

USO DEL MODELO IBER EN UN PROBLEMA DE FLUJO BIDIMENSIONAL

Guillermo Collazos¹

¹Instituto de Hidrología de Llanuras; Av. Republica de Italia 780, Azul, Pcia. de Bs. As. Email: gcollazos.ihlla@gmail.com; Tel/FAX: (+54 02281 432 666).

RESUMEN

Las construcciones emplazadas dentro del valle de inundación de ríos y arroyos pueden dificultar de forma significativa el flujo del agua durante las crecidas; pero aun conociendo esto suele existir un interés económico en realizar estas edificaciones. Por ello resulta necesario cuantificar los efectos sobre el flujo y proponer medidas que minimicen este efecto obstructivo, o eventualmente desestimar dichas construcciones.

Un modelo bidimensional permite cuantificar las alteraciones en el flujo en un entorno urbano, al representar de forma realista el movimiento del agua por calles de la ciudad. El modelo IBER (desarrollado por varias instituciones públicas españolas) tiene la ventaja de ser un programa rápido, robusto y gratuito, lo cual posibilita su uso para casos relativamente pequeños como el aquí presentado.

El caso de estudio comprende una pequeña zona de en la ciudad de Azul, en el centro de la provincia de Buenos Aires, en inmediaciones del Club de Remo. En su predio ubicado en la margen del arroyo, esta institución quería construir (sobre una cancha de paddle abierta) un edificio para un gimnasio. A falta de normativa municipal o provincial de ordenación urbana o territorial que prohibieran o permitieran dicha construcción, el problema técnico consistía en determinar los perjuicios ocasionados a los vecinos con dicha construcción, que dificultaba el escurrimiento local sobre la situación previa.

Se consideró como situación de análisis la producida durante la crecida de agosto de 2012, de la cual se conocían de forma aproximada las condiciones de contorno del área a modelar. Se construyó el modelo de flujo sin la edificación nueva y con la edificación, representando las rugosidades superficiales de los distintos materiales (pavimento, vegetación, etc.).

La diferencia en calados y velocidades entre ambas situaciones permitió proponer modificaciones constructivas y medidas de mitigación en el entorno para disminuir los efectos perjudiciales, los efectos de las cuales fueron cuantificadas en una nueva modificación del modelo.

IBER ha resultado una herramienta versátil y relativamente fácil de usar, que ha cumplido adecuadamente las previsiones iniciales, y por ello altamente recomendable.

Palabras Clave: modelo de flujo 2D, IBER, zonas inundables urbanas

INTRODUCCION

Las construcciones en el valle de inundación de ríos y arroyos obstruyen el flujo del agua en situaciones de desborde. Ante la falta de normas restrictivas para limitar estos emplazamientos y/o su efectivo cumplimiento, los propietarios ribereños tienen interés en realizar las construcciones guiados por sus propios intereses.

En la ciudad de Azul (provincia de Buenos Aires), se encuentra ubicado el predio del histórico Club de Remo de Azul, tal como muestra la Figura 1.



Figura 1. Ubicación del predio del Club de Remo (naranja), área a modelar (rosa) y del edificio a construir.

Dentro de dicho predio, se pretendía construir un edificio en el lugar ocupado previamente por dos canchas de paddel al aire libre (rectángulo amarillo en la Figura 1), las cuales al tener alambre tejido en los laterales permitían el paso del agua por dentro de las canchas durante las inundaciones. Estas canchas de paddel estaban rodeadas de gruesos eucaliptos que fueron removidos como primera etapa de estas modificaciones.

Las autoridades del Club de Remo querían conocer el efecto que tendría sobre los vecinos y sobre el flujo en su propio predio la materialización de esta barrera mediante la construcción del mencionado edificio.

En la situación de inundación en la ciudad de Azul, el agua desborda por el Balneario Municipal y fluye de forma más o menos paralela al arroyo por las calles —a modo de *by-pass*— tal como muestra la Figura 2. Al bajar el nivel en el arroyo, el agua acumulada en las calles retorna al arroyo por las calles perpendiculares al mismo.

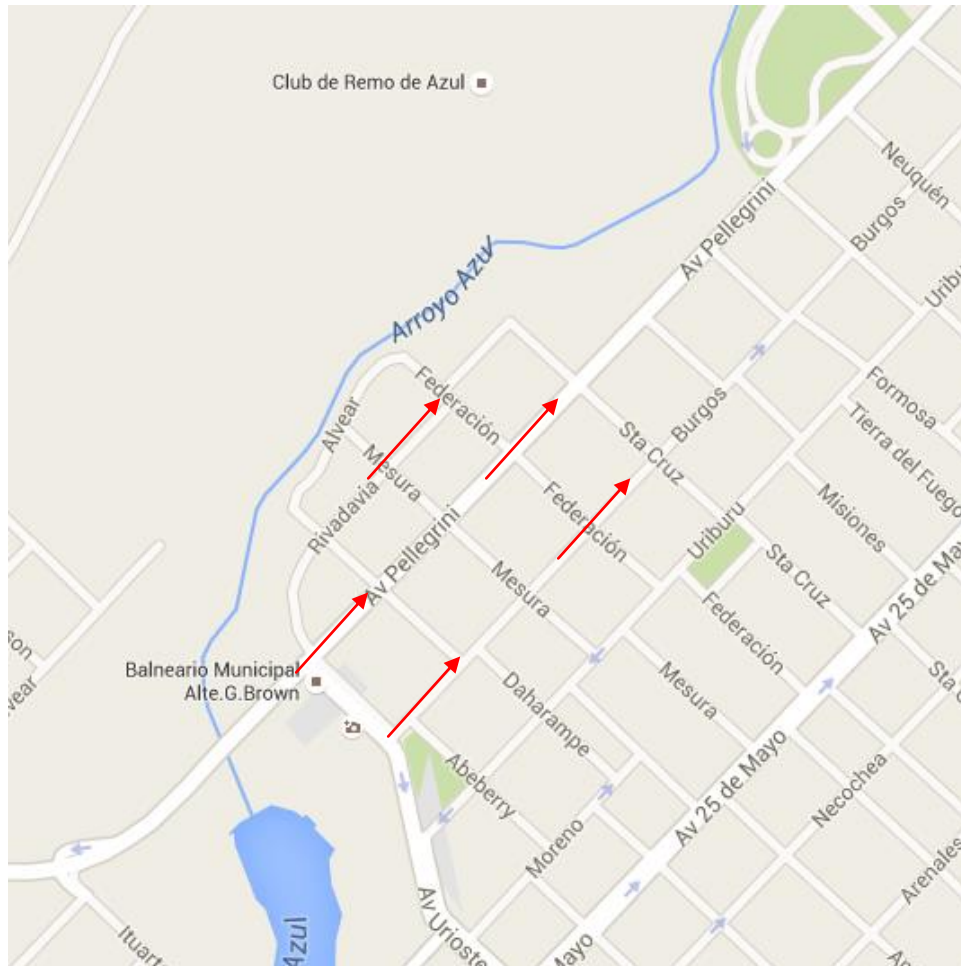


Figura 2. Flujo general en la ciudad de Azul en el desborde del arroyo.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es estimar el cambio en el flujo de agua debido a la construcción de la edificación, y proponer medidas correctivas locales que minimicen los efectos adversos, cuantificando su efecto.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó el relevamiento altimétrico de las calles y veredas circundantes a la zona de la edificación. Se empleará el modelo bidimensional IBER v 1.9, de uso gratuito.

Se simulará con las condiciones de borde observadas para la inundación de mayo de 2012, que fue una crecida severa. Para este evento se dispone de una estimación de alturas de agua y velocidades en las calles de ingreso de flujo a la zona de interés.

La zona representada en el modelo comprende las calles Rivadavia y Santa Cruz por donde ingresa el agua al modelo, y el predio del Club de Remo de Azul (CRA). La salida de agua se produce por la margen del arroyo, tanto por el predio del club como por el predio del vecino que es la continuación de la calle Santa Cruz. Los frentes de las casas a las calles constituyen límites impermeables del modelo. El ingreso al predio del Club de Remo se realiza por un portón enrejado que constituye un estrechamiento seguido de una expansión.

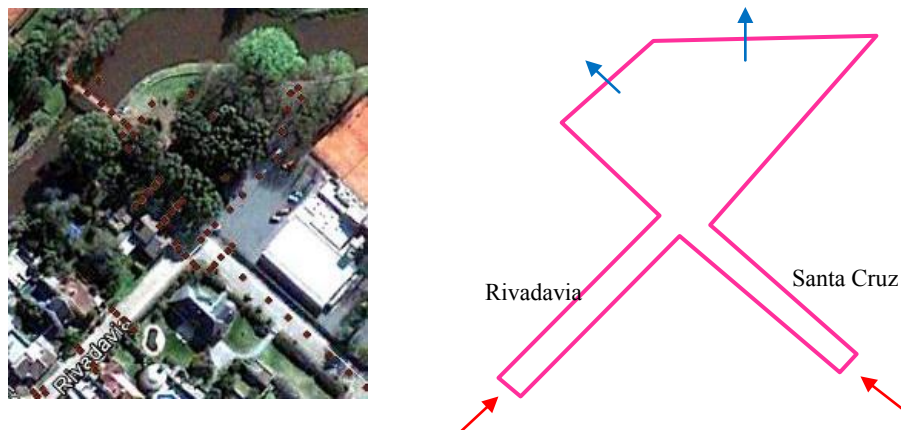


Figura 3. Zona a modelar y límites del área representada en el modelo.

La estimación de las rugosidades superficiales se realiza en función de los materiales y las rugosidades estándar sugeridas por el propio programa.

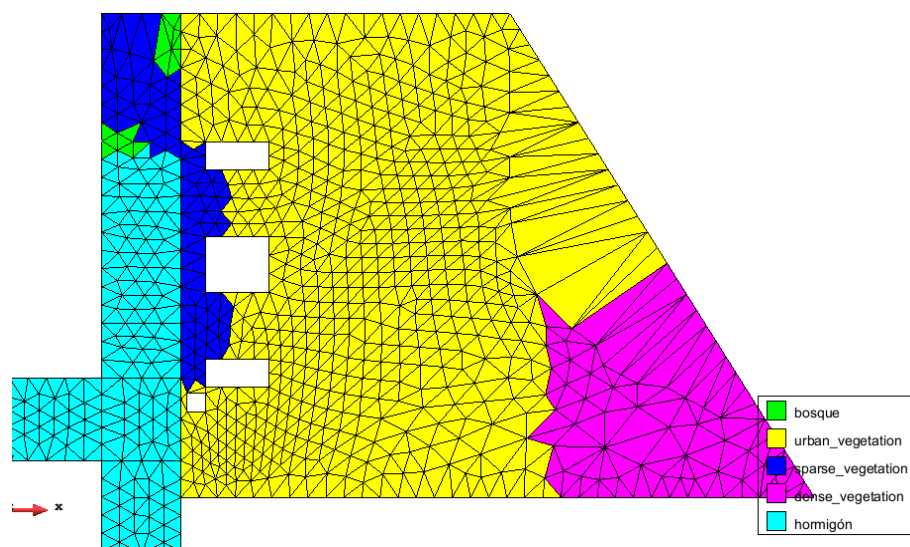


Figura 4. Rugosidades para el Caso 1 (base o situación inicial) y red de elementos de cálculo.

Se han resuelto 3 casos:

- Caso 1: situación inicial (cancha de paddel y arboleda circundante)
- Caso 2: construcción del edificio
- Caso 3: construcción del edificio más medidas de mitigación

Para modelar los distintos casos se realiza un cambio de las rugosidades, y así representar el talado de árboles, el cegado con la edificación de las partes abiertas de las canchas de paddel, etc. Luego, para cada caso resuelto IBER da como resultados de salida 3 mallas de: calados (o tirantes) hidráulicos, velocidades y caudales específicos; este último resulta el más interesante para el análisis.

Las condiciones de borde en las entradas de agua, correspondientes a la inundación de mayo de 2012 están consignadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Información y caudales de entrada estimados en calles adyacentes al CRA.

Calle	Calado (m)	Pendiente (m/m)	Caudal (m ³ /s)
Rivadavia	0,80	0,015	16,0
Santa Cruz	0,70	0,0006	8,0
Total entrada			24,0

El modelo se ha empleado para representar la situación de máximo flujo (en estado estacionario), por lo que se han ejecutado los suficientes pasos de tiempo para conseguir la estabilización de los resultados.

RESULTADOS

En la Figura 5 se muestran los caudales específicos del Caso 1 (situación inicial), donde se puede ver que el flujo discurre fundamentalmente por el estacionamiento del club, y que por el hueco de la primera cancha hay un flujo significativo de agua (mayor que por el segundo hueco).

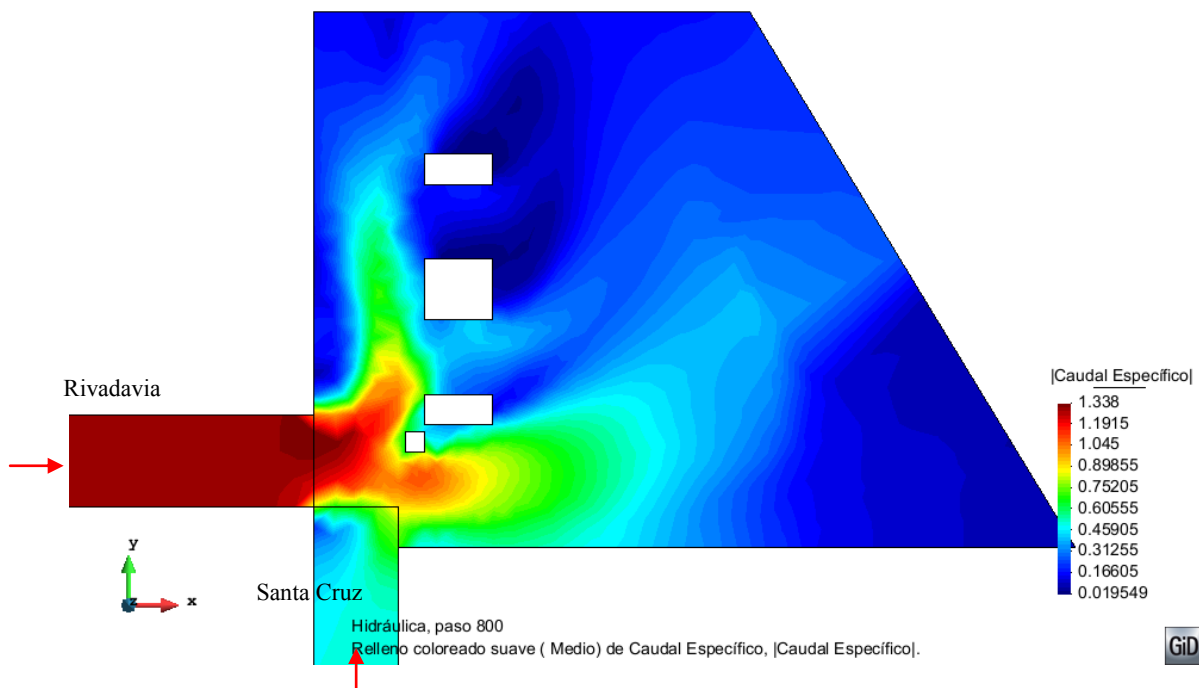


Figura 5. Caudales específicos (m³/m s) calculados para el Caso 1.

En la Figura 6 se muestran los caudales específicos del Caso 2, donde se observa un aumento de flujo por el portón del club y por la propiedad que cierra el callejón de Santa Cruz y linda con el arroyo.

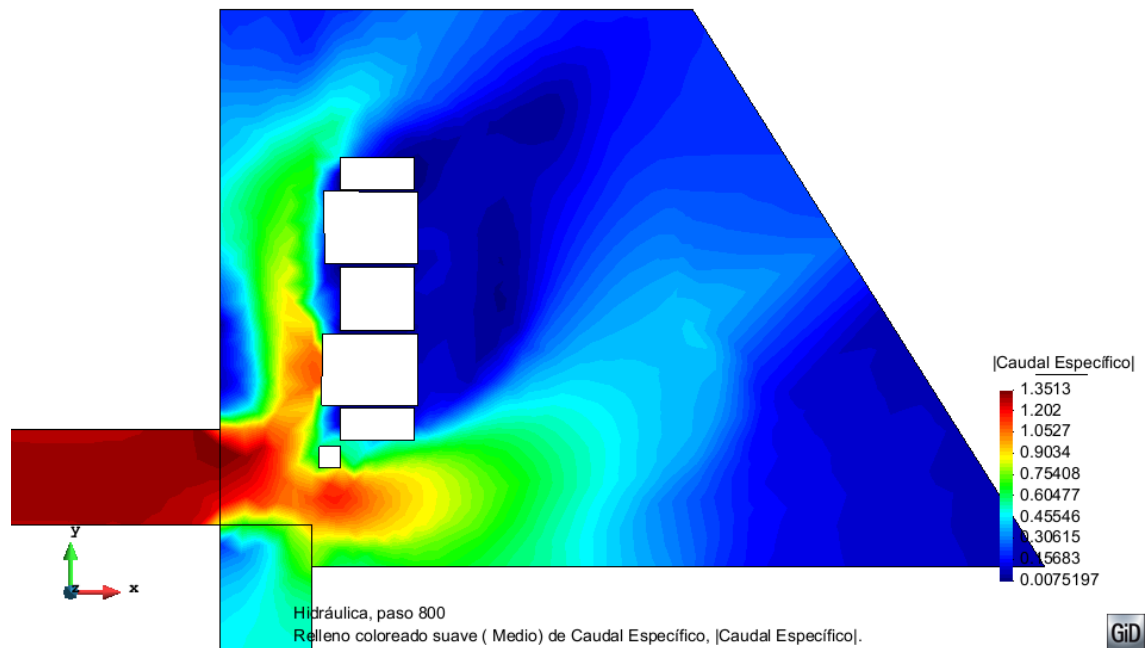


Figura 6. Caudales específicos ($\text{m}^3/\text{m s}$) calculados para el Caso 2

En la malla de calados (no presentada aquí por motivos de espacio) se detecta un incremento de los mismos en el callejón de Santa Cruz respecto del Caso 1, lo cual afectaría a los vecinos del otro lado de la calle.

Medidas de mitigación

Para disminuir estos efectos se han propuesto las siguientes medidas de mitigación:

- aumentar el flujo por la prolongación del callejón Santa Cruz hacia el arroyo, mediante la remoción de setos y árboles en la propiedad que linda con el arroyo.
- permitir un cierto paso de agua por debajo del edificio, mediante conductos circulares a ras del terreno.
- construir un canal trapecial paralelo al costado del edificio nuevo (paralelo a la calle Santa Cruz) para que encauce el agua en inundaciones menores a la aquí modelada.

El caudal a desaguar por los conductos circulares y por el canal lateral se calculó separadamente, con las ecuaciones clásicas de la hidráulica.

En la Figura 7 se muestran los caudales específicos del Caso 3, donde se observa efectivamente un mayor flujo por la continuación de la calle Santa Cruz.

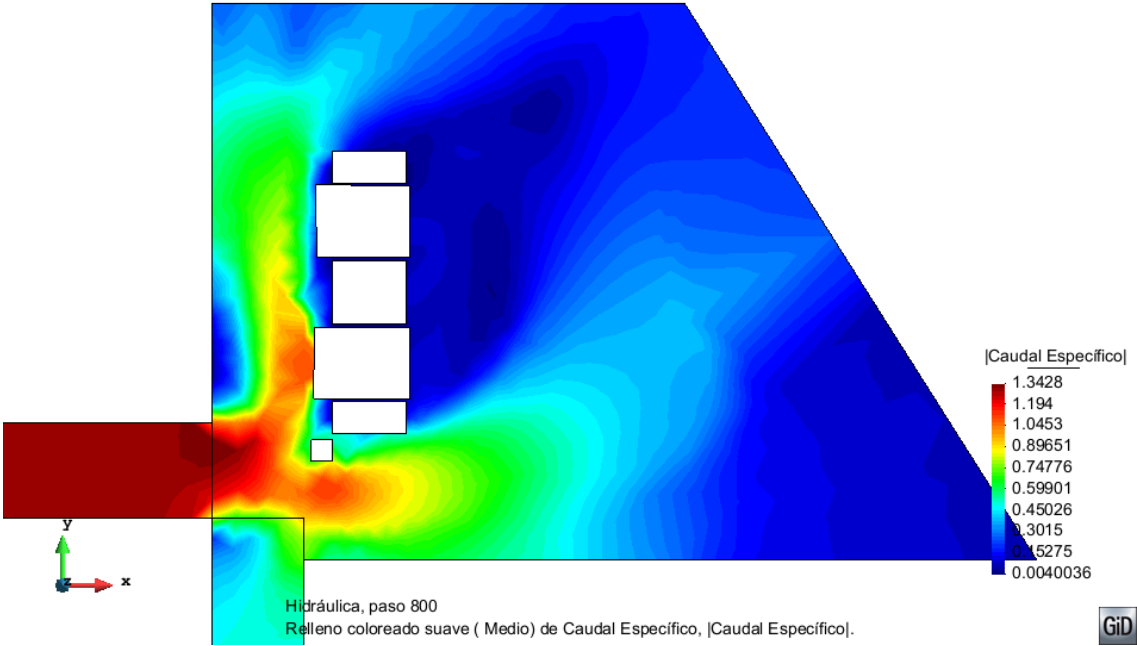


Figura 7. Caudales específicos (m³/m s) calculados para el Caso 3.

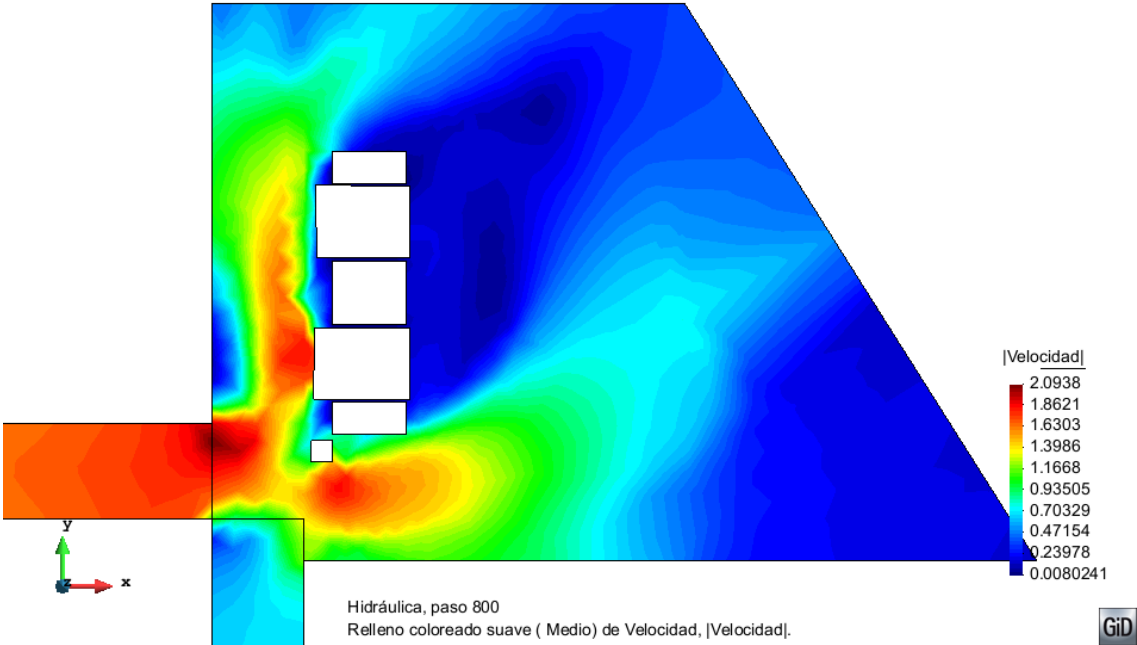


Figura 8. Velocidades (m/s) de agua calculados para el Caso 3.

Se observan unas velocidades elevadas en el portón de acceso al estacionamiento del club, lo que es lógico puesto que se trata de un estrechamiento de sección en la dirección del flujo principal.

CONCLUSIONES

Para el caso de estudio, las medidas de mitigación producen efectos de diferente magnitud: mientras los conductos debajo de edificio tienen un efecto moderado, resulta fundamental la adecuación de la propiedad lindera al arroyo en la continuación de la calle Santa Cruz y la construcción del canal trapecial para aumentar la descarga. Además este aumento de capacidad de descarga superficial no está sujeto a obstrucciones como puede suceder con los conductos.

La aplicación del modelo IBER ha sido resultado relativamente sencilla, e imprescindible para realizar las cuantificaciones de los cambios. Este modelo resulta una opción altamente recomendable para otros profesionales que se enfrenten a tareas similares.

El próximo paso es extender la zona modelada para representar toda la zona inundable de la ciudad de Azul.

BIBLIOGRAFIA

E. Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, J. Dolz, A. Coll, 2014. “Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos”, Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Volume 30, Issue 1, Pages 1-10.

IberAula, <http://www.iberaula.es>