

Modelación hidrológica agregada y distribuida - experiencias en la U.T.N., Facultad Regional Córdoba

Eliana Jorquera, Juan F. Weber, Pablo T. Stehli

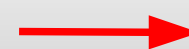
Introducción

■ Esquema de la presentación y motivación

Modelación Matemática de Sistemas y Procesos Hidrológicos	Modelación Agregada	Modelo CONTINUO
		Modelo MIXTO
	Modelación Distribuida	Implementación del modelo TREX
		Desarrollo de un modelo distribuido e integrado
	Evaluación del Impacto producido por Incendios	Modelación distribuida: caudales de crecidas, en la producción de sedimentos y erosión superficial.
		Modelo CONTINUO: inferir el cambio en la recurrencia en los caudales de estiaje.



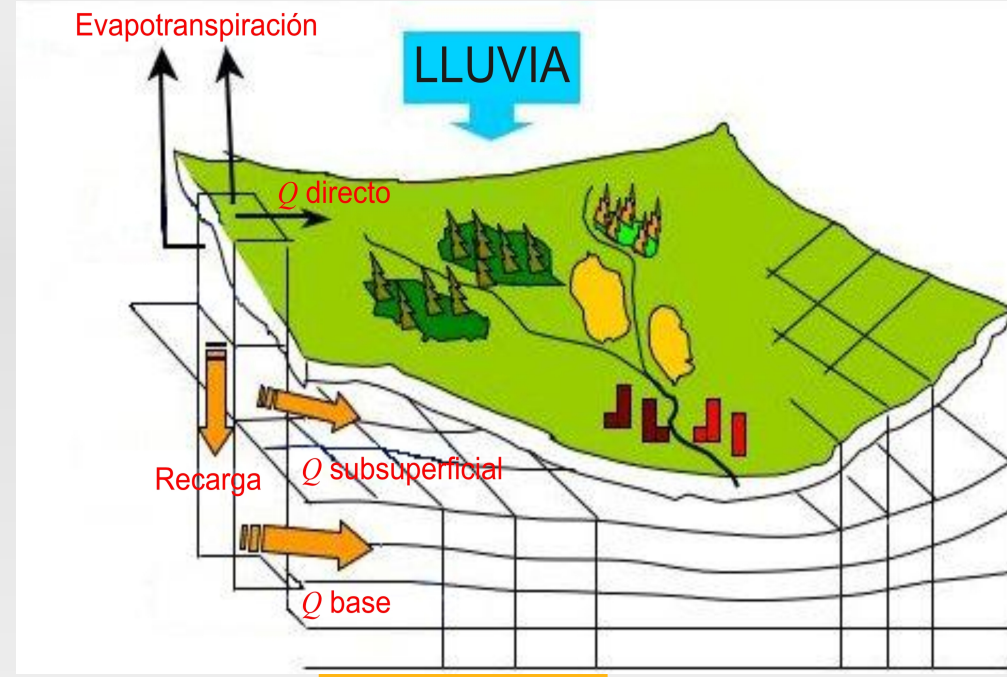
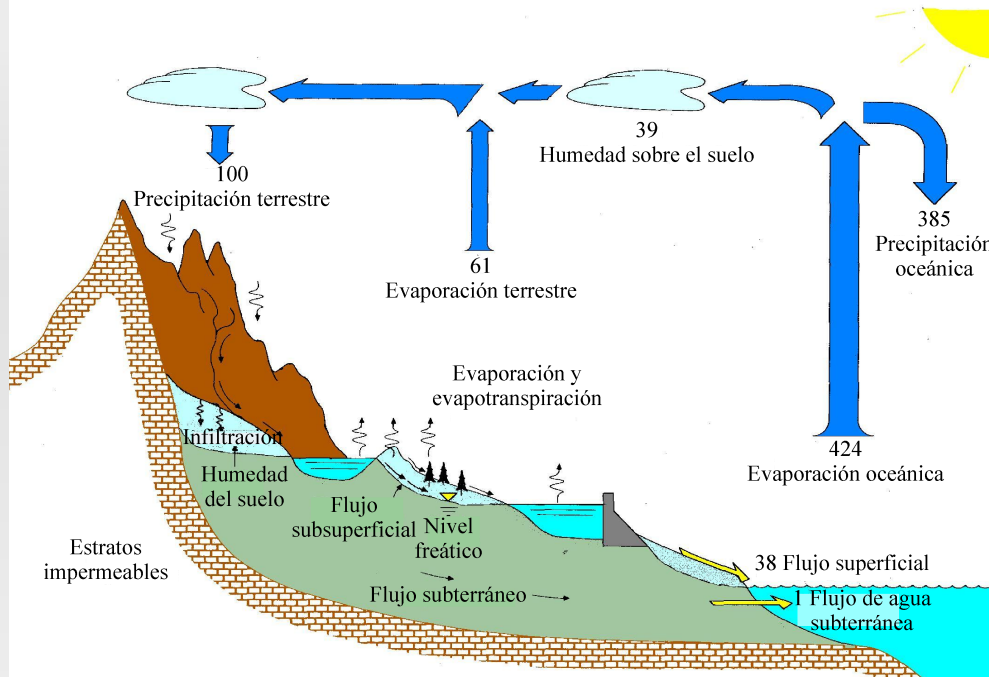
CONOCIMIENTO de procesos hidrológicos



Modelación hidrológica

Introducción

■ Modelación hidrológica



Fenómenos
hidrológicos

Complejos

Representación Simplificada

Concepto de Sistema

Físicos o materiales

Modelo: *aproximación* al sistema real

Matemáticos o formales



Modelación hidrológica agregada

Modelo Hidrológico Continuo

Cuenca del río de La Suela

Mediciones Sistemáticas de Alta Calidad

Cuenca del río San Antonio



Información histórica



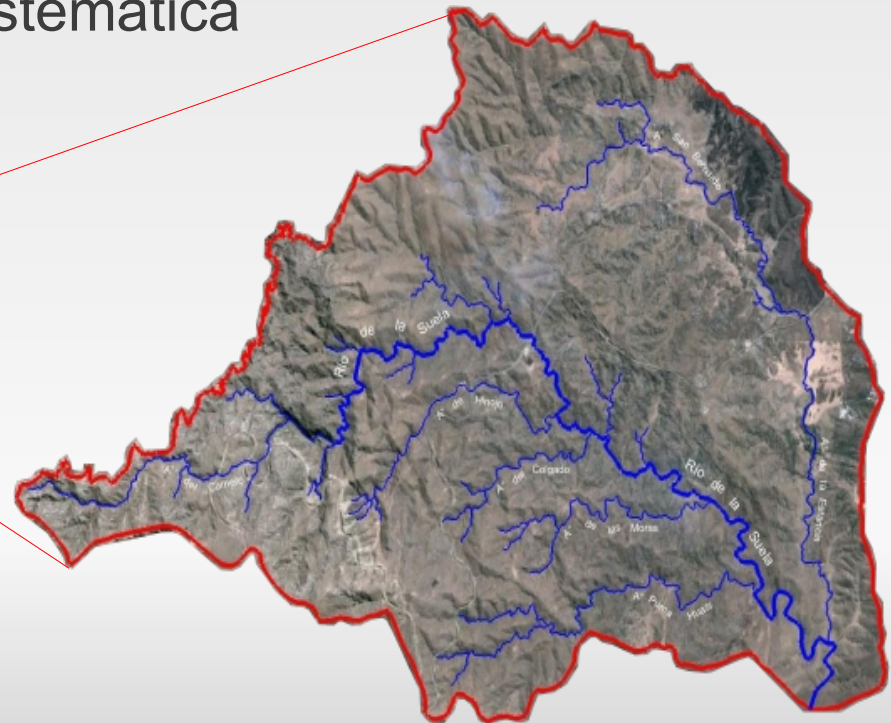
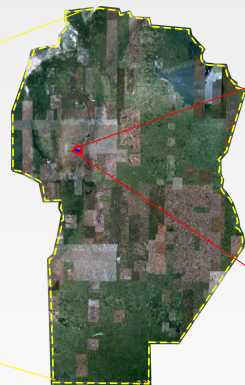
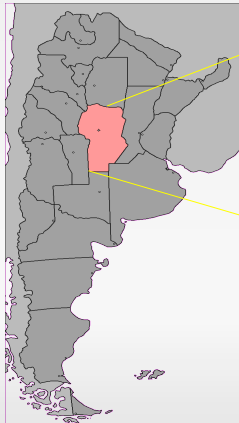
Sistema Telemétrico a tiempo real



Cuencas piloto-representativas

- Equipamiento instrumental
- Medición sistemática

Ubicación geográfica



Modelación hidrológica agregada

- Instrumentación histórica y caracterización de la cuenca



Modelación hidrológica agregada

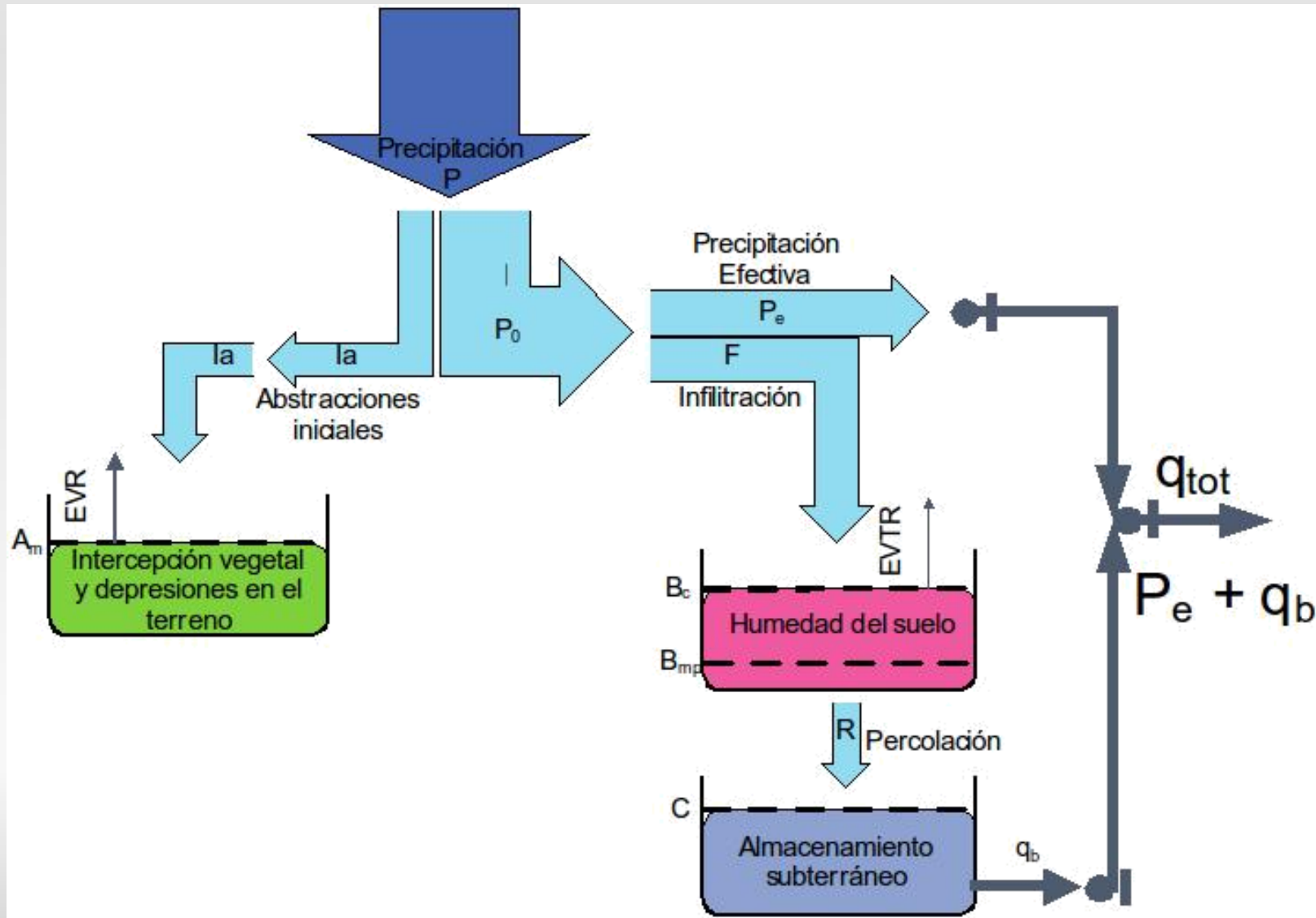
- Modelo CONTINUO – Esquema conceptual

Modelo agregado

Tipo Conceptual

Simulación diaria

$$P = Q + EV + EVT \pm \Delta alm$$

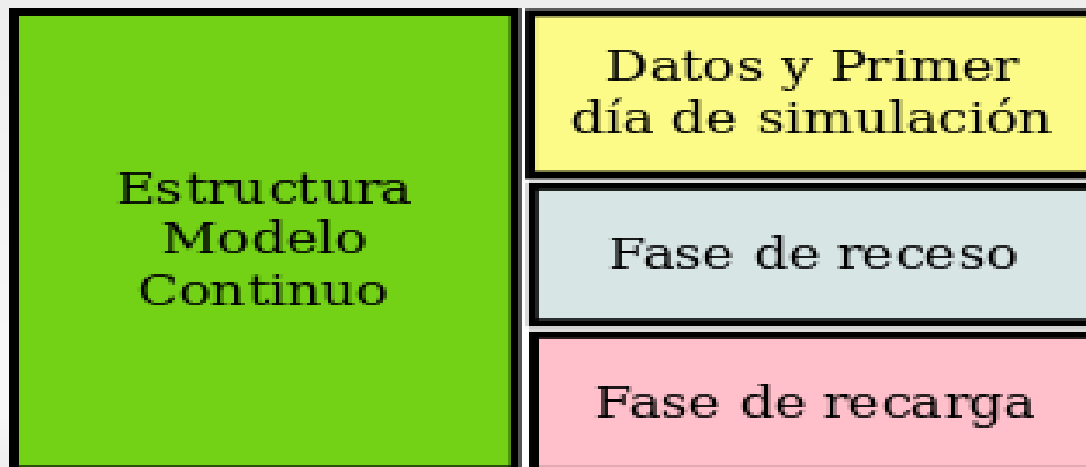


Modelación hidrológica agregada

- Parámetros del modelo continuo

Parámetro	Denominación	Unidades
Almacenamiento máximo en el reservorio A	A_m	mm
Retención potencial en capacidad de campo	S_c	mm
Retención potencial en marchitez permanente	S_{mp}	mm
Volumen de vacíos por unidad de área	V_v	mm
Parámetro de curva de recesión exponencial negativa	K	adimensional

- Programación del algoritmo

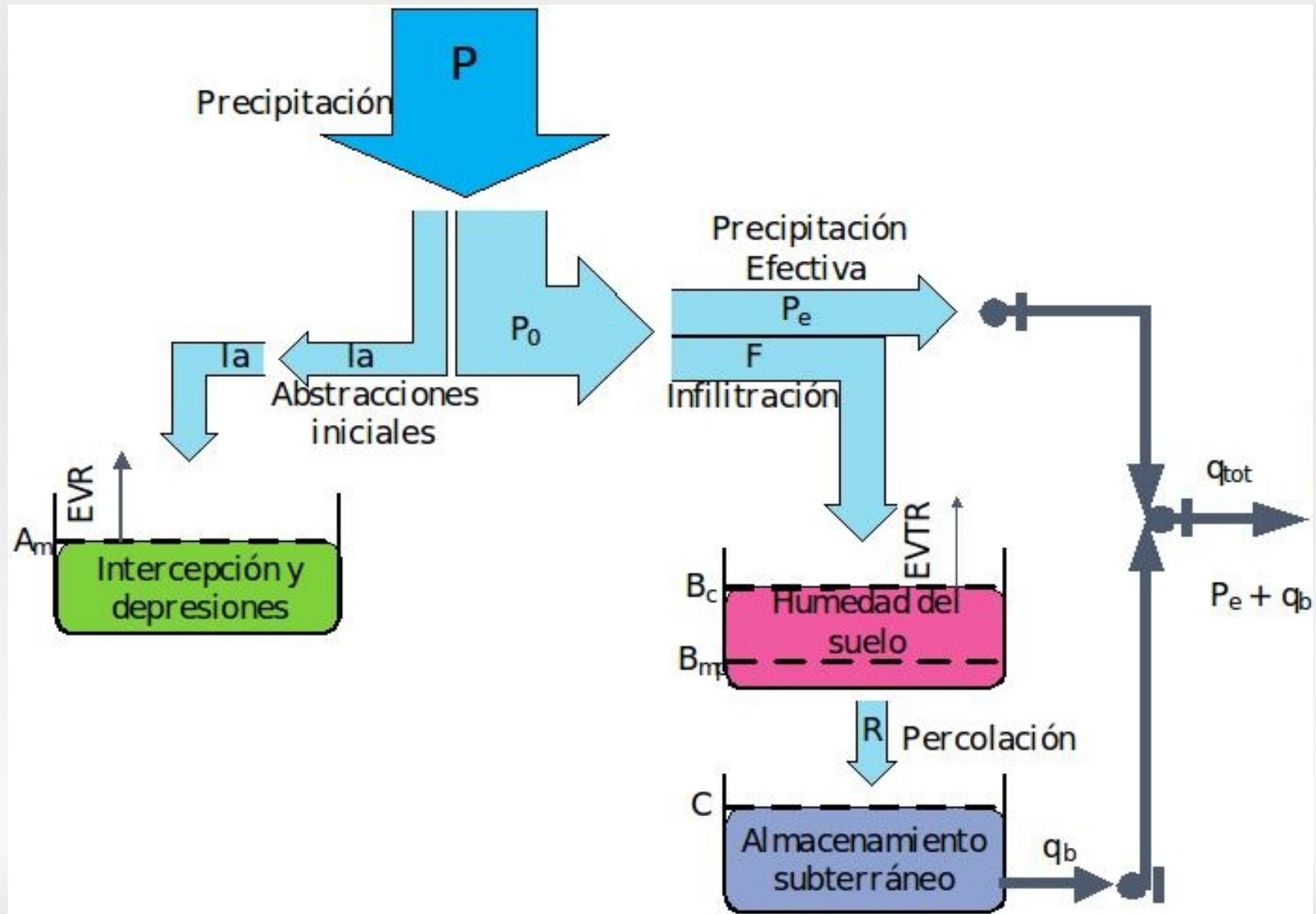


Lenguaje de Programación

GNU Octave

Modelación hidrológica agregada

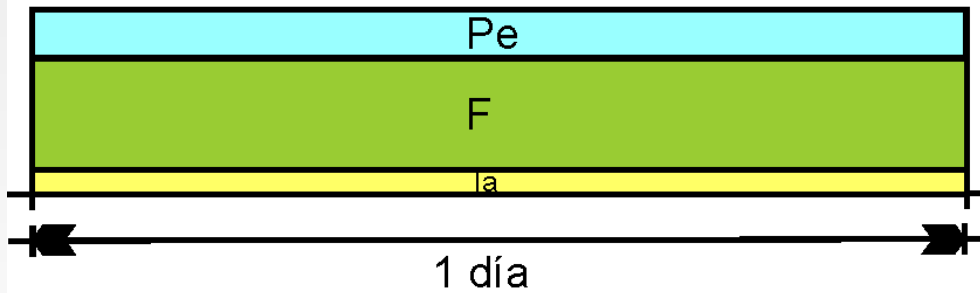
- Modelo MIXTO – Esquema conceptual



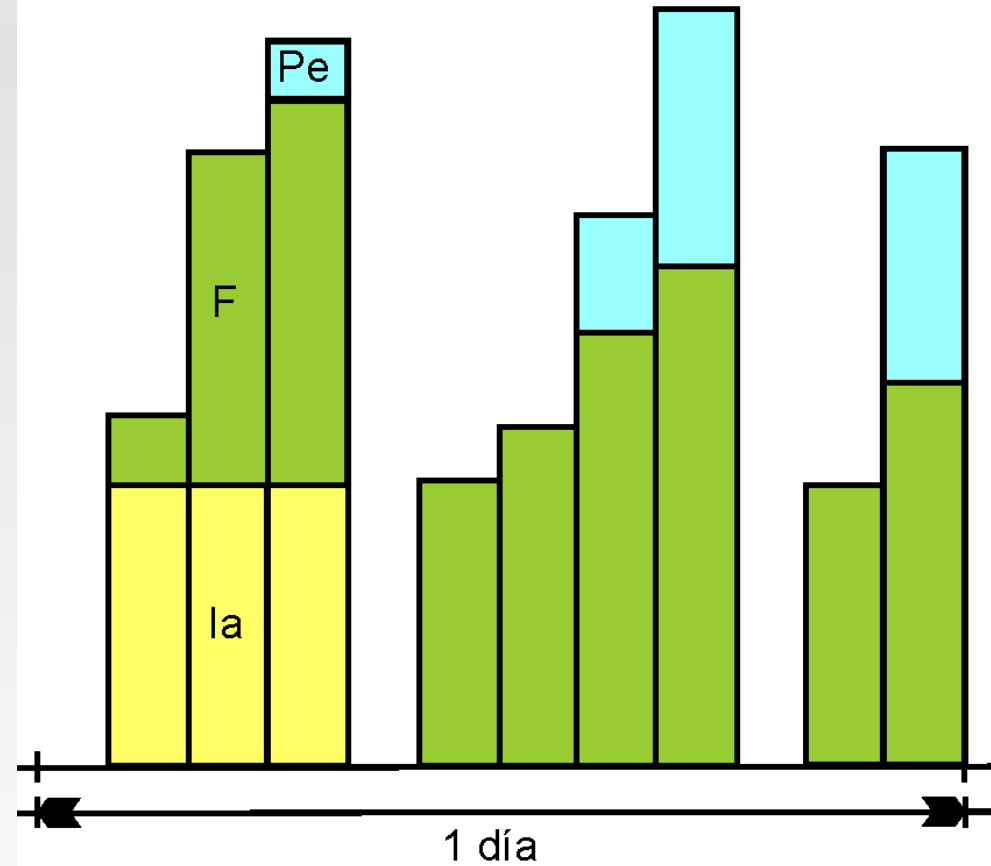
Modelación hidrológica agregada

- Modelo de pérdidas: distribución temporal de las abstracciones

MODELO CONTINUO



MODELO MIXTO

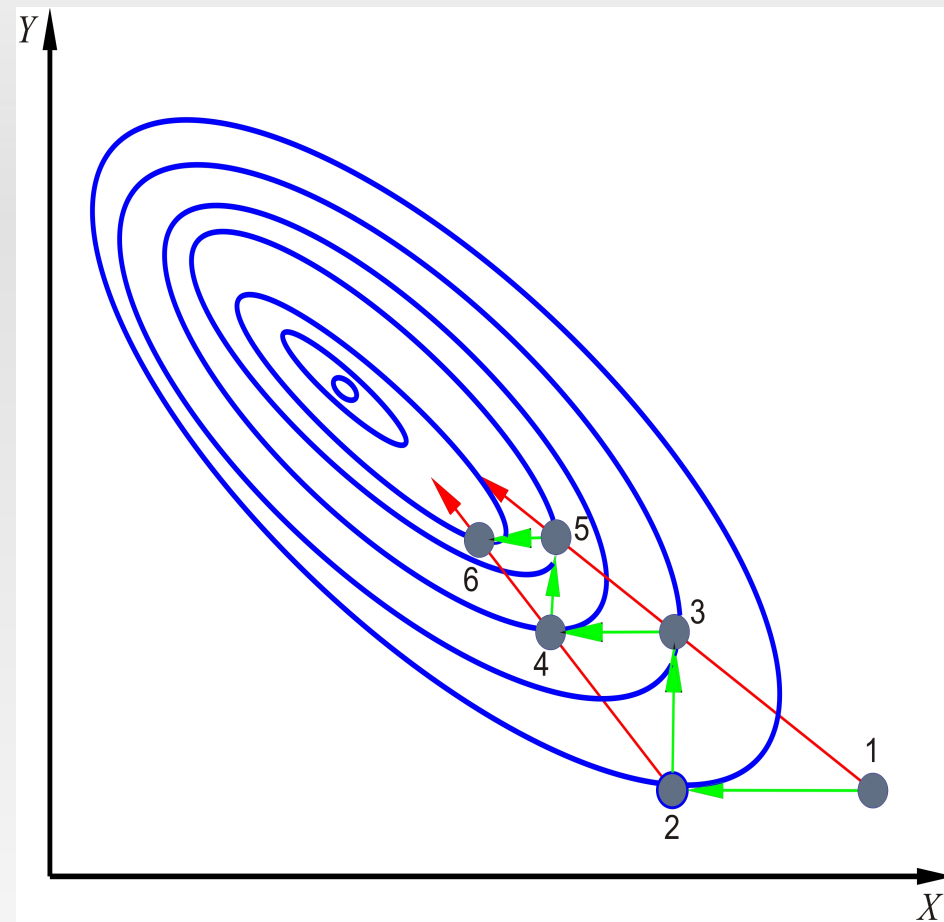


Modelación hidrológica agregada

- Calibración: búsqueda univariada con restricciones

Año	P anual / P interanual	Clasificación
1977-1978	0,93	Año Seco
1978-1979	1,20	Año húmedo
1979-1980	1,09	Año medio

CALIBRACIONES			
Función Objetivo 1: error cuadrático	1977-1978	Función Objetivo 2: error modulado	1977-1978
	1978-1979		1978-1979
	1979-1980		1979-1980
	1977-1980		1977-1980
Función Objetivo 3: Coef. de determin. R^2	1977-1978	Función Objetivo 4: Ajuste Volumétrico	1977-1978
	1978-1979		1978-1979
	1979-1980		1979-1980
	1977-1980		1977-1980



Tiempos de Cálculo

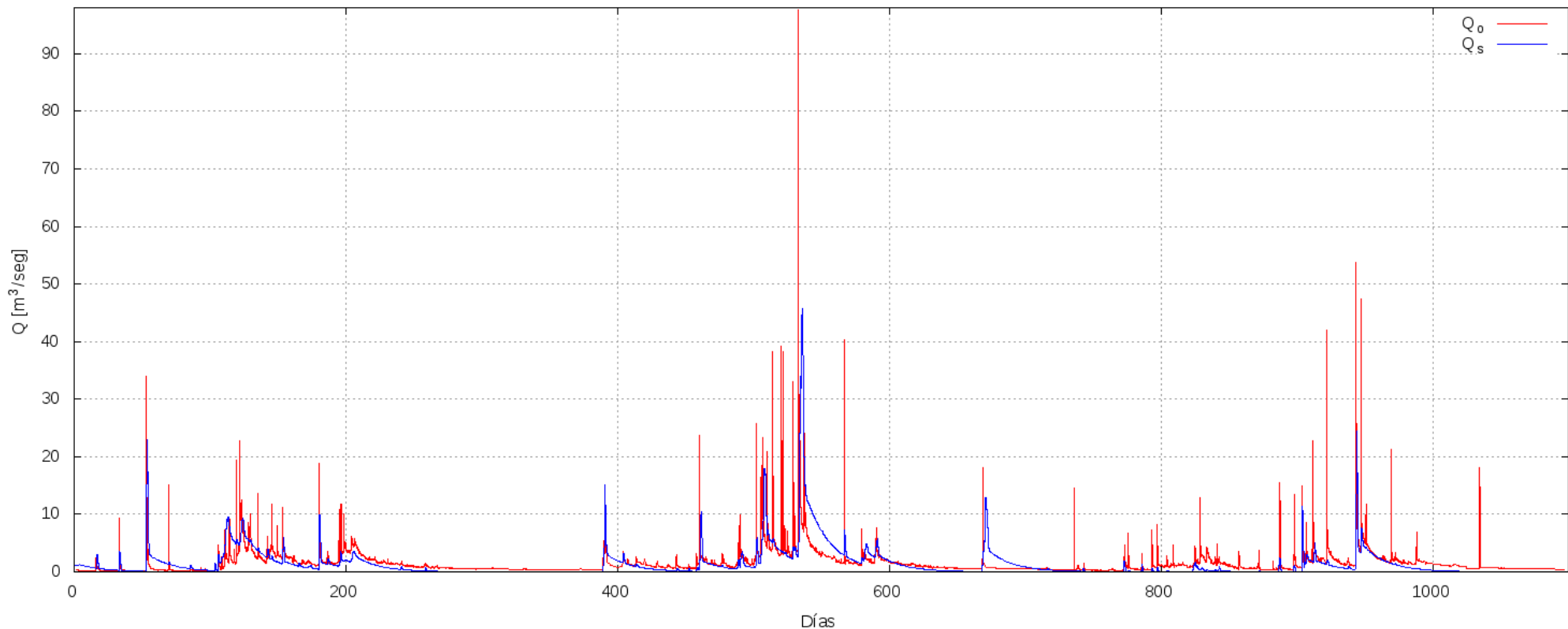
Linux Ubuntu: 12 – 24 hs por F.O.
Procesador dual Intel 1,46 Ghz y 2 Gb RAM.

Modelación hidrológica agregada

- Resultados – Modelo MIXTO

Parámetros con F1: error cuadrático

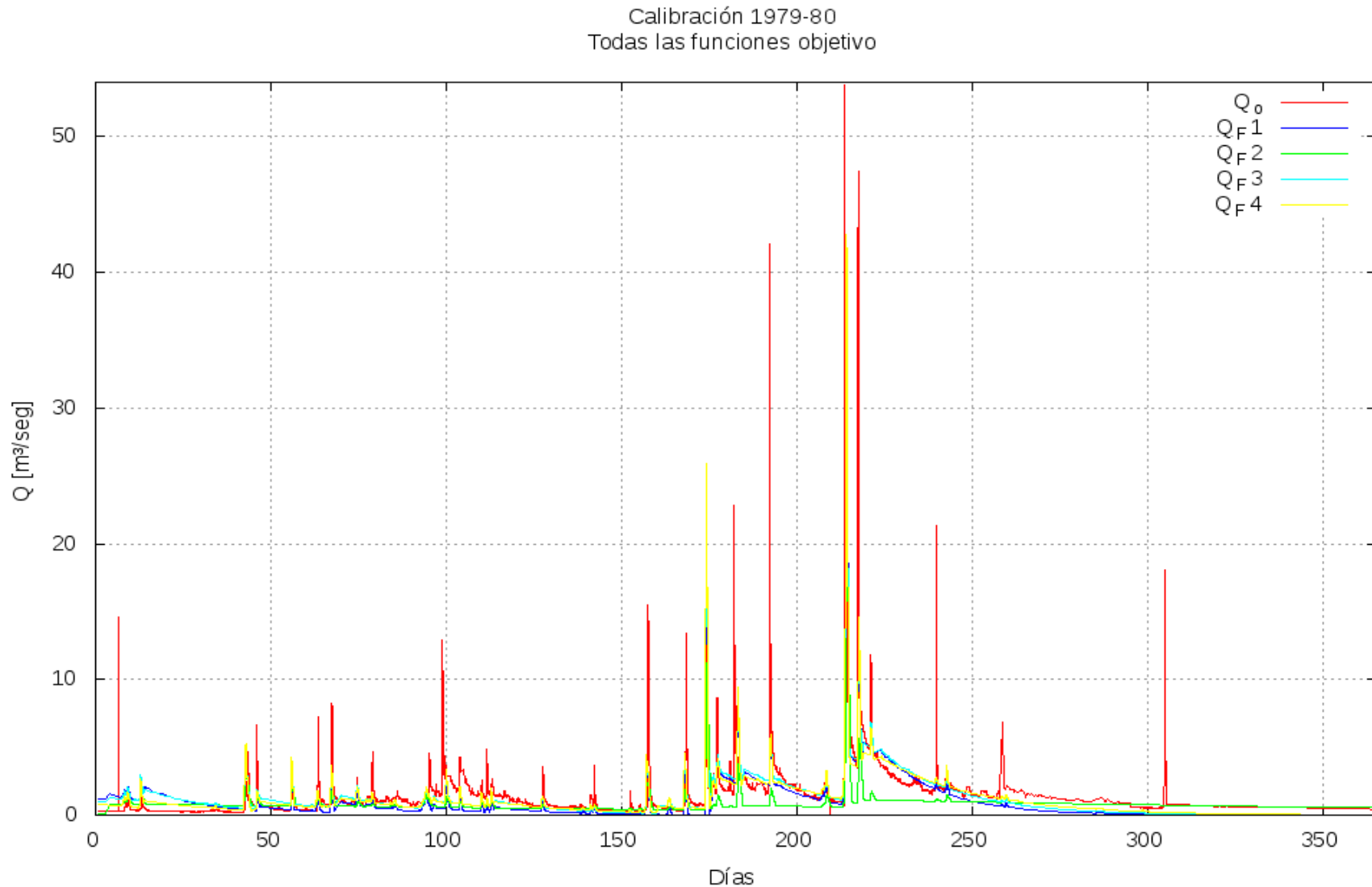
Caudales observados vs. Caudales simulados
Función objetivo Error cuadrático
1977-1980



Modelación hidrológica agregada

■ Resultados – Modelo MIXTO

Análisis año hidrológico 1979-1980



Modelación hidrológica agregada

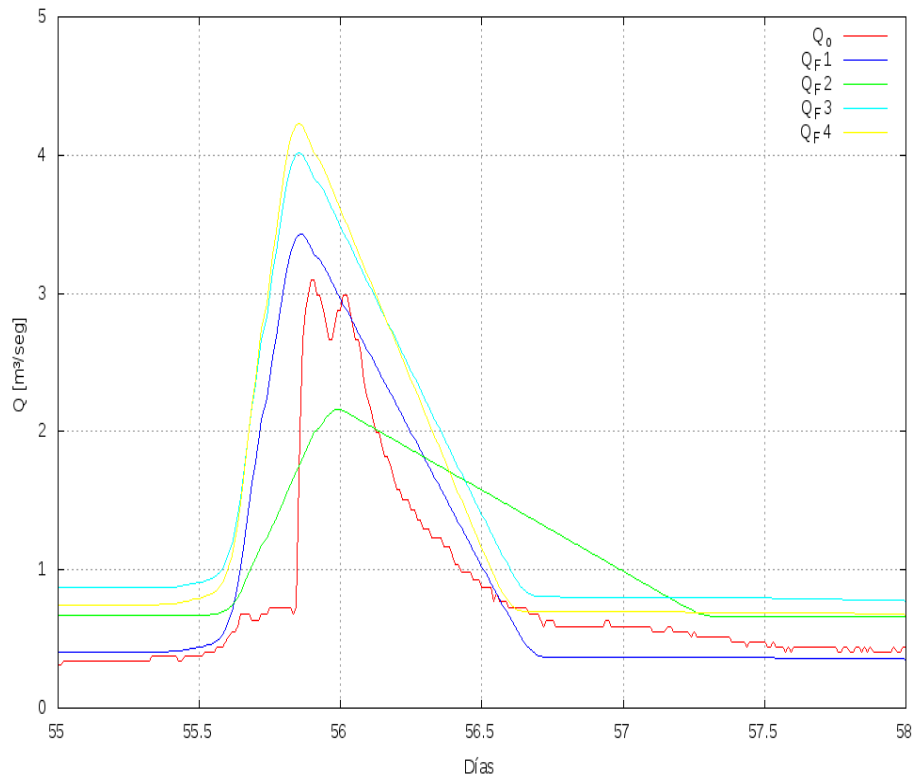
■ Resultados – Modelo MIXTO

Análisis año hidrológico 1979-1980

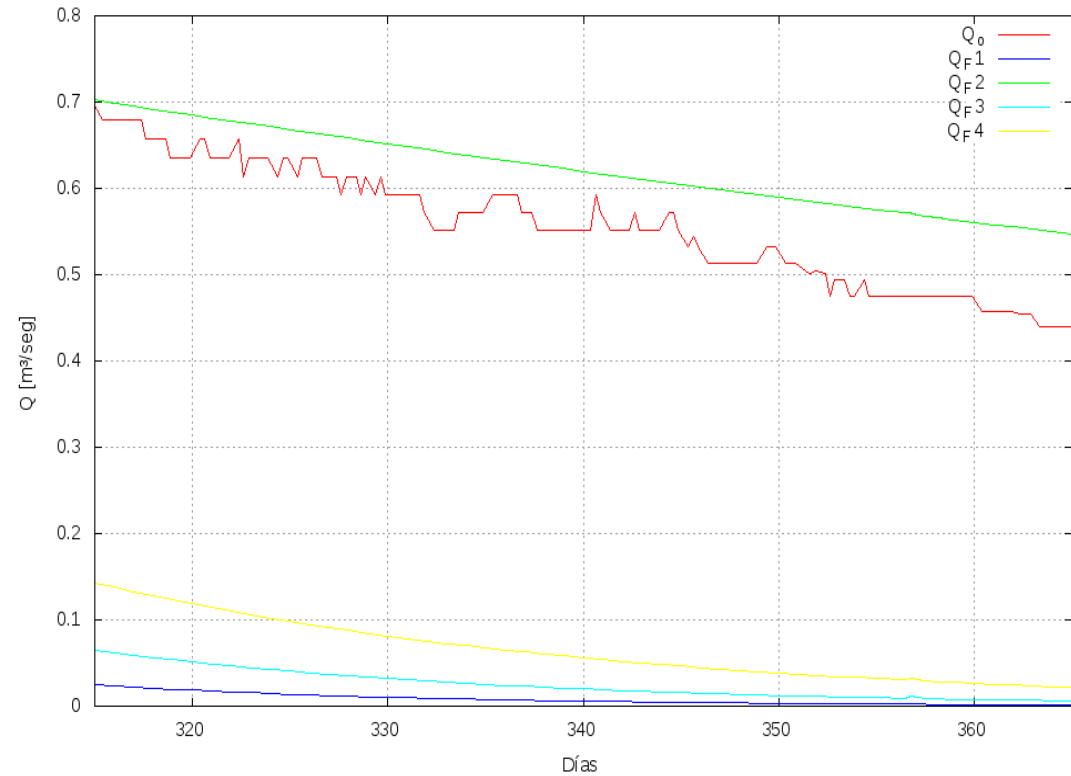
Crecida 16/10/79

Estiaje → Julio y agosto 1980

Calibración 1979-80
Todas las funciones objetivo



Calibración 1979-80
Todas las funciones objetivo



Modelación hidrológica distribuida

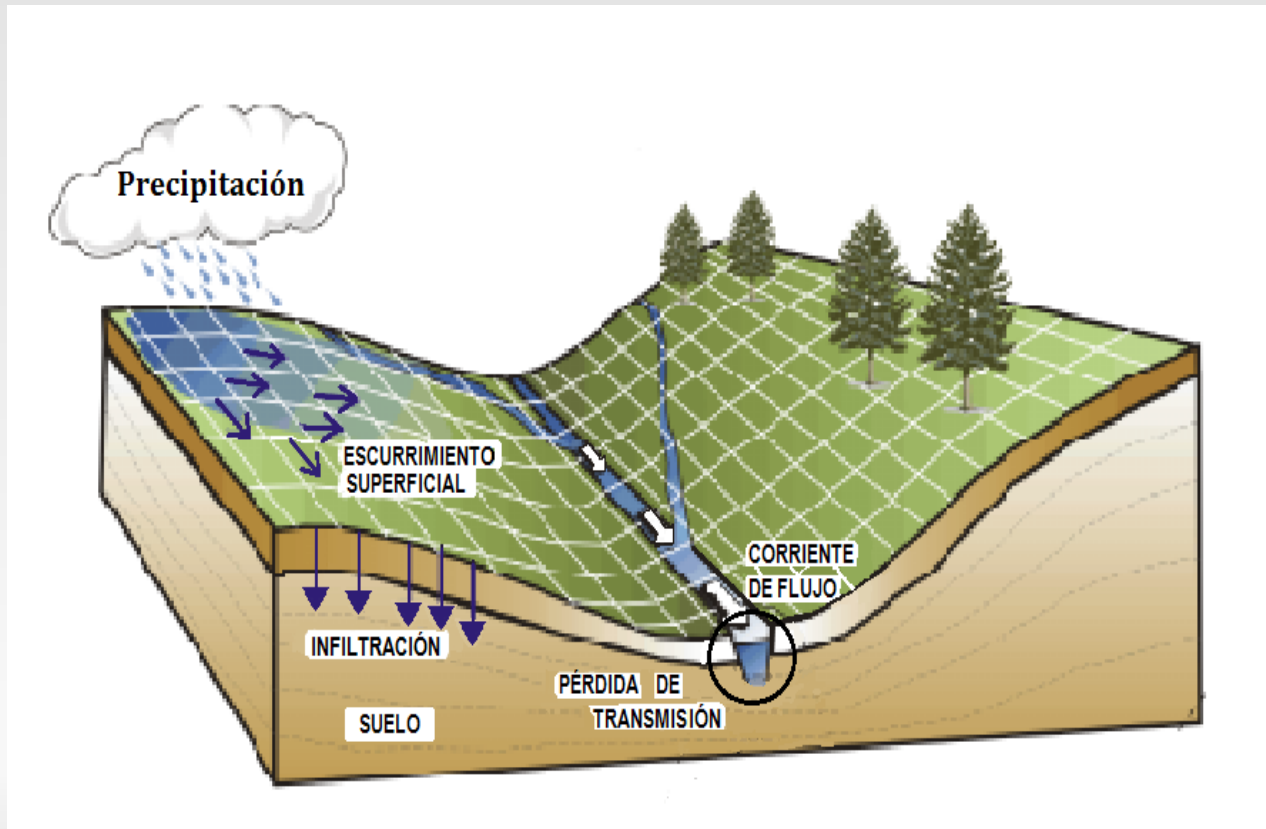
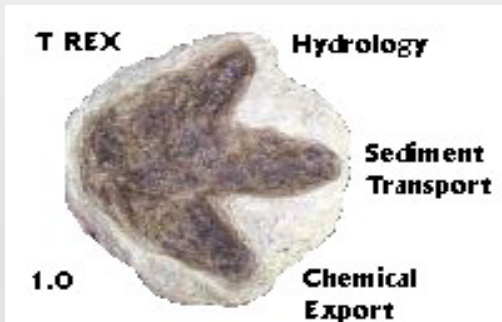
■ Implementación modelo TREX

TREX: **T**wo Dimensional **R**unoff **E**rosion and **E**xport Model

Conceptual

Eventos

Distribuidos

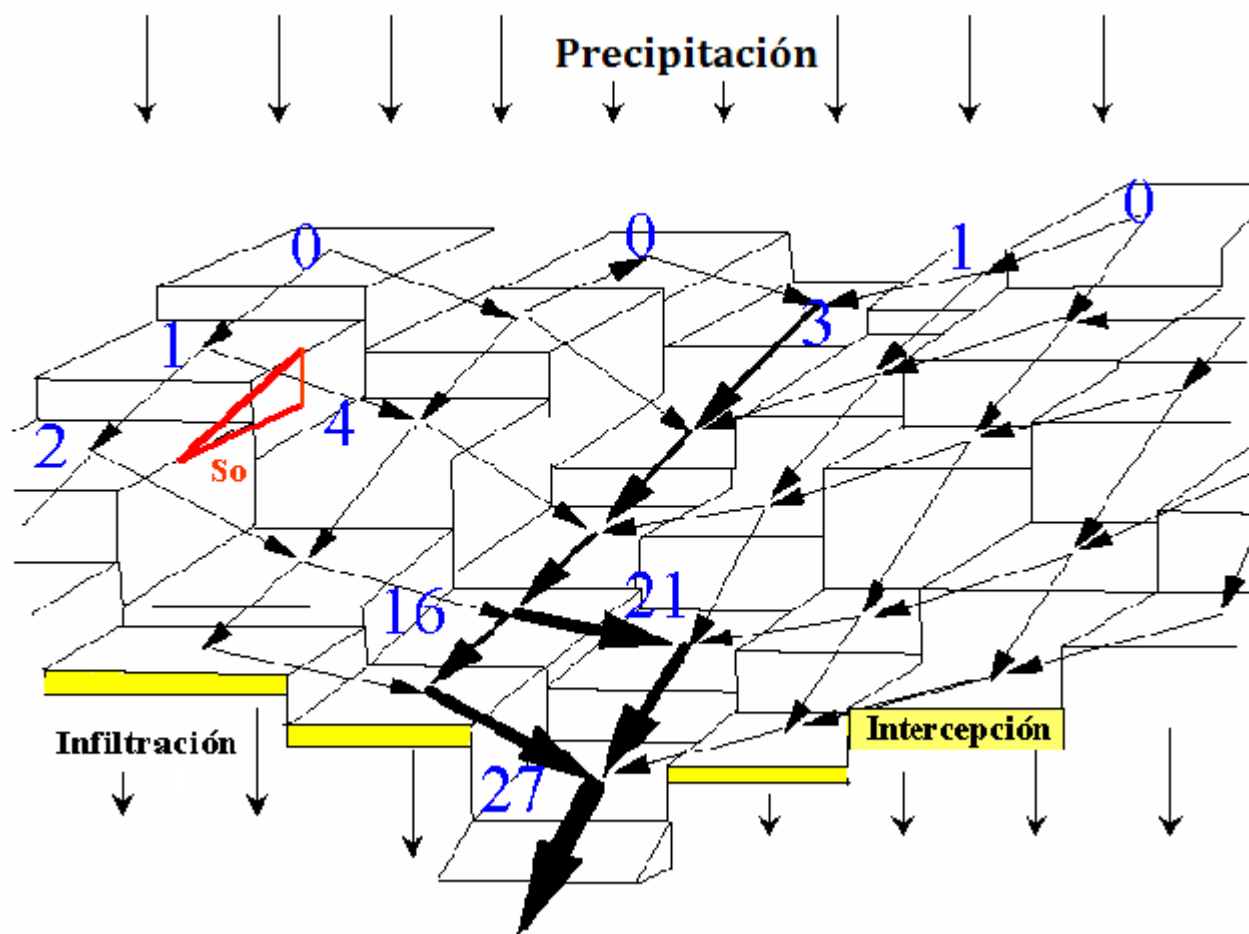


Procesos Hidrológicos:

- Precipitación, interceptación y almacenamiento.
- Infiltración y pérdida de transmisión.
Ecuación de Green-Ampt
- Flujo superficial o mantiforme (overland) y en canales.
Ecuación de Manning

Modelación hidrológica distribuida

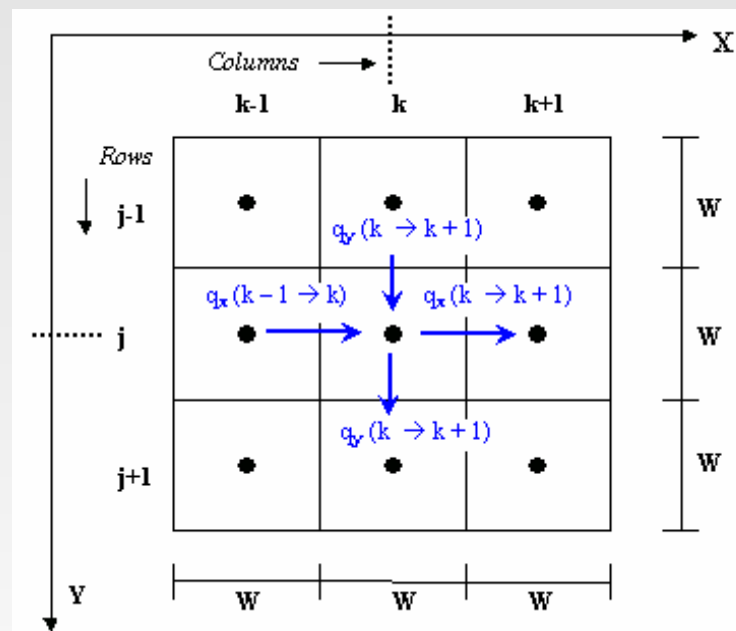
Modelo TREX – Esquema de funcionamiento



Balance de masas generalizado

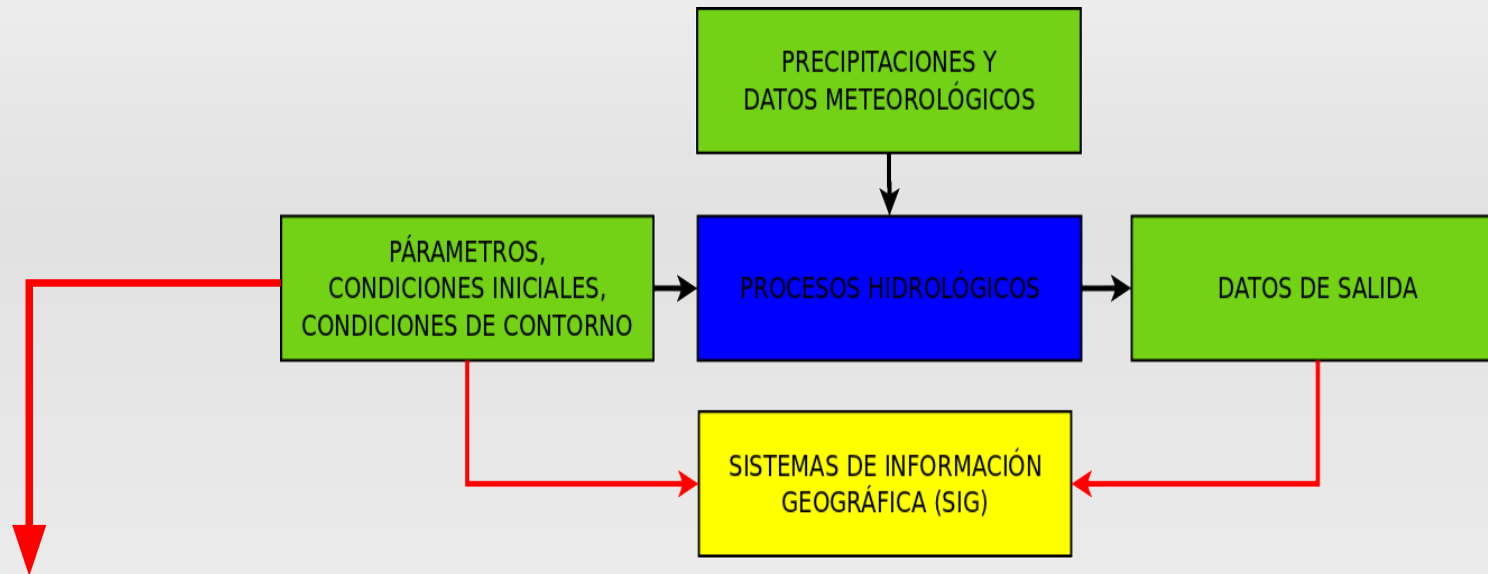
$$s_{t+\Delta t} = s_t + \left(\frac{\partial s}{\partial t} \right)_t \cdot \Delta t$$

Solución numérica explícita

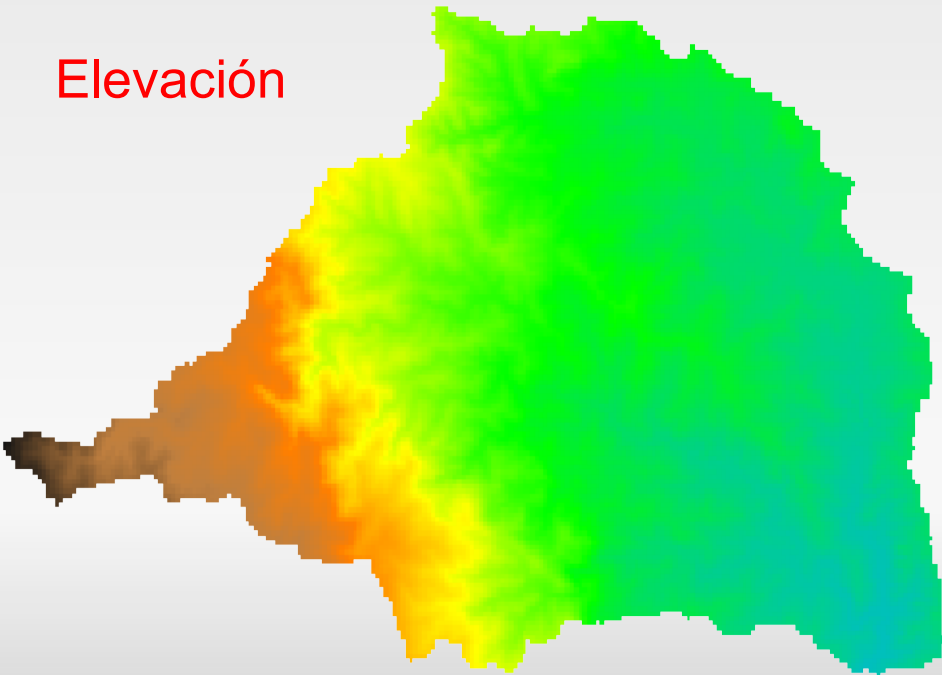


Modelación hidrológica distribuida

Modelo TREX – Datos y parámetros de entrada

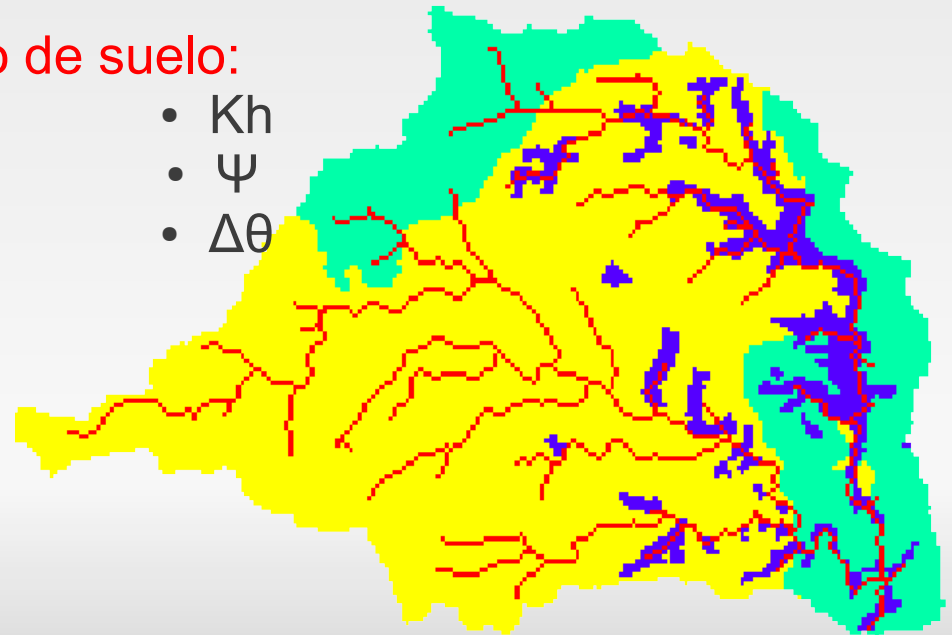


Elevación



Tipo de suelo:

- K_h
- ψ
- $\Delta\theta$

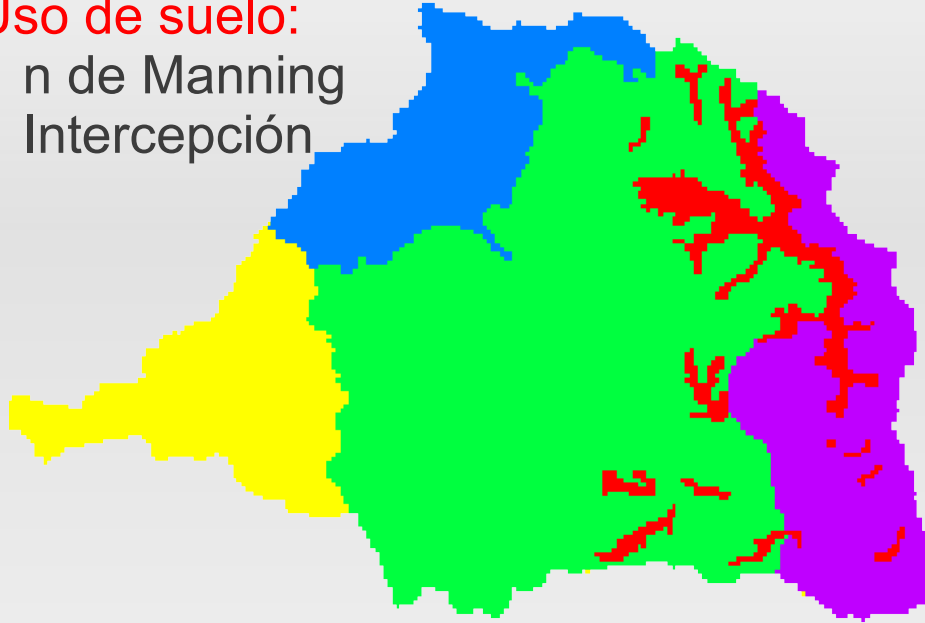


Modelación hidrológica distribuida

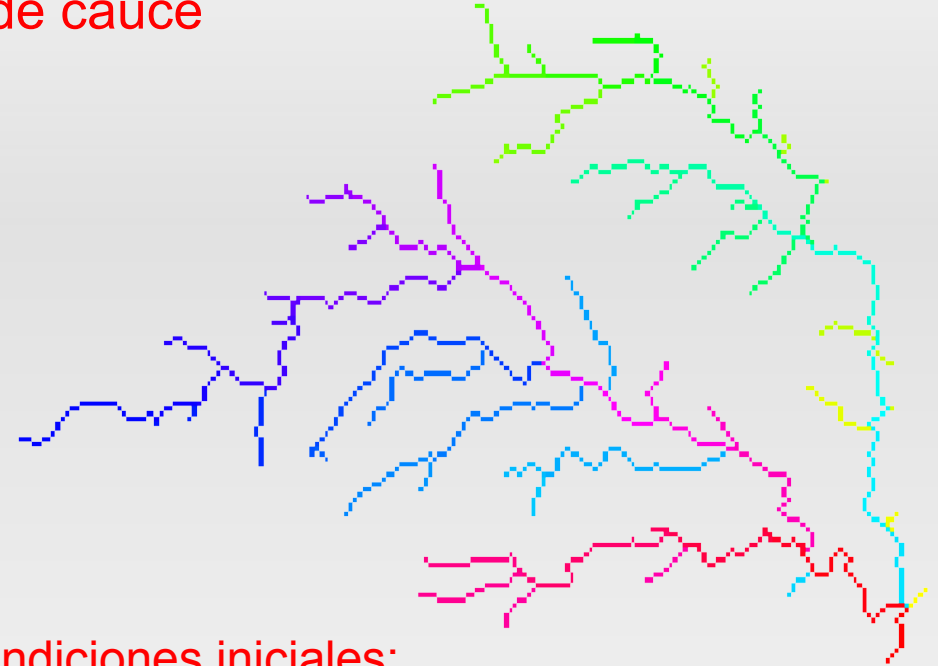
■ Modelo TREX – Datos y parámetros de entrada

Uso de suelo:

- n de Manning
- Intercepción

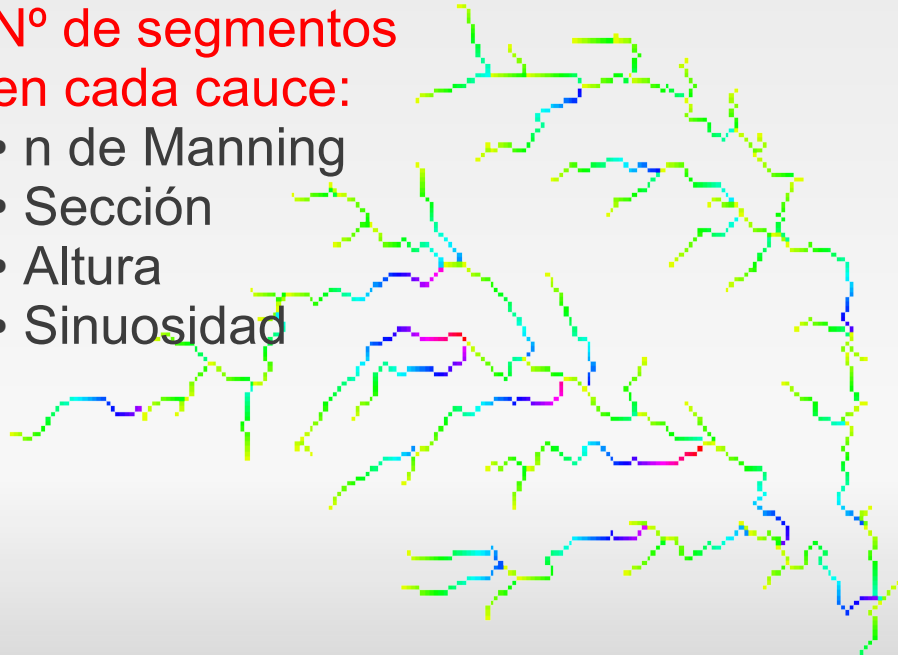


Nº de cauce



Nº de segmentos en cada cauce:

- n de Manning
- Sección
- Altura
- Sinuosidad



Condiciones iniciales:

- Altura de depósitos de almacenamiento.
- Altura de agua inicial en la superficie terrestre.
- Altura de agua inicial en el suelo.
- Altura de agua inicial en los canales

Otros datos a ingresar:

- Pendiente media de la cuenca.
- Puntos de aforo de la cuenca.
- Tiempo de simulación.
- Paso de tiempo de cálculo

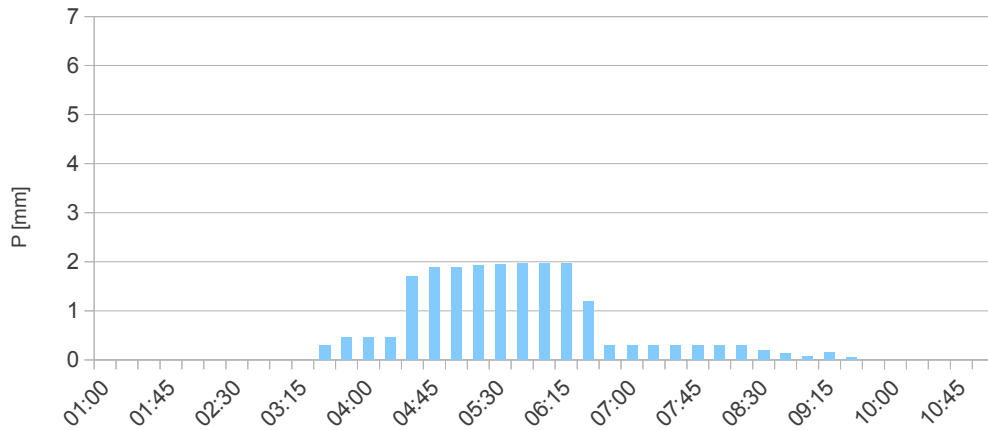
Modelación hidrológica distribuida

■ Modelo TREX – Evento 27/01/1979

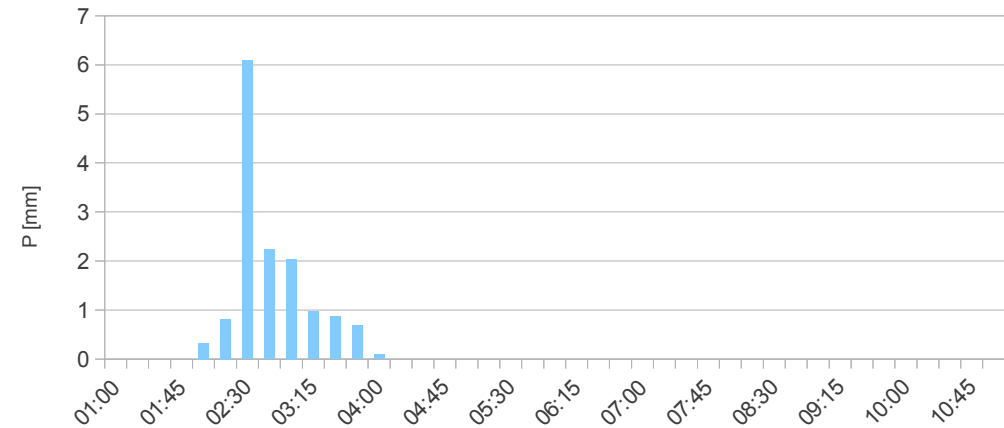
Precipitaciones:

- Constante en toda la cuenca.
- Espacialmente distribuida: mapa datos de en cada instante de tiempo o precipitaciones en cada estación pluviométrica (se deben conocer las coordenadas de las mismas) y TREX realiza una interpolación, con el método de inversa del cuadrado de la distancia.

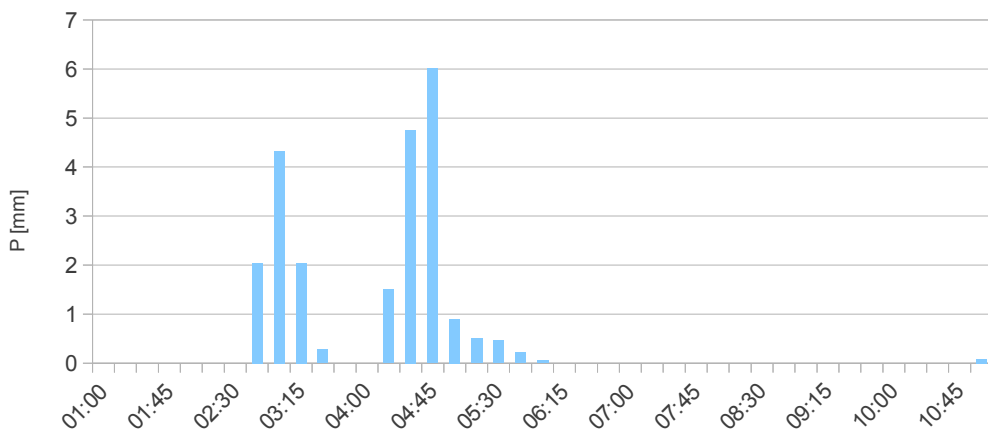
Bosque Alegre



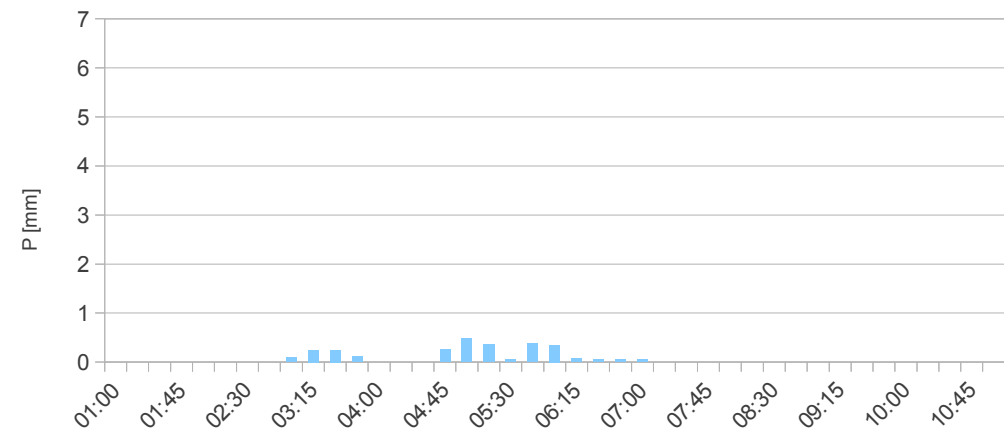
Copina



Cuesta del Durazno



La Suela

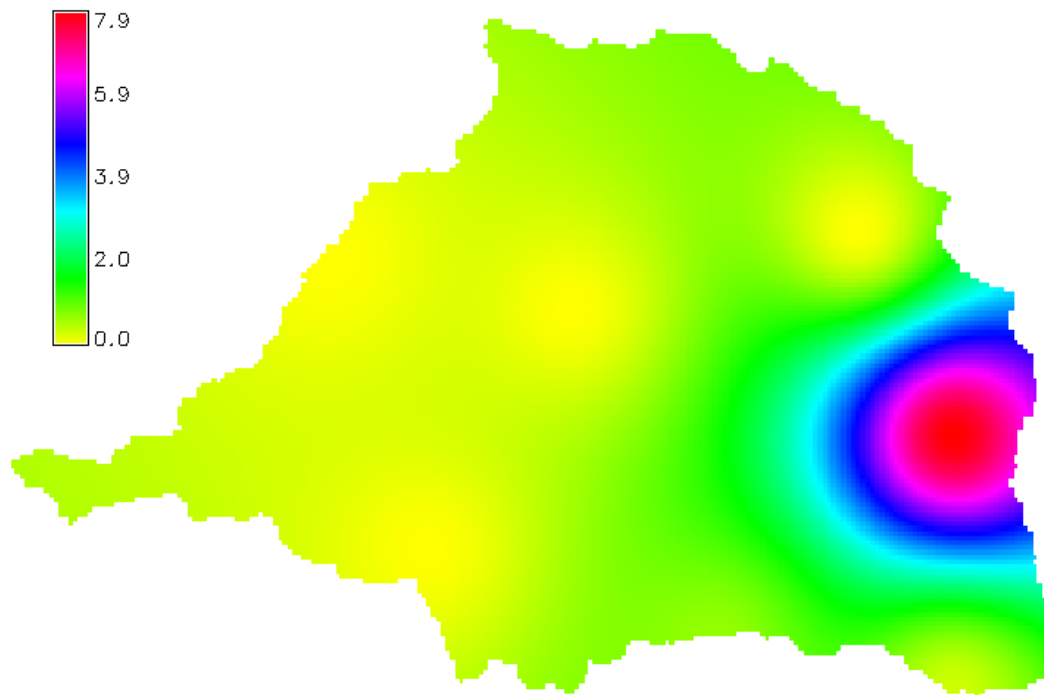
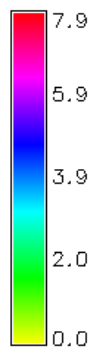


Modelación hidrológica distribuida

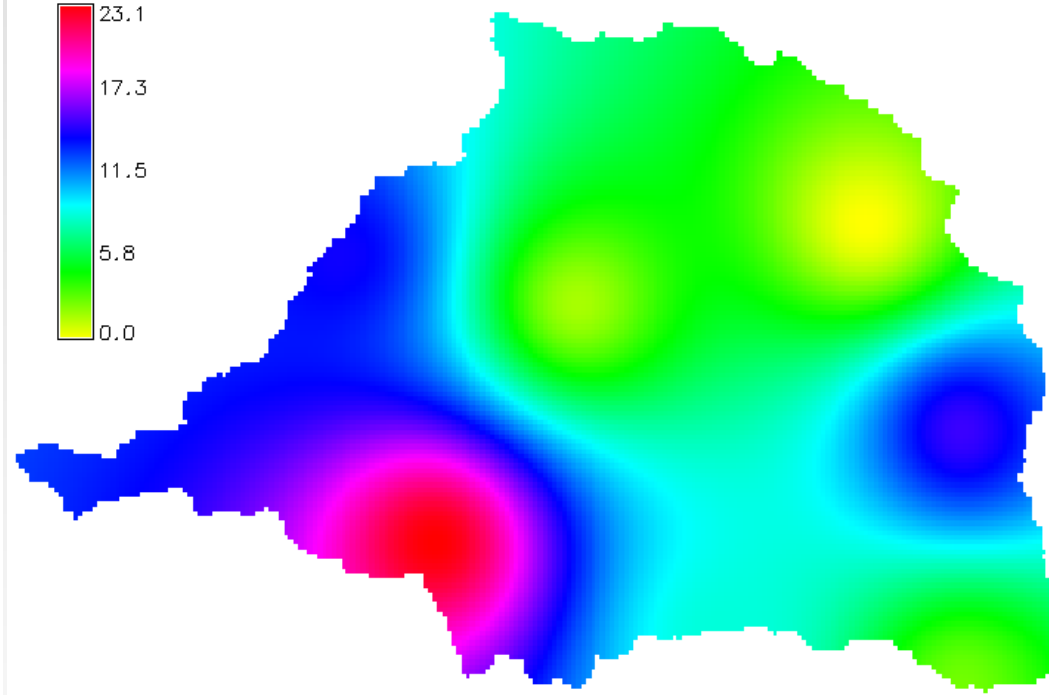
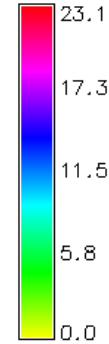
Modelo TREX – Evento 27/01/1979: resultados

Salidas del modelo:

- Mapas (grids): infiltración, precipitación y escurrimiento.
- Hidrograma de salida: en los puntos en donde se indique.
- Archivos de Resumen: volúmenes de las principales variables hidrológicas y balance de masas para cada celda.



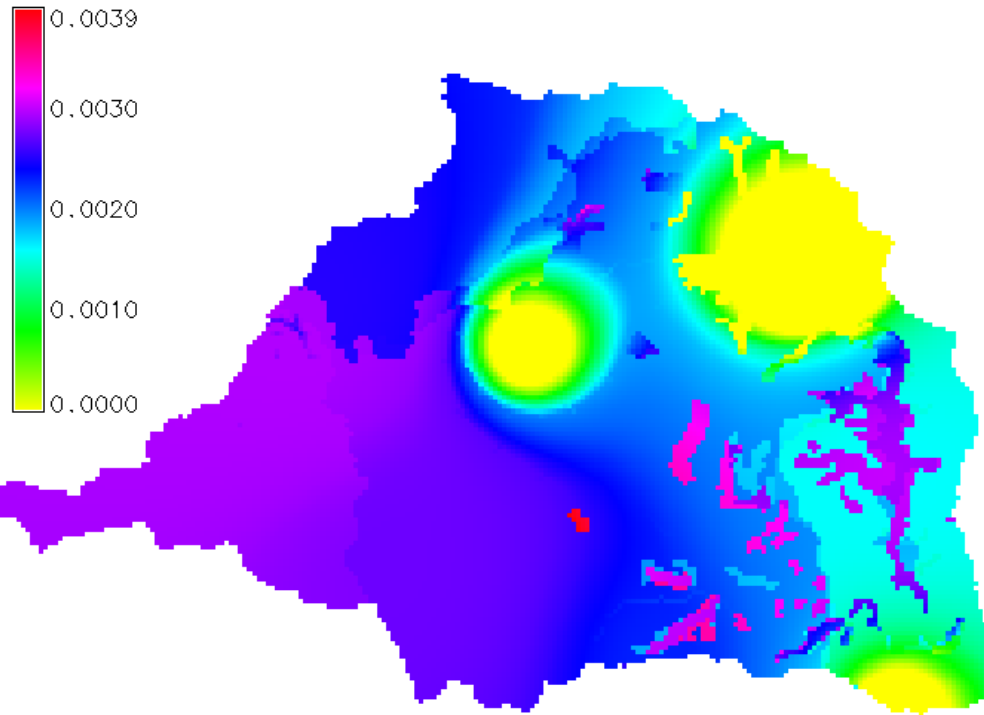
Intensidad de precipitación en $t = 5.0$ hs
[mm/h]



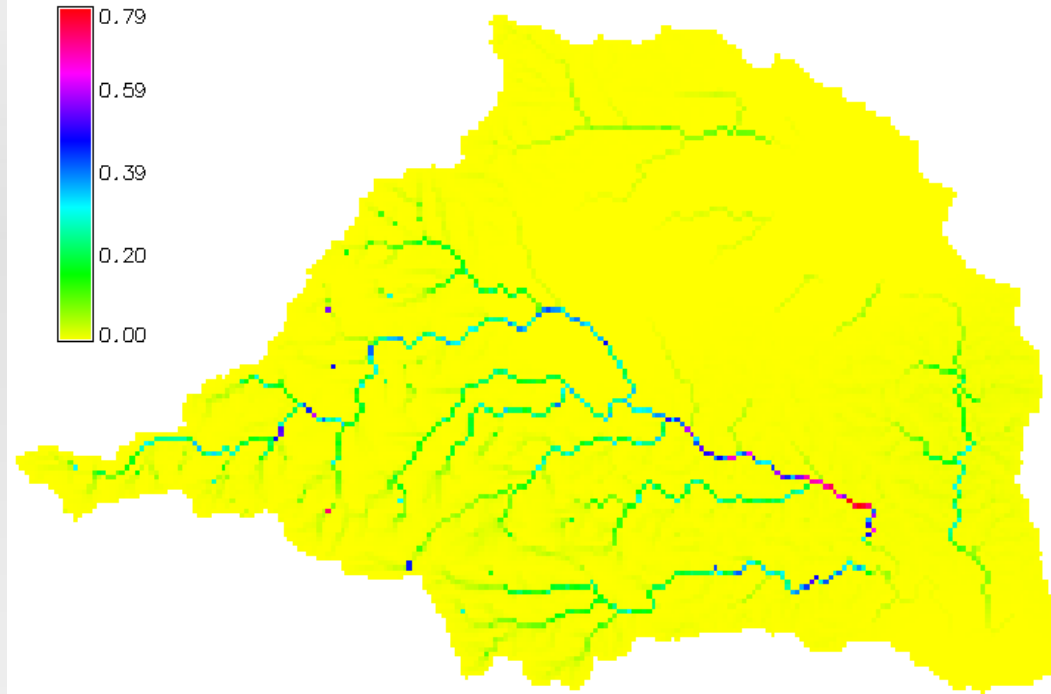
Altura de precipitación acumulada en $t = 5.0$ hs
[mm]

Modelación hidrológica distribuida

Modelo TREX – Evento 27/01/1979: resultados



Altura de infiltración acumulada en $t = 5.0$ hs [m]



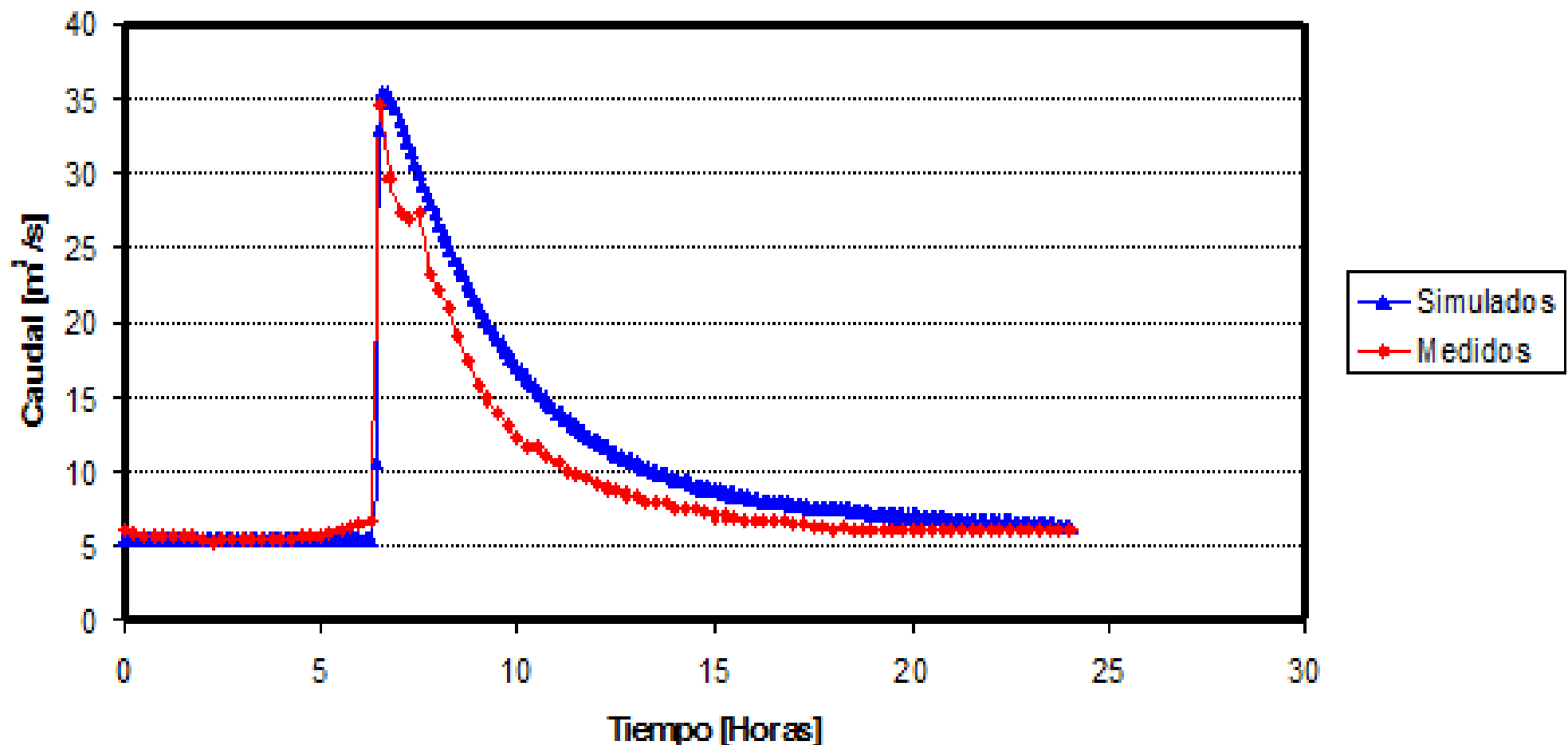
Altura de escurrimiento en $t = 5.0$ hs [m]

Animaciones

Modelación hidrológica distribuida

■ Modelo TREX – Evento 27/01/1979: resultados

Simulación Evento 27 de Enero 1979

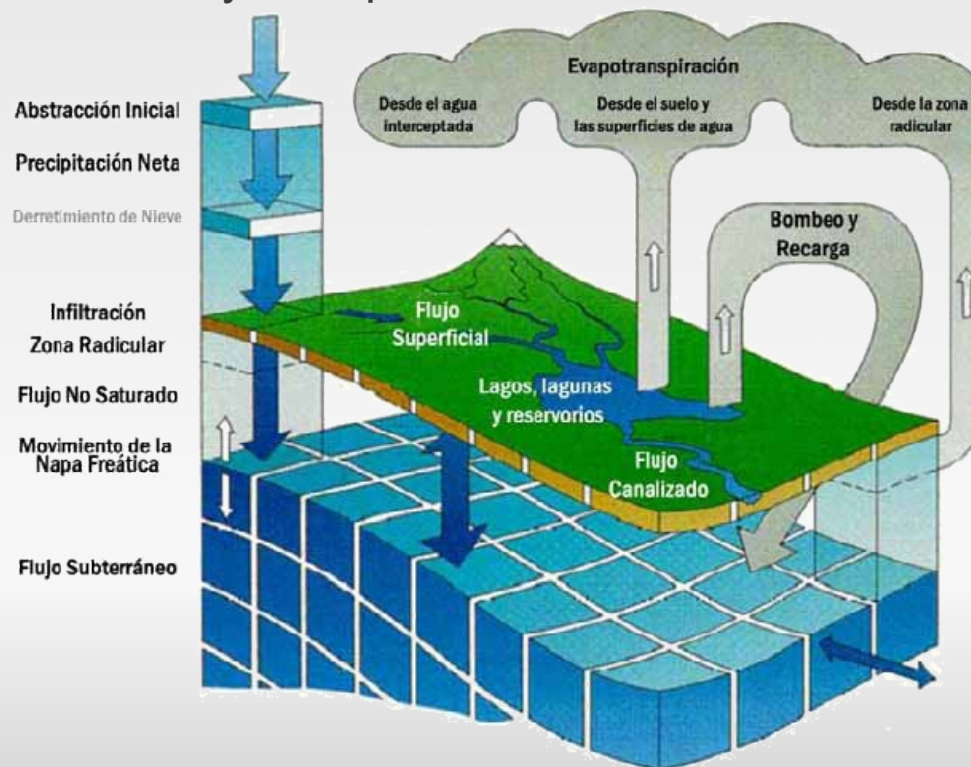


Modelación hidrológica distribuida

■ Modelación distribuida e integrada

OBJETIVOS:

- Desarrollo un modelo hidrológico conceptual, distribuido, integrado (superficial y subterráneo) y continuo especialmente orientado a representar el comportamiento hidrológico de las cuencas de pequeña y mediana escala de la región semiárida central del país, con aplicación a una cuenca de la región serrana de la provincia de Córdoba.
- Realizar una estimación de parámetros de este modelo para dos cuencas serranas apareadas, con datos hidrológicos que permitan dicho análisis, como lo son las cuencas de los ríos La Suela y San Antonio.
- Analizar bajo que condiciones los parámetros de este modelo son traspolables o transponibles entre cuencas, y con qué incertidumbre asociada.



Impacto producido por incendios

■ Modelación agregada y distribuida.

Modelación AGREGADA:

Se espera adaptar el modelo CONTINUO y desarrollar una metodología para el ajuste de parámetros hidrológicos en base a la ocurrencia de incendios que pueda ser aplicada a las condiciones locales; implementar dicho modelo e inferir el cambio en la recurrencia de los caudales extremos de estiaje.

Modelación DISTRIBUIDA:

Se pretende evaluar el impacto de los mismos en los caudales de crecidas, en la producción de sedimentos y erosión superficial. Comparando la respuesta del hidrograma y el sedimentograma resultante a la distribución de las áreas incendiadas y generando mapas de riesgos en función de estos resultados para la cuenca de aplicación.

MUCHAS
GRACIAS!

