

PRONÓSTICOS DE APORTES HIDRÁULICOS A LAS REPRESAS

MODELO DE ESCURRIMIENTOS DESARROLLADO POR IMFIA, SU
APLICACIÓN A LA GENERACIÓN DE ENSEMBLE DE PRONÓSTICOS DE
APORTES EN LA APLICACIÓN VATES.

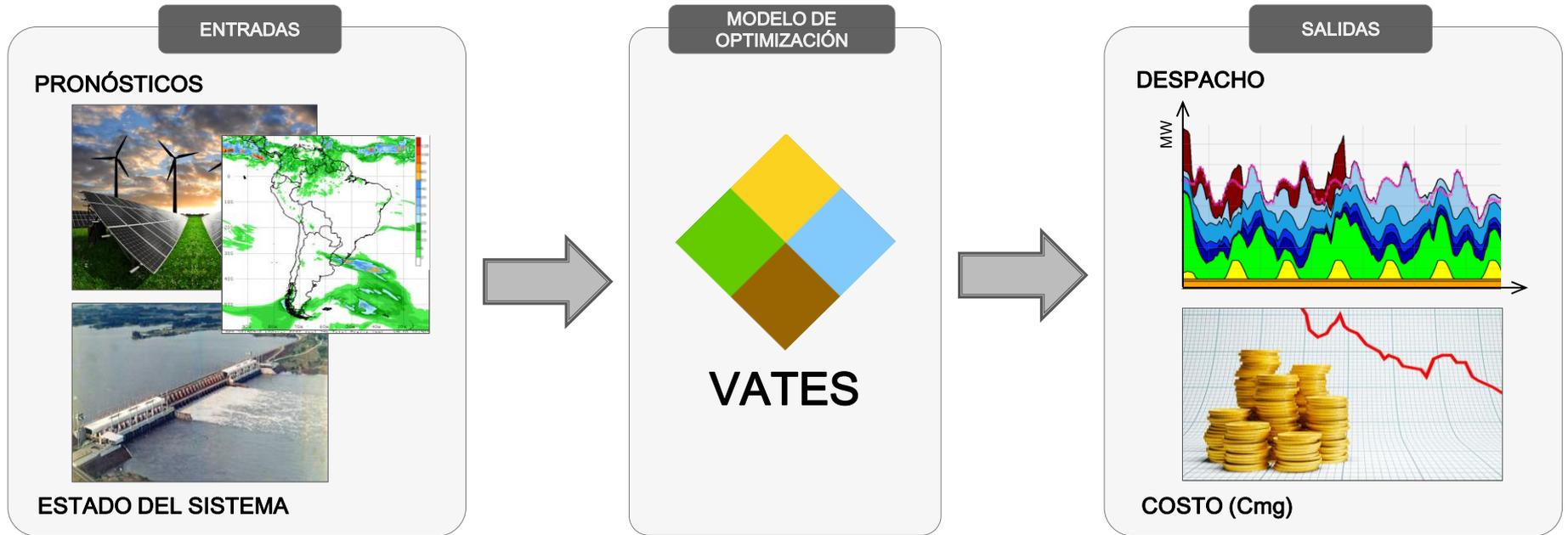


De Vera A.^a, Flieller G.^b, Crisci M.^a, Terra R.^a, Chaer R.^b

^a Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, FING, UdelaR, Uruguay

^b Administración del Mercado Eléctrico, Uruguay

PRONÓSTICOS DE APORTES HIDRÁULICOS A LAS REPRESAS



De Vera A.^a, Flieller G.^b, Crisci M.^a, Terra R.^a, Chaer R.^b

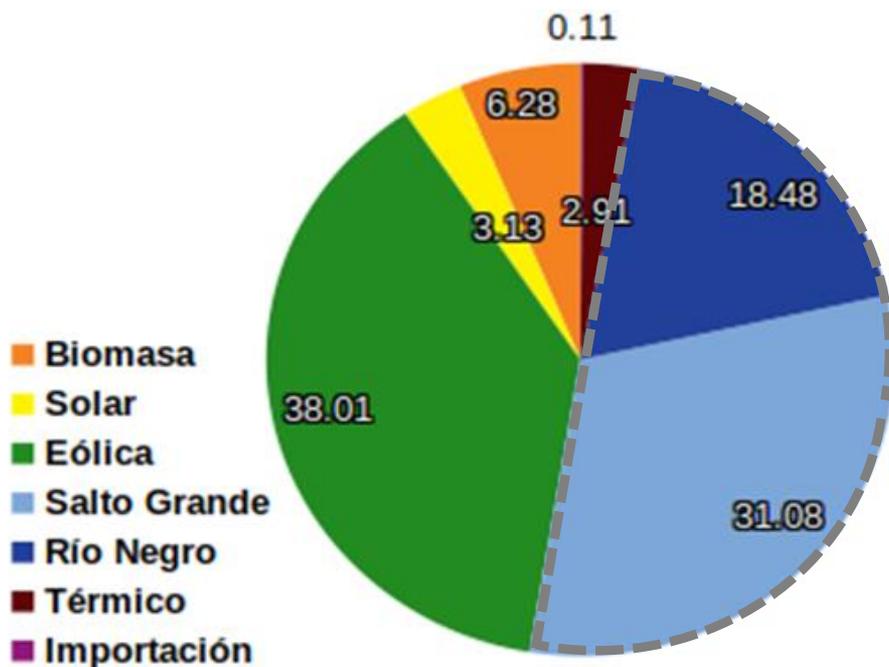
^a Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, FING, UdelaR, Uruguay

^b Administración del Mercado Eléctrico, Uruguay

INTRODUCCIÓN

Contexto

- ◆ Operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN).
- ◆ Alta participación de generación hidráulica.



Participación por fuente en la generación total del SIN durante el año 2018

Fuente	GWh	Participación de cada fuente en la generación total (%)
Hidráulica Río Negro	2.289	18,48
Hidráulica Salto Grande	3.849	31,08
Térmica	361	2,91
Eólica	4.708	38,01
Solar	388	3,13
Biomasa	778	6,28
Importación	14	0,11
TOTAL	12.386	100
Exportación	1.195	
Consumos de generación	47	
ABASTECIMIENTO DEMANDA NACIONAL	11.144	

INTRODUCCIÓN

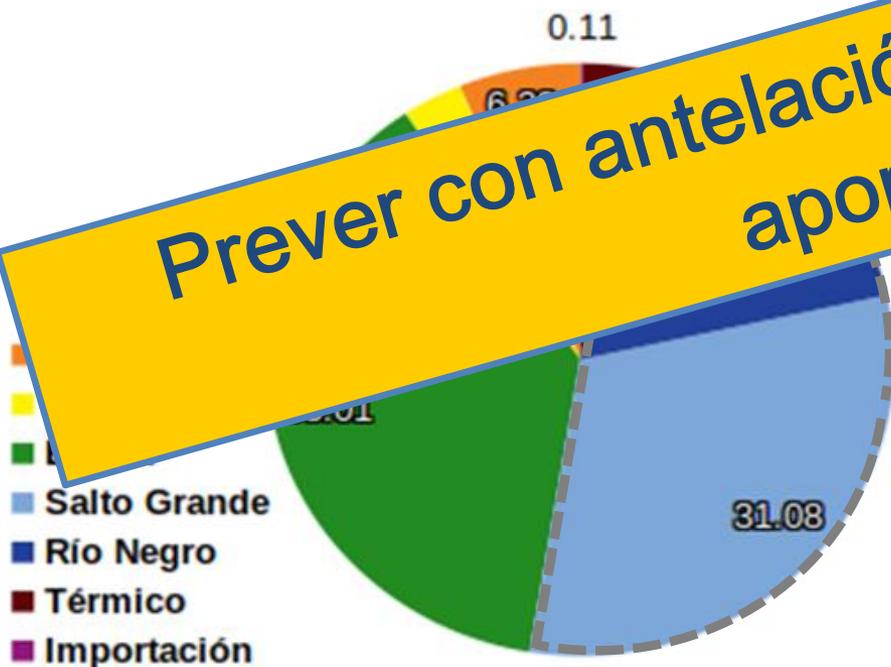
Contexto

- ◆ Operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN).
- ◆ Alta participación de generación hidráulica.

Participación por fuente en la generación total del SIN durante el año 2018

		31,08
		2,91
Eólica	4.708	38,01
Solar	388	3,13
Biomasa	778	6,28
Importación	14	0,11
TOTAL	12.386	100
Exportación	1.195	
Consumos de generación	47	
ABASTECIMIENTO	11.144	
DEMANDA NACIONAL		

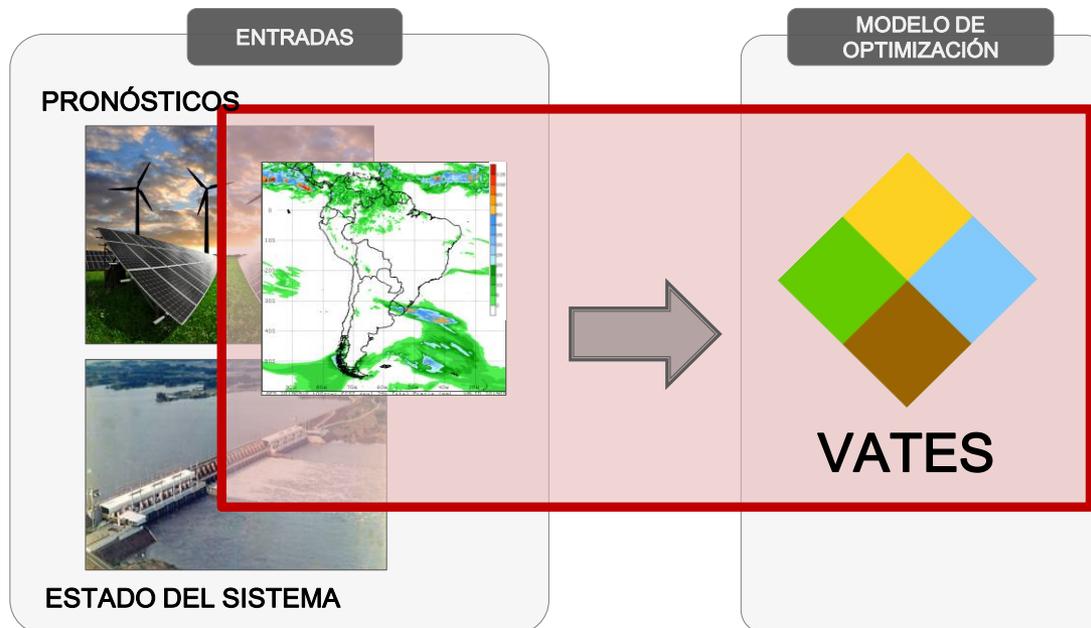
Prever con antelación los caudales de aportes.



INTRODUCCIÓN

Objetivo

- ◆ Ensembles de pronósticos de aportes, a partir de un ensemble de predicciones numéricas de precipitación.
- ◆ Asimilar ensembles de pronósticos a VATES.

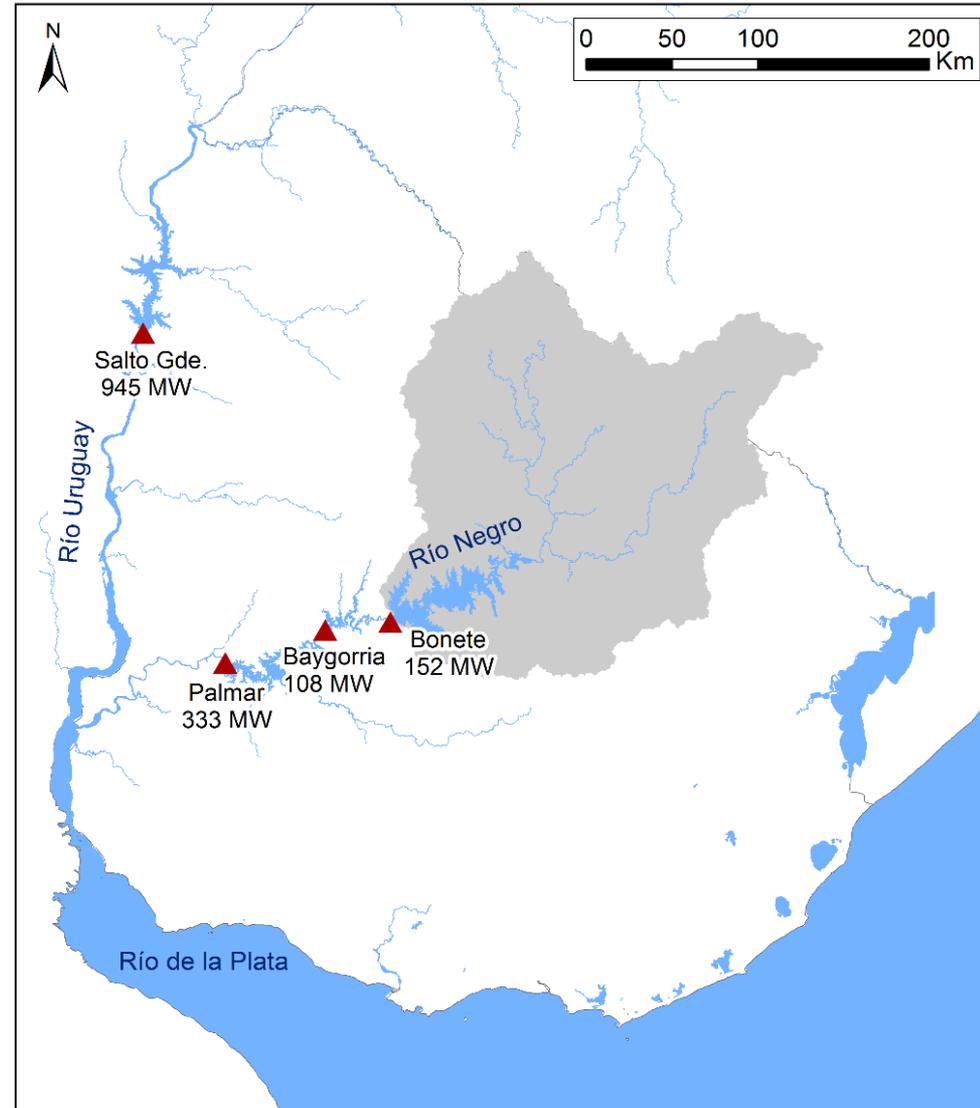


INTRODUCCIÓN

Objetivo

Caso de estudio: Rincón del Bonete

Parámetro	Valor
Potencia nominal (MW)	152
Volumen máximo (hm ³)	8800
Extensión superficial (km ²)	39.500
Longitud del cauce principal (km)	400
Desnivel geométrico (m)	320
Pendiente media (m/km)	0,8
Agua disponible ponderada (mm)	108



INTRODUCCIÓN

Objetivo

Caso de estudio: Rincón del Bonete

Parámetro	Valor
-----------	-------

Potencia nominal (MW)	152
-----------------------	-----

Volumen máximo (hm ³)	8800
-----------------------------------	------

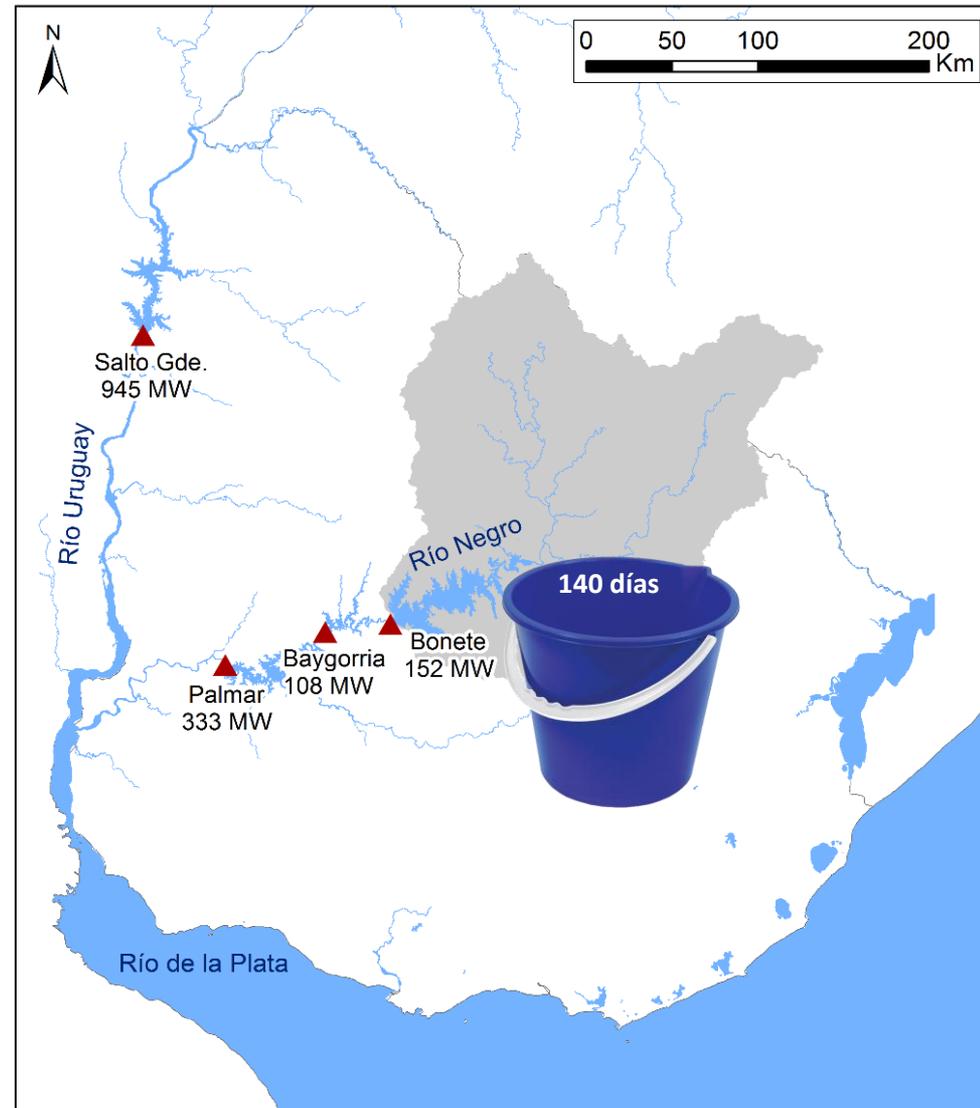
Extensión superficial (km ²)	39.500
--	--------

Longitud del cauce principal (km)	400
-----------------------------------	-----

Desnivel geométrico (m)	320
-------------------------	-----

Pendiente media (m/km)	0,8
------------------------	-----

Agua disponible ponderada (mm)	108
--------------------------------	-----



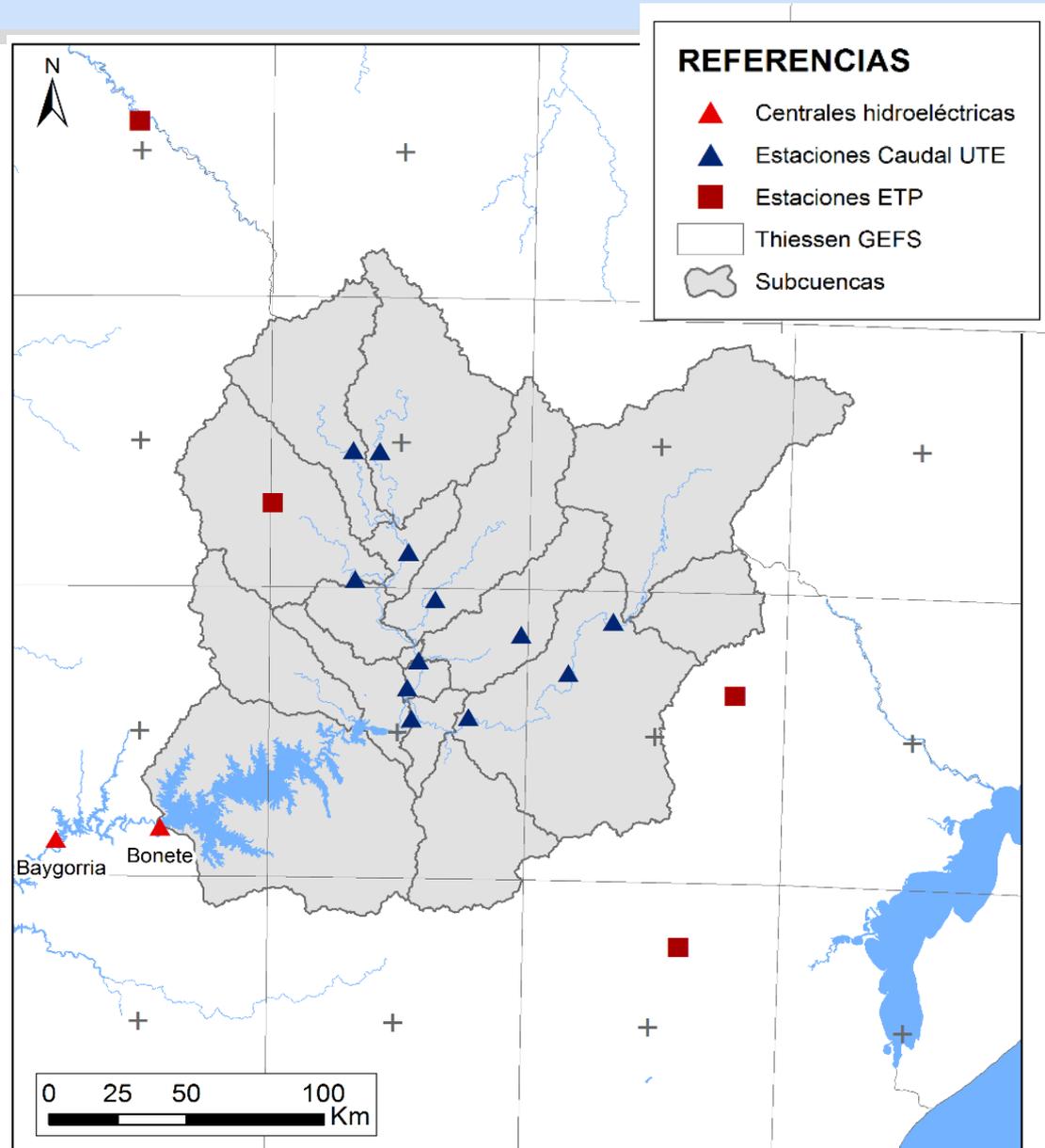
MODELACIÓN HIDROLÓGICA

◆ **Modelo GR4J:**
Humedad del suelo (4
parámetros).

Precipitación y ETP.

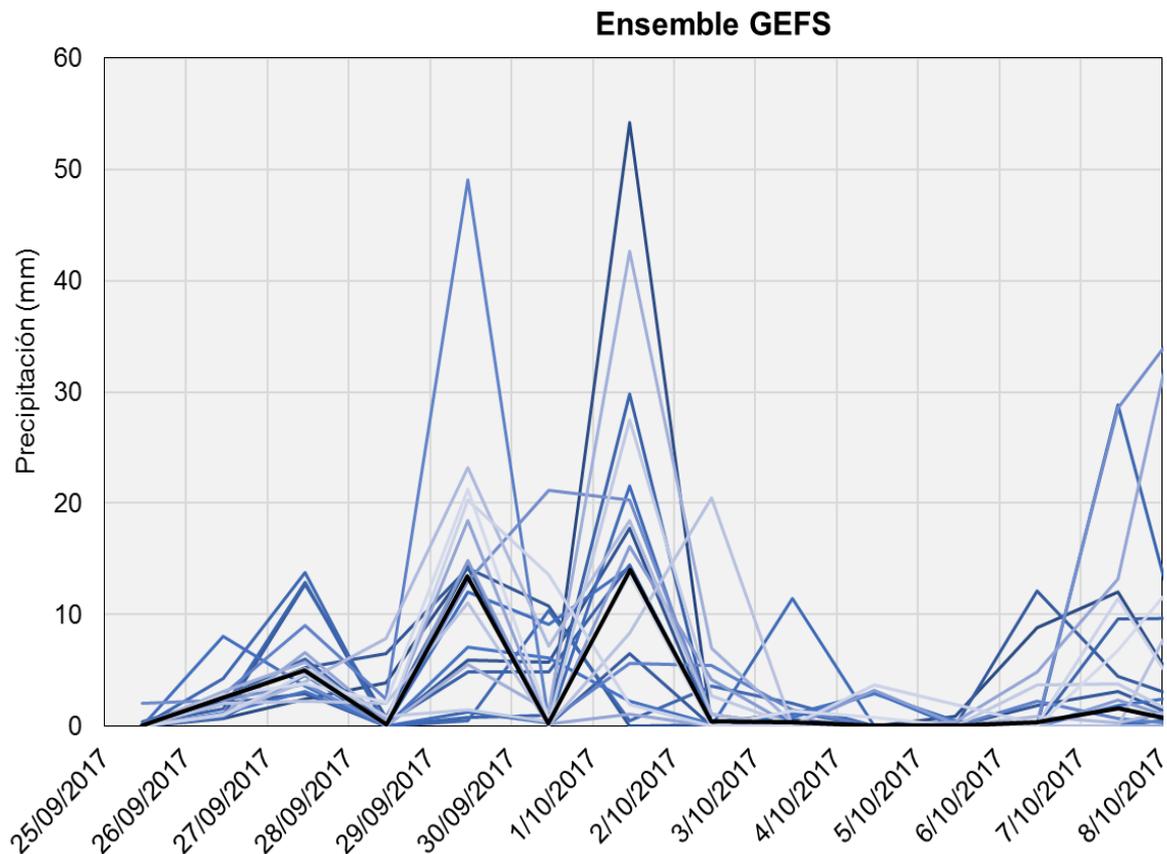
◆ **Muskingum**

Tránsito hidrológico

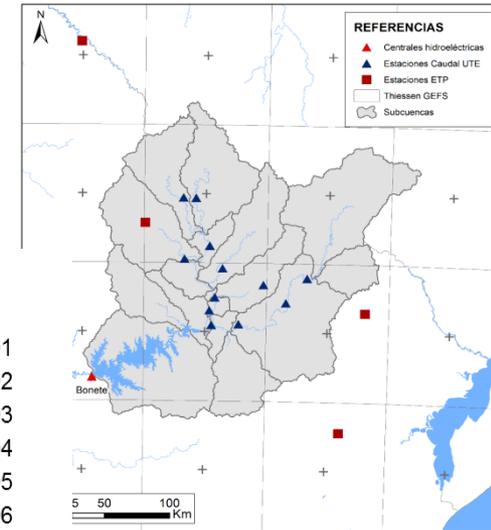


MODELACIÓN HIDROLÓGICA

Modelo GR4J: Precipitación



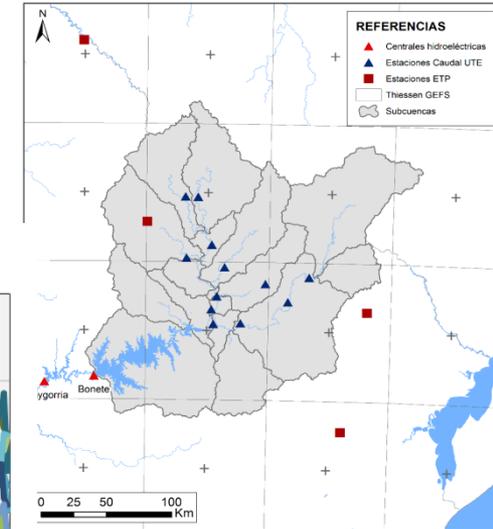
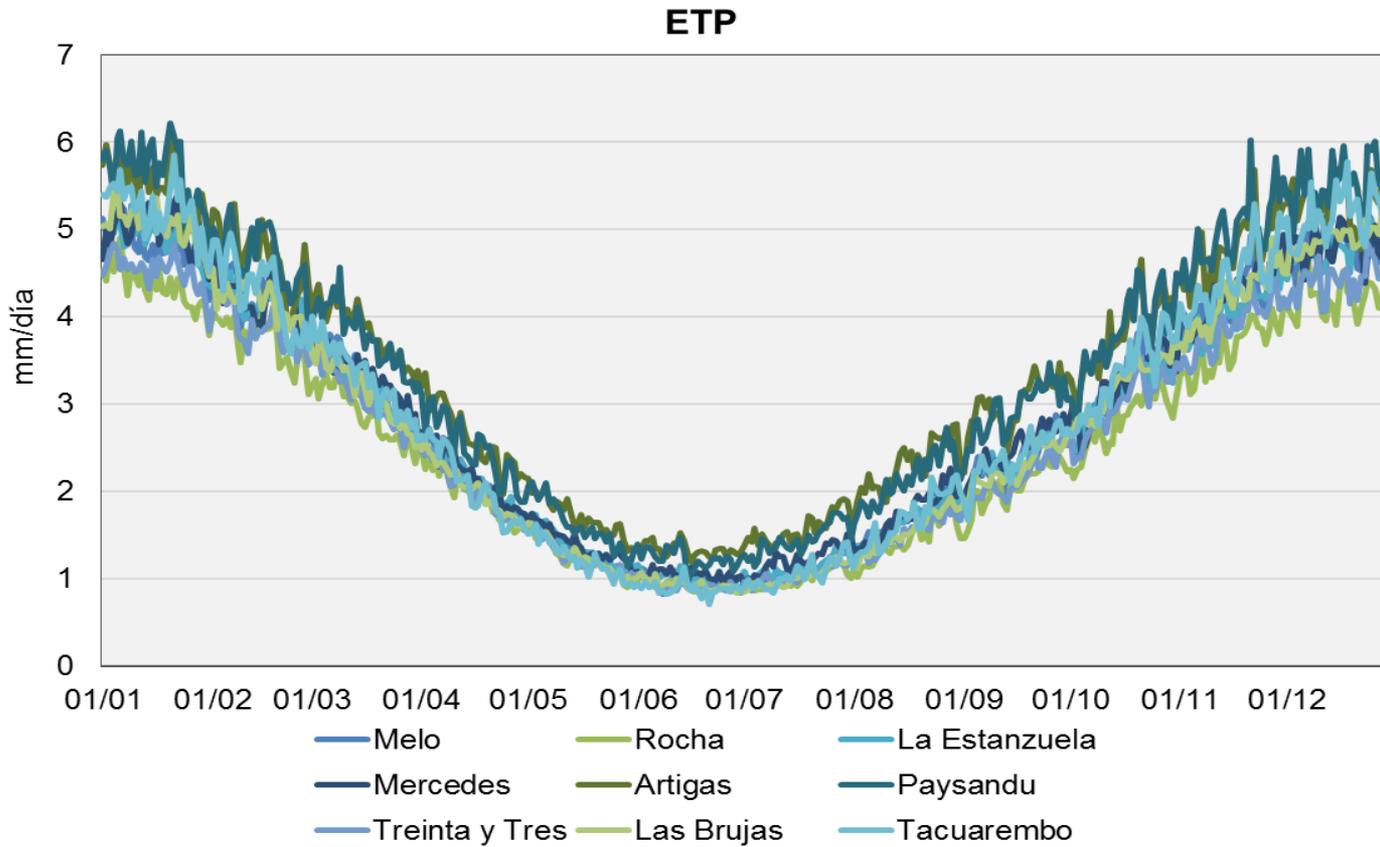
- member_001
- member_002
- member_003
- member_004
- member_005
- member_006
- member_007
- member_008
- member_009
- member_010
- member_011
- member_012
- member_013
- member_014
- member_015
- member_016
- member_017
- member_018
- member_019
- member_020
- cntl



MODELACIÓN HIDROLÓGICA

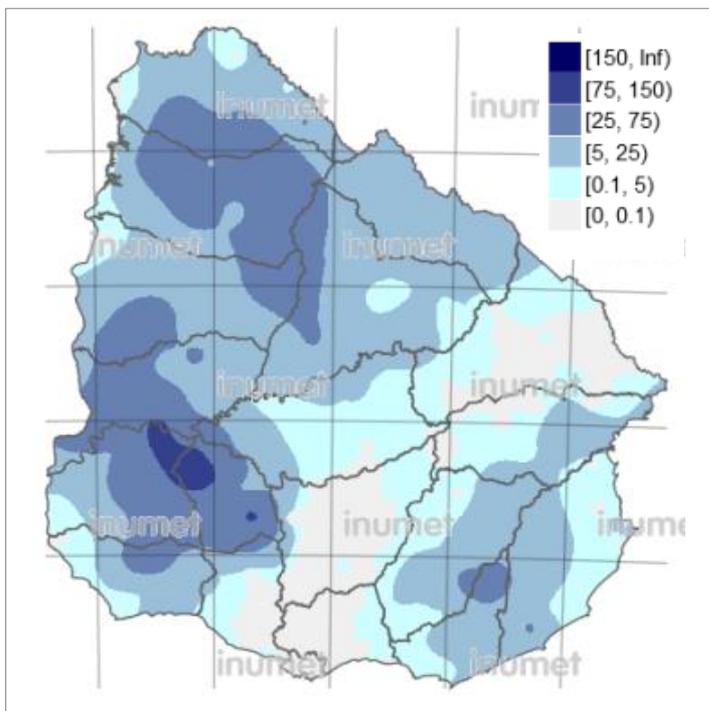
Modelo GR4J:

Evapotranspiración Potencial

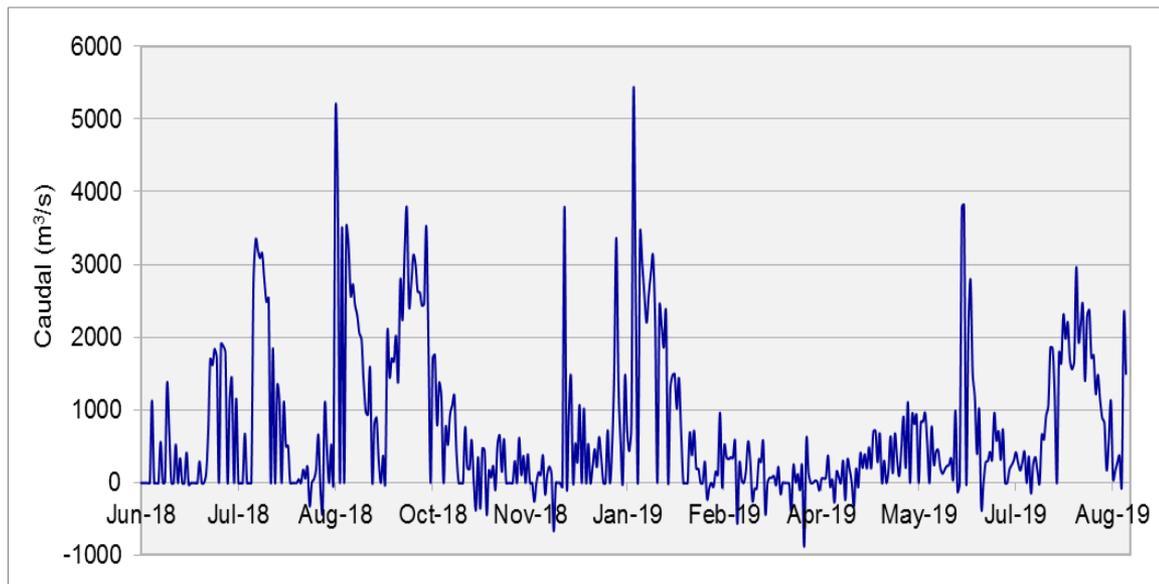


INFORMACIÓN EMPLEADA

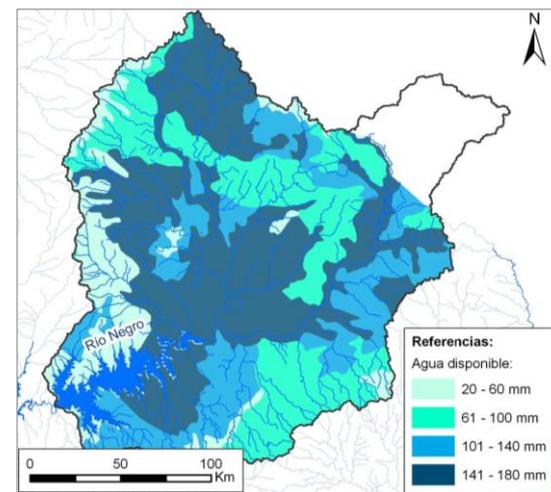
Registro de Lluvias (1):
Mapa Pluviométrico de INUMET



Aportes teóricos registrados por UTE (2)



Capacidad de almacenamiento de agua del suelo (3).



(1) Pronósticos ajustados al Boletín Pluviométrico de INUMET.

(2) Medida indirecta en base nivel de cota.

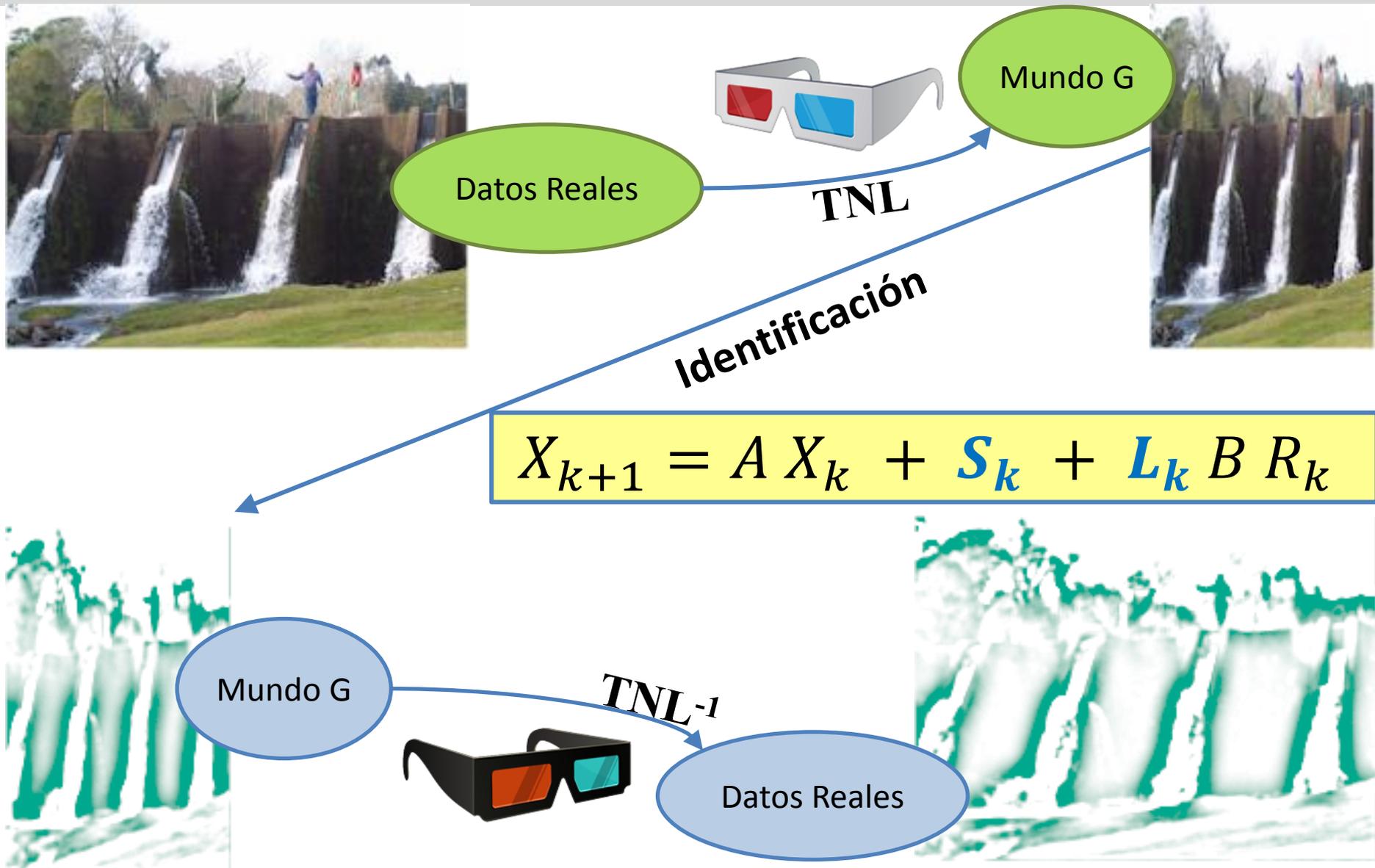
(3) Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay.

INFORMACIÓN EMPLEADA

Parámetros del modelo GR4J+Muskingum.

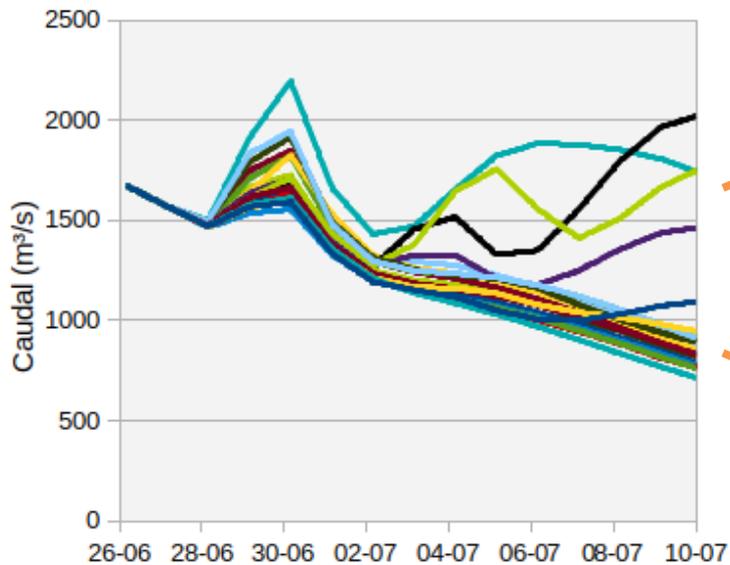
Parámetro	Descripción del parámetro	Valor
X_1	Capacidad máxima del reservorio de producción	AD (mm)
X_2	Coefficiente de intercambio con el agua subterránea	0 mm
X_3	Capacidad máxima del reservorio de tránsito	42,4 mm
X_4	Tiempo base del hidrograma unitario	2,4 días
X	Factor de ponderación	0,20
K	Tiempo medio de tránsito de una onda de creciente	2 días

ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

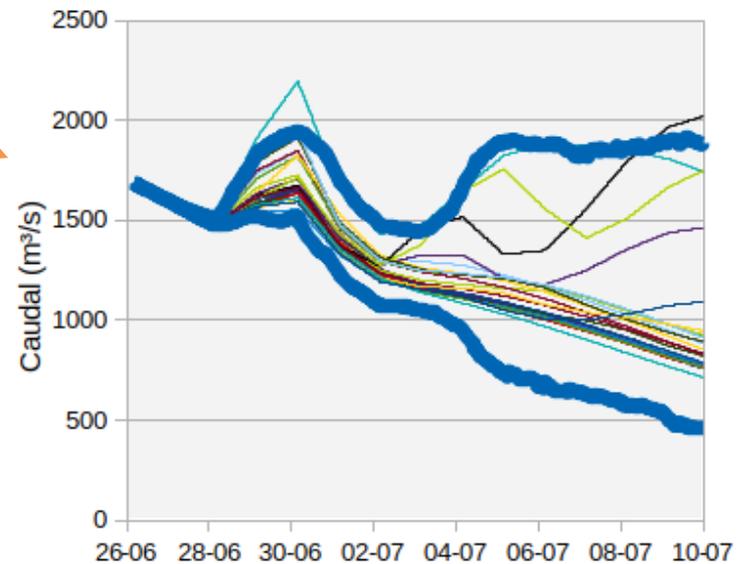
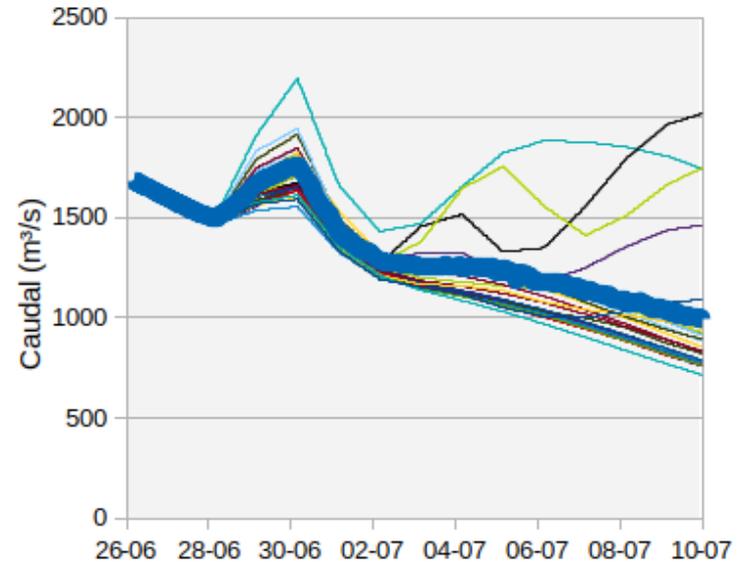


ACOPLE DE ENSEMBLE A FUENTE CEGH

Sesgos: valor esperado.

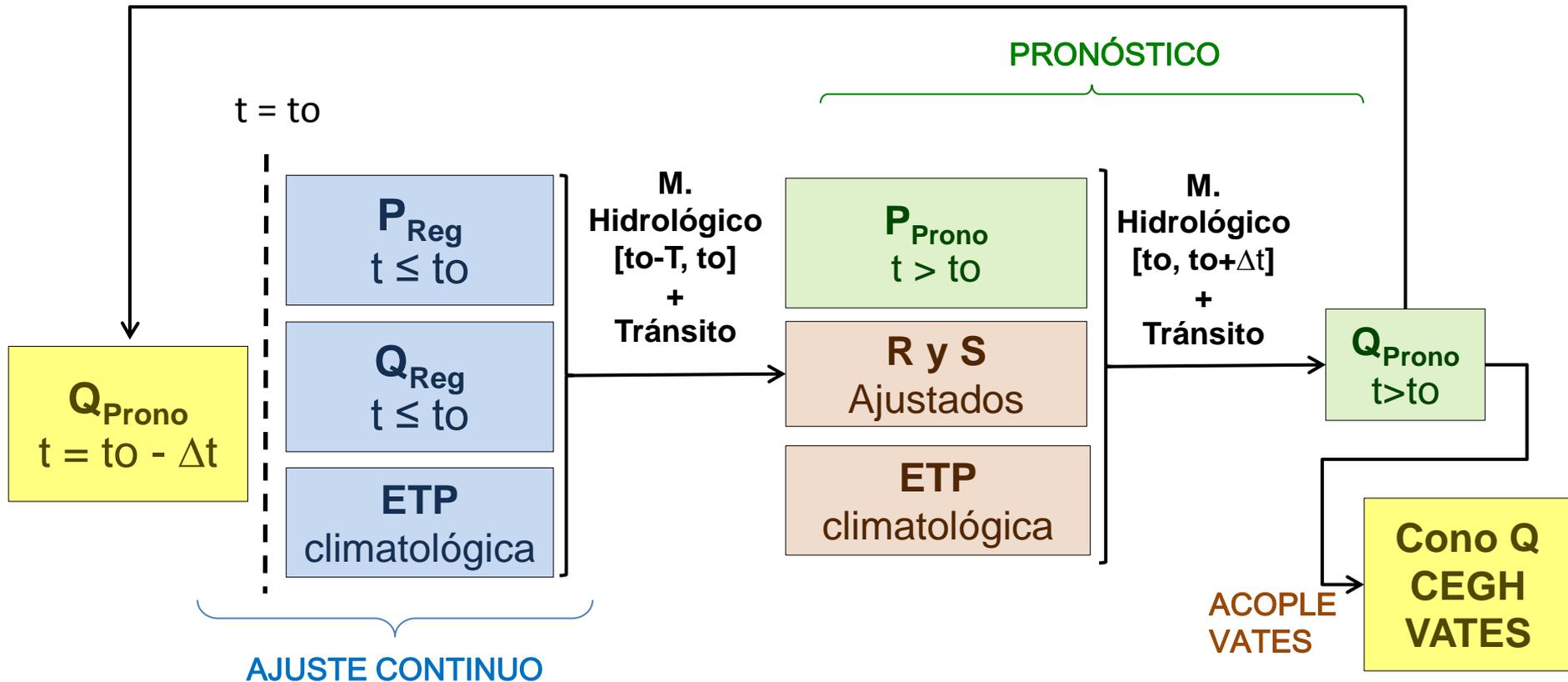


Atenuadores: dispersión



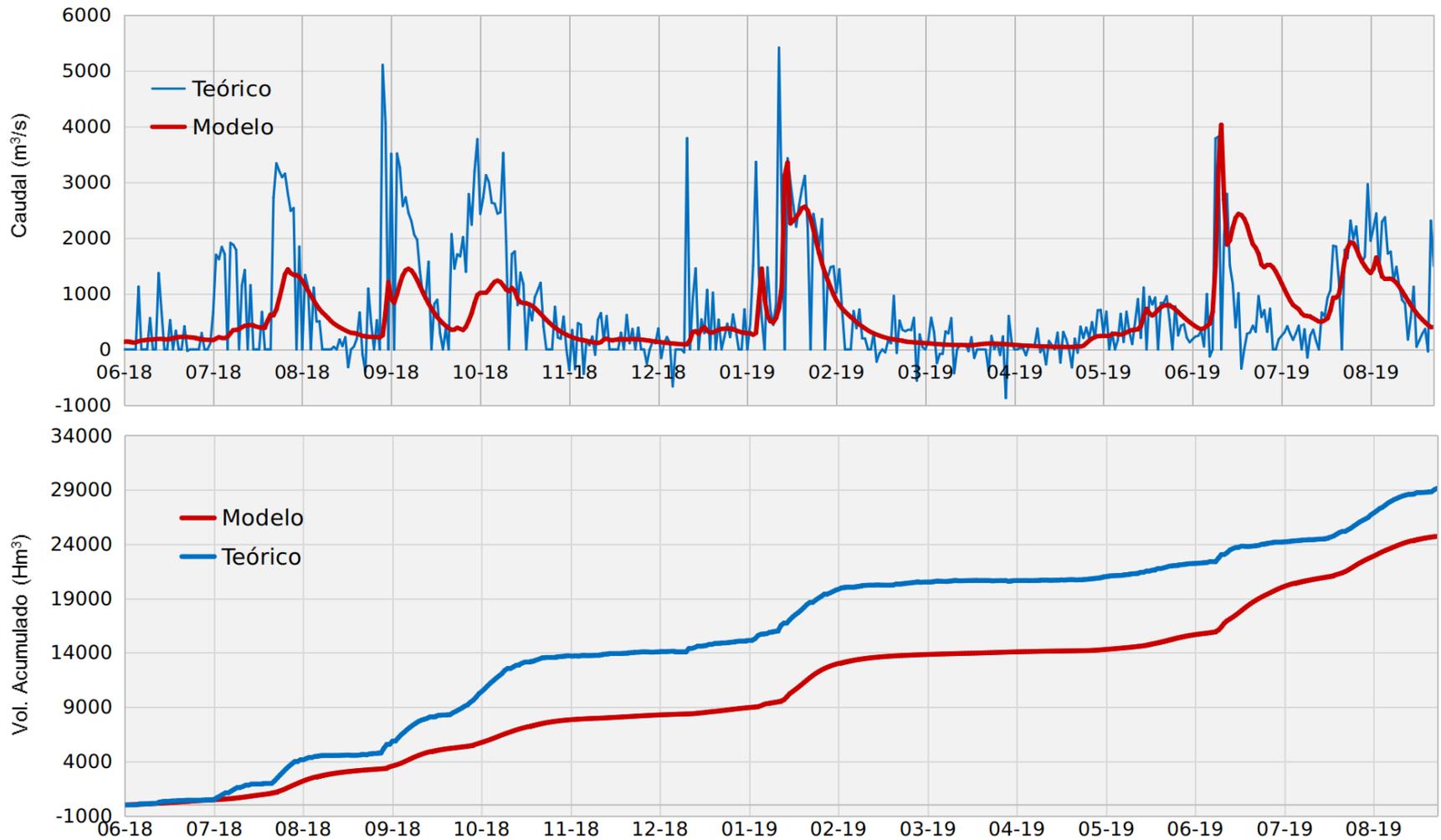
PROCESO DE AJUSTE

- ◆ Ajuste en las subcuencas y días con datos medidos (P_r y Q_r).
- ◆ Error relativo del caudal simulado (Q_p vs Q_r)
- ◆ Los reservorios (R y S).



RESULTADOS EN MODO DIAGNÓSTICO

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.



RESULTADOS EN MODO DIAGNÓSTICO

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.

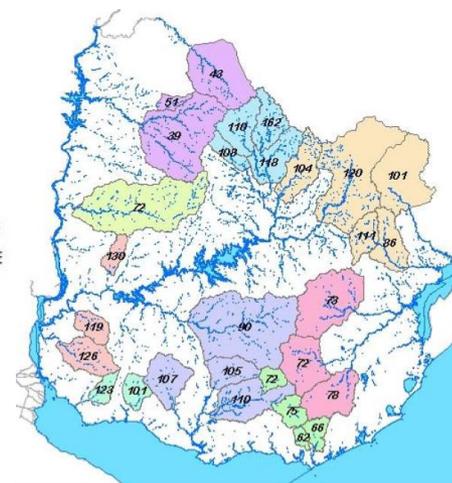
Fuente	Precipitación acumulada (Hm ³)	Vol. escurrido acumulado (Hm ³)	Coefficiente de escorrentía C = Esc/P (*)	Coefficiente de Nash–Sutcliffe NSE	Coefficiente R ²
Modelo	60.900	24.750 (Dif = -15%)	0,41	0,30 (diario) 0,47 (semanal)	0,57 (diario) 0,70 (semanal)
Teórico	60.900	29.150	0,48		

(*) Resumen de valores regionalizados de C para las cuencas aforadas (período 1980-2004). Fuente: DINAGUA, 2012.

Región	Anual	Abr-Jul	Ago-Nov	Dic-Mar
LITORAL NORTE	0.35	0.49	0.32	0.16
CENTRO NORTE	0.38	0.52	0.33	0.20
NORESTE	0.43	0.54	0.45	0.20
LITORAL SUR	0.31	0.40	0.33	0.19
SUROESTE	0.21	0.26	0.23	0.10
CENTRO SUR	0.34	0.41	0.37	0.13
CENTRO ESTE	0.37	0.47	0.40	0.15
ESTE	0.41	0.46	0.51	0.18
SURESTE	0.35	0.40	0.41	0.15
PROMEDIO	0.37	0.46	0.39	0.16

REGIONES

- LITORAL NORTE
- CENTRO NORTE
- NORESTE
- LITORAL SUR
- SUROESTE
- CENTRO SUR
- CENTRO ESTE
- ESTE
- SURESTE



RESULTADOS EN MODO DIAGNÓSTICO

Simulación para el período junio 2018 a agosto 2019 a partir de la corrida de control del GEFS corregida por el boletín pluviométrico de INUMET.

Fuente	Precipitación acumulada (Hm ³)	Vol. escurrido acumulado (Hm ³)	Coefficiente de escorrentía C = Esc/P (*)	Coefficiente de Nash-Sutcliffe NSE	Coefficiente R ²
Modelo	60.900	24.750 (Dif = -15%)	0,41		0,57
Teórico	60.900	29.150	0,48		

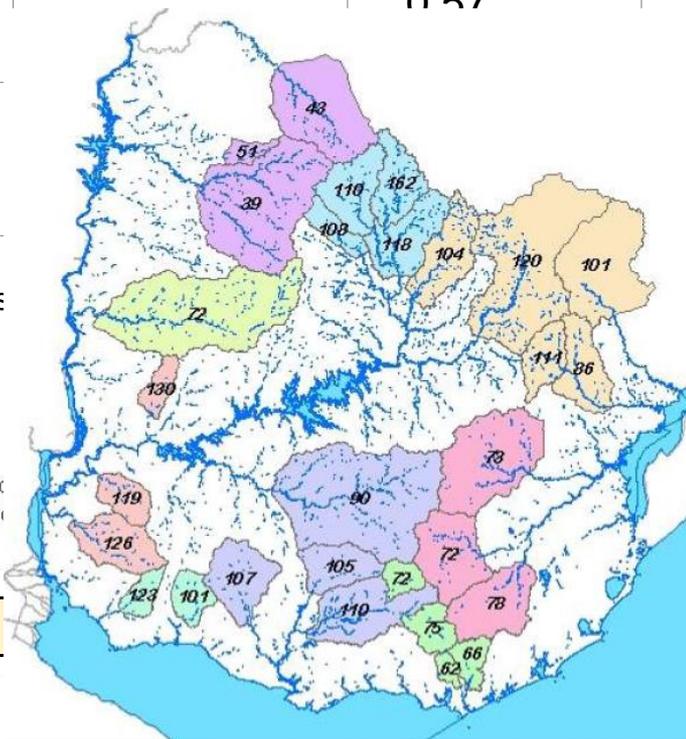
(*) Resumen de valores regionalizados de C para las cuencas aforadas (período 1980-2004). Fuente: DINAGUA, 2012.

Región	Anual	Abr-Jul	Ago-Nov	Dic-Mar
LITORAL NORTE	0.35	0.49	0.32	0.16
CENTRO NORTE	0.38	0.52	0.33	0.20
NORESTE	0.43	0.54	0.45	0.20
LITORAL SUR	0.31	0.40	0.33	0.19
SUROESTE	0.21	0.26	0.23	0.10

CENTRO SUR	0.34	0.41	0.37	0.15
CENTRO ESTE	0.37	0.47	0.40	0.15
SURESTE	0.35	0.40	0.41	0.15
PROMEDIO	0.37	0.46	0.39	0.16

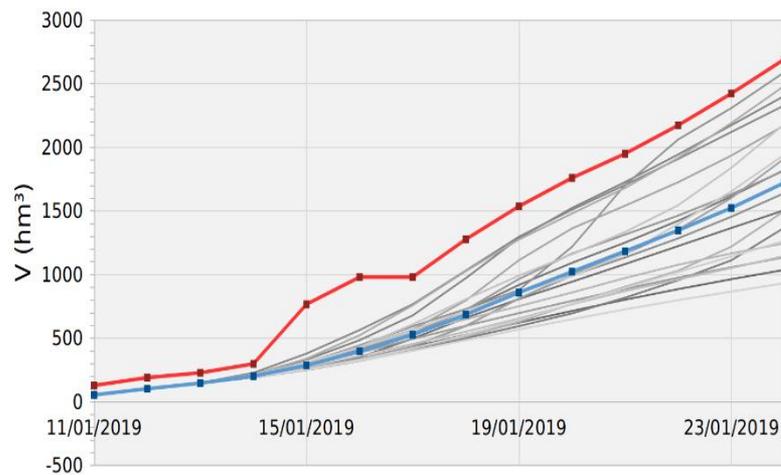
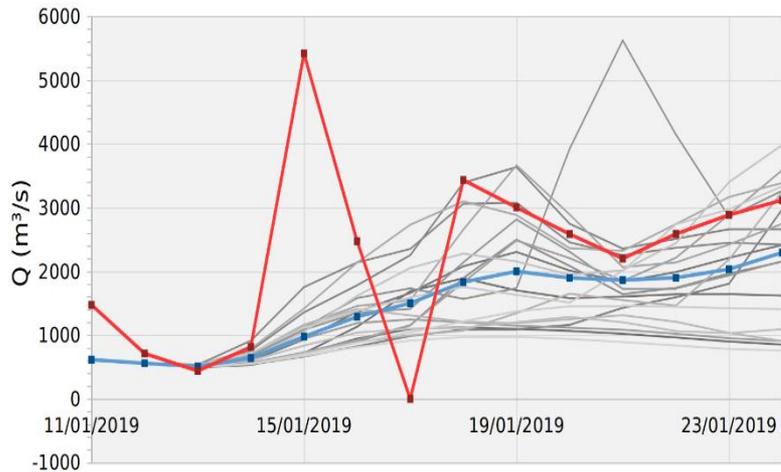
REGIONES

 LITORAL NC
 CENTRO NI
 NORESTE
 SUROESTE
 ESTE
 SURESTE

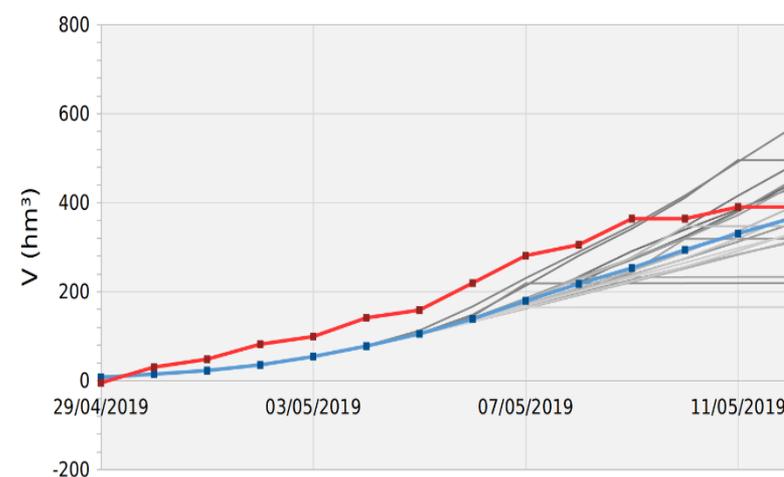
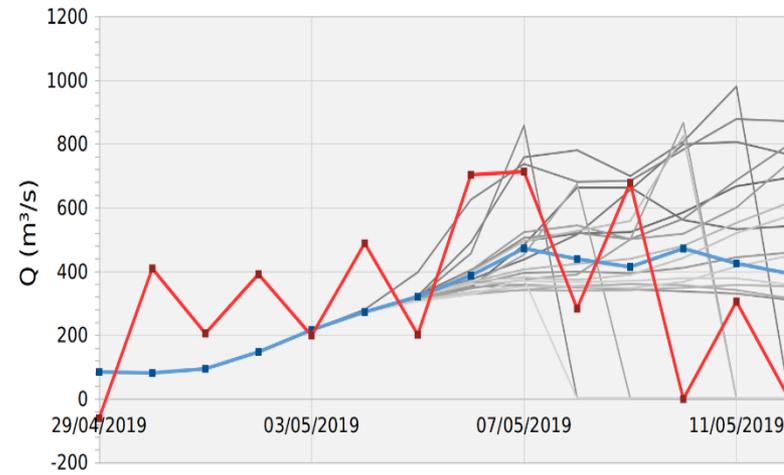


RESULTADOS EN MODO PRONÓSTICO

Simulación iniciada el 11/01/2019



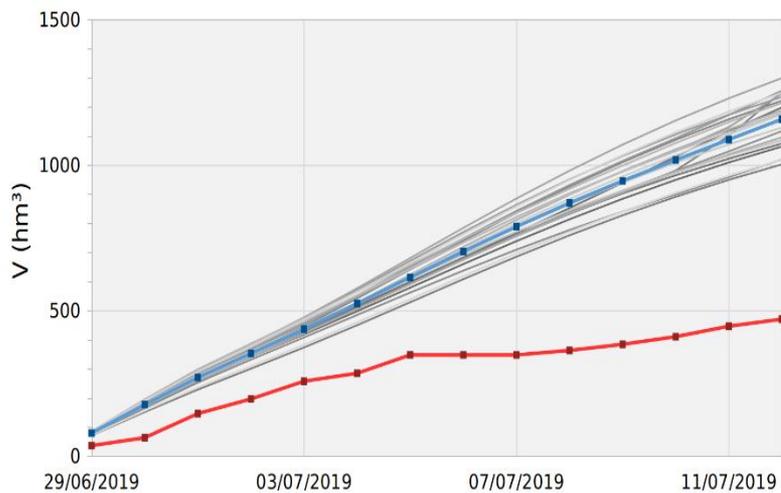
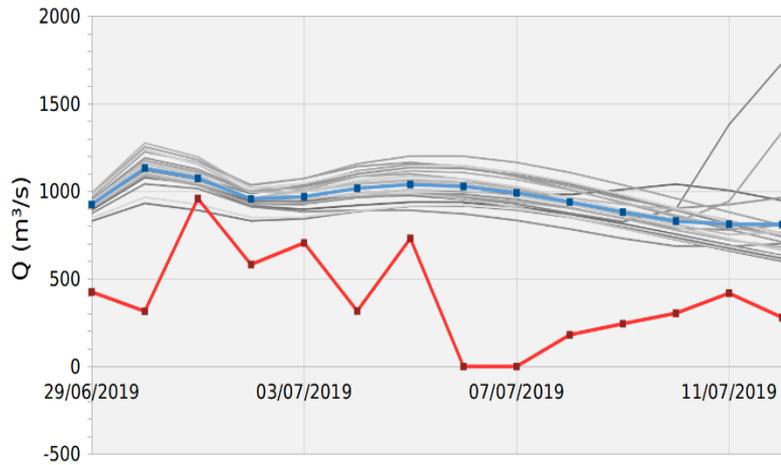
Simulación iniciada el 29/04/2019



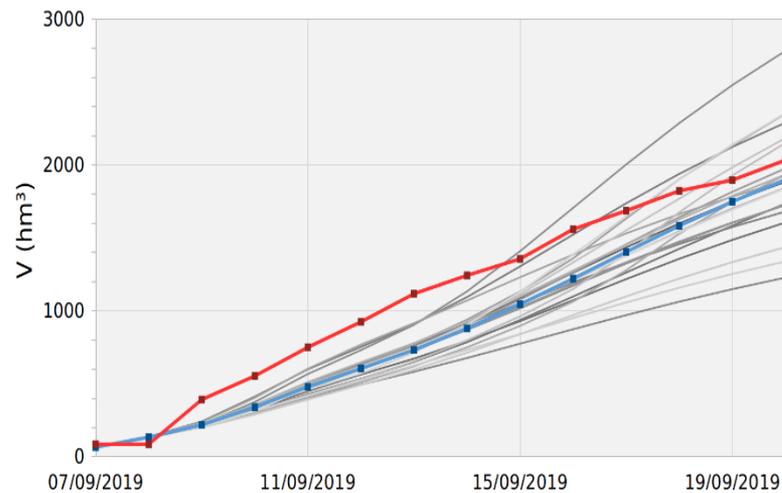
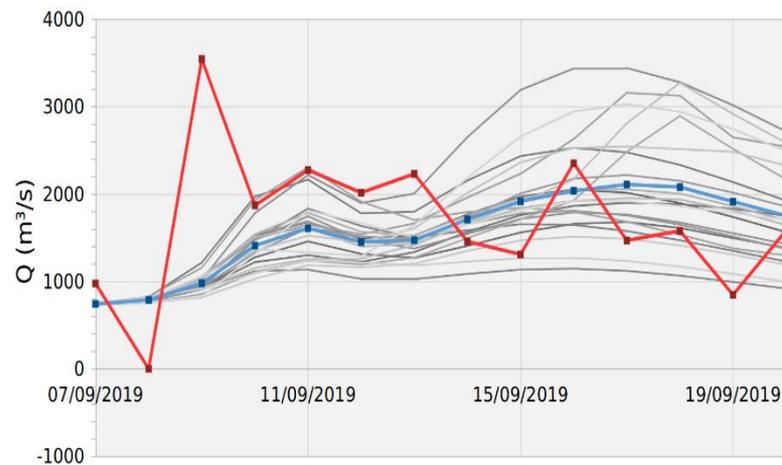
- member_1
- member_2
- member_3
- member_4
- member_5
- member_6
- member_7
- member_8
- member_9
- member_10
- member_11
- member_12
- member_13
- member_14
- member_15
- member_16
- member_17
- member_18
- member_19
- member_20
- Prom GEFS
- Teorico

RESULTADOS EN MODO PRONÓSTICO

Simulación iniciada el 29/06/2019



Simulación iniciada el 07/09/2019



- member_1
- member_2
- member_3
- member_4
- member_5
- member_6
- member_7
- member_8
- member_9
- member_10
- member_11
- member_12
- member_13
- member_14
- member_15
- member_16
- member_17
- member_18
- member_19
- member_20
- Prom GEFS
- Teorico

CONCLUSIONES

- ◆ **Modelado hidrológico aceptado para Rincón del Bonete**
- ◆ **Metodología para la generación y acople dentro del SimSEE y VATES de ensembles de pronósticos**
- ◆ **Suficientemente general y flexible para incorporar otras fuentes de pronóstico**
- ◆ **Se incorporaron ensembles de pronosticos con variabilidad para todas las centrales del Río Negro y para Salto Grande**

PASOS FUTUROS

- ◆ **Mejora en la estimación de la precipitación histórica** a partir de la combinación de observaciones en superficie y estimaciones satelitales de precipitación.
- ◆ **Optimización del modelo** a partir de la mejor estimación de la precipitación histórica.
- ◆ **Implementación en modo operativo del ajuste en tiempo real** en base a registros de precipitación y caudal.

Aplicaciones de las mejoras del modelo CEGH a otros tipos de generadores.

¡MUCHAS GRACIAS!