



# Prototipo de sistema de alerta temprana de inundaciones para cuencas críticas en la Región de La Araucanía

Jornadas Hidroclima, Impactos, Toma de Decisiones  
6 de Noviembre 2024, Buenos Aires (AR)

H. Garcés Figueroa<sup>1</sup>, M. Zambrano-Bigiarini<sup>1,2</sup>, C. Alvarez-Garreton<sup>2</sup>, J.P. Boisier<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

<sup>2</sup>Center for Climate and Resilience Research, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>3</sup>Department of Geophysics, Universidad de Chile, Santiago, Chile

# Contents

- 1 Motivación
- 2 Metodología
- 3 Caso de estudio
- 4 Conclusiones



# Motivación

- Para reducir los impactos negativos asociados a inundaciones es necesario **tomar decisiones informadas y oportunas.**



# Motivación

- Para reducir los impactos negativos asociados a inundaciones es necesario **tomar decisiones informadas y oportunas.**
- En Chile, el **actual sistema de alerta** compara los caudales observados en tiempo real con distintos valores umbrales previamente calculados.



# Motivación

- Para reducir los impactos negativos asociados a inundaciones es necesario **tomar decisiones informadas y oportunas**.
- En Chile, el **actual sistema de alerta** compara los caudales observados en tiempo real con distintos valores umbrales previamente calculados.
- → el **tiempo de anticipación de la alerta** es de sólo unas pocas horas antes de la ocurrencia de una eventual inundación..

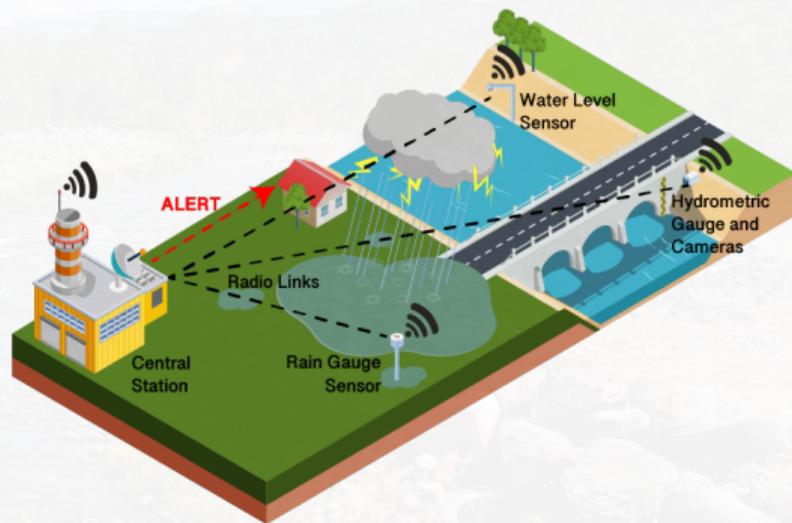


Figure: Diagrama conceptual de un sistema de alerta de inundaciones. Fuente: Fuente: Esposito et al.

(2022)

(CR)<sup>2</sup>

# Objetivos

## Objetivo general:

- Implementar un **prototipo de sistema de alerta temprana de inundaciones** para cuencas críticas en la Región de La Araucanía, utilizando un modelo hidrológico acoplado a pronósticos meteorológicos de corto plazo.

## Objetivos específicos:

- 1 Re-definir **umbrales de alerta** para crecidas en cada una de las cuencas críticas seleccionadas.



# Objetivos

## Objetivo general:

- Implementar un **prototipo de sistema de alerta temprana de inundaciones** para cuencas críticas en la Región de La Araucanía, utilizando un modelo hidrológico acoplado a pronósticos meteorológicos de corto plazo.

## Objetivos específicos:

- 1 Re-definir **umbrales de alerta** para crecidas en cada una de las cuencas críticas seleccionadas.
- 2 Implementar el **modelo hidrológico** TUWmodel para reproducir los caudales altos en cuencas críticas de la Región de La Araucanía.



# Objetivos

## Objetivo general:

- Implementar un **prototipo de sistema de alerta temprana de inundaciones** para cuencas críticas en la Región de La Araucanía, utilizando un modelo hidrológico acoplado a pronósticos meteorológicos de corto plazo.

## Objetivos específicos:

- 1 Re-definir **umbrales de alerta** para crecidas en cada una de las cuencas críticas seleccionadas.
- 2 Implementar el **modelo hidrológico** TUWmodel para reproducir los caudales altos en cuencas críticas de la Región de La Araucanía.
- 3 Cuantificar el valor añadido de utilizar **información temporal de alta resolución** en la simulación de la respuesta de la cuenca ante eventos de alta precipitación.



# Objetivos

## Objetivo general:

- Implementar un **prototipo de sistema de alerta temprana de inundaciones** para cuencas críticas en la Región de La Araucanía, utilizando un modelo hidrológico acoplado a pronósticos meteorológicos de corto plazo.

## Objetivos específicos:

- 1 Re-definir **umbrales de alerta** para crecidas en cada una de las cuencas críticas seleccionadas.
- 2 Implementar el **modelo hidrológico** TUWmodel para reproducir los caudales altos en cuencas críticas de la Región de La Araucanía.
- 3 Cuantificar el valor añadido de utilizar **información temporal de alta resolución** en la simulación de la respuesta de la cuenca ante eventos de alta precipitación.
- 4 Evaluar el desempeño de distintos **pronósticos meteorológicos** en la reproducción de caudales altos de cada una de las cuencas críticas seleccionadas.

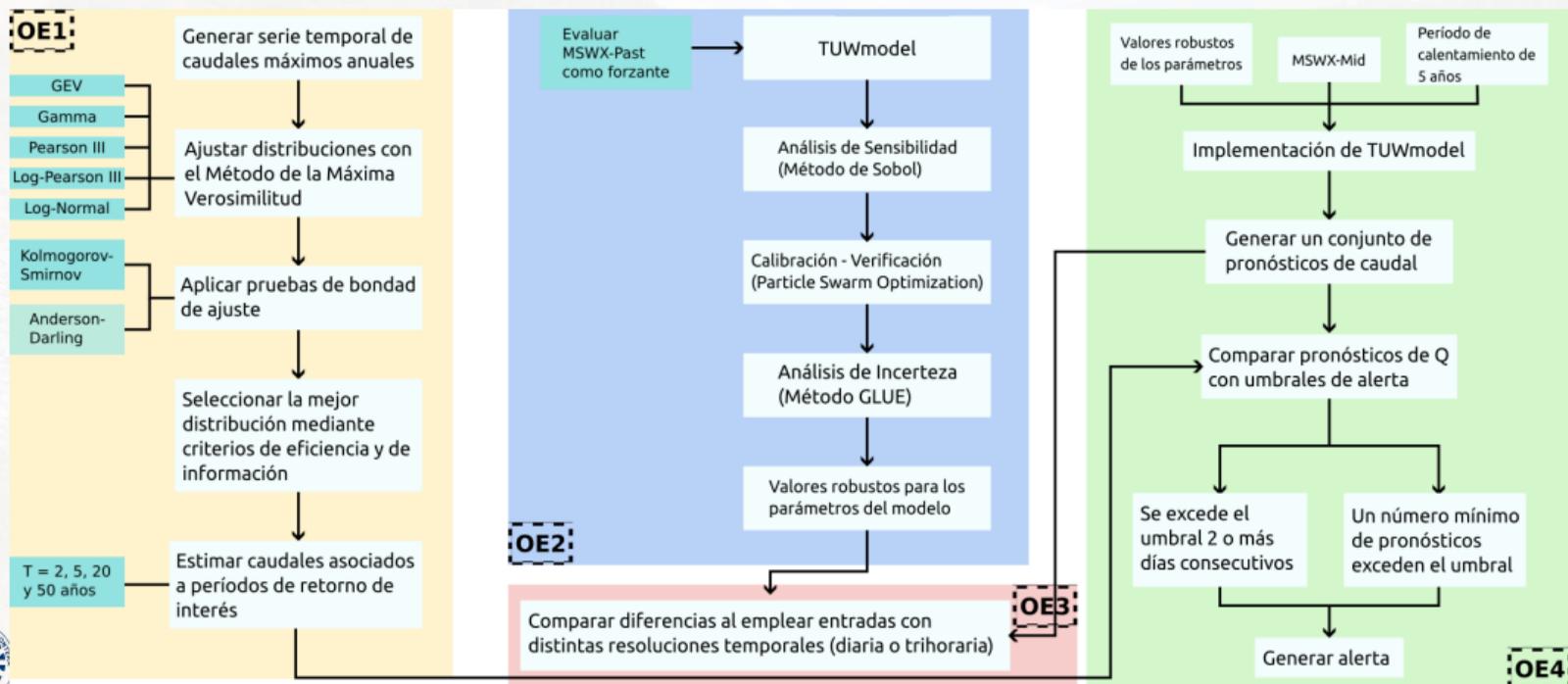


# Contents

- 1 Motivación
- 2 Metodología**
- 3 Caso de estudio
- 4 Conclusiones



# Metodología



# Modelo hidrológico: TUWmodel

Table: Parámetros del modelo TUWmodel. Fuente: Viglione and Parajka (2022)

Parámetro	Descripción	Unidad	Rango
SCF	Factor de corrección de nieve	[-]	0.9 – 1.5
DDF	Factor de grado-día	mm/C/d	0.0 – 5.0
$T_{wb}$	Temperatura de bulbo húmedo	°C	-3.0 – 3.0
$T_m$	Temperatura umbral de derretimiento de nieve	°C	-2.0 – 2.0
$LP_{rat}$	Límite de ETP	[-]	0.0 – 1.0
FC	Humedad máxima del suelo	mm	0 – 600
$\beta$	Generación de escorrentía	[-]	0.0 – 20.0
$k_0$	Almacenamiento muy rápido	d	0.0 – 2.0
$k_1$	Almacenamiento rápido	d	2.0 – 30.0
$k_2$	Almacenamiento lento	d	30.0 – 250.0
$LS_{uz}$	Umbral de almacenamiento	mm	1.0 – 100
$cP$	Coefficiente de percolación	mm/d	0.0 – 8.0
$B_{MAX}$	Base máxima para caudales bajos	d	0.0 – 30.0
$c_R$	Escalamiento libre	$\frac{d^2}{mm}$	0.0 – 50.0

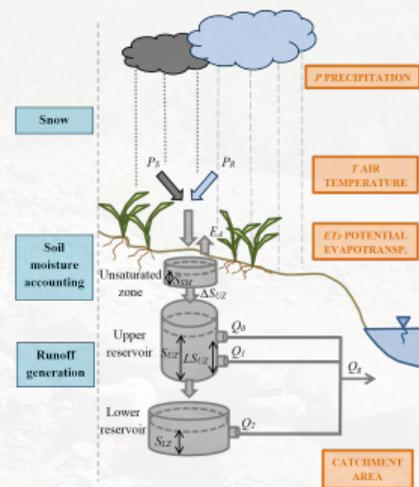


Figure: Diagrama conceptual del modelo TUWmodel. Fuente:

Szeles et al. (2020)

(CR)<sup>2</sup>

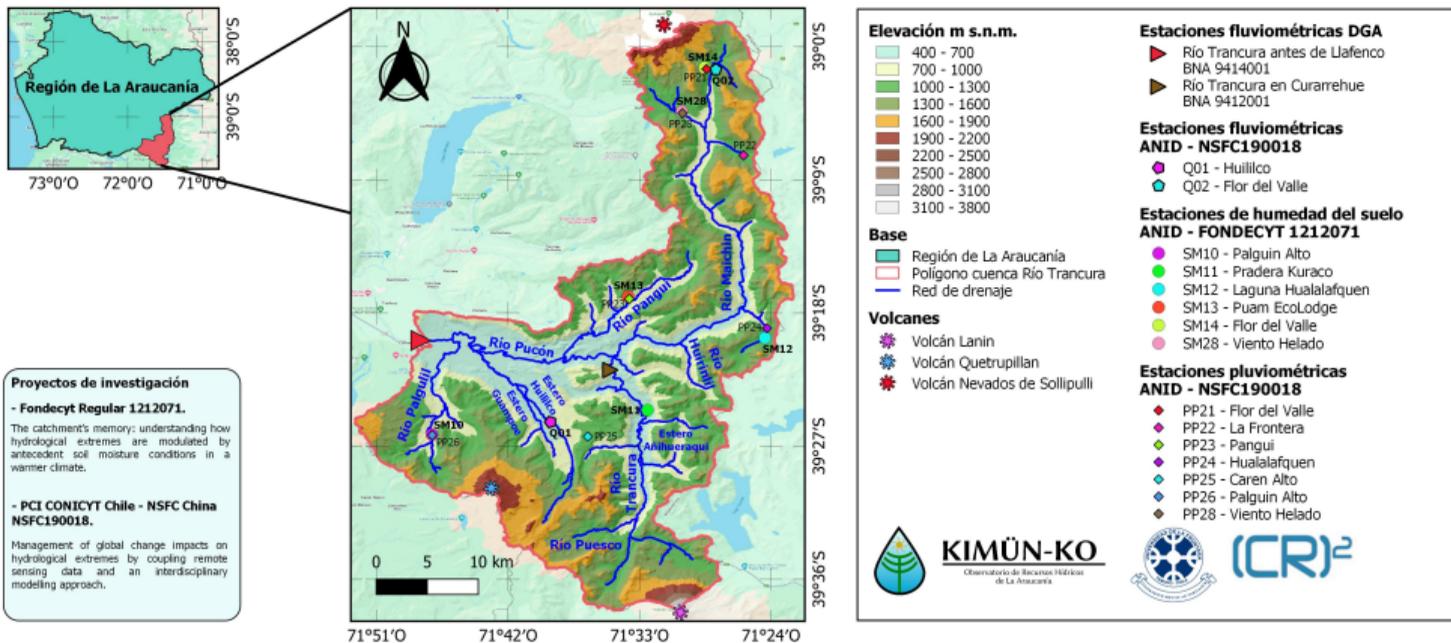
# Contents

- 1 Motivación
- 2 Metodología
- 3 Caso de estudio**
- 4 Conclusiones



# Zona de estudio

## Cuenca Río Trancura antes de Llafenco



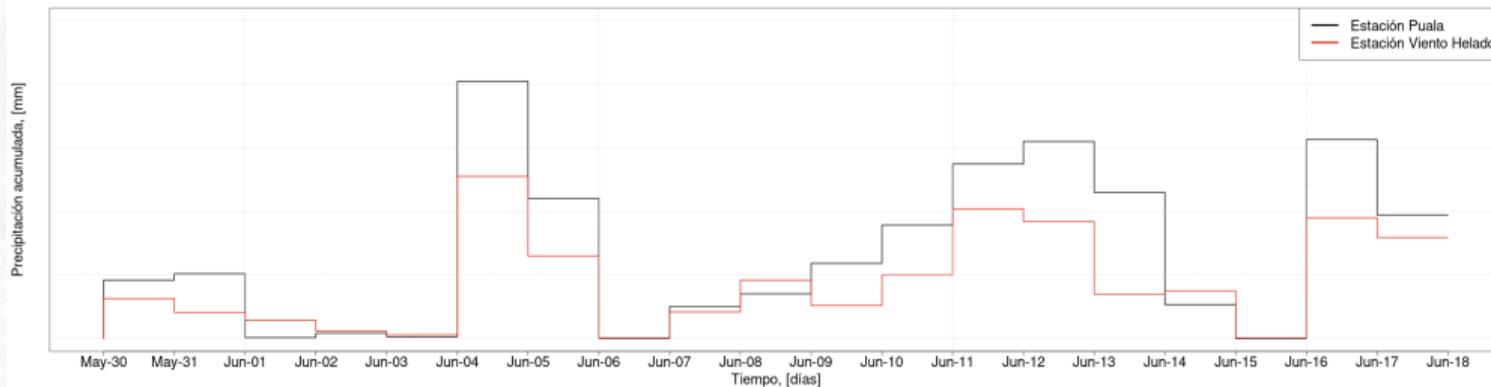
## Descripción del evento de crecida

- El 14 de junio de 2024, **Senapred declaró alerta roja** para la comuna de Curarrehue.
- Se registró un **desborde en el sector de Catripulli**, a la altura de Puente El Piano, afectando la Carretera Internacional (Ruta CH-199).

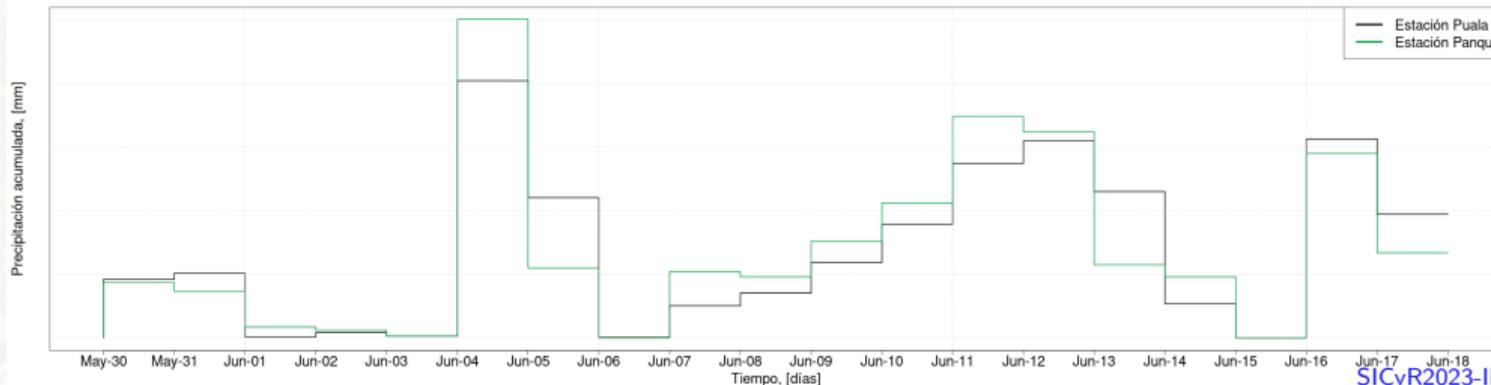


# Registros pluviométricos en estaciones

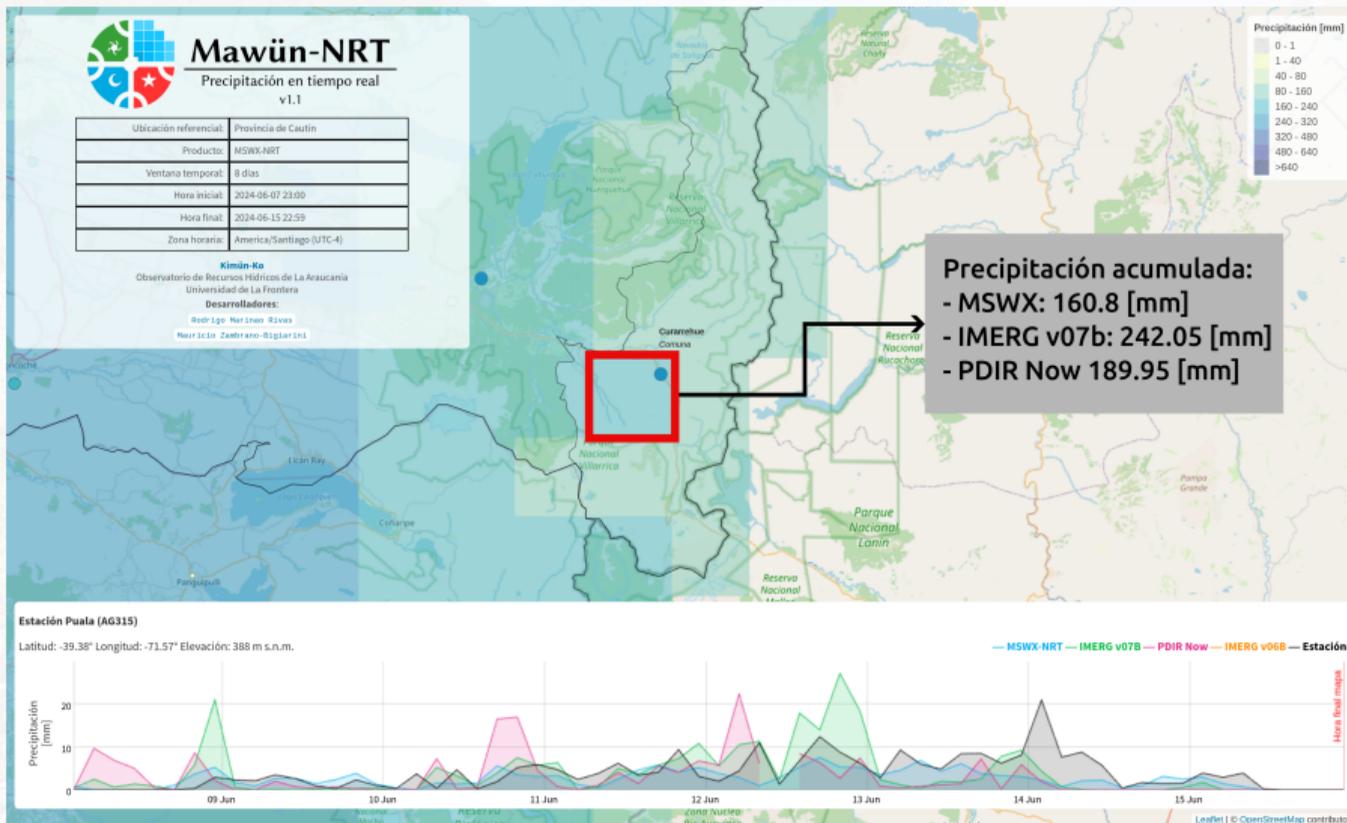
Estación Puala vs Estación Viento Helado



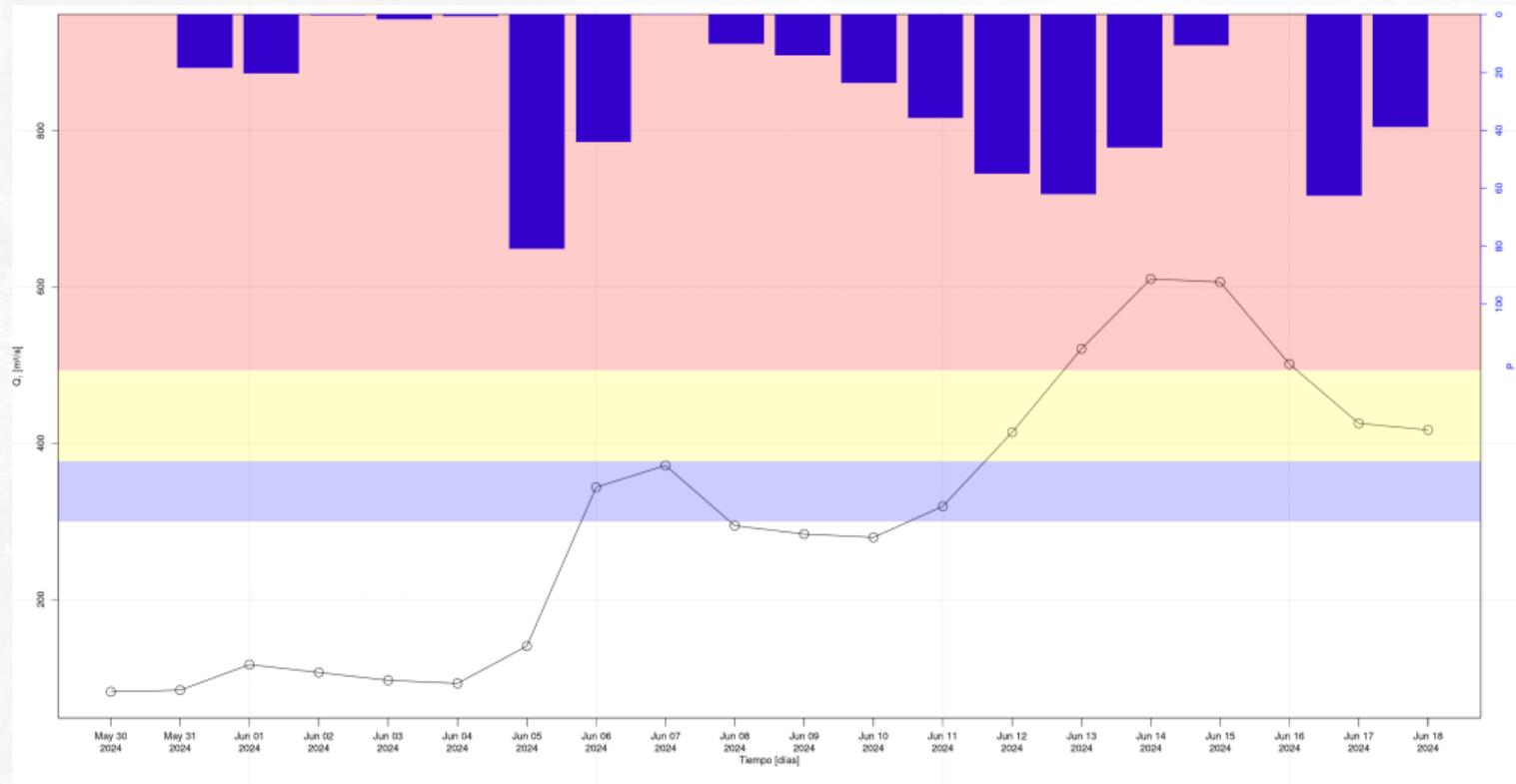
Estación Puala vs Estación Panqui



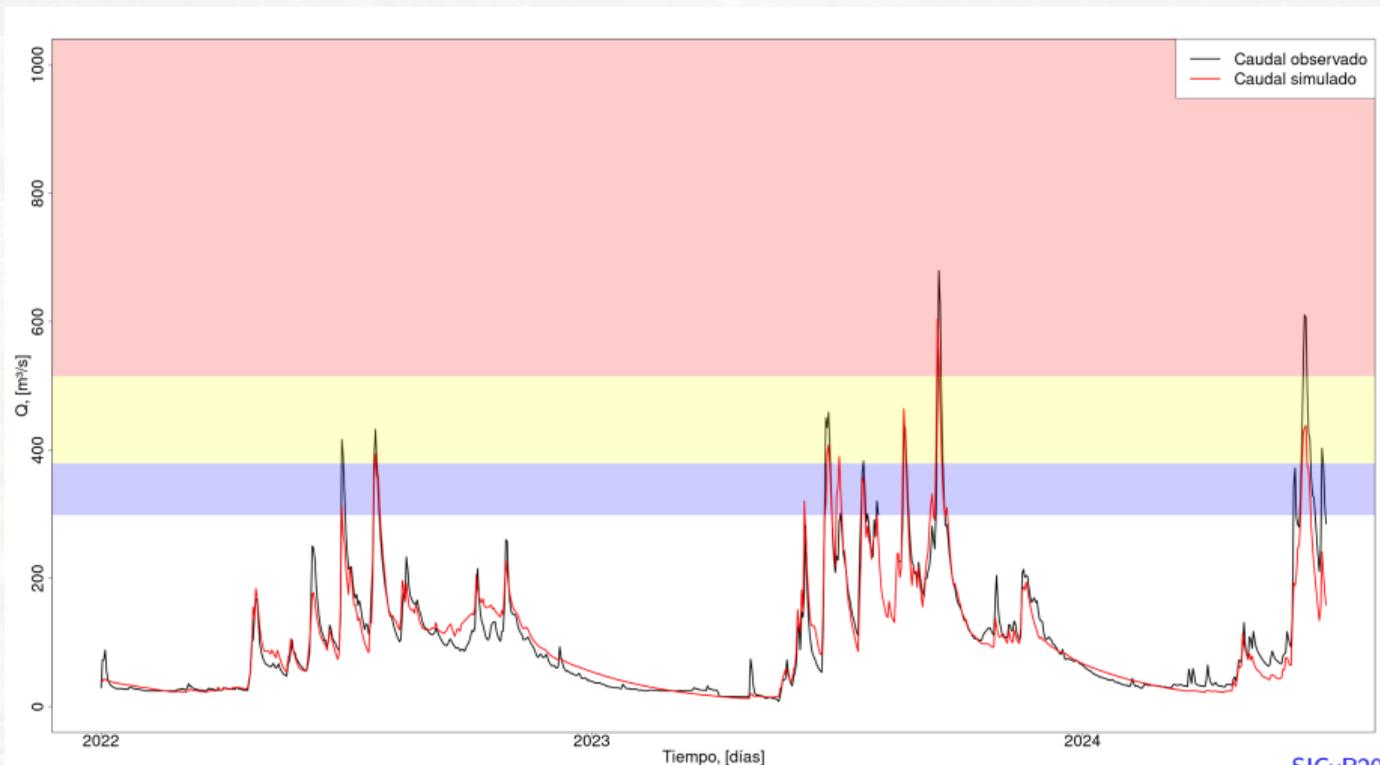
# Productos grillados de precipitación (07 - 15 Junio 2024)



## Datos observados: precipitación y caudales (30/May - 18/Jun 2024)



# Simulación de caudales: TUWmodel forzado por MSWX-Past (Enero 2022 - Junio 2024)



# Contents

- 1 Motivación
- 2 Metodología
- 3 Caso de estudio
- 4 Conclusiones



(CR)<sup>2</sup>

# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el uso de productos grillados meteorológicos para forzar las simulaciones hidrológicas.



# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el **uso de productos grillados meteorológicos** para forzar las simulaciones hidrológicas.
- 2 Los **datos de precipitación de MSWX subestiman** de manera importante la cantidad total de precipitación sobre al cuenca.



# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el **uso de productos grillados meteorológicos** para forzar las simulaciones hidrológicas.
- 2 Los **datos de precipitación de MSWX subestiman** de manera importante la cantidad total de precipitación sobre al cuenca.
- 3 Una corrección multiplicativa simple a la forzante de precipitación MSWX permitió **reproducir adecuadamente los caudales altos** de un evento importante del año 2024.



# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el **uso de productos grillados meteorológicos** para forzar las simulaciones hidrológicas.
- 2 Los **datos de precipitación de MSWX subestiman** de manera importante la cantidad total de precipitación sobre al cuenca.
- 3 Una corrección multiplicativa simple a la forzante de precipitación MSWX permitió **reproducir adecuadamente los caudales altos** de un evento importante del año 2024.
- 4 Esperamos que el **prototipo de sistema de alerta temprana** esté ooperacional en Marzo de 2025.



# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el **uso de productos grillados meteorológicos** para forzar las simulaciones hidrológicas.
- 2 Los **datos de precipitación de MSWX subestiman** de manera importante la cantidad total de precipitación sobre al cuenca.
- 3 Una corrección multiplicativa simple a la forzante de precipitación MSWX permitió **reproducir adecuadamente los caudales altos** de un evento importante del año 2024.
- 4 Esperamos que el **prototipo de sistema de alerta temprana** esté ooperacional en Marzo de 2025.

< mauricio.zambrano @ ufrontera.cl >



# Conclusiones

- 1 La alta variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones y la ausencia de mediciones en las cabeceras de las cuencas vuelve necesario el **uso de productos grillados meteorológicos** para forzar las simulaciones hidrológicas.
- 2 Los **datos de precipitación de MSWX subestiman** de manera importante la cantidad total de precipitación sobre la cuenca.
- 3 Una corrección multiplicativa simple a la forzante de precipitación MSWX permitió **reproducir adecuadamente los caudales altos** de un evento importante del año 2024.
- 4 Esperamos que el **prototipo de sistema de alerta temprana** esté operativo en Marzo de 2025.

< mauricio.zambrano @ ufrontera.cl >



**Financiamiento:** ANID Fondecyt Regular 1212071, ANID-PCI 190018 , ANID-Fondap 1522A0001



# References I

- Esposito, M., Palma, L., Belli, A., Sabbatini, L., Pierleoni, P., 2022. Recent advances in internet of things solutions for early warning systems: A review. *Sensors* 22, 2124. URL: <https://doi.org/10.3390/s22062124>, doi:10.3390/s22062124.
- Szeles, B., Parajka, J., Hogan, P., Silasari, R., Pavlin, L., Strauss, P., Bloschl, G., 2020. The added value of different data types for calibrating and testing a hydrologic model in a small catchment. *Water Resources Research* 56, e2019WR026153. doi:<https://doi.org/10.1029/2019WR026153>.
- Viglione, A., Parajka, J., 2022. Package 'TUWmodel'. Vienna University of Technology. Vienna, Austria. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=TUWmodel>. version 1.1-1.

