el fin de establecer criterios generales de cálculo en estas regiones.

Se presentará un avance de los resultados obtenidos en la evaluación del transporte de sedimentos realizado en la Rambla del Mergajón (subcuenca de la Rambla del Albuñón sita en el Campo de Cartagena, Murcia), empleando la metodología antes citada.

La cuenca del Mergajón ha sido seleccionada por la semejanza que presenta con el barranco de las Angustias, tanto en sus características geomorfológicas, como hidrológicas e hidráulicas. Del análisis de los resultados obtenidos se concluye que:

- Las formulaciones que mejores resultado nos ofrecen son las de Einstein-Barbarrosa, 1952, Yang, C. T., 1976 y Yang, S. ($K=6$), 2005.
- Los resultados obtenidos con Smart y Jaeggi (D_{65}), 1983 y Mizuyama y Shimohigashi, 1985, se sitúan por encima del valor medio y dentro de una desviación estándar. Los resultados de Aguirre et al. (D_{50}), 2000, Van Rijn, 1987, Aguirre et al. (D_m), 2000, Ackers White, 1980 y Meyer-Peter y Müller, 1948, caen por debajo de la media y dentro de una desviación estándar.
- El volumen de transporte de sedimentos total que se obtiene en la rambla del Mergajón es inferior que el obtenido en el barranco de las Angustias, siendo el transporte de fondo muy inferior al de fondo en suspensión. También la proporción entre el transporte de fondo y fondo en suspensión resulta invertido en las dos cuencas, debido fundamentalmente a la diferente distribución granulométrica y además, porque los diámetros característicos en la rambla del Mergajón son más pequeños que en el barranco de las Angustias.

Modelo Iber – Algunas Aplicaciones

Ernest Bladé i Castellet - Josep Dolz

Georgina Corestein

Seminario sobre:

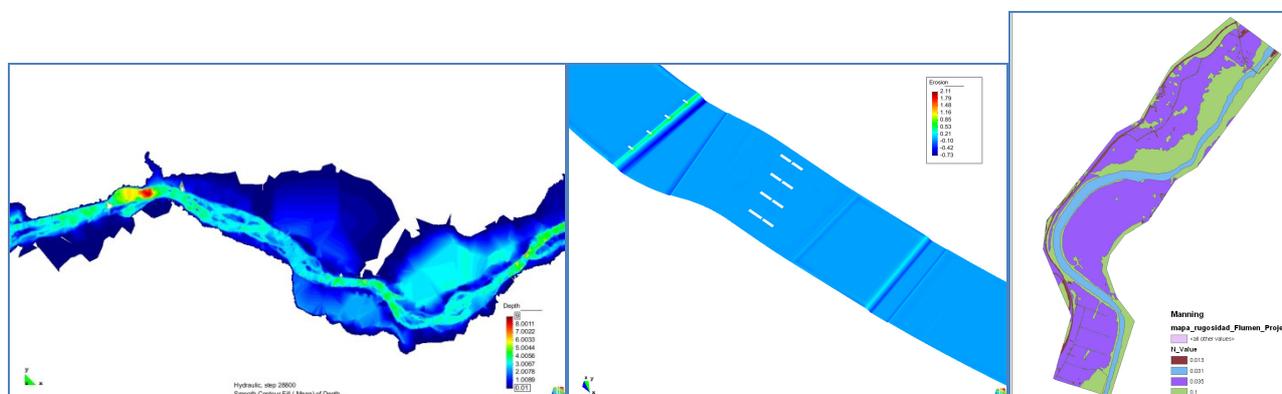
LINEA PRIORITARIA A: Criterios hidromorfológicos para la recuperación de espacios fluviales degradados

Madrid, 23 de febrero de 2010

El programa Iber, desarrollado conjuntamente por el Centro de Estudios Hidrográficos, el grupo FLUMEN (Universidad Politécnica de Cataluña), el grupo GEAMA (Universidad da Coruña) y el CIMNE (Universidad Politécnica de Cataluña).

Se presentan algunas de las aplicaciones realizadas con el nuevo modelo, en particular aquellas en las que se ha podido realizar comparación con valores medidos en campo o con valores obtenidos a partir de ensayos en modelo físico.

El modelo Iber se ha aplicado para el estudio de la hidrodinámica y de la evolución morfológica de un tramo del río Tietar, para el cual se contaba con un cierto número de datos de campo. También se reprodujo, como parte del proceso de validación, el estudio en modelo físico del Río Andarax realizado por el CEH.



En la actualidad el modelo se está utilizando para el estudio del meandro de Quinzanas en el río Narcea. Este estudio que se realiza simultáneamente en modelo físico y modelo numérico permite aprovechar las capacidades de Iber para la puesta en marcha del modelo físico y los resultados de los ensayos de laboratorio para la calibración del modelo numérico.

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA DE DISTINTOS DISEÑOS DE ESCALAS DE PECES DE HENDIDURA VERTICAL

María Bermúdez*, Luis Cea, Jerónimo Puertas, Luis Pena

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA), Universidad de A Coruña
E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Campus de Elviña, s/n, A Coruña, 15071

*email: mbermudez@udc.es

Las escalas de peces son estructuras hidráulicas que permiten la migración de los peces a través de obstáculos existentes en la red fluvial. Uno de los tipos más comunes de escalas de peces es la escala de hendidura vertical, que consiste en un canal en pendiente dividido en depósitos mediante tabiques transversales que poseen una hendidura vertical en toda su altura.

El diseño apropiado de una escala de peces viene determinado por las necesidades de las especies objetivo. Una escala eficaz debe atraer a los peces con facilidad y permitirles entrar, atravesar y salir con seguridad, con un coste mínimo en tiempo y energía. Si la velocidad y la turbulencia en las piscinas son demasiado altas, o si el calado es demasiado pequeño, los peces no serán capaces de atravesar la escala. Por lo tanto, la eficiencia biológica de un diseño vendrá determinada por la velocidad, la profundidad del agua y los campos de turbulencia en las piscinas.

En este estudio se han analizado los diseños más habituales de escalas de hendidura vertical con un modelo numérico de aguas someras 2D-SWE acoplado con un modelo de turbulencia $k-\epsilon$. Para evaluar la eficiencia biológica de cada diseño se han considerado diversos parámetros hidráulicos como la velocidad media en la hendidura, el calado o el patrón de flujo, que se han relacionado con las necesidades biológicas de las distintas especies.

Teniendo en cuenta la complejidad de los fenómenos hidráulicos y biológicos involucrados, no se pretende determinar un diseño de escala óptimo, sino que se busca establecer criterios de comparación objetivos que incorporen aspectos tanto hidráulicos como biológicos. La validez real de los distintos parámetros considerados como indicadores de la eficiencia de la escala está siendo estudiada actualmente en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, en el que se están realizando ensayos biológicos en un modelo a tamaño real de una escala de peces de hendidura vertical.

TELEDETECCIÓN Y MEDIDAS HIDROMETEOROLÓGICAS DE CAMPO PARA LA MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE LAS MARISMAS DE DOÑANA

Belén Martí Cardona, Anaïs Ramos Fuertes, Josep Dolz Ripollès,
Ernest Bladé Castellet, Thanh Duc Tran

Línea prioritaria B

Las marismas del Espacio Natural de Doñana se extienden sobre 27.000 ha de lo que fue el estuario del río Guadalquivir. Cada año durante los meses de otoño las marismas de Doñana se inundan, en mayor o menor proporción según la pluviometría, y se desecan hacia finales de la primavera o principios del verano. En 1998 el Ministerio de Medio Ambiente planteó el proyecto Doñana 2005, destinado a la restauración del sistema hídrico natural de la marisma, fuertemente alterado por la acción del hombre durante buena parte del siglo XX. Dentro del contexto de Doñana 2005, el grupo de investigación Flumen de la Universidad Politécnica de Cataluña recibió el encargo de desarrollar y calibrar un modelo numérico que simule la hidrodinámica de la marisma, con el objeto de predecir el impacto sobre el humedal de las distintas propuestas de restauración hidrológica.

Para la calibración del modelo hidrodinámico, Flumen dispone de cinco estaciones permanentes de medida en la marisma de Doñana, que registran a intervalos de diez minutos las variables hidrometeorológicas siguientes: nivel de agua, precipitación, temperatura del agua y del sedimento de fondo a distintas profundidades, temperatura y humedad del aire, velocidad y dirección del viento y radiación solar incidente y reflejada. Debido a la topografía extremadamente llana de la marisma, la calibración rigurosa del modelo hidrodinámico apuntó la necesidad de complementar los registros puntuales con observaciones regionales que mostraran la superficie inundada en distintos momentos del año hidrológico. Para obtener tales observaciones Flumen adquirió 120 imágenes de teledetección de Doñana, concretamente del sensor Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) de la Agencia Espacial Europea, durante los años hidrológicos 2005/2006, 2006/07 y 2007/2008. Estas imágenes fueron calibradas y analizadas mediante técnicas de teledetección y procesamiento de imagen, para obtener mapas de inundación de la marisma en la fecha de la adquisición de la imagen.

El uso conjunto de ambas fuentes de observación, los datos de las estaciones y la cartografía de inundación, ha permitido observar desplazamientos de la masa de agua en episodios de viento y calibrar el coeficiente de arrastre correspondiente en el modelo hidrodinámico. Registros de nivel e imágenes, se han usado también para estimar las pérdidas por evaporación en períodos similares, dando como resultado valores concordantes.

A partir de las medidas de las estaciones hidrometeorológicas, se está trabajando también en el cómputo del balance térmico en la superficie de la marisma. Los primeros resultados de este balance indican una alta dependencia de la temperatura del agua con respecto a la del aire y una cierta transmisión de los ciclos diarios de calor al sedimento, que puede actuar como receptor de calor durante el día y fuente durante la noche. Una vez finalizado, el balance térmico permitirá implementar en el modelo hidrodinámico una estimación de las pérdidas por evaporación en función de los datos de campo de la red de estaciones hidrometeorológicas.

**Caracterización de sedimentos de los embalses Beniarrés, Amadorio y Guadalest (CHJ).
Análisis de la capacidad de consumo de oxígeno, aporte de nutrientes y potencial
toxicidad por metales pesados.**

Miguel Martín Moneris; Carmen Hernández Crespo

LINEA PRIORITARIA B: Hidrodinámica de embalses. Gestión sostenible de embalses.

Los embalses constituyen un efecto barrera en el curso de los ríos, actuando como decantadores tanto del material transportado por los ríos como, en caso de sistemas eutróficos, de la biomasa formada en los mismos. Los sedimentos acumulados en los sistemas acuáticos juegan un papel sumamente importante como fuente / sumidero de las sustancias (materia orgánica, nutrientes, metales pesados, plaguicidas, etc.) que alcanzan los mismos o lo han hecho en el pasado, afectando así al mantenimiento de la calidad del agua. Por tanto es importante conocer la interacción existente entre la columna de agua y los sedimentos.

El presente trabajo tiene como finalidad evaluar y analizar algunas de estas interacciones en los sedimentos de los embalses de Beniarrés, Amadorio y Guadalest (Confederación Hidrográfica del Júcar). En concreto, la Demanda de Oxígeno del Sedimento (DOS), la capacidad de aporte de nutrientes y la potencial toxicidad de los metales pesados acumulados en el mismo. Para ello, se llevó a cabo una caracterización físico-química de los sedimentos extraídos en diferentes puntos de los embalses (cola, medio y presa) y del agua intersticial y posteriormente un conjunto de ensayos, a escala laboratorio, destinados a estudiar las citadas interacciones. La DOS se determina mediante un modelo matemático del oxígeno disuelto (OD), calibrado a partir de mediciones de OD registradas en vasos experimentales, los cuales contienen cierta cantidad de sedimento y agua sobrenadante. En estos mismos vasos se llevaron a cabo experiencias de agitación con la finalidad de observar las consecuencias de la resuspensión del sedimento (disminución de oxígeno o transferencia de nutrientes, por ejemplo). El aporte de nutrientes fue evaluado en condiciones aerobias, mediante ensayos de agitación y aireación forzada en conos Imhoff que contenían una mezcla de sedimento y agua. La potencial toxicidad de los metales pesados presentes en el sedimento se evaluó mediante la determinación de Sulfuros Ácido Volátiles (SAV) y Metales Extraídos Simultáneamente (MES), publicada por la EPA como indicador del equilibrio de partición de metales en sedimentos, el cual muestra ausencia de toxicidad aguda en anfípodos cuando existe un excedente molar de SAV sobre MES, debido a que los metales se encuentran precipitados como sulfuros metálicos insolubles.

Los resultados de los ensayos muestran DOS máximas al inicio de los ensayos (0.25-0.40 g O₂/m²/d en 0-2 días), con posterior disminución con el transcurso del tiempo siendo esta disminución más rápida cuanto menor es el contenido inicial de materia orgánica del sedimento (0.19-0.28 en 2-50 días y 0.16-0.21 g O₂/m²/d a partir de 50 d).

Los ensayos sobre el aporte de nutrientes en condiciones aerobias dan como resultado que tan sólo el 7-14% del nitrógeno total del sedimento se transfiere al agua, fundamentalmente en forma de nitratos. Igualmente, el fósforo transferible desde el sedimento como fósforo biodisponible en condiciones aerobias es aproximadamente el 0.2-1.1% del total existente.

Los resultados de SAV (µmol/g s.s.) oscilaron entre los siguientes valores, aumentando de cola a presa: 0.87-47.41 (Beniarrés), 3.18-79.2 (Amadorio) y 3.33-33.81 (Guadalest). Los de MES (µmol/g s.s.) presentaron los rangos: 1.47-1.62 (Beniarrés), 1.04-1.97 (Amadorio) y 0.99-1.47 (Guadalest). Por último, los resultados de MES-SAV fueron menor que cero en todos los puntos, excepto en la cola de Beniarrés, indicando un riesgo bajo de toxicidad, en base al criterio empleado. Las colas fueron los puntos más desfavorables en cuanto a este criterio, al ser menor la concentración de SAV. En la cola de Beniarrés presentó una mayor biodisponibilidad de metales pesados, al obtenerse un exceso de MES respecto a SAV, lo que significa, que en el momento del muestreo, ese exceso de metales podría estar fijado a fases sólidas menos estables y potencialmente más biodisponibles.

Línea prioritaria B: Hidrodinámica de embalses. Gestión sostenible de embalses.

Módulo de transporte de sedimentos en suspensión en el modelo IBER:

Calibración y aplicación para el tercio superior del embalse de Ribarroja de Ebro y la confluencia con el río Segre en el entorno de Mequinenza.

M. Arbat Bofill, E. Bladé Castellet, M. Sánchez Juny, J. Dolz Ripollés

(Grupo de Investigación FLUMEN UPC)

En esta comunicación se presenta el módulo de transporte de sedimentos en suspensión implementado recientemente en el modelo IBER (que está siendo desarrollado conjuntamente por el CEDEX, el CIMNE, el GEAMA de la UdC y el grupo de Investigación Flumen de la UPC) y una aplicación práctica del mismo en el entorno de la confluencia entre el Ebro y el Segre, en la población de Mequinenza.

El módulo de transporte de sedimentos en suspensión se modela mediante una ecuación promediada en profundidad. La ecuación implementada en el código IBER es la siguiente:

$$\frac{\partial hC}{\partial t} + \frac{\partial hU_x C}{\partial x} + \frac{\partial hU_y C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma h \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) + (E - D)$$

Donde C es la concentración de sólidos en suspensión promediada en profundidad, U_x , U_y son las dos componentes de la velocidad horizontal promediadas en profundidad y Γ es el coeficiente de difusión de sólidos en suspensión. Los términos E y D modelan respectivamente la puesta en suspensión de sólidos que se encuentran en el fondo (resuspensión de sedimento) y la deposición de sólidos en suspensión en el fondo del lecho.

En el modelo se implementan 3 formulaciones distintas para el cálculo de la concentración de sedimento en suspensión en condiciones de equilibrio (para sedimento no cohesivo): Van Rijn (1987), Smith (1977), García (1991). Partheniades (1965) propuso una expresión, que permite considerar también material cohesivo. En el cálculo del cambio provocado en la cota de fondo se ha incluido la posibilidad de considerar una cota de roca o superficie no erosionable.

Como ejemplos de los resultados que se obtienen en referencia al módulo de transporte de sedimentos en suspensión se presenta la calibración del modelo para el Embalse de Ribarroja de Ebro.

El Grupo Flumen UPC dispone de dos modelos digitales de precisión del terreno para el fondo del embalse de realizados en 2007 y en 2008. En el periodo comprendido entre ambas batimetrías (noviembre 2007 – diciembre 2008) los caudales solo presentaron una situación significativa de avenida. Esta avenida se produjo en el río Ebro a finales de mayo y principios de junio de 2008. El caudal medio diario máximo fue de 1600 m³/s, siendo superior a los 500 m³/s durante unos 12 días. Se observó que aproximadamente en los primeros 4000 m aguas debajo de la confluencia Segre-Ebro un volumen de unos 170.000 m³ de sedimento fue desplazado unos 4 km aguas abajo.

El sedimento muestreado en la zona de estudio presenta tamaños de 50 a 100 μm y de tipo cohesivo; por lo que se ha utilizado la expresión de Partheniades; y se ha realizado una calibración exhaustiva. Mediante la calibración del modelo se consiguieron ajustar tendencias, órdenes de magnitud y zonas de erosión/deposición calculadas con el modelo y las obtenidas de la resta de los modelos digitales del terreno.

"ESTUDIO DE LOS FLUJOS DE CONTAMINACIÓN MOVILIZADOS EN TIEMPO DE LLUVIA Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN EN UN SISTEMA DE SANEAMIENTO Y DRENAJE UNITARIO DE UNA CUENCA URBANA Densa DE LA ESPAÑA HÚMEDA".

Héctor Del Río¹⁾, Joaquín Suárez¹⁾, Jerónimo Puertas¹⁾, Anna Llopart-Mascaró²⁾, Montserrat Martínez²⁾, Rubén Ruiz²⁾, Pere Malgrat²⁾

- 1) Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente. Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC). Campus de Elviña, s/n 15071, A Coruña. Universidade da Coruña. Tfno: 981167000 ext. 5430. Fax: 981167170. hrio@udc.es
- 2) Clavegueram de Barcelona, S.A - CLABSA. C/ Acer, 16, 2a planta. 08038 - Barcelona

LINEA PRIORITARIA C: Riesgo asociado a la escorrentía urbana.

En la presente comunicación se presenta un estudio financiado por el proyecto CENIT denominado SOSTAQUA liderado por el grupo Agbar. Se ha realizado un análisis pormenorizado de los flujos de contaminación movilizados durante el tiempo de lluvia en un sistema de saneamiento y drenaje unitario de una cuenca urbana densa del noroeste de España en el que se pone de manifiesto la complejidad y amplio espectro de contaminantes que se movilizan incluidos metales pesados, contaminantes emergentes (denominados en literatura anglosajona *PPCPs*, *Pharmaceuticals and Personal Care Products*) y sustancias prioritarias entre otros. Por ello, se hace necesario la definición de estrategias de gestión de la contaminación generada en tiempo de lluvia en las redes unitarias para el cumplimiento de los objetivos de calidad fijados en las masas de agua receptoras tal y como exige la Directiva Marco del Agua. El estudio se estructura de la siguiente forma:

1. Estudio de la problemática de la gestión de la contaminación en las redes unitarias en tiempo de lluvia. Amplia revisión del estado del conocimiento. Análisis de un amplio número de referencias que ayuden a comprender la problemática y sirvan de orientación en el tipo de sustancias o contaminantes sobre los cuales focalizar el estudio y que permitan comprender el tipo de fenómenos o procesos que condicionan el origen, la acumulación, el arrastre y transformación de los contaminantes en las redes unitarias. Revisión de la legislación que haga referencia a la gestión de la contaminación en las redes de saneamiento y drenaje en tiempo de lluvia.
2. Montaje y explotación de la sección de control. Selección del mejor emplazamiento aguas abajo de la cuenca piloto para la instalación de la sección de control que dispondrá de un equipo de medición de caudales en continuo, un tomamuestras automático y un sistema de comunicaciones de datos por GPRS conectado a un servidor para consulta on-line de los datos hidráulicos de la cuenca.
3. Campañas de caracterización de tiempo seco y de sucesos de lluvia. Conocimiento de los caudales y concentraciones de contaminación que se generan en la cuenca durante el tiempo seco, tanto en días laborables como de fin de semana. Análisis de la movilización de los flujos de contaminación en tiempo de lluvia mediante la elaboración de hidrogramas y polutogramas que se generan para diferentes tipos de sucesos (días de tiempo seco precedente, precipitación total, duración, intensidad máxima, ...).
4. Análisis de los contaminantes movilizados. Análisis de resultados, tratamiento estadístico de los datos y parametrización de los sucesos. Comparación de los resultados con otras cuencas unitarias.
5. Tratabilidad de las aguas pluviales de red unitaria. Ensayos de tratamiento físico-químico del agua pluvial unitaria de los episodios de lluvia analizados. Resultados obtenidos y rendimientos de eliminación.
6. Modelización hidráulica y de contaminación. Realización de la modelización de la cuenca en los programas SWMM (Storm Water Management Model) y Wallingford Infoworks CS. Calibración y validación de ambos modelos. Comparación de resultados.
7. Definición de estrategias de gestión de la contaminación movilizada en tiempo de lluvia en la red. Análisis y estudio de las diferentes estrategias que se pueden adoptar para la gestión de la contaminación generada en tiempo de lluvia de manera que se cumplan los objetivos de calidad del medio receptor.
8. Conclusiones generales. Valoración de la problemática y asentamiento del conocimiento de movilización de todo tipo de flujos de contaminación. Criterios de diseño de los sistemas unitarios y estrategias de gestión.

Desarrollo de módulo 1D de tuberías acoplado a módulo 2D-SWE y campaña experimental de determinación de coeficientes de Manning

Ignacio Fraga Cadorniga *, Luis Cea Gómez, Jerónimo Puertas Agudo
Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente (GEAMA) Universidade de A Coruña.

* ignacio.fraga@udc.es Tlf:981167000 Ext:5411

Línea prioritaria C: **Riesgo asociado a la escorrentía urbana**

Introducción

Una de las múltiples líneas de investigación del Grupo de Enxeñería da Auga e do Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidade de A Coruña, se centra en el drenaje urbano y el transporte de sedimentos asociado. Dentro de este tema, los avances más recientes se corresponden al desarrollo de un modelo de flujo en tuberías acoplable a un modelo 2D y a una campaña experimental de estudio de la influencia del calado en el coeficiente de Manning de diferentes materiales habituales en entornos urbanos.

Módulo de tuberías

El modelo de red de tuberías aplica las ecuaciones de la onda difusiva para el cálculo de la hidrodinámica, tanto en régimen de lámina libre como en presión, utilizando la técnica de la ranura de Preissman para este último caso. Además, se incorpora un módulo de cálculo de transporte de sedimentos, basándose en las ecuaciones experimentales desarrolladas por Ackers et. al, considerando tanto transporte de fondo como en suspensión. Este modelo de red de tuberías está acoplado al código TURBILLON (2D-SWE), desarrollado desde el año 2005 por la UDC. La interacción entre ambos modelos se produce mediante los diversos elementos de drenaje urbano, que actúan como fuente o sumidero de caudales y cargas de sedimento entre ambos.

Campaña experimental

La campaña experimental se planteó a partir de estudios anteriores de drenaje de agua de lluvia en cuencas urbanas con diferentes configuraciones de distribución de las edificaciones. En esos estudios se detectó que un mismo valor de Manning no se ajustaba a todos los hidrogramas de salida. Con esta campaña se estudia la influencia del calado de la lámina en el coeficiente obtenido. Para ello se construyó un canal de 2,5 x 0,5 metros, con pendiente variable y entrada de agua mediante un vertedero en coronación o en forma de lluvia mediante difusores. Para modelar los distintos tipos de superficies se construyeron placas de 0,5 x 0,5 metros de hormigón, hierba artificial y asfalto (más la superficie del propio canal que es acero). El agua que circula por el canal es recogida mediante una probeta que incorpora una sonda de calado, obteniendo así el hidrograma de salida que, junto con las medidas de los calados, permite calcular el coeficiente de Manning. A falta de terminar esta campaña, los resultados muestran una fuerte influencia del calado en el coeficiente de Manning, aumentando notablemente con valores bajos de caudal, lo que es importante para el futuro modelado numérico ya que limita la validez de un valor constante del coeficiente de Manning.



Fotografía del canal de ensayo con hierba artificial

HACIA UNA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL RIESGO HIDROLÓGICO DE UNA PRESA MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA EN UN ENTORNO DE MONTE CARLO

Alvaro Sordo¹, Luis Garrote¹ y Antonio Jimenez²

¹ Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y Energética, Universidad Politécnica de Madrid, España

² Departamento de Hidrología, Centro de estudios Hidrográficos del CEDEX, España
alvaro.sordo.ward@upm.es - l.garrote@upm.es
Línea prioritaria: **D**

En la ponencia se aborda la temática del análisis del riesgo hidrológico de una presa basada en la simulación numérica bajo un enfoque probabilístico. Se ha tratado fundamentalmente de recopilar, seleccionar y adaptar técnicas de análisis previamente existentes para estructurarlas adecuadamente con el fin de evaluar la seguridad de las presas. Se ha elaborado un entorno de simulación por el método de Monte Carlo del proceso de generación de hidrogramas de avenida que, bajo ciertas hipótesis restrictivas, permite obtener un conjunto de hidrogramas que resulta representativo de la sollicitación hidrológica. De este conjunto de hidrogramas puede extraerse la ley de frecuencia de caudales y volúmenes de entrada y, si se supone un criterio de explotación, de los niveles y caudales punta de salida. Así puede definirse con rigor la probabilidad de fallo hidrológico, entendida como probabilidad de superación de un umbral de nivel en el embalse que se considere asociado al fallo (figura 1).

En la práctica profesional habitual, el procedimiento de cálculo es básicamente determinístico siendo el único concepto probabilístico que se introduce, el correspondiente a la probabilidad de ocurrencia de la precipitación acumulada en 24 h en cada uno de los pluviómetros presentes en la cuenca. En este contexto, en los últimos años se han producido una serie de progresos que permiten abordar el problema desde un enfoque probabilístico [Arnaud, P. and Lavabre J., 2002]. Este enfoque permite analizar un número importante de escenarios teniendo en cuenta, por un lado, el grado de aleatoriedad de las variables hidrológicas (por ejemplo: duración y volumen total de precipitación, su distribución temporal, etc.) y por otro, el efecto de laminación que se produce según diferentes características físicas del aliviadero y embalse (volumen disponible para laminación, condición inicial en el embalse, tipo y geometría de aliviaderos, entre otros), entendiéndose dicho efecto como la relación entre el caudal máximo de entrada al embalse y el caudal máximo vertido por la presa ($Q_{\text{máx. ent. vs. } Q_{\text{máx. vert.}}$). El entorno de simulación elaborado por el método de Monte Carlo fue realizado utilizando un simulador sencillo basado en procesos agregados e integrados, con una estructura modular según cada uno de los procesos físicos: a) generación de escenarios de precipitación en la cuenca, b) proceso transformación lluvia – escorrentía, c) generación de hidrogramas de avenida, d) propagación de caudales en los cauces, e) laminación de avenidas en el embalse, f) reglas de manejo de órganos de desagüe, g) módulo de proceso de resultados. Hay cuestiones que han sido tenidas en cuenta de forma simplificada, por lo que esta metodología no puede considerarse aún como una metodología definitiva de análisis de seguridad hidrológica de presas; no obstante, el trabajo realizado permite ilustrar sobre la utilidad de los métodos probabilísticos para esta finalidad y sienta las bases de desarrollos futuros. Asimismo se discuten las limitaciones de las hipótesis restrictivas y se plantean alternativas para superarlas en trabajos futuros.

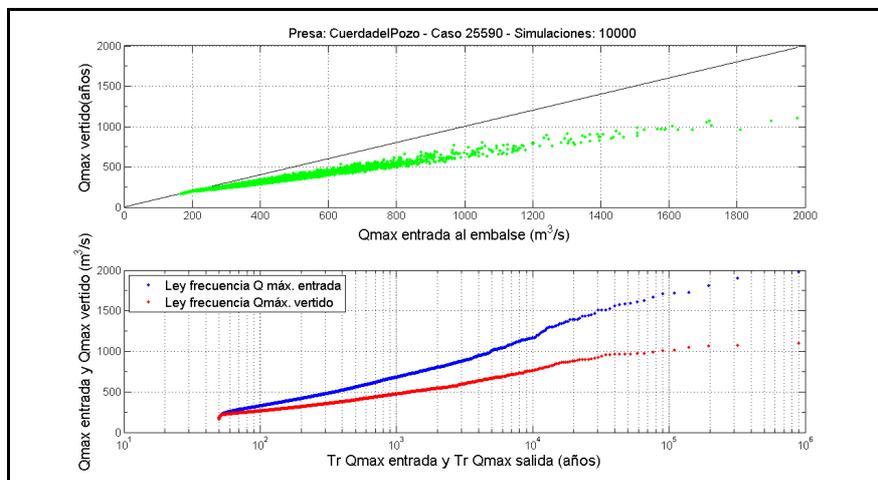


Figura 1: a) $Q_{\text{máx. entrada}}$ VS. $Q_{\text{máx. vertido}}$. b) leyes de frecuencia de caudales máximos de entrada al embalse y vertido

Modelos de riesgo para la ayuda a la toma de decisiones en gestión de seguridad de presas

Armando Serrano Lombillo
Ignacio Escuder Bueno
Manuel G. de Membrillera Ortuño
Luis Altarejos García

Línea prioritaria D

El análisis de riesgo aplicado a la seguridad de presas y, más concretamente, la confección de modelos de riesgo, permite disponer de una herramienta útil de apoyo a la toma de decisiones para la gestión en dicho campo.

Una de las principales ventajas consiste en la agregación de toda la importante información disponible (XYZT, Plan de Emergencia, Normas de Explotación, Informes Anuales, Revisiones de Seguridad, Informes de Comportamiento, etc.).

Cada uno de los mencionados documentos así como el conocimiento del sistema que implican se relacionan con una u otra de las partes constituyentes del riesgo (solicitaciones, respuesta del sistema y consecuencias). Al agregarlos todos ellos mediante un modelo de riesgo, es posible caracterizar el riesgo global del sistema, el riesgo incremental en cada una de las presas y, a la postre, la eficiencia de cada medida correctora que pueda plantearse.

El presente artículo muestra el procedimiento de confección de los modelos de riesgo, algunas de las herramientas disponibles y ejemplos de la utilidad de los mismos para informar la toma de decisiones.

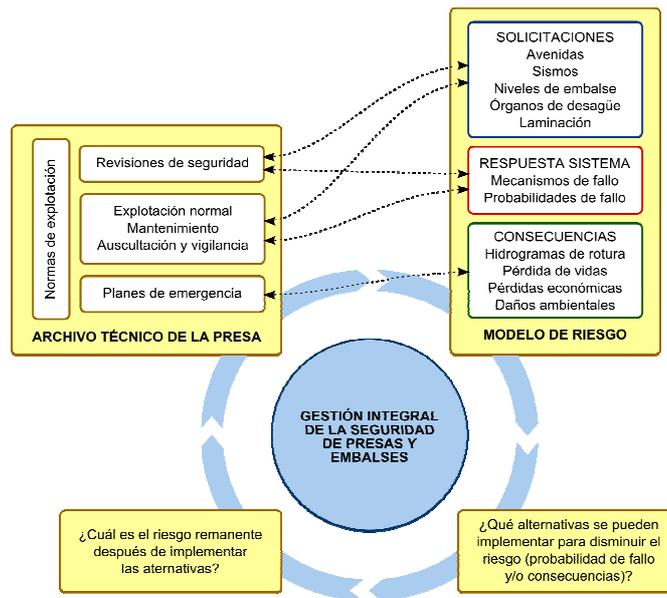


Figura. Gestión integral de la seguridad de presas y embalses y vínculos entre el modelo de riesgo y los documentos del Archivo Técnico.

CARACTERIZACIÓN DE VELOCIDADES Y LEY DE VARIACIÓN DEL NÚMERO DE FROUDE DENTRO DE RESALTOS HIDRÁULICOS

Luís G. Castillo Elsitdié, Belén Molina Miñano, José María Carrillo Sánchez
Línea prioritaria D. Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e Hidráulicos

Grupo de I+D+i Hidr@m. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.
Universidad Politécnica de Cartagena.

Escuela de Ingeniería Civil, Paseo Alfonso XIII, 52, 30203, Cartagena.

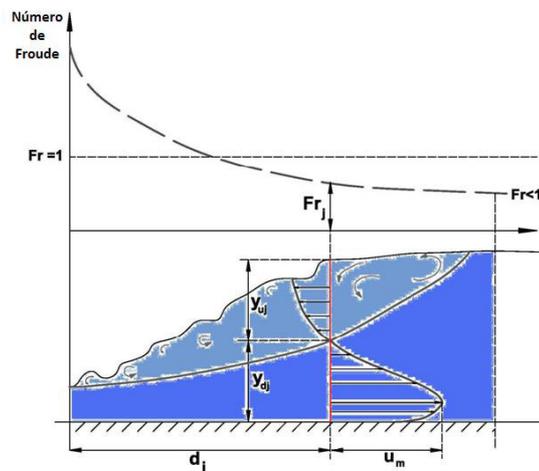
e-mail: luis.castillo@upct.es, belenmolina@upct.es, jose.carrillo@upct.es

En flujos bifásicos (agua-aire) y altamente turbulentos, los registros de velocidades obtenidos con un equipo ADV deben ser verificados y, de ser necesario, llevar a cabo un filtrado digital con el propósito de eliminar y/o corregir los datos anómalos, conservando las características fundamentales y la continuidad del registro.

Dos de los parámetros relevantes en la aplicación de los distintos métodos de filtrado son la aceleración y la velocidad, que para el caso de flujos turbulentos presentan diferentes particularidades. De este modo, en las mediciones realizadas dentro de resaltos hidráulicos, se propone que el umbral de aceleración λ_a se calcule en función de la posición del punto de medida d_j dentro del mismo y de su correspondiente número de Froude Fr_j :

$$\lambda_{aj} = Fr_j \sqrt{y_j} / (\Delta t \sqrt{g})$$

El valor y_j es igual a y_{dj} cuando el flujo del resalto se produce hacia aguas abajo, e igual a y_{uj} cuando es hacia aguas arriba (ver figura). Del análisis de los diferentes registros de velocidades instantáneas medidos dentro del resalto hidráulico, se ha llegado a establecer que el umbral debe ser $\lambda_{aj} \geq 0.5$.



Por otro lado, del análisis de los datos con diferentes criterios estadísticos, se debe establecer el umbral de velocidad más adecuado.

En ambos casos se analiza el mejor método de reemplazo del dato rechazado: media, mediana, media de los doce puntos que engloban al punto eliminado, etc.

Finalmente, se presenta la comparativa de los distintos métodos empleados, así como una ley de variación del número de Froude, dentro de distintos tipos de resaltos hidráulicos.

Avances en modelación numérica Lagrangiana 3D para el diseño de aliviaderos.

David López .

Juan José Rebollo. Miguel de Blas. Roberto Marivela. Rubén Díaz

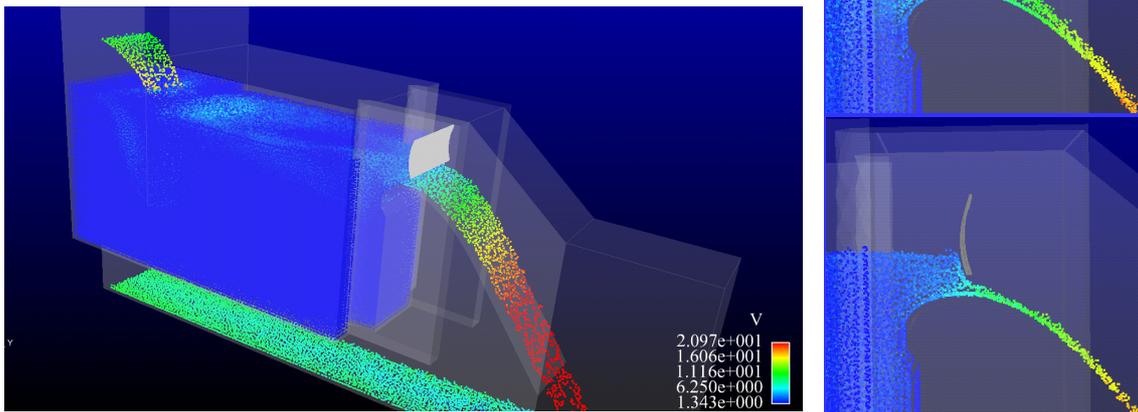
Seminario sobre:

LINEA PRIORITARIA D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos.

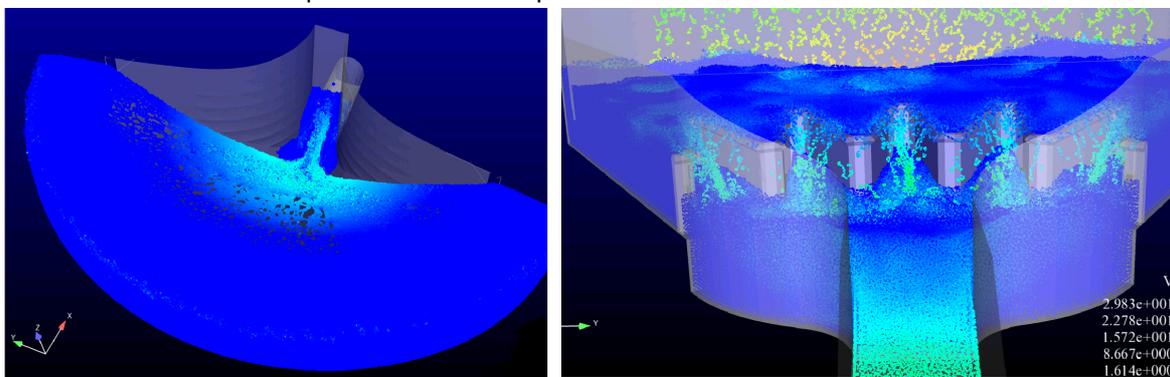
Valencia ,1 de Junio de 2010

EL desarrollo alcanzado con los modelo Lagrangianos de partículas permite a día de hoy disponer de una herramienta matemática complementaria a la modelización física que permite una optimización importante de recursos y una mejora de la capacidad análisis de fenómenos hidrodinámicos en estructuras hidráulicas.

Se ha modelizado con SPH un aliviadero regulado con compuertas, que previamente ha sido modelizado físicamente en el laboratorio. Los resultados de la comparación de presiones en el vertedero y curva de gasto son bastante ajustados.



Para el diseño del aliviadero de la presa de Calanda se han simulado numéricamente diferentes soluciones antes de adoptar la solución a reproducir en modelo físico.



MEJORA DE LA CAPACIDAD DE DESAGÜE DE PRESAS EXISTENTES MEDIANTE ALIVIADEROS EN SIFÓN Y ALIVIADEROS EN LABERINTO.

Autores: David Santillán Sánchez, Carlos Granell, Riccardo Rossi, Víctor Elviro, Miguel Ángel Toledo Municio, Rafael Morán Moya.

LINEA PRIORITARIA D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos.

Los aliviaderos en laberinto son una tipología cuyo estudio comenzó en los años 50 de la mano de Kindsvater & Carter, para el aliviadero de la presa de Woronora (Australia). Sin embargo, actualmente los medios de cálculo y diseño son procedimientos experimentales. El fin de este proyecto de investigación es desarrollar un nuevo procedimiento de cálculo hidráulico, con un enfoque diferente. Para ello, la investigación se basa en una serie de experimentos de laboratorio y en unas modelizaciones numéricas.

Como objetivos concretos y novedosos de la investigación destacan el estudio de la influencia de las condiciones de alimentación sobre la capacidad de desagüe del vertedero, el desarrollo de procedimientos de optimización para su diseño, la evaluación del efecto de escala del modelo físico y la formulación de criterios de modelación numérica.

Los experimentos de laboratorio se llevarán a cabo en un recinto de dimensiones 6mX8mX1.5m, modelizando un total de 81 vertederos con diferentes geometrías, condiciones de alimentación y caudales.

La modelación numérica se llevará a cabo con dos programas de cálculo de diferente enfoque: PFEM (Particle Finite Element Method) y KRATOS, ambos desarrollados por CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos en la Ingeniería). Para ello, existe una estrecha colaboración entre el equipo de CIMNE y el de la UPM.

Con esta modelación numérica se podrá analizar el patrón de comportamiento de los aliviaderos en laberinto con unos medios no existentes hasta hace pocos años, permitiendo comprenderlo y caracterizarlo mejor.

PREDICCIÓN DE FILTRACIONES EN PRESAS ARCO USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES.

Autores: David Santillán Sánchez, Jesús Fraile Ardanuy, Miguel Ángel Toledo Municio, Rafael Morán Moya.

LINEA PRIORITARIA D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos

Las redes neuronales artificiales son estructuras matemáticas que tratan de imitar al cerebro de los seres vivos. Están formadas por unidades simples, llamadas neuronas (figura 1). Las neuronas constan de una serie de entradas, x_i , que multiplicadas por sus correspondientes pesos, w_{ij} , y sumadas todas ellas, forman la entrada n a la neurona. Dentro de la neurona, su entrada n se transforma en su salida, n_j , aplicando a la primera la denominada función de transferencia, $\varphi(n)$. En función de cómo se asocien estas neuronas, se tendrá un tipo u otro de red neuronal (RRNN).

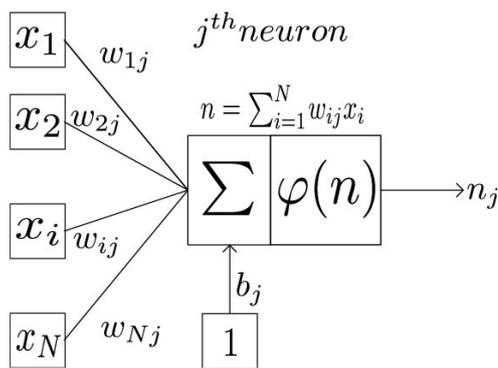


Fig.1: Neurona artificial.

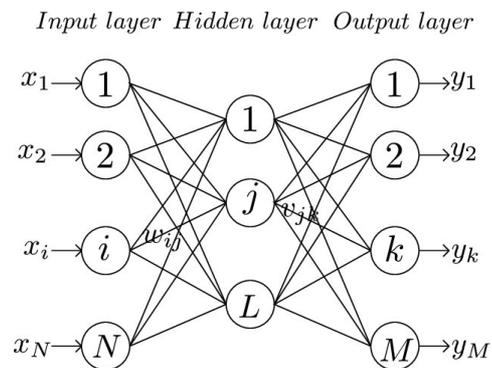


Fig.2: Red neuronal artificial tipo MLP.

En esta investigación, las RRNN se han empleado para predecir el caudal medido en un aforador de una presa piloto. El estudio del estado del arte deslumbró el tipo de red más adecuado para el problema planteado era el perceptrón multicapa (MLP) (figura 2). El MLP está formado por una capa de entrada, con tantas neuronas como variables de entrada, una o varias capas ocultas y una capa de salida, con tantas neuronas como variables de salida.

El fenómeno de la filtración es muy complejo. Una primera fase de la investigación fue determinar las variables de las cuales dependía. Así se constató que eran las características geológicas del enclave, la temperatura del agua y ambiental, el nivel de agua en el embalse y una serie de inercias, tenidas en cuenta mediante medias móviles de diferentes periodos de tiempo de la temperatura y el nivel.

Estudiando este fenómeno con RRNN permite averiguar las variables de las que depende en cada caso particular (aforador) y obtener un modelo sencillo de predicción de caudal medido en un aforador en cuestión. Este modelo es aplicable

para estudiar el fenómeno de la filtración en cada caso particular y también se puede emplear en las tareas de interpretación de los datos de auscultación.

HIDROGRAMAS DE ROTURA EN EL PROYECTO XPRES

Hibber, Campos Espinoza
Rafael, Morán Moya
Raúl, Sánchez Calvo
Miguel Ángel, Toledo Municio
1 2 3 4

RESUMEN: Este artículo presenta una metodología para introducir hidrogramas de rotura a los ensayos en modelo físico que se llevarán a cabo en las instalaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). En esta etapa del proyecto, se iniciarán ensayos de rotura de presas de escollera con distintos hidrogramas y caudales punta. La finalidad es evaluar la respuesta de la presa frente a eventos extraordinarios de larga y corta duración. Las instalaciones del laboratorio cuentan para reproducir un hidrograma de rotura en el modelo, con un sistema de control que integra las señales de un caudalímetro de ultrasonido, un llave eléctrica de mariposa y 2 sondas de nivel de ultrasonido; a través de las señales que se reciben de estos instrumentos obtendremos:

El hidrograma en la tubería, que se registrará de la señal del caudalímetro.

El hidrograma en la presa, que se obtiene de las variaciones de nivel sobre el núcleo de la presa, la cual ha sido previamente calibrada como un vertedero de pared gruesa.

El hidrograma de salida, que se recogerá en la sonda de nivel ubicada en el vertedero rectangular aguas abajo del modelo.

Este trabajo se encuentra en el proyecto de investigación del Plan Nacional de I+D 2007/2011 denominado XPRES. En él participan de manera coordinada el CEDEX y el CIMNE, además de la UPM. El proyecto es desarrollado en el Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica y energética de la UPM y lleva por título “Caracterización de la rotura de las presas de escollera por sobrevertido y desarrollo de criterios para evaluar la seguridad del conjunto presa-área afectada durante una avenida”.

¹Investigador Ingeniero en Mecánica de Fluidos, Universidad Politécnica de Madrid.

²Investigador Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.

³Profesor, Universidad Politécnica de Madrid.

⁴Profesor, Universidad Politécnica de Madrid.

SIMULACIÓN NUMÉRICA Y VALIDACIÓN DE LAS ACCIONES HIDRODINÁMICAS EN CUENCOS DE DISPACIÓN DE ENERGÍA

Luís G. Castillo Elsitdié, José María Carrillo Sánchez

Línea prioritaria D. Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e Hidráulicos

Grupo de I+D+i Hidr@m. Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.
Universidad Politécnica de Cartagena.
Escuela de Ingeniería Civil, Paseo Alfonso XIII, 52, 30203, Cartagena.
e-mail: luis.castillo@upct.es, jose.carrillo@upct.es

La metodología de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) que permite simular flujos multifásicos se pueden agrupar en dos tipos generales: el modelo Euleriano y el modelo de transporte de partículas de Lagrange. El modelo Euleriano multifásico consta de dos sub-modelos: el modelo homogéneo y el modelo de transferencia interfluido o modelo inhomogéneo. En este tipo de modelo cada fluido tiene su propio campo e interactúan en la interfase a través de términos de transferencia, existiendo de esta forma un campo de solución para cada fase.

Los diferentes métodos implementados en CFD se basan en la solución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes y promediado de Reynolds, junto con modelos de turbulencia de distintos grados de complejidad, que van desde los modelos algebraicos de vorticidad para la viscosidad ($k-\varepsilon$, RNG , $k-\varepsilon$, $k-\omega$), hasta los modelos de tensión de Reynolds (RMS).

En el reintegro de los caudales desaguados por los órganos de desagüe mediante cuencos de amortiguación, la disipación de energía se produce principalmente mediante la generación de turbulencia. En las dos tipologías básicas (cuencos de resalto y cuencos de vertido en caída libre) aparecen fenómenos de alta turbulencia y aireación, que no pueden ser convenientemente estudiados con las metodologías clásicas.

Teniendo en cuenta esta problemática, y partiendo de los distintos resultados experimentales que existen, el grupo Hidr@m está llevando a cabo diferentes estudios para caracterizar velocidades (instrumentación Doppler), presiones (transductores piezoresistivos) y aireación (fibra óptica), en algunos cuencos de disipación de energía, tanto en la lámina vertiente como en el cuenco.

Los resultados de laboratorio sirven de base para validar y calibrar y validar algunos programas comerciales CFD de tipo Euleriano (ANSYS-CFX y FLOW-3D). Más adelante se espera validar algunos programas de tipo Lagrangiano (XFLOW y MDST).

ANÁLISIS REGIONAL DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS ANUALES EN ESPAÑA BASADO EN EL PRINCIPIO DE SUAVES VARIACIONES ESPACIALES

Javier González Pérez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. UCLM

María Chacón Cano. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. UCLM

Javier.Gonzalez@uclm.es, Maria.CCano@uclm.es (*Línea prioritaria D*)

La necesidad de diseñar nuevas obras hidráulicas o de comprobar las construcciones existentes obligan a estimar el valor de la precipitación diaria máxima anual para un determinado periodo de retorno. Dicho periodo varía en función de la obra de ingeniería y del nivel de seguridad que quiera analizarse. En el caso de las presas, este criterio de seguridad alcanza uno de los mayores requerimientos, debiendo analizarse, en función del tipo de presas, escenarios de periodo de retorno de hasta 10.000 años.

El análisis y estimación de tales cuantiles extremos para el análisis de la seguridad de presas, se acerca o excede el límite práctico donde los métodos de inferencia estadística permiten llegar para la información habitualmente disponible, y en cualquier caso, exigen emplear los mejores métodos con la mayor cantidad posible de observaciones disponibles. Para este fin son de interés el análisis de las precipitaciones, como variable cuantificadora de una tormenta con mayor disponibilidad de registros, con los métodos de regionalización estadística, que permiten combinar la información espacial y temporal en el proceso de inferencia.

En este sentido, en España destaca a nivel peninsular el trabajo realizado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), de “Estudio de las Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular”. Sin embargo, este estudio fue llevado a cabo con el objetivo de realizar estimaciones de las precipitaciones para un periodo de retorno de hasta 500 años, y emplea datos hasta 1992.

El trabajo que se presenta tiene por objeto realizar un estudio de regionalización de las precipitaciones diarias máximas anuales para el conjunto de España, haciendo uso de las observaciones pluviométricas disponibles, y especialmente dirigido al análisis de los fenómenos más extremos. Para ello se emplea un procedimiento de regionalización estadística, basado en la caracterización por L-Momentos, el cual presupone variaciones espaciales suaves de los principales estadísticos, forzadas por criterios de máxima verosimilitud.

Para ello, se han utilizado más de 7.000 estaciones pluviométricas, dentro de la España Peninsular, con registros históricos superiores a 10 años. Por otro lado, se han analizado los modelos de distintas funciones de distribución con el fin de encontrar la que mejor se adapta a las precipitaciones en España. Así mismo se ha incorporado el efecto orográfico en los procesos de mapeo e interpolación.

Dicho estudio está en proceso de desarrollo y pertenece al proyecto de I+D+I con título “Evaluación de la seguridad hidrológica de presas (suficiencia de aliviaderos) basada en riesgo”, financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, y realizado de modo coordinado entre la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Castilla La Mancha.

HERRAMIENTAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN Y ESTUDIO DE SU REDUCCIÓN A TRAVÉS DE MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Adrián Morales Torres
Ignacio Escuder Bueno
Sara Perales Momparler
Javier Fluixá Sanmartín

LINEA PRIORITARIA D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos.
Seminario de la Red de Laboratorios Hidráulicos de España
Universidad Politécnica de Valencia, 1 de Junio de 2010

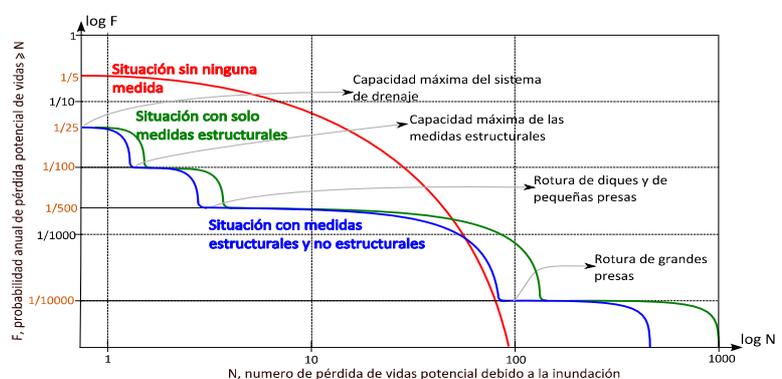
El riesgo de inundación es la combinación de una probabilidad de presentación de un determinado evento de inundación (amenaza) y de las potenciales consecuencias adversas que produciría (vulnerabilidad). Este riesgo puede ser reducido mediante la utilización de medidas estructurales y no estructurales.

Las medidas estructurales comprenden cualquier construcción realizada para reducir o evitar posibles impactos de inundaciones, como estructuras resistentes a las amenazas y de protección. Algunas de estas estructuras, como las presas, son a la vez protectoras para probabilidades altas y fuentes de riesgo de inundación para probabilidades muy bajas, debido a un posible fallo estructural. Aunque en general, este incremento del riesgo es muy bajo en comparación con la reducción del riesgo que proporcionan.

Las medidas no estructurales comprenden las políticas, advertencias, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública y recopilación de información que permiten la reducción del riesgo. Estas medidas principalmente permiten la reducción de la vulnerabilidad frente a la inundación, disminuyendo sobretodo la pérdida de vidas.

Existe una gran variedad de herramientas para la estimación del riesgo de inundación completo o de alguna de sus componentes. Estas herramientas pueden ser divididas en completas o parciales según caractericen las dos componentes del riesgo o solamente una de ellas. También pueden ser divididas en cuantitativas o cualitativas, según si obtienen o no un valor numérico para el riesgo. Entre todas las herramientas analizadas destacan las **Curvas F-N**, que representan la relación entre la probabilidad de ocurrencia de una inundación y el número de víctimas en una determinada área. Estas herramientas, que son completas y cuantitativas, permiten la caracterización conjunta de todas las fuentes de riesgo de inundación y la aplicación directa de criterios de tolerabilidad.

SUFRI (Sustainable Strategies of Urban Flood Risk Management with non-structural measures to cope with the residual risk) es un proyecto europeo cuyo principal objetivo es mejorar la gestión de riesgos de inundación mediante la utilización de medidas no estructurales. Dentro de este proyecto, el grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia desarrollará curvas F-N, como la que se muestra en la figura, en cuatro ciudades europeas diferentes. La finalidad de estas curvas es estudiar de forma clara y precisa cómo las medidas no estructurales propuestas dentro del proyecto SUFRI contribuyen a reducir el riesgo de inundación. Además permiten analizar como las medidas estructurales, como presas, reducen también el riesgo de forma importante. Por todo ello, estas curvas son una herramienta muy útil para la gestión de todo tipo de medidas de reducción del riesgo de inundación.



Efecto de las medidas estructurales y no estructurales en una curva F-N (Desarrolladas para la metodología SUFRI)

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DEL CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL EN EL SUELO.

Javier González Pérez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. UCLM

Pablo Durán Barroso. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. UCLM

Javier.Gonzalez@uclm.es; Pablo.Duran@uclm.es

Línea prioritaria D: Seguridad de presas. Aspectos hidrológicos e hidráulicos.

El contenido de humedad en el suelo es la variable que controla la mayoría de los procesos hidrológicos que ocurren en la superficie y cerca de ella, ya que gobierna el proceso de reparto de precipitación en escorrentía superficial, infiltración y percolación. En los estudios hidrometeorológico suele partirse de la hipótesis de suponer que los caudales de escorrentía correspondientes a un determinado periodo de retorno son producidos por la precipitación del mismo periodo de retorno, quedando indeterminada la hipótesis respecto a las condiciones de humedad del suelo de partida, antes de producirse el escenario de lluvia extrema. Debido a la variabilidad temporal del contenido en humedad, dicha relación biunívoca entre precipitaciones y escorrentías no se ve satisfecha en múltiples ocasiones, creando la indefinición de las condiciones de humedad a considerar una fuente importante de incertidumbre en el cálculo hidrológico

El objetivo principal de la presente investigación es la caracterización de dichas relaciones, con la finalidad de establecer un criterio que permita relacionar las tres variables: precipitación, condiciones de humedad y escorrentía superficial.

La primera parte del estudio consiste en la selección del modelo estocástico óptimo de precipitación diaria y el desarrollo del mismo para 185 estaciones meteorológicas tomadas como referencia. El propósito con el que se implementa es para obtener series de precipitación continuas y de longitud superior a la de las estaciones de referencia.

Una vez caracterizada la precipitación, se desarrolla un modelo diario de balance de humedad, basado en el modelo BEACH, con modificaciones en las variables de escorrentía superficial, evaporación desde el suelo e incorporada la intercepción por parte de la cobertura vegetal. Las variables climáticas que afectan al modelo proceden de las estaciones meteorológicas citadas anteriormente. Para una serie de estaciones, elegidas por su representatividad espacial, se ha implementado el modelo tomando como referencia los tipos de suelo y vegetación recogidos Instrucción de Carreteras 5.2 IC "Drenaje Superficial".

Dicho estudio está en proceso de desarrollo y pertenece al proyecto de I+D+i con título "Evaluación de la seguridad hidrológica de presas (suficiencia de aliviaderos) basada en riesgo", financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, y realizado de modo coordinado entre la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Castilla La Mancha.