



# CONAGUA

2017

**XXVI CONGRESO NACIONAL DEL AGUA**

**SEPTIEMBRE 2017**  
**Córdoba - Argentina**

Titulo:

Anales de trabajos completos de XXVI CONAGUA

Tomo I – 1º edición

Compilador:

Andrés Rodríguez

ISBN: 978-

**EDITADOR POR**

Anales de trabajos completos de XXVI CONAGUA

DATOS DEL ISBN



LA GESTION DEL AGUA ANTE LOS  
DESAFIOS CLIMATICOS Y AMBIENTALES

Acta de Trabajos Completos  
de Congreso

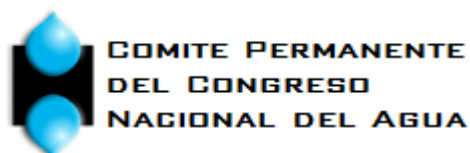
## Organizadores:

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales –  
Universidad Nacional de Córdoba

Gobierno de la Provincia de Córdoba: Ministerio de Agua,  
Ambiente y Servicios Públicos

Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC)

Comité Permanente del Congreso Nacional del Agua



**PATROCINADORES**



CÁMARA ARGENTINA  
DE LA CONSTRUCCIÓN  
DELEGACIÓN CÓRDOBA



### **AUTORIDADES PROVINCIALES:**

Gobernador Provincial: Juan Schiaretti  
Vicegobernador: Martín Llaryora  
Ministro de Agua, Ambiente y Servicios Públicos: Fabián López  
Secretaría de Recursos Hídricos: Edgar Castelló  
Presidente Directorio EPEC: Luis Giovine

### **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA:**

Rector: Hugo Oscar Juri  
Vicerrector: Ramón Pedro Yanzi Ferreira  
Secretario General: Roberto Terzariol

### **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CS. EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES:**

Decano: Pablo Recabarren  
Vice-decana: Adriana Cerato  
Secretario General: Daniel Lago  
Secretario de Extensión: Luis Bosch

### **COMITÉ PERMANENTE DE LOS CONGRESOS NACIONALES DEL AGUA**

Presidente: Juan Carlos Bertoni  
Vicepresidente: Héctor Daniel Farías  
Secretario: Antonio Milesi  
Tesorero: Andrés Rodríguez  
Vocal: Eric Zimmerman  
Comisión revisora de cuentas: Cristóbal Lozeco, Raúl Lopardo, Eduardo Zamanillo. Suplente: Gabriel Caamaño Nelli.

### **COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL:**

Álvarez J., Baraquet M. M, Camponovo D., Camurri C., Díaz Lozada, J.M,  
Eder M., Flores Nieto F., Ingaramo R., Kelly Percichelli C., Menajovsky S.,  
Rodríguez A., Soria A. y Vaschalde T.

### **COORDINACION COMITÉ CIENTIFICO:**

Héctor Daniel Farías, Ricardo Ingaramo, Andrés Rodríguez y Juan Carlos Bertoni

### **DIFUSIÓN, COMUNICACIÓN Y DISEÑO**

Javier Álvarez, Andrea Soria, Celeste Camurri y Agustina Sastre

### **INFRAESTRUCTURA Y LOGISTICA**

Sergio Menajovsky y Andrea Soria

### **CULTURA DEL AGUA Y REVISTA CETA**

Coro de la FCEFYN de la UNC, Zuzana Boneu y Marcelo García

### **PAGINA WEB**

Lucas Gianre, Agustin Martina y Javier Álvarez

### **EXPO CONAGUA 2017**

Diego Camponovo, Matías Eder, Nicolás Guillen y Andrea Soria

### **AUSPICIANTES**

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INA – Instituto Nacional del Agua

IAHR – International Association for Hydro-Environment Engineering

COHIFE – Consejo Hídrico Federal

## COMITÉ CIENTIFICO

Abril, Ernesto  
Alonso, Facundo  
Álvarez, Javier  
Araujo, Héctor Ricardo  
Bachiega, Daniel  
Basan Nickisch, Mario  
Basile, Pedro  
Bazán, Raquel  
Bertoni, Juan Carlos  
Bocanegra, Emilia  
Cardini, Julio Cesar  
Carro Pérez, Magalí  
Catalini, Carlos  
Chreties, Christian  
Cioccale, Marcela  
Collins, Jorge  
Corral, Mariano  
Cosavella, Ana  
Currie, Héctor  
Díaz, Eduardo Luis  
Díaz, Érica  
Díaz, Leandro Raúl  
Díaz Lozada, José  
Dolling, Oscar  
Duarte, Oscar C.  
Eder, Matias.  
Farías, Héctor Daniel  
Fernández Cirelli, Alicia  
Flores Nieto, Federico  
García, Carlos Marcelo  
Guillén, Nicolás.  
Gyssels, Paolo  
Herrero, Horacio  
Hillman, Gerardo  
Ingaramo, Ricardo  
Iturraspe, Rodolfo

Laboranti, Claudio  
Larrosa, Nancy  
Llop, Armando  
Lopardo, Raúl A.  
Menajovsky, Sergio  
Menéndez, Ángel  
Merg, Carlos  
Millón, Jorge  
Morabito, José  
Moya, Gonzalo  
Niño, Yarko.  
Olmos, Luis  
Oroná, Claudia  
Pagot, Mariana  
Paoli, Carlos Guillermo  
Patalano, Antoine  
Paz, María Eugenia  
Pedocchi, Francisco  
Pertusi, Laura  
Pilar, Jorge  
Plencovich, Gonzalo  
Pozzi Piacenza, Cecilia  
Prieto Garra, Daniel  
Pusineri, Graciela  
Ragessi, Matías  
Ramonell, Carlos  
Reyna, Santiago  
Riccardi, Gerardo  
Rodríguez, Andrés  
Rodríguez, Leticia  
Rohrman, Hugo  
Romagnolli, Martín  
Ruiz, Marcia  
Rujana, Mario  
Scacchi, Graciela  
Scavuzzo, Marcelo  
Schneider, Dagni  
Schreider, Mario

Seoane, Rafael  
Serra, Juan José  
Silber, Mario  
Spalleti, Pablo  
Stenta, Hernán  
Szupiany, Ricardo  
Tarrab, Leticia  
Testa, Alejo  
Toselli, Luis  
Tuchneider, Ofelia  
Valiente, Miguel  
Vanlesberg, Susana  
Vicario, Leticia  
Villanueva, Adolfo  
Vives, Luis  
Weber, Juan F  
Zamanillo, Eduardo  
Zimmerman, Eric  
Zucarelli, Viviana

## PROLOGO

### *Sobre el XXVI Congreso Nacional del Agua*

*Los factores motivadores fundamentales de la realización del Congreso Nacional del Agua de Argentina (CONAGUA) surgieron de la intensa actividad de ingeniería asociada a los recursos hídricos y de un ferviente historial hidráulico de los profesionales de la Dirección General de Hidráulica de la Provincia de Córdoba en los inicios de los años 60.*

*A partir de ese momento y con el transcurrir del tiempo, los Congresos Nacionales del Agua se han ido convirtiendo en el encuentro técnico-científico y de gestión del agua más tradicional, numeroso y completo (por su transversalidad y cantidad de ejes temáticos) de la Argentina, por lo cual ha cobrado trascendencia a nivel Regional y Latinoamericano.*

*A partir del año 1963 y hasta el momento la historia registra 25 ediciones realizadas, en la mayoría de los casos con frecuencia bianual. El Comité Permanente se ha ocupado a lo largo de 54 años de mantener la vigencia del Congreso Nacional del Agua e estrecha colaboración con los organizadores provinciales y locales de cada Congreso.*

*Tiene un carácter amplio: en lo territorial recorriendo casi todas las Provincias Argentinas, y países tales como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México, y Uruguay, en lo político por su carácter federal, y en lo temático cubriendo prácticamente todas las especialidades asociadas al agua.*

*En esta oportunidad bajo el lema “**La gestión del agua ante los desafíos climáticos y ambientales**” reunirá a cerca de 1000 profesionales del sector para compartir y discutir los problemas que nuestra sociedad y país tienen alrededor del agua. Esto se promueve a través de las propias presentaciones orales (cerca de 280) y en poster (cerca de 40), de 3 mesas redondas, 5 sesiones especiales y 3 conferencias plenarias, todas con profesionales reconocidos de la materia.*

*La difusión del material del Congreso incluye la publicación del libro (con ISBN) de los Resúmenes Extendidos evaluados previamente por el Comité Científico, la publicación de los artículos completos en libro con formato digital, y la publicación de los mejores artículos de cada eje temático y del artículo del Premio INA en la Revista (con ISSN) Ciencia Tecnología e Innovación del CETA de la FCEFyN de la Universidad Nacional de Córdoba (retomando la tradición iniciada en el XXIV CONAGUA de Resistencia).*

*El presente libro digital contiene los trabajos completos in-extenso, que complementa a la versión impresa de los resúmenes extendidos, e incluye los textos completos de las 323 contribuciones aceptadas para el presente Congreso. A continuación se presenta la cantidad de trabajos según el área temática:*

<i>Eje temático A: HIDRÁULICA FLUVIAL Y MARÍTIMA</i>	<i>28</i>
<i>Eje temático B: OBRAS HIDRÁULICAS</i>	<i>22</i>
<i>Eje temático C: LEGISLACIÓN DEL AGUA, PLANIFICACIÓN Y ECONOMÍA DEL AGUA</i>	<i>46</i>

<i>Eje temático D: AGUAS SUBTERRANEAS</i>	22
<i>Eje temático E: HIDROLOGIA URBANA Y RURAL</i>	62
<i>Eje temático F : RIEGO Y DRENAJE</i>	31
<i>Eje temático G: INGENIERIA SANITARIA, AMBIENTAL Y CALIDAD DEL AGUA</i>	67
<i>Eje temático H: AGUA, SOCIEDAD, SALUD, CULTURA Y EDUCACIÓN</i>	16
<i>Eje temático I: SENSORES REMOTOS Y SIG</i>	19
<i>Eje temático J: VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMATICO</i>	10

*Se estima que tanto en el libro de memorias, como en las presentaciones queda sintetizado el estado del arte de los estudios e investigaciones en el área de recursos hídricos en Argentina.*

*Se espera que los trabajos publicados puedan resultar útiles para aportar elementos que contribuyan a la solución de diversos problemas con los que se enfrentan a diario técnicos, profesionales, investigadores y funcionarios que habitualmente tienen que tratar con temas vinculados al aprovechamiento, gestión, control y preservación de los recursos hídricos.*

*En esta XXVI edición agradecemos a las 4 Instituciones organizadoras, a las auspiciantes –especialmente al INA y al COHIFE-, y particularmente a todo el personal involucrado que desinteresadamente ha trabajado y hecho posible el CONAGUA.*

**Comité Organizador**

# HIDROLOGÍA URBANA Y RURAL



XXVI CONGRESO NACIONAL DEL AGUA

## EJE TEMATICO E: HIDROLOGIA URBANA Y RURAL

Recomposición del valle de inundaciones en zonas urbanas - Agostinelli, Sergio .....	Pág.16
Calibración de un modelo hidrológico de transformación precipitación-caudal mediante aforos con LSPIV. - Aguirre, Héctor D. ....	Pág.18
Curva altura-caudal para el río San Antonio de Córdoba.- Alonso, Facundo .....	Pág.32
Análisis de la disponibilidad de agua superficial para consumo ante distintos escenarios de precipitación en la cuenca del río San Antonio, Provincia de Córdoba - Álvarez, Javier.....	Pág.47
Diagnóstico de un sistema pluvial urbano singular apoyado en registros locales de datos meteorológicos. - Angheben, Enrique.....	Pág.49
Análisis espacial de lluvia-caudal en la cuenca alta del río Ivai a partir de modelos copula. - Ávila Rangel, Leandro .....	Pág.62
Caracterización de sequías hidrológicas en cuencas de la Patagonia de la República Argentina - Bais, Magalí .....	Pág.72
Coefficientes de decaimiento areal de la lluvia en el gran San Miguel de Tucumán según la escala de la tormenta. - Bazzano, Flavia .....	Pág.83
Hietogramas para diseño hidrológico: Contraste de técnicas aplicadas en San Miguel de Tucumán. - Bazzano, Flavia .....	Pág.95
Modificación de la predicción estadística de la precipitación máxima probable. - Bazzano, Flavia .....	Pág.109
Modelo espacial de tormentas intensas con pocos registros. - Bonilla, Jorge Fabián	Pág.120
Modelización hidrológica distribuida para el plan integral de obras de regulación y saneamiento del río Luján. - Cardini, Julio César .....	Pág.134
Evaluación local de amenazas – Sistema de gestión de amenazas. – Catalini, Carlos	Pág.149
Importantes avances en los pronósticos de derrames en ríos Cuyanos y en la medición del Manto Níveo. – Cinca, Hugo Gerardo .....	Pág.161
Vulnerabilidad de la población a precipitaciones que exceden la capacidad del sistema de desagües - Cipponeri, Marcos.....	Pág.172
Utilización de reservorios como medidas de amortiguación de crecidas en cuencas urbanas (A° Ludueña-Argentina) - Collins, Jorge.....	Pág.187
Sistema de información geográfica y modelo de simulación hidrológica aplicado a una cuenca rural del sur oeste de Córdoba. - Corigliano, José .....	Pág.197
Diagnostico qualitativo das condições hídrica e estrutural em área de entorno de nascentes no município de Belo Horizonte (MG) Brasil - da Silva Galvão, Natalia.....	Pág.212
Análise multitemporal da disponibilidade hídrica superficial de reservatórios na sub-bacia hidrográfica do arroio Ibirocai (1970-2016) Brasil - Della Flora, Bruna.....	Pág.218
Dinámica de caudales de superficie en la región hidrográfica del río Gallegos (Santa Cruz, Argentina) - Díaz, Boris G. ....	Pág.226
Evaluación de sequías hidrológicas en estaciones hidrométricas de la región central de Argentina. - Elcano, Giuliana.....	Pág.228
Hacia el dominio de ríos secos en el pedemonte cuyano. - Espinosa, Gerardo A. ....	Pág.237
Estimación de cota de espera de eventos extremos mediante curvas de relación VDT para el dique san roque, provincia de Córdoba - Ferreira, Darío Franco .....	Pág.252
Ascenso de napas en la llanura bonaerense. Influencias del uso del suelo y de las precipitaciones. - García, Pablo E.....	Pág.259
Relevamiento de la red freaticométrica e hidrometeorológica en cuencas hidrográficas. - Giorgis, Ana .....	Pág.265

Aplicación de LSPIV en estudios hidrológicos e hidráulicos. - Guillen, Nicolás.....	Pág.276
Estimación de láminas de lluvias máximas diarias y sus parámetros estadísticos en Argentina. - Guillén, Nicolás.....	Pág.278
Ensayos preliminares para verificar la eficacia hidrológica de cubiertas verdes en el área metropolitana del gran Resistencia. - Holsbach, Néstor Iván.....	Pág.280
Integración de redes de monitoreo hidrometeorológico en la provincia de Córdoba. - Ingaramo, Ricardo.....	Pág.286
Análisis de frecuencia regional para caudal máximo en cuencas de la región de cuyo, Argentina. - Lauro, Carolina.....	Pág.300
Implementación operativa de un pronóstico numérico de alta resolución - Lighezzolo, Andrés.....	Pág.302
Caracterización de la oferta superficial del sistema río Diamante. - Liseno, Federico.....	Pág.322
Redes neuronales artificiales ANNs: ríos Neuquén; Limay y Collón Cura. - López, Ana Guadalupe.....	Pág.324
Determinação da eficiência de drenagem de pavimento intertravado de concreto permeável sob diferentes intensidades de precipitação - Magno dos Santos e Silva, Angelo.....	Pág.339
Caracterización hidrológica del faldeo norte de las sierras de Tandil. - Mena, Lucas.....	Pág.347
Distribución espacial de la escorrentía, sector superior de la cuenca del río Santa Cruz, San Juan – Mendoza, Martin.....	Pág.358
Uso de retardadores al escurrimiento superficial en El Lote en la ciudad de Corrientes, Argentina - Mendoza, Renato.....	Pág.364
Estudio comparativo entre las IDT medidas y sintéticas para varias localidades de la Pcia. de Santiago del Estero - Olmos, Luis.....	Pág.379
Modelación hidrodinámica del desagüe pluvial sur de la ciudad de Santiago del Estero. - Olmos, Luis.....	Pág.389
Urbanización e impacto hidrológico cero en la ciudad de Resistencia, Chaco. – Pilar, Jorge.....	Pág.403
Modelos multivariados de generación de lluvias sintéticas diarias: estado de arte. - Ploszaj, Robinson.....	Pág.412
Aplicabilidad de índices de alteración hidrológica en ríos regulados de Argentina - Prieto Villarroya, Jorge.....	Pág.425
Evaluación del desempeño de un dispositivo de detención extendida de espectro completo en distintos escenarios de cuenca urbana del nordeste argentino. - Ramos Vernieri, Francisco Javier.....	Pág.433
Duración crítica de lluvia de diseño aplicando modelos de transformación lluvia caudal cuenca de aporte del río Guanacate, Jesús María -Córdoba – Rico, Andrea.....	Pág.448
Análisis de un evento hidrológico extremo y su impacto en los bañados del río Dulce y la Laguna Mar Chiquita, Córdoba - Rodríguez, Andrés.....	Pág.455
Modelación Hidrológica del arroyo Villegas en el Valle de Uco. - Roselló, Matías Nicolás.....	Pág.457
Dinámica de áreas fuentes variables en sistemas hidrológicos de llanura: Nuevo índice similitud hidrológica. - Scioli, Carlos.....	Pág.468
Dinámica de áreas fuentes variables en sistemas hidrológicos de llanura: Implementación del modelo Mike She. - Scioli, Carlos.....	Pág.470
Sistema de alerta preliminar contra inundaciones (SAPI) basado en el uso de dos modelos complementarios. - Scuderi, Carlos.....	Pág.472

Indicadores de caudales máximos en cuencos urbanos de Comodoro Rivadavia ocasionados por la tormenta severa de marzo-abril de 2017 - Serra, Juan .....	Pág.489
Selección de eventos hidrometeorológicos severos en la Patagonia Argentina. - Serra, Juan .....	Pág.496
Análisis preliminar de la distribución temporal de tormentas con tormentas con datos de la red telemétrica - Serra, Silvina .....	Pág.514
Aplicación y calibración de un modelo hidrológico distribuido en una cuenca urbana. - Stehli, Pablo Tomás.....	Pág.525
Modelación del escurrimiento superficial en la cuenca del A° Seco (Santa Fe) para el evento extremo del día 15 de enero de 2017 - Stenta, Hernán R.....	Pág.527
Caracterización de la sequía (2015-2016) ocurrida en la puna jujeña. - Valdiviezo, Mónica.....	Pág.541
Identificación y caracterización de sequías hidrológicas con demanda variable en los valles de Tulum, Ullúm y Zonda. - Vega Pedrozo, Cristian .....	Pág.549
Gestión de humedales utilizando indicadores biológicos y Modelación matemática: El bañado del Taim (RS, BR) - Villanueva, Adolfo.....	Pág.557
Información pluviométrica y pluviográfica en la provincia de La Rioja. - Weber, Juan .....	Pág.564
Mediciones preliminares a campo del impacto del fuego en la capacidad de infiltración. - Weber, Juan.....	Pág.578
Modelación hidrológica distribuida de cuencas torrenciales en la provincia de Catamarca. - Weber, Juan.....	Pág.590
Qom, modelo hidrológico simple para abstraer volúmenes de lluvia. - Zavala, Gustavo R. ....	Pág.605
Estudio de la evolución de la impermeabilidad y su impacto hidrológico en la cuenca urbana de la laguna Arazá, Resistencia, Chaco. - Zalechak, Ricardo .....	Pág.643
Análisis de la disponibilidad de agua superficial para consumo ante distintos escenarios de precipitación en la cuenca del río San Antonio, Provincia de Córdoba - Álvarez, Javier.....	Pág.658

# **VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN A PRECIPITACIONES QUE EXCEDEN LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES**

**Marcos Cipponeri <sup>1</sup>, Jessica A. Biagioni <sup>1</sup>, Guillermo Larrivey <sup>1</sup>, Enrique Anghoben <sup>2</sup>, María M. Trovatto <sup>3</sup>, Mónica L. Salvioli <sup>1</sup>, Gabriela H. Calvo <sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> UIDET Gestión Ambiental. Dpto. Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> UIDET Hidrología. Dpto. Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Cátedra de Hidrogeología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Buenos Aires, Argentina

Calle 47 N° 200, (1900) La Plata. Tel: 54 221 4272963. Fax: 54 2214236684 Int 152.  
E-mail: mcipponeri@ing.unlp.edu.ar - Web: [http://labs.ing.unlp.edu.ar/gestion\\_ambiental/](http://labs.ing.unlp.edu.ar/gestion_ambiental/)

## **RESUMEN**

La vulnerabilidad de la población a precipitaciones que exceden la capacidad del sistema de desagües pluviales (SDP), es objeto de estudio por parte de este equipo de trabajo desde la inundación acontecida en la ciudad de La Plata en abril de 2013.

En este trabajo se revisan las publicaciones anteriores y se incorpora una variable significativa que no ha sido considerada hasta el momento por falta de información: la cantidad de plantas o niveles por vivienda. Viviendas con más de una planta, permiten el acceso a un lugar seguro cuando la altura del agua alcanza niveles importantes ante una inundación.

En el presente trabajo se presentan los resultados de la aplicación del Índice de Vulnerabilidad de la Población a Precipitaciones Excedentes (InVuPPE), dependiente de variables geomorfológicas, de la población y de las características de las viviendas (calidad y altura). El procesamiento de la información se realiza a través de un Sistema de Información Geográfico y los resultados se muestran en una escala cualitativa de cinco grados distintos de vulnerabilidad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

## **ABSTRACT**

The vulnerability of the population to precipitations that exceed the capacity of the Storm Water Drainage System (SWDS) is the subject of study by the work team since the flood occurred in the city of La Plata in April 2013.

This paper reviews previous publications and incorporates a significant variable that has not been considered so far due to lack of information: the number of plants or levels per house. Houses with more than one level allows access to a safe place when the water level reaches significant values, during a urban flooding.

This paper presents the results of application of the Population Vulnerability Index to Excessive Precipitation (InVuPPE), dependent of geomorphic variables, population and characteristics of dwellings (quality and height). The information processing is done through a Geographical Information System and the results are shown on a qualitative scale of five different degrees of vulnerability: Very High, High, Medium, Low and Very Low.

## **INTRODUCCIÓN**

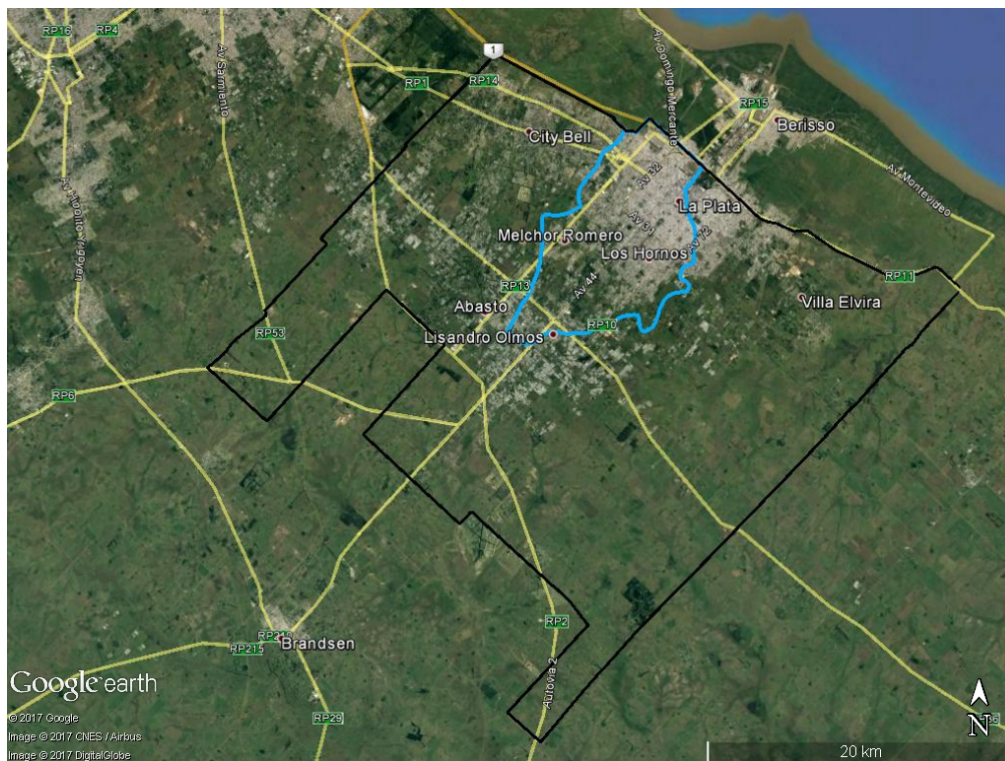
El presente trabajo es una actualización de publicaciones anteriores e incorpora una nueva variable al análisis de la vulnerabilidad de la población frente a precipitaciones excedentes, la altura de las viviendas. El Índice de vulnerabilidad asociado a precipitaciones excedentes (InVuPPE) se obtiene a través de la combinación de las variables geomorfología, densidad de población, calidad de materiales y altura de las viviendas, determinando el grado de vulnerabilidad de la población frente a dichas precipitaciones.

El área de estudio comprende la cuenca alta y media del Arroyo del Gato, tributario del río de La Plata, ubicada en el Partido de La Plata, provincia de Buenos Aires. Abarca una superficie de 12.412 ha, con una longitud del curso principal de 25 km en dirección N-S, y con

tributarios bien desarrollados como el Arroyo Pérez que recibe a su vez, por margen derecha, al Arroyo Regimiento.

En su trayecto hacia el río de La Plata, ya en el Partido de Ensenada, es canalizado hasta el río Santiago, y luego, por un pequeño tramo, alcanza la desembocadura. Geomorfológicamente se desarrolla en un paisaje típico de llanura, suavemente ondulado, donde se destacan rasgos de la planicie aluvial del río de La Plata, la llanura alta continental y el propio álveo/cauce del arroyo.

Se trata de una cuenca altamente urbanizada, y de gran importancia, debido a que es el receptor del sistema de desagües pluviales del casco urbano de la ciudad de La Plata. La población en la cuenca es de aproximadamente 350.000 habitantes según el Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010 (CNPhyV, 2010) realizado por el INDEC.



**Figura 1.-** Cuenca arroyo del Gato y Partido de La Plata. Fuente: Elaboración propia sobre Google Earth.

## CONCEPTOS INTRODUCTORIOS VINCULADOS A RIESGO Y RIESGO DE INUNDACIÓN

En términos generales se puede indicar que el riesgo es función de la probabilidad de ocurrencia e intensidad de una amenaza (causa) y de la vulnerabilidad de la sociedad susceptible de ser afectada por dicha amenaza. La fórmula que los vincula es ampliamente conocida:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad} \quad (1)$$

Las amenazas pueden ser de origen natural, antrópico o una combinación de ambos, las precipitaciones y sus consecuentes inundaciones están incluidas dentro de los denominados eventos hidrometeorológicos, definidos como un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (UNISDR, 2009).

En nuestro caso la amenaza está vinculada a las precipitaciones excedentes, las cuales quedan definidas como aquellas que superan la capacidad del sistema urbano de desagües pluviales, generando escurrimiento y acumulación de agua sobre la superficie, es decir sobre el entramado urbano.

En particular para el partido de La Plata, a partir de la década del 70', se presenta un aumento tanto en la magnitud como en la frecuencia de ocurrencia de las precipitaciones máximas anuales (Antico, P. L. y Sabbione, N. C., 2010). Los últimos eventos de magnitud significativa que se produjeron en la región fueron en los años 2002, 2008 ambos con núcleo en el área limítrofe de City Bell y Villa Elisa y en 2013 en La Plata. Este último con un orden de magnitud que representó un porcentaje de precipitación acumulada importante en relación a la precipitación anual de la región (1040 mm/año) para un módulo de 97 años (Hurtado *et al*, 2006).

Denominamos como vulnerabilidad a la susceptibilidad de la población, y los recursos asociados a la misma (que permiten el desarrollo de sus actividades económicas, culturales y sociales), de ser afectada por una amenaza natural o antrópica. La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2009) la define como “las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”.

La vulnerabilidad social puede ser definida por los atributos que posee una sociedad que la predisponen para sufrir o evitar daños en uno o varios aspectos que la configuren: económicos, psicológicos, de la salud, de la vivienda, etc. (Natenzon *et al*, 2005). El análisis de la vulnerabilidad permite establecer las condiciones actuales en las que se encuentra la sociedad para afrontar amenazas de distintas intensidades y, en consecuencia, tener un nivel de base sobre la cual tomar medidas para mejorar esas condiciones.

En el caso de estudio, la vulnerabilidad analizada está vinculada a un fenómeno hidrometeorológico particular o específico, como es una precipitación que excede la capacidad del sistema de desagües pluviales, generando escurrimiento superficial sobre la trama urbana, de modo que los resultados de este estudio no son generalizables a otras amenazas.

Los sistemas pluviales tienen una incidencia significativa cuando se trata de precipitaciones ordinarias, ya que el escurrimiento superficial es derivado a estos sistemas. A medida que la recurrencia de la precipitación aumenta y los desagües pluviales se ven superados en su capacidad de conducción, su efecto mitigador disminuye y comienzan a tener preponderancia las características geomorfológicas de la cuenca, en la forma en que se desarrolla el escurrimiento superficial.

Se considera como sistema pluvial al trazado de las calles, los sistemas de cordón-cuneta y/o alcantarillas, los sumideros y los sistemas de conducción subterránea hasta el macro drenaje, el cual incluye todos los cursos de la cuenca. (Bertoni *et al*, 2004).

En definitiva, se ha buscado un modelo que represente adecuadamente la realidad (aunque lógicamente la simplifique) y para el mismo se han seleccionado las siguientes variables:

- Delimitación de las unidades geomorfológicas en la cuenca, representativa de la exposición de la población a la amenaza según su ubicación.
- Densidad poblacional, representativa de la susceptibilidad, ya que a mayor densidad poblacional más se afectará a la comunidad.
- Características constructivas de las viviendas, representativas de:

- a) la resiliencia: porque es un indicador del nivel socioeconómico de la población y de su capacidad de recuperación del evento, y
  - b) de la susceptibilidad: ya que las viviendas y su capacidad de resistir el evento son una medida de la posible afectación de sus habitantes y sus bienes.
- Número de niveles de las viviendas, representativa de la susceptibilidad: porque es un indicador que representa la posibilidad de acceder a una planta superior para evitar daños a la salud y muertes.

Los factores identificados no son los únicos que influyen en la vulnerabilidad, sino que son los que lo hacen de manera más significativa, y de los que se dispone información.

## METODOLOGÍA

La vulnerabilidad queda determinada en función de la geomorfología de la cuenca, la densidad poblacional y la calidad y altura de las viviendas. La base de datos de cada una de las variables mencionadas se procesa en un Sistema de Información Geográfico (SIG) en distintas capas y se elaboran mapas que permiten identificar áreas más o menos susceptibles a ser afectadas por determinados eventos.

Para definir los grados de vulnerabilidad se propone una escala de cinco intervalos definida en la Tabla 1:

**Tabla 1.-** Valores según el grado de vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Valor	Grado de vulnerabilidad
5	Muy Alta
4	Alta
3	Media
2	Baja
1	Muy Baja

El Índice de Vulnerabilidad de la Población a Precipitaciones Excedentes (InVuPPE) queda determinado entonces por la integración de cuatro indicadores individuales vinculados a vulnerabilidades asociadas a: a) geomorfología (InVuGeo), b) densidad poblacional (InVuDP), c) precariedad de las viviendas (InVuPV) y d) a la altura de viviendas (InVuAV). Cada uno de los indicadores, y el mismo InVuPPE, se mapeó considerando los criterios definidos en la Tabla 1.

El resultado de la vulnerabilidad se determinó a nivel de radio censal, siendo ésta la mínima unidad territorial con datos confiables, que surge de los censos de población y viviendas.

Para el procesamiento de la información se utilizaron, entre otros, los siguientes criterios:

- a) se consideró como supuesto que la población se encuentra uniformemente distribuida en cada radio censal, situación que se aleja de la realidad sobre todo en aquellos radios donde la misma se encuentra concentrada en una parte del mismo,
- b) se procesaron radios censales con información de al menos 75% de la población contenida en el mismo,
- c) respecto a los asentamientos informales se consideraron aquellos originados con posterioridad al año 2010, ya que se consideró que los anteriores estaban incluidos en el

CNPHyV (2010).

## **DATOS**

A continuación, se detalla el origen de los datos utilizados:

- Geomorfología en la cuenca o sub-cuenca: mapa geomorfológico del partido de La Plata (Hurtado *et al*, 2006).
- Densidad de Población: datos a nivel radio censal del CNPHyV (2010).
- Características de las viviendas: se define un indicador de precariedad de las viviendas a nivel radio censal; el mismo se aborda con los datos aportados por el CNPHyV (2010). El tipo de vivienda es definido por el INDEC por un indicador sintético denominado INMAT que se categoriza de Calidad I a IV (de mayor a menor calidad) según las características combinadas de sus materiales. Esta clasificación difiere de la realizada en el CNPHyV (2001), que adoptó cinco características distintas.
- Altura de la vivienda: se obtiene a partir de: a) superficie construida por parcela publicada por INDEC y generada por la Agencia Recaudadora de Buenos Aires (A.R.B.A.) y b) Factor de Ocupación de Suelo (F.O.S.) que señala el Código de Ordenamiento Urbano (C.O.U.) para el área donde se ubica cada lote.
- Asentamientos informales: la ubicación, perímetro y características de los asentamientos informales proviene de Infraestructura de Datos Habitacionales Georreferenciados (IDEHab). Registro Público Provincial de Villas y Asentamientos Precarios (RPPVAP) de la Subsecretaría Social de Tierras, Urbanismo y Vivienda. Provincia de Buenos Aires.

## **RESULTADOS**

A continuación, se indican los detalles sobre cómo se desarrolló los indicadores e índices y se muestran los resultados correspondientes.

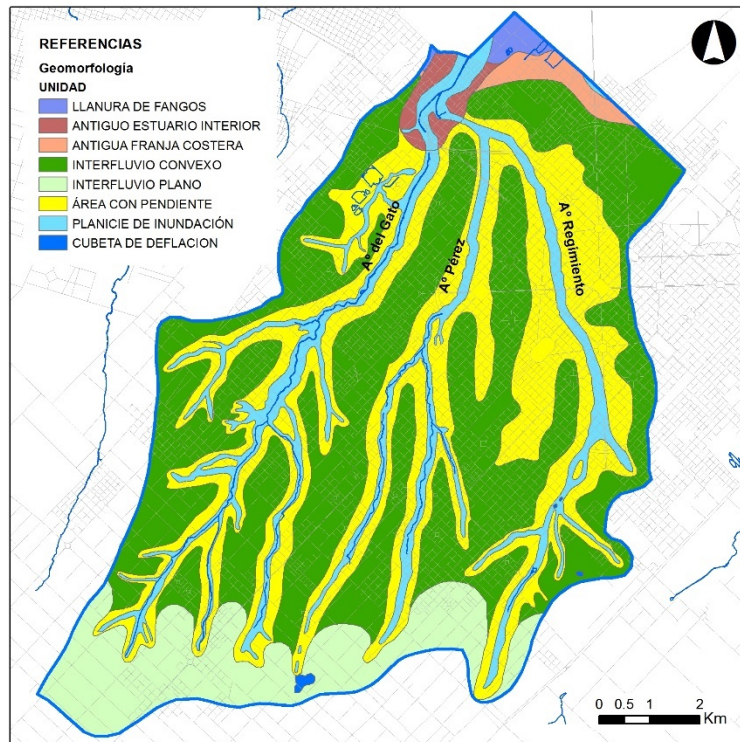
### Indicador de vulnerabilidad asociada a geomorfología (InVuGeo):

La cuenca del arroyo del Gato se caracteriza (Hurtado *et al*, 2006), por presentar las siguientes unidades geomórficas:

- a) Llanura de fangos
- b) Antiguo estuario interior
- c) Antigua franja costera
- d) Interfluvio convexo
- e) Interfluvio plano
- f) Área con pendiente
- g) Planicie de inundación
- h) Cubeta de deflación.

Las distintas unidades geomórficas presentes en la cuenca del arroyo del Gato se presentan en

la Figura 2.



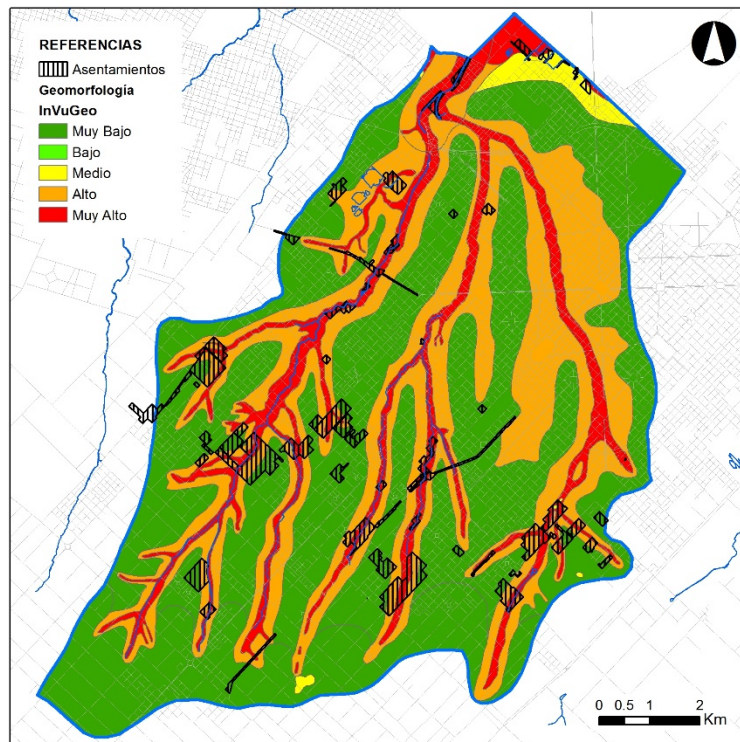
**Figura 2.-** Unidades geomórficas. Fuente: adaptación del Mapa N° 5 Geomorfología del Análisis Ambiental del Partido de La Plata (Hurtado *et al*, 2006).

Para cada unidad geomórfica se definieron los distintos grados de vulnerabilidad asociados, considerando que las unidades más cercanas a los cursos de agua son las de mayor vulnerabilidad. Los criterios definidos se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 2.-** Grado de vulnerabilidad asociado a unidades geomórficas. Fuente: Elaboración propia.

Unidad geomórfica	InVuGeo	Unidad geomórfica	InVuGeo
Planicie de inundación	5	Antigua franja costera	3
Llanura de fango	5	Cubetas de deflación	3
Área con pendiente adyacente a la planicie de inundación	4	Interfluvio convexo	1
Antiguo estuario inferior	4	Interfluvio plano	1

El resultado de vincular, a través de un SIG, los grados de vulnerabilidad establecidos en la Tabla 2 con el mapa de geomorfología de la Figura 2, se puede observar en Figura 3:



**Figura 3.-** InVuGeo. Fuente: adaptación del Mapa N°5 Geomorfología del Análisis Ambiental del Partido de La Plata (Hurtado *et al*, 2006).

En el Mapa de InVuGeo se delimitan también los asentamientos informales ubicados dentro de la Cuenca del Arroyo del Gato. Esta representación permite observar que la distribución actual de los mismos se encuentra en su gran mayoría sobre sectores con valores de vulnerabilidad alta y muy alta en relación a la geomorfología. Este mapa permite identificar los asentamientos que deben reubicarse y los potenciales sectores donde podrían efectuarse los reasentamientos.

Indicador de vulnerabilidad asociado a la densidad poblacional (InVuDP):

Se definió a esta vulnerabilidad de manera creciente con la densidad de población, a mayor densidad mayor cantidad de personas expuestas a la amenaza. Para establecer los rangos asociados a la vulnerabilidad se analizaron las densidades extremas e intermedias de la población en el área de estudio, determinándose los intervalos según se indica en la Tabla 3.

Las áreas definidas por una densidad menor a 10 hab/ha no han sido contempladas por considerarse como área rural.

En particular, la densidad en los asentamientos informales se calculó como la cantidad de habitantes dividida el área ocupada por dicho asentamiento. Es decir, se excluyó el área del radio censal que no estaba cubierta.

**Tabla 3.-** Grado de vulnerabilidad asociado la densidad de población. Fuente: Elaboración propia.

Densidad de Población	Rango (habitantes/hectárea)	InVuDP
Muy Alta	>150	5
Alta	100-150	4
Media	50-100	3

Densidad de Población	Rango (habitantes/hectárea)	InVuDP
Baja	20-50	2
Muy Baja	10-20	1

Aplicando a través de un SIG los intervalos de la Tabla 3 a las densidades de población (CNPH y V, 2010), se mapearon los resultados que se observan en la siguiente figura:

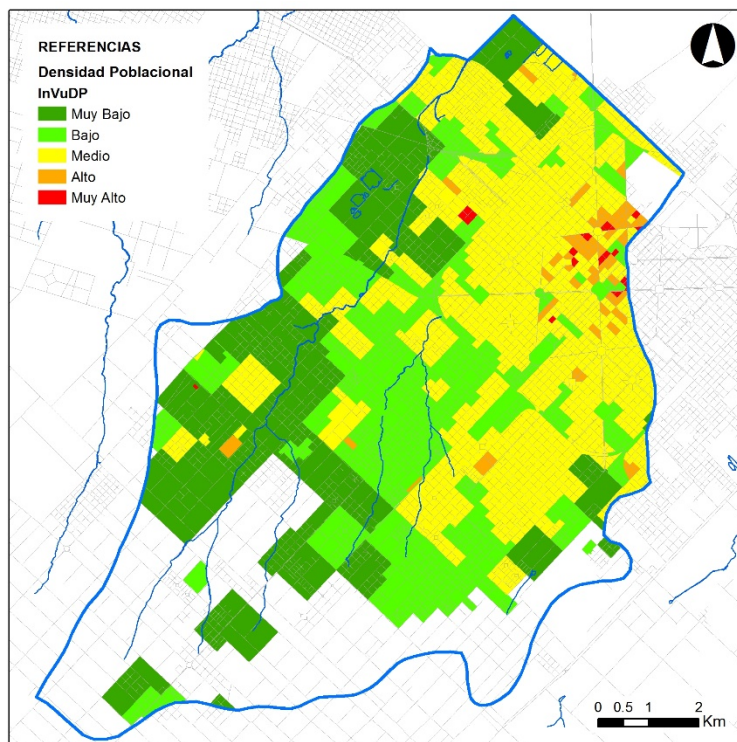


Figura 4.- InVuDP. Fuente: Elaboración propia en base a datos del CNPH y V, 2010 (INDEC).

Se observa que dentro de la cuenca quedan espacios sin grado de vulnerabilidad asociado, esto se debe a que corresponden a radios censales cuya densidad de población es menor a 10 hab/ha.

#### Indicador de vulnerabilidad asociada a la precariedad de las viviendas (InVuPV):

Dicho indicador surge de la suma de los porcentajes relativos, por radio censal, de las viviendas con materiales de categorías INMAT III y IV, es decir las calidades más bajas. En definitiva, el indicador se expresa como:

$$InVuPV = (\%Viv. INMAT III) + (\%Viv. INMAT IV) \quad (2)$$

%Viv.INMAT III: porcentaje de viviendas, en un radio censal determinado, con calidad de materiales INMAT III.

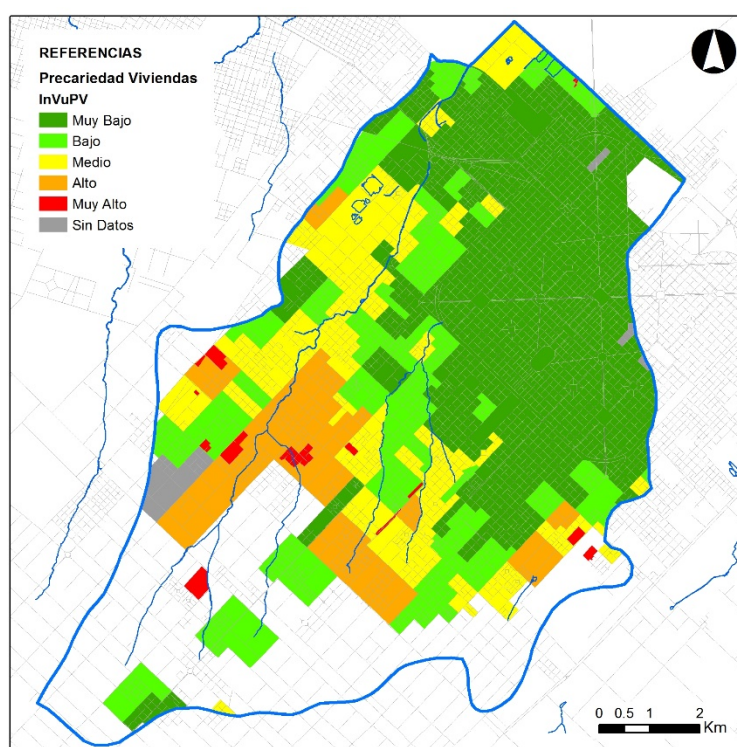
%Viv.INMAT IV: porcentaje de viviendas, en un radio censal determinado, con calidad de materiales INMAT IV.

Los intervalos del InVuPV, asociados a los distintos grados de vulnerabilidad, se observan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.-** Grado de vulnerabilidad asociado a la calidad de las viviendas. Fuente: Elaboración propia.

Porcentaje de viviendas con categoría INMAT III y IV	Rango (%)	InVuPV
Muy Alta	> 50	5
Alta	37 - 50	4
Media	25 - 37	3
Baja	12 - 25	2
Muy Baja	0 - 12	1

Aplicando, a través de un SIG, los intervalos de la Tabla 4 a la fórmula 2, se pueden mapear los resultados que se muestran en la Figura 5, en la cual se observa la vulnerabilidad asociada a la precariedad de las viviendas.



**Figura 5.-** InVuPV. Fuente: elaboración propia en base a datos del CNPH y V, 2010 (INDEC).

Se asume, para todos los asentamientos informales con origen posterior al año 2010, un InVuPV muy alto.

El casco urbano de la ciudad de La Plata presenta las mejores condiciones de calidad de vivienda y, hacia las zonas de menor densidad y cercanas al curso principal del arroyo del Gato, la calidad de las mismas tiende a disminuir.

Se observa que sobre los tributarios A° Regimiento y A° Pérez, ambos entubados en la cuenca media, la calidad de las viviendas posee un grado de vulnerabilidad bajo, debido a que el desarrollo urbano presenta viviendas formales y de buena calidad.

Indicador de vulnerabilidad asociada a la altura de vivienda (InVuAV):

El indicador de vulnerabilidad asociado a la altura de vivienda se determina en función del porcentaje de parcelas con viviendas, con más de una planta construida, por radio censal.

El número de plantas de una vivienda se obtiene a partir del cociente entre la superficie construida declarada (INDEC, 2011) y la superficie total cubierta permitida, determinada por el producto de la superficie total del lote (INDEC, 2011) y el Factor de Ocupación de Suelo (Código de Ordenamiento Urbano de La Plata, 2010).

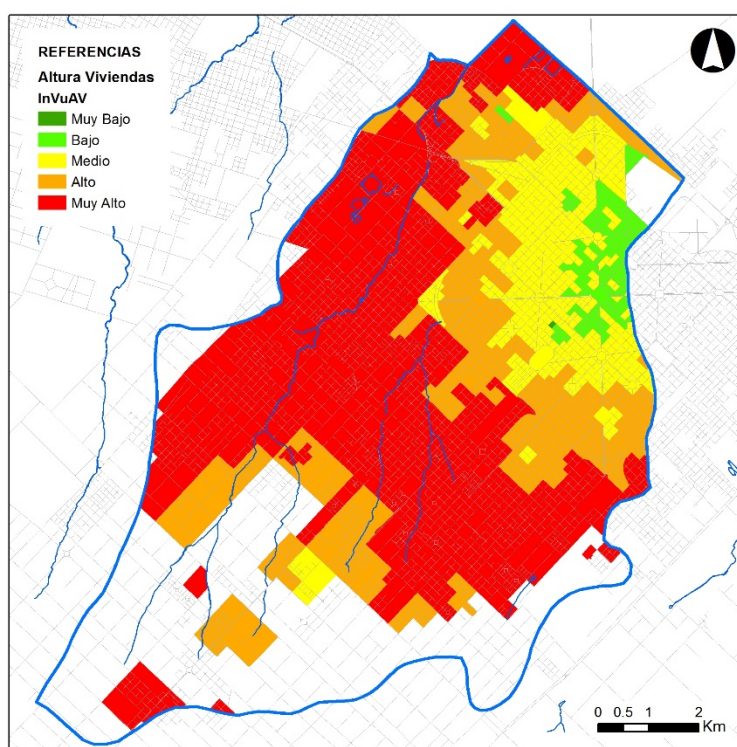
Si el resultado de ese cociente es mayor a la unidad, se entiende que la vivienda que ocupa dicho lote posee más de un nivel y, para valores iguales o menores a la unidad, se asume que posee un único nivel.

En la Tabla 5 se presentan los intervalos de porcentajes asociados a los distintos grados de vulnerabilidad:

**Tabla 5.-** Grado de vulnerabilidad asociado a la altura de vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Grado de vulnerabilidad	Rango (% de parcelas con más de una planta construida)	InVuAV
Muy Alta	0 – 20	5
Alta	20 - 40	4
Media	40 – 60	3
Baja	60 – 80	2
Muy Baja	80 - 100	1

A través del procesamiento con un SIG se puede obtener el porcentaje de viviendas con más de una planta para cada radio censal, y mapear, con los rangos propuestos en la Tabla 5, la vulnerabilidad asociada a la altura de las viviendas, según se observa en la siguiente figura:



**Figura 6.-** InVuAV. Fuente: elaboración propia con datos del CNPH y V, 2010 (INDEC).

Puntualmente a toda superficie delimitada como asentamiento informal se le asignó un InVuAV Muy Alto, es decir, que se consideró a la mayor parte de las viviendas con un único nivel.

Se observa en la Figura 6 cómo el porcentaje de viviendas con más de un nivel, por radio censal, disminuye desde el área céntrica de La Plata hacia la periferia, en áreas donde los cauces de agua están libres.

### Índice de vulnerabilidad de la población a precipitaciones excedentes (InVuPPE)

El índice de vulnerabilidad a precipitaciones excedentes (InVuPPE) se define por la integración de los cuatro indicadores anteriores mediante la aplicación de un promedio geométrico ponderado.

El peso de cada indicador, en dicho promedio, se determinó a partir del Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés “Analytic Hierarchy Process”). Este método estructura el proceso a través de prioridades que llevan a una decisión más eficiente, incorporando aspectos cualitativos y cuantitativos, con el fin de ordenar los componentes en una estructura jerárquica, y así poder asignarle valores numéricos.

Para obtener los pesos individuales se realizó, en primera instancia, una matriz recíproca de comparación de a pares, considerando a la variable geomorfología como aquella que más influye en el InVuPPE, ya que es determinante para que haya exposición al evento, seguida por las variables calidad y altura de la vivienda, relacionadas a la susceptibilidad y resiliencia, y, en un último escalón, la densidad de la población, asociada a la susceptibilidad.

Luego se obtuvieron los pesos de cada variable a partir de una matriz estandarizada y se calculó la relación de consistencia (RC) de los mismos, obteniéndose un valor menor a 0,1 (valor límite superior que indica consistencia). Finalmente se redondearon los pesos y se recalculó la RC que resultó nuevamente menor al valor límite. En la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 6.-** Matriz recíproca y pesos. Fuente: Elaboración propia.

Variable	Matriz recíproca				Peso obtenido	Peso adoptado
	1	2	3	4		
1 Geomorfología	1.00	4.00	3.00	3.00	51.4%	50.0%
2 Densidad	0.25	1.00	0.50	0.50	10.6%	10.0%
3 Calidad de la Vivienda	0.33	2.00	1.00	1.00	19.0%	20.0%
4 Altura de la vivienda	0.33	2.00	1.00	1.00	19.0%	20.0%
<b>Suma</b>	1.92	9.00	5.50	5.50	100%	100%

A partir de la aplicación de los pesos adoptados para cada indicador se definió la fórmula del InVuPPE:

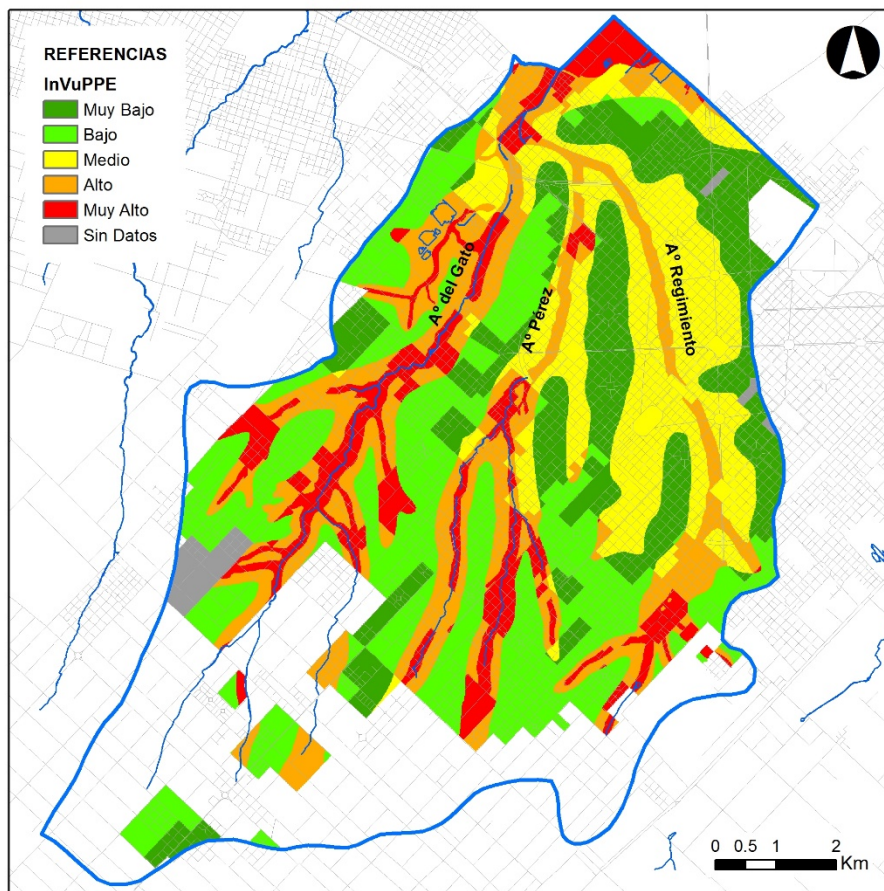
$$InVuPPE = (InVuGeo)^{0,5} * (InVuDP)^{0,1} * (InVuPV)^{0,2} * (InVuAV)^{0,2} \quad (3)$$

Los grados de vulnerabilidad asociados al InVuPPE son los propuestos en la Tabla 7:

**Tabla 7.** Escala de graduación para el InVuPPE. Fuente: Elaboración propia.

Grado de Vulnerabilidad	Rango	InVuPPE
Muy Alta	3,75 – 5	5
Alta	3,00 – 3,75	4
Media	2,25 – 3,00	3
Baja	1,50 – 2,25	2
Muy Baja	1 – 1,50	1

Los resultados obtenidos a través de la integración de las vulnerabilidades individuales (fórmula 3) a través de un SIG, según los rangos indicados en la tabla anterior, se pueden observar en la Figura 7.



**Figura 7.-** InVuPPE en la cuenca del Arroyo del Gato. Fuente: Elaboración propia.

En el mapa resultante de la aplicación del InVuPPE, sobre la cuenca bajo análisis, se observa una marcada vulnerabilidad sobre las áreas más cercanas al curso principal y sus afluentes. En estos últimos, el InVuPPE disminuye en las áreas entubadas como consecuencia de la presencia de viviendas de calidad alta o muy alta y con más de un nivel, aun cuando la vulnerabilidad por densidad de población es alta. El entubamiento y canalización (en los afluentes Perez y Regimiento) tiene la desventaja de ocultar a la vista de la población la vulnerabilidad asociada a la geomorfología.

Se calculó también, a través de la utilización del SIG, la cantidad y porcentaje de población urbana de la cuenca incluida en cada condición de vulnerabilidad. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Cantidad y porcentaje de población en cada condición de vulnerabilidad. Fuente: Elaboración propia.

InVuPPE	Total Habitantes	% Población
Muy bajo	99.895	29%
Bajo	59.857	17%
Medio	101.421	29%
Alto	53.206	15%

Muy Alto	28.069	8%
Sin datos	2.232	1%
Total general	344.680	100%

## CONCLUSIONES

### Conclusiones generales:

La geomorfología, que determina históricamente por donde se han desarrollado los escurrimientos superficiales previamente a que se produjeran urbanizaciones y otros usos del suelo, determina una vulnerabilidad potencial que es transformada en efectiva a través de las actividades antrópicas, representadas en este artículo a través del uso residencial por un conjunto de tres indicadores.

Al aplicar el InVuPPE es fácil notar que su mapeo queda determinado por la geomorfología y matizado por la incorporación de los indicadores vinculados a la actividad humana.

La incorporación de la altura de la vivienda al InVuPPE, no considerada en anteriores publicaciones, permite obtener un índice más representativo de la realidad, ya que, ante un evento de inundación, la población con acceso a una segunda planta en su vivienda es menos susceptible a los efectos que el evento genera.

La metodología propuesta permite ubicar en el mapa del InVuPPE aquellas áreas más vulnerables y, a su vez, observando los mapeos de los indicadores individuales, analizar las causas principales de esas vulnerabilidades, facilitando la implementación de políticas públicas para revertirlas.

El InVuPPE puede ser aplicado en cuencas urbanas y suburbanas, con su correspondiente ajuste según sus características intrínsecas, resultando en una herramienta de gran potencial principalmente porque se basa en datos públicos y de aplicación rápida.

### Conclusiones particulares:

El 23% de la población se encuentra en condición de vulnerabilidad alta o muy alta a precipitaciones excedentes, y el 52% en condición de media, alta o muy alta, se considera que dichos porcentajes son muy significativos y merecen especial atención por parte de los tomadores de decisión.

Las sub-cuencas altas de los afluentes Pérez y Regimiento, en las áreas cercanas a los cauces y planicie de inundación, presentan rangos de vulnerabilidad altos o muy altos, debido a la precariedad y baja altura de las viviendas. En las subcuencas medias de los mismos, ya en el área urbana de La Plata, las viviendas son de mejor calidad y mayor altura, lo cual determina que bajen los grados de vulnerabilidad.

El área determinada por el cauce principal del arroyo del Gato y su planicie de inundación, que ocupa cuenca alta y media, tiene altos grados de vulnerabilidad en casi toda su extensión, debido a la presencia de viviendas de baja altura y alta precariedad.

La figura 3, en la que se mapea el InVuGeo, permite verificar que los asentamientos informales se implantan predominantemente en la planicie de inundación del arroyo y afluentes, lo cual facilita a los tomadores de decisión: a) formular políticas preventivas para que esa situación no se profundice y b) tomar medidas para revertir la situación en los casos consumados.

### Posibles mejoras al InVuPPE:

El InVuPPE es posible de mejorar con fuentes más precisas de información, sobre todo para determinar la altura de las viviendas (y consecuentemente el InVuAV), cuyas fuentes de información utilizadas presentan limitaciones significativas tales como: a) Los asentamientos precarios no se encuentran relevados por ARBA, b) la cantidad de plantas de una vivienda se obtiene a través de datos indirectos y asumiendo que cada vivienda optimiza el uso del F.O.S, c) las superficies construidas son imprecisas ya que no siempre provienen de planos con final de obra, sino de declaraciones juradas o de fotos satelitales. Con relevamientos detallados de campo o con datos provenientes de imágenes LIDAR la calidad de la información mejoraría sustancialmente.

Si existieran planes de alerta y contingencia efectivos en el Partido de La Plata, se podrían considerar para construir un indicador que integre la fórmula del InVuPPE y que refleje su efecto mitigador. Dichos planes existen, pero solo de manera incipiente, razón por la que no han sido considerados, cuestión que se puede hacer en un futuro.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Antico, P. L. y Sabbione, N. C.** (2010). *Variabilidad temporal de la precipitación en la ciudad de La Plata durante el período 1909-2007: tendencias y fluctuaciones cuasiperiódicas*. *Geoacta* 35:44-53. <http://www.scielo.org.ar/pdf/geoacta/v35n2/v35n2a04.pdf>

**Bertoni (Comp.) et al** (2004). *Inundaciones Urbanas en Argentina*. Global Water Partnership. Córdoba, Argentina. <http://blogdelagua.com/actualidad/libro-inundaciones-urbanas-en-argentina-pdf-descargable/>

**Caamaño N.; et al.** (2003). *Lluvias de diseño: conceptos, técnicas y experiencias*. Editorial Científica Universitaria, Córdoba.

**Cipponeri, M.; et al.** (2014). “Vulnerabilidad de la población de la ciudad de La Plata (Argentina) a precipitaciones extraordinarias”. *Revista Aqua-LAC*, Vol. 6 - N° 2. Uruguay. <http://hdl.handle.net/10915/44275>

**Cipponeri, M; et al.** (2015). “Hacia el riesgo hídrico: vulnerabilidad de la población a precipitaciones extraordinarias”. XXV Congreso Nacional del Agua, Paraná, Entre Ríos. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48010>

**Hurtado, M. et al.** (2006). *Análisis Ambiental del Partido de La Plata*. Instituto de Geomorfología y Suelos del CISAUA (UNLP). Consejo Federal de Inversiones. La Plata, Buenos Aires, Argentina. <http://hdl.handle.net/10915/27046>

**INDEC.** (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censos de Población y Viviendas. <http://www.indec.mecon.ar/>

**Liscia S. O. et al.** (2013). *Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada*. Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Anexo. <http://hdl.handle.net/10915/27334>

**Moreno Jimenez J. M.** (2002). “El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) Fundamentos, metodologías y aplicaciones”. En Caballero, R. y Fernández, G. M.: *Toma de decisiones con criterios múltiples*. RECT @ Serie Monografías n°1,21-53. [http://www.uv.es/asepuma/recta/extraordinarios/Vol\\_01/02t.pdf](http://www.uv.es/asepuma/recta/extraordinarios/Vol_01/02t.pdf)

**Pacheco J. F. y Contreras E.** (2008). *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos*. Serie Manuales N° 58, CEPAL. Santiago de Chile, Chile. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/1/manual58\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/1/manual58_es.pdf)

**Romanazi, P.** (2011). *Estudios hidrológicos-hidráulicos-ambientales cuenca del Arroyo del Gato*. Primeras Jornadas de Investigación y Transferencia. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27074>

**Romanazzi, P.** (2014). *Aproximación a la estimación estadística de la Precipitación Máxima Probable (PMP) para La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina*. II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras. Santa Fe, Argentina 22 al 26 de septiembre 2014. <http://hdl.handle.net/10915/40966>

**Subsecretaría Social de Tierras, Urbanismo y Vivienda. Provincia de Buenos Aires.** <http://www.sstuv.gba.gov.ar/idehab/>

**UNISDR** (2009). “Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas”. *Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres*. Naciones Unidas. Ginebra, Suiza. [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)