



# UCA

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
ARGENTINA  
Santa María de los Buenos Aires

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

### 1- PROYECTO

#### 1.1 Título:

Modelización matemática para el análisis y definición de medidas no estructurales ante inundaciones en zonas periféricas de una gran vulnerabilidad social y ambiental en áreas de llanura y montaña.

#### 1.2 Área Temática

Disciplina: Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y Ciencias de la Tierra relacionadas con el Medio Ambiente y la Sociedad

Especialidad: Hidrología, Climatología, Hidráulica.

**1.3 Área Prioritaria:** Hidrología Urbana y Periurbana.

**1.4 Tipo de Proyecto:** Investigación Aplicada.

**1.5 Lugar de Trabajo:** Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, INA, Trabajo de campo en las distintas cuencas seleccionadas.

### 2- RESPONSABLES

#### 2.1 Director

**Apellido y nombre:** Viñes Susana

**Cargo Docente:** Profesora Protitular

**Dedicación:** Part-time

**Títulos académicos obtenidos:** Ingeniera Civil-Universidad de Buenos Aires, Especialista en planificación de Recursos Hídricos con énfasis En Hidrología Estocástica-Universidad Simón Bolívar, Especialista en Hydrological Methods for Developing Water Resources Management-Instituto De Investigaciones Hidrológicas VITUKI, BUDAPEST, HUNGRIA

### 3. PLAN DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Resumen

Este Proyecto propone aplicar modelos matemáticos para estudiar cuencas periurbanas y simular su comportamiento con distintas medidas de control de inundaciones y desbordes. El plan de simulaciones permitirá estudiar nuevas medidas de control de inundaciones y desbordes en áreas vulnerables de las Provincias de Buenos Aires y Jujuy. El interés de esta investigación se asocia con la posibilidad de contribuir a resolver un problema social y a estudiar su relación con la ingeniería en sus áreas civil y ambiental. Se analizarán los eventos hidrológicos en los valores medios y extremos como resultado de las interacciones entre las entradas climáticas y las características del paisaje entendido como extensión de terreno con determinada geomorfología. Estos eventos ocurren en una amplia gama de escalas de espacio y tiempo que se simularán para su análisis.

#### 3.2 Palabras claves

Hidrología - Geografía Social – Ambiente - Hidráulica

#### 3.3 Estado actual del conocimiento sobre el tema

Nuevas investigaciones muestran la importancia de estudiar sistemas urbanos y periurbano de drenaje sostenibles (SUDS), y analizar sus ventajas sobre las soluciones clásicas.

Estos nuevos sistemas minimizan el impacto hidrológico e hidráulico sobre las zonas urbanas y periurbanas y su impacto en el entorno ambiental.

Modelos de simulación de procesos de escorrentía urbana como el Storm Water Management Model(SWMM) gestionado por la U S Environmental Protection Agency (EPA) han incorporado estas nuevas metodologías de cálculo.

#### 3.4 Objetivos e hipótesis de la investigación

El objetivo de este proyecto consiste en modelar la relación Precipitación-Caudal cuencas ubicadas en zonas periurbanas de las Provincias de Buenos Aires y Jujuy. Dicho proceso requiere de una adecuada evaluación de la topografía en dicha zona de estudio. Las cuencas seleccionadas presentan características muy diferentes, por lo tanto, tanto en la entrada al sistema hidrológico (precipitaciones) como a las propiedades de su geomorfología (llanura y montaña) serán descriptas en el proyecto.

Se propone estudiar las diferencias en términos de eficiencia de la reducción de inundaciones y duración entre una solución clásica y una nueva que incluye las SUDS.

Las hipótesis son:

A) Las nuevas medidas serán más eficientes que las clásicas y con menores alteraciones del sistema ambiental.

B) La información local que se recopilará permitirá definir criterios útiles para estudiar la relación entre las inundaciones y los efectos en la salud de las poblaciones.

#### 3.5 Metodología

La metodología propone aplicar los siguientes pasos:

Recopilación y análisis de la información de la zona de estudio y comprobación con estudio de campo. Se propone el uso de herramientas SIG (Sistemas de información geográfica) y software como el Pix4D para el relevamiento topográfico con drones.

Seleccionar un modelo de simulación para representar la relación Precipitación-Caudal.

Aplicar el modelo para evaluar medidas clásicas y verdes o blandas para la reducción de inundaciones en cuencas periurbanas.

Identificar las áreas conectadas y no conectadas para cada diseño y evaluar su efecto en las respuestas hidrológicas e hidráulicas.

Estudiar las medidas de complejidad para cada sistema urbano; su impacto en el medio ambiente y su relación con el sistema social.

Definir la función de densidad derivada de caudales modelando la precipitación con sus parámetros climáticos en su interacción con los parámetros de la cuenca.

Aplicar el Storm Water Management Model (SWMM), modelo distribuido de simulación de escorrentía que se utiliza para la simulación de un solo evento o para la simulación continua de la cantidad y calidad de escorrentía de áreas principalmente urbanas. También la aplicación de los modelos HEC-RAS y HEC-HMS.

Analizar distintos sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS), o desarrollo de bajo impacto (LID). Se analizará su extensión a sistemas periurbanos y con vulnerabilidad social.

### 3.6 Desarrollo del Trabajo

Se estudiará cómo se distribuye el escurrimiento en áreas periurbanas y la respuesta hidrológica que caracteriza este tipo de urbanizaciones.

Se investigará la factibilidad de soluciones nuevas en este entorno.

Se analizará el impacto ambiental de este tipo de soluciones (SUDS) y la posibilidad de incorporar nuevos modelos de gestión de agua (SWMM 5.1.002 con Low Impact Development (LID) Controls. Además, con modelación hidráulica de la planicie de inundación en 2 dimensiones, se estudiarán las áreas resultantes para establecer mapas de riesgo que faciliten la definición de estrategias para el manejo de emergencias de origen hidrológico.

### 3.7 Bibliografía

Coles, D., Dapeng, Y., Wilby R., Green D., Herring Z., (2017). Modelling emergency service accessibility during flooding in York, UK. *Journal of Hydrology*

Pazzo V., Morelli S., Pratesi F., Sodi T., Valori L., Gamacciani L., Casagli N., (2015). Assessing the safety of schools affected by geo-hydrological hazards: the geohazards safety classifications (GSC). *International Journal of Disaster Risk Reduction*

Huang J., Rhee D., Seo Y., (2017). Implication of Directly Connected Impervious Areas to the Mitigation of Peak Flows in Urban Catchments. *Water, MDPI*

Dietrich A., Yarlagadda R., Gruden C., (2016). Estimating the Potential Benefits of Green Stormwater Infrastructure of Developed Sites Using Hydrologic Model Simulation. *Wiley Online Library*.

Bras R., (2015) Complexity and organization in hydrology: a personal view. *AGU Publications*.

Milanesi L., Pilotti M., Belleri A., (2018) Vulnerability to flash floods: a simplified structural model for masonry buildings. *American Geophysical Union*.

Akter A., Tanim A., (2016). Estimating Urban Flood Hazard Zones Using SWMM in Chiagong City. *Tech. J. River Res. Inst.*

Pitt R., (2007). *Small Storm Hydrology. The Integration of Water Quality and Drainage Design Objectives*. Alabama, USA.

Seo Y., Hwang J., Noh S. (2015). Analysis of Urban Drainage Networks Using Gibbs' Model: A Case Study in Seoul, South Korea. *Water, MDPI*.

Quiroga Gomez V., Kure S., Udo K., Mano A., (2018) Analysis of exposure to vector-borne diseases due to flood duration for a more complete flood hazard assessment: Llanos de Moxos, Bolivia. *Ribagua*.

Di Baldassarre G., Viglione A., Carr G., Kull L., Salinas J., Blöschl G., (2013). Socio-hydrology: conceptualising human-flood interactions. *Hydrology Earth System Sciences*.

## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1 Cronograma de Actividades

Actividad	Años		
<b>Etapas de Desarrollo del Trabajo</b>			
<b>Fase I</b>	X		
<b>Fase II</b>		X	
<b>Fase III</b>			X
<b>Comentarios y aclaraciones: Fases I, II, III</b>	<b>Se prevé superposición</b>		

#### **Fase I:**

Recopilación y evaluación de datos de diferentes cuencas del conurbano bonaerense y de la Provincia de Jujuy (Herramienta SIG y otros). Modelación de las cuencas en la situación actual y análisis de la respuesta.

#### **Fase II:**

Modelación con la nueva propuesta. Verificación de los resultados con un modelo simplificado. Definición de sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS) a aplicar y modelación con la nueva propuesta.

#### **Fase III:**

Análisis de resultados obtenidos y redacción del informe final.

### 4.2 Actividades de Transferencia

Los servicios sociales y de atención en situaciones de emergencia desarrollan un papel fundamental en el proceso de respuesta a las inundaciones (Fost,2002). El trabajo durante las mismas y luego del retiro del agua de las instituciones de asistencia social es esencial por las enfermedades asociadas al evento climático y a la contaminación ambiental que generan. Los esfuerzos pueden ser canalizados de manera más eficiente si se prevé su ocurrencia y consecuencias asociadas.

Al explicitar los riesgos asociados a las inundaciones se alienta a las distintas organizaciones a producir colectivamente un plan de prevención y contención de inundaciones multiagencia (Departament for Environment, Food and Rural Affairs -DEFRA, 2014) que puede ser una herramienta valiosa para los planificadores urbanos y los que responden ante eventos de naturaleza extraordinaria.

Estos acontecimientos se deben muchas veces a fenómenos que suceden no solo en las propias cuencas sino también en otras y se agravan por los efectos generalizados del cambio climático.

Un ejemplo es el proyecto Sudplan (Planificador de desarrollo urbano sostenible para la adaptación al cambio climático) de la Unión Europea que relaciona simulación con observación y está en evolución.

### 4.3 Vinculación del proyecto con la actividad docente desarrollada en UCA

La Ingeniería Civil y la Ingeniería Ambiental son campos interdisciplinarios y la mayoría de los proyectos diseñados y construidos son sistemas complejos, tanto durante la fase de construcción como una vez finalizada.

Los resultados esperables sugieren que este enfoque facilita el desarrollo de las competencias de los estudiantes de varios conjuntos de habilidades y favorece la comprensión de la complejidad involucrada en los proyectos de las ingenierías civil y ambiental.

#### 4.4 Vinculación del proyecto con problemas de la Comunidad

Las cuencas más inundables son las que albergan a la población más vulnerable.

El impacto social de las inundaciones es cada vez mayor.

Alentar en el manejo de los riesgos de inundación y su duración, asociada al aumento de la contaminación ambiental y las enfermedades implica que las organizaciones tomaran cuenta de la importancia de planificar el control de los efectos de los eventos climáticos medios y extremos.

### 5. PERSONAL ASIGNADO AL PROYECTO

5.1 Completar la tabla de datos para cada uno de los integrantes en el siguiente orden: Director, Codirector, Investigadores e Investigadores en formación.

#### 5.1.1. Por la UCA

<b>Función:</b>	<b>Director</b>		
<b>Apellido y Nombre:</b>	<b>Viñes Susana</b>		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:susanavines@yahoo.com.ar</b>	susanavines@yahoo.com.ar		
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniera Civil UBA Argentina		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Especialista en Hydrological Methods for Developing Water Resources Management		
<b>Cargo Docente:</b>	Profesor Protitular		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>
<b>Función:</b>	<b>Co-Director</b>		
<b>Apellido y Nombre:</b>	<b>Torrero Mariana Paula</b>		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	mariana_torrero@uca.edu.ar		

<b>Título de Grado:</b>	Licenciada en Geografía-UNS		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Doctora en Geografía-UNS		
<b>Cargo Docente:</b>	Profesor Adjunto Interino/Adjunto Regular		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>
<b>Función:</b>	<b>Integrante</b>		
<b>Apellido y Nombre:</b>	<b>Seoane Rafael Santiago</b>		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	rafaelseoane@yahoo.com		
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniero Civil (orientación hidráulica) FIUBA. Argentina		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Doctor por la Universidad de La Coruña (UDC).España		
<b>Cargo Docente:</b>			
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b> CETA, UBA.	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b> Dedicación completa

<b>Función:</b>	<b>Integrante</b>		
<b>Apellido y Nombre:</b>	<b>Arzuaga García, Ignacio Martín</b>		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	ignaciomarzuaga@gmail.com		
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniero Civil. UBA.		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Master of Science in Civil and Environmental Engineering. MIT.		
<b>Cargo Docente:</b>			
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b> MIT - Massachusetts Institute of Technology	<b>Cargo</b> Asistente de Investigación (Research Assistant)	<b>Dedicación</b> Dedicación completa

<b>Función:</b>	<b>Integrante</b>		
<b>Apellido y Nombre:</b>	<b>Cuerda Romero Juan Manuel</b>		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	cuerda.romero@gmail.com		
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniero Civil, UCA. Argentina		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>			
<b>Cargo Docente:</b>	Profesor colaborador en Estabilidad 1 y 2, UCA.		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>

## 6. ALUMNOS COLABORADORES

### 6.1 Por la UCA

Alumnos del último curso de la carrera de Ingeniería Civil, abierto también a alumnos de Ingeniería Ambiental que pudieran sumarse en el transcurso del desarrollo del proyecto.

