

# Eventos extremos y el cambio climático

Pablo García Chevesich, Ph. D.

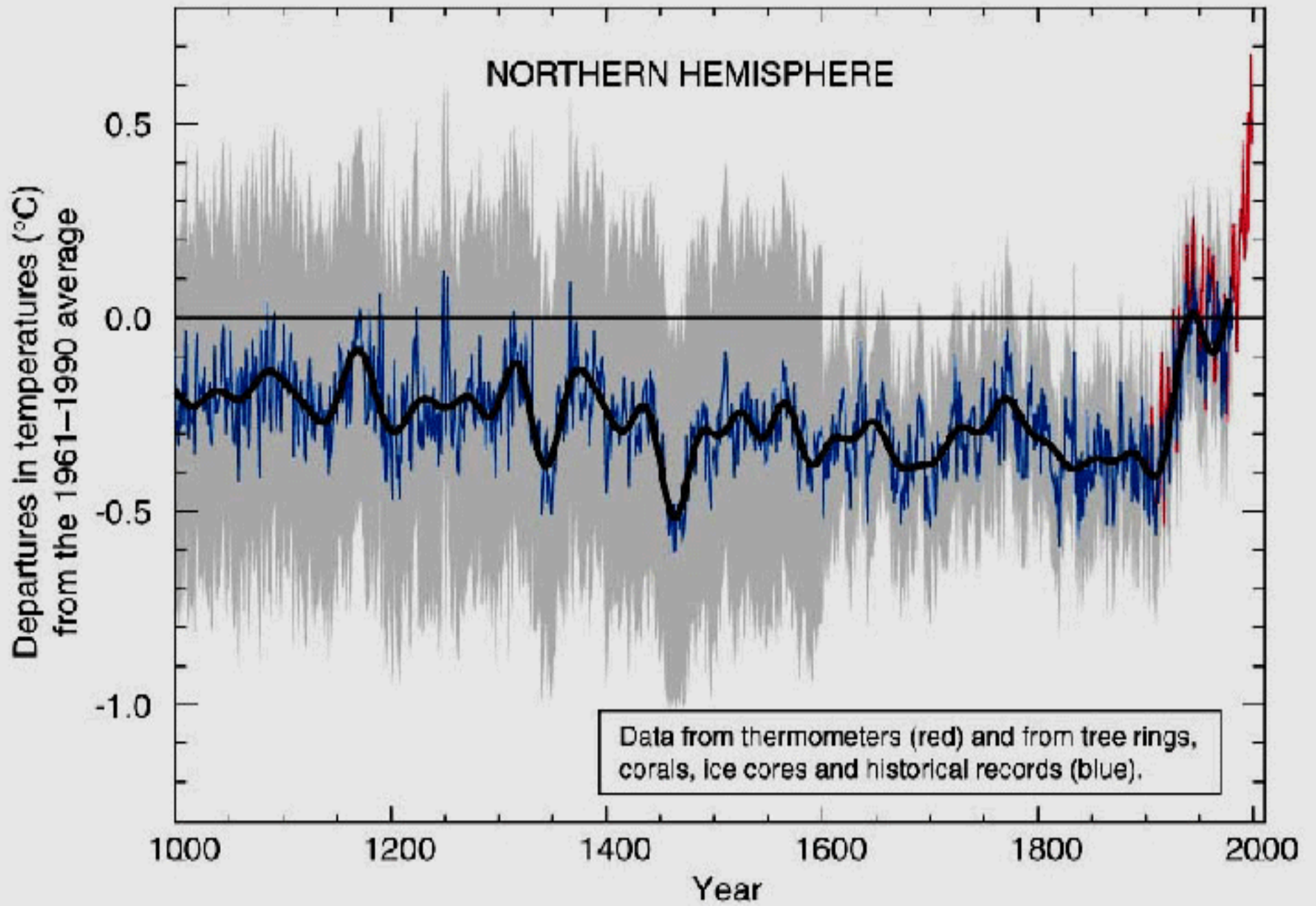


# Cambio climático

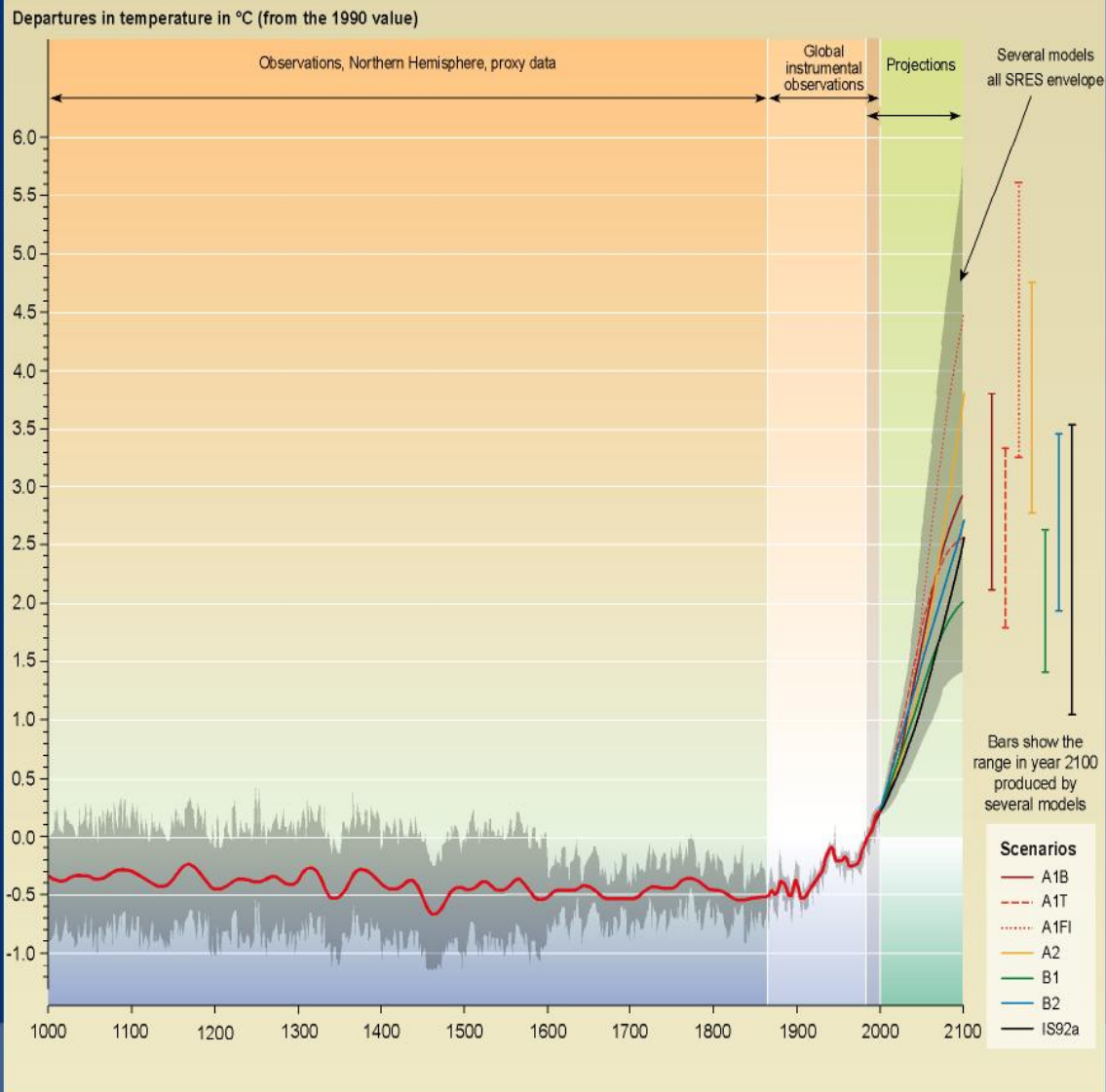
## ¿Mito o realidad?

- Acción antrópica: 90% probable (IPCC 2007)
- Causas
  - Emisiones de gas de efecto invernadero
  - Disminución de la fotosíntesis
- Consecuencias:
  - Sequías
  - Inundaciones (eventos extremos)
  - Hambrunas
  - Enfermedades
  - Catástrofes ecológicas
  - Migraciones en masa



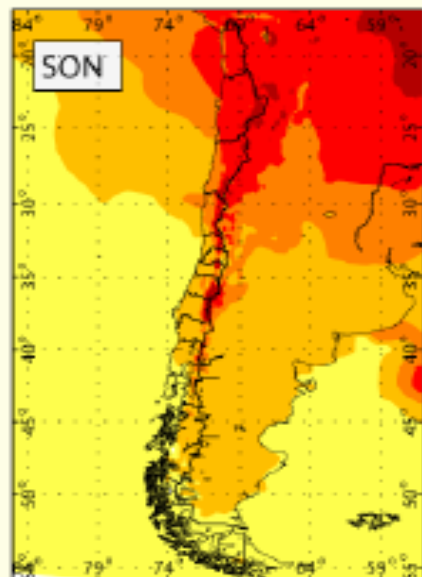
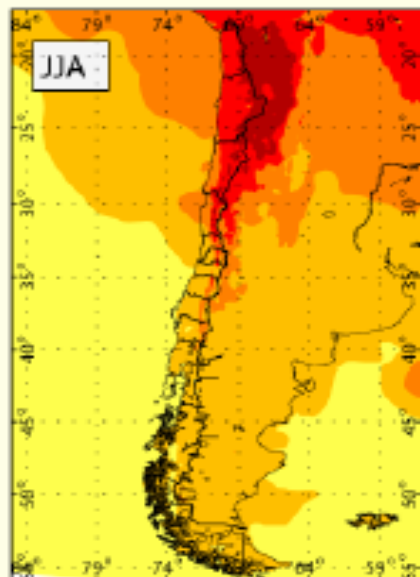
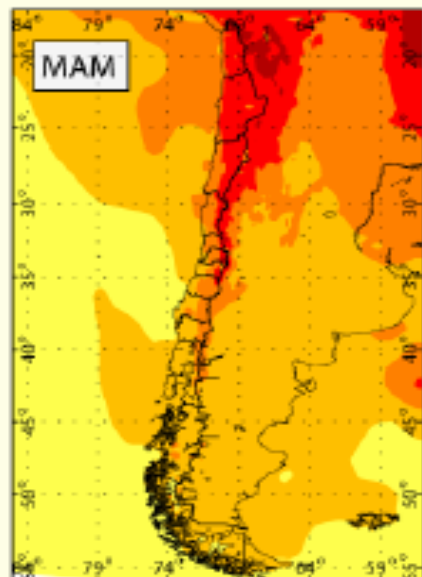
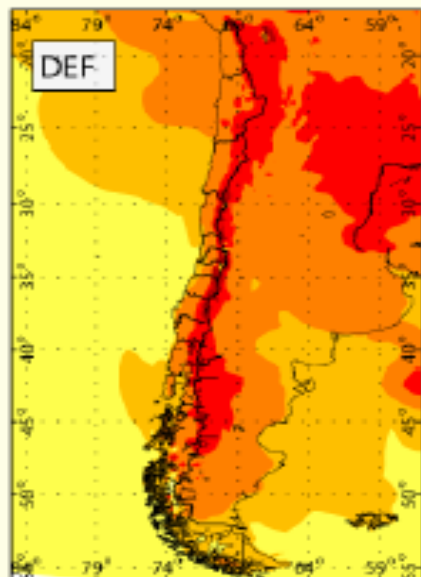


# Variations of the Earth's surface temperature: year 1000 to year 2100

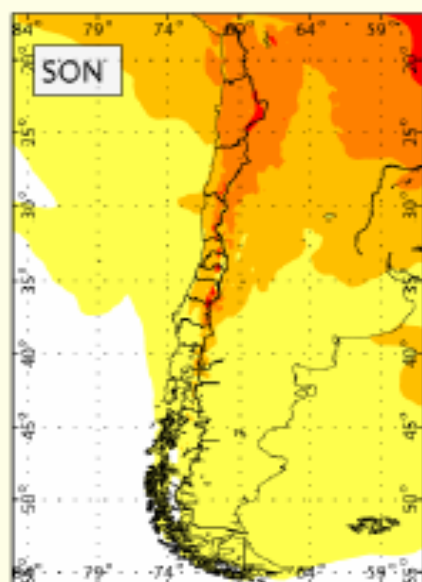
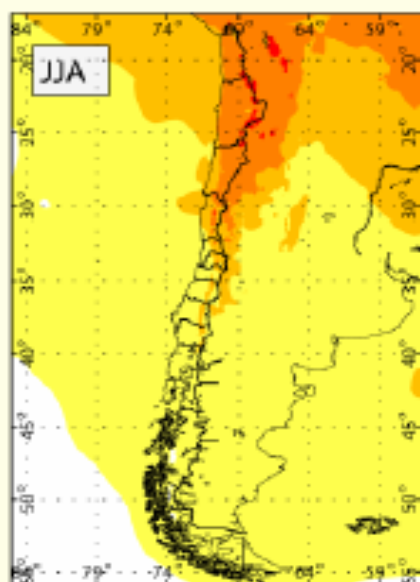
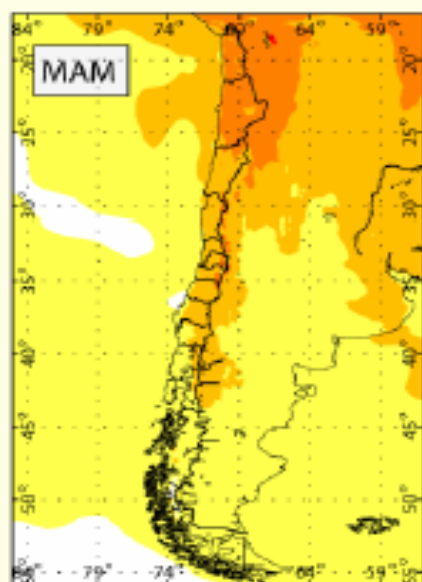
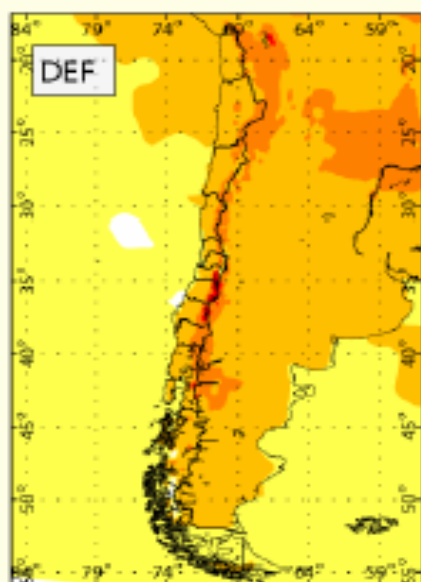


SYR - FIGURE 9-1b

CAMBIO FUTURO: A2



CAMBIO FUTURO: B2

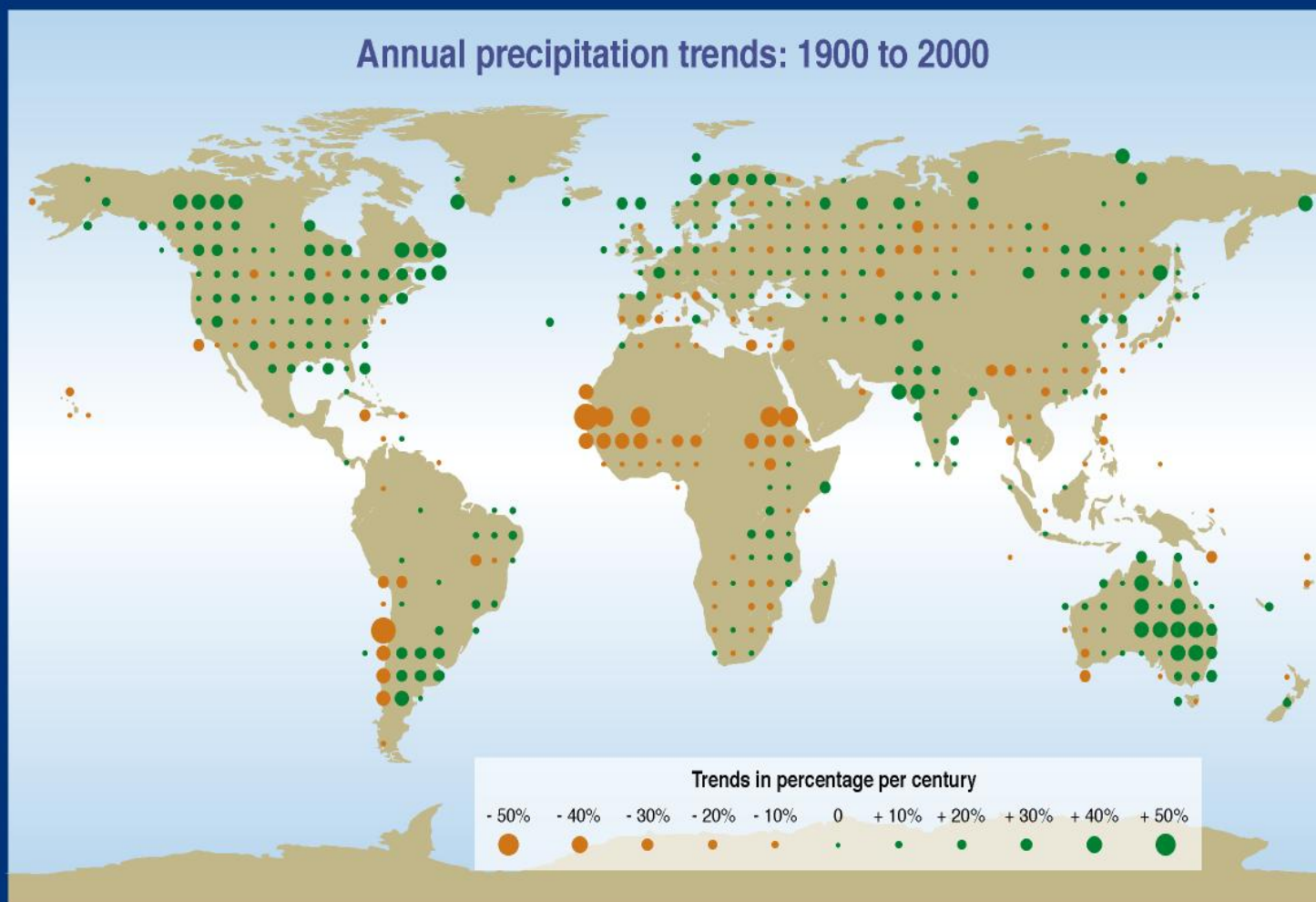


Cambio Negativo ( $-^{\circ}\text{C}$ )



Cambio Positivo ( $^{\circ}\text{C}$ )

## Annual precipitation trends: 1900 to 2000



SYR - FIGURE 2-6a

# Estudio de variabilidad climática en Chile para el siglo XXI (CONAMA)

Período  
1930 – 1970



Período  
1970 – 2000



# Estudio de variabilidad climática en Chile para el siglo XXI (CONAMA)



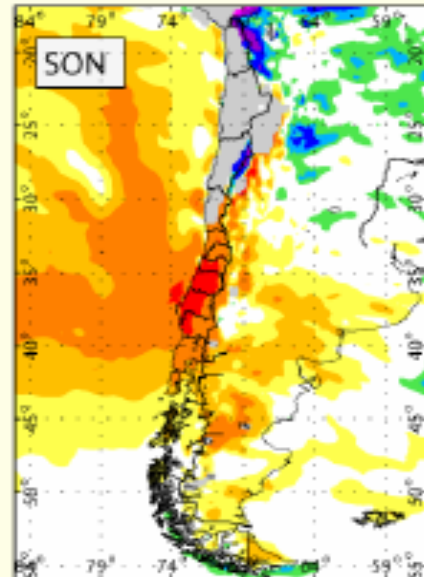
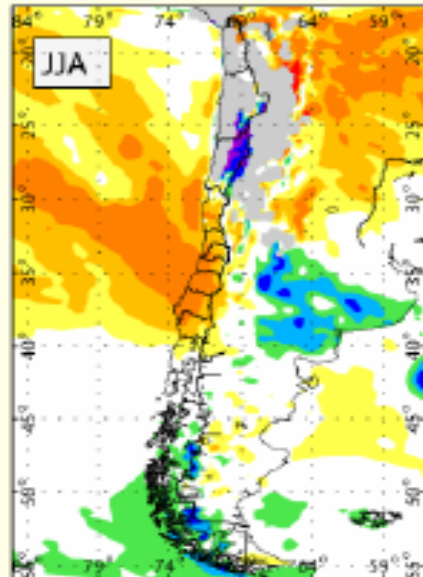
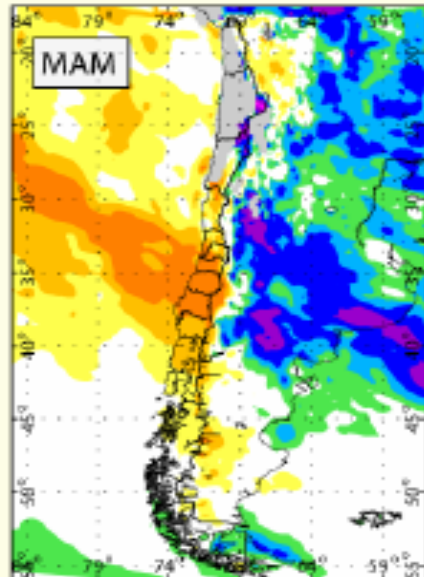
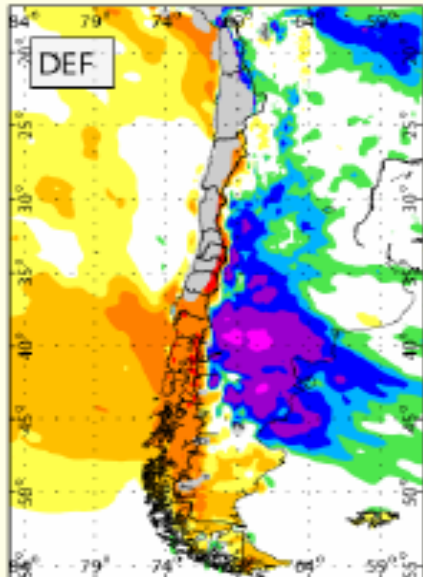
Otoño –  
invierno



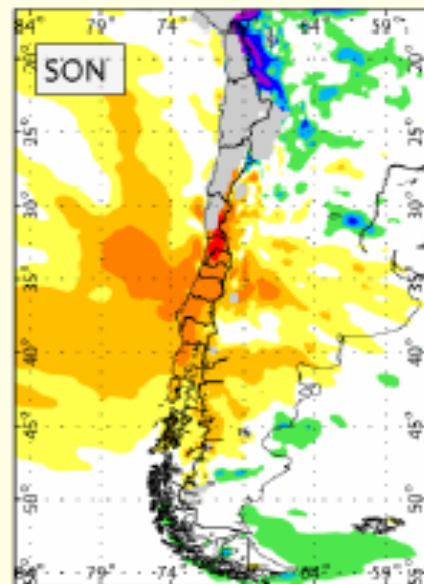
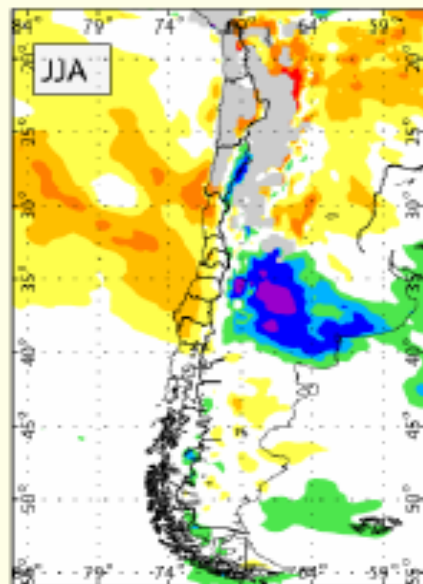
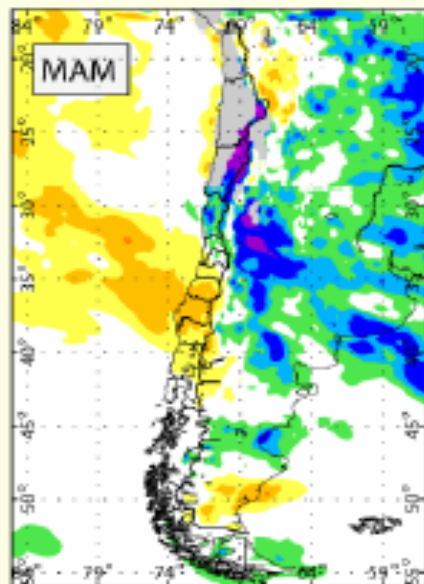
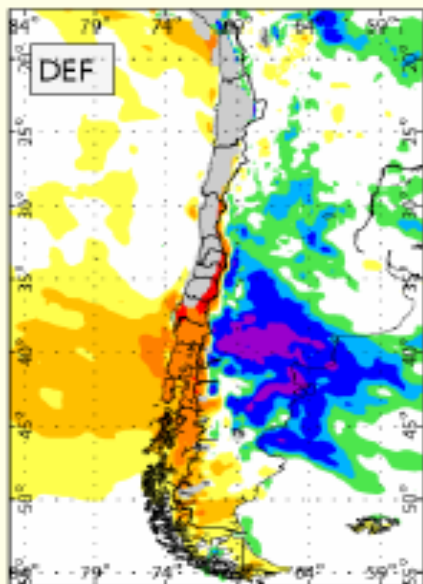
Primavera –  
verano



CAMBIO FUTURO: A2



CAMBIO FUTURO: B2



0 - 25    25 - 50    50 - 70    70 - 80    80 - 90

Menos (% de Actual)



110 - 120    120 - 130    130 - 150    150 - 200    > 200

Más (% de Actual)

# Precipitation tendencies in central Chile

Roberto Pizarro, Pablo Garcia-Chevesich, Claudio Olivares, Rodrigo Valdés, Lastenia León, Francisco Cornejo, Francisco Balocchi, Claudia González, María A. Tapia, and Carolina Morales.

“According to our results, there is not sufficient evidence to say that precipitations within the area are either increasing or decreasing with time. However, annual fluctuation and rainfall concentration have increased significantly.”



- Los **eventos extremos** son uno de los catástrofes naturales más importantes, responsables directos en la pérdida de vidas humanas y colapsos económicos.



# El método Gumbel

- La era de la clásica teoría del valor extremo de Gumbel se enfocó en el bloque de máximas (e. g. el **valor máximo** de precipitación diaria en un año).

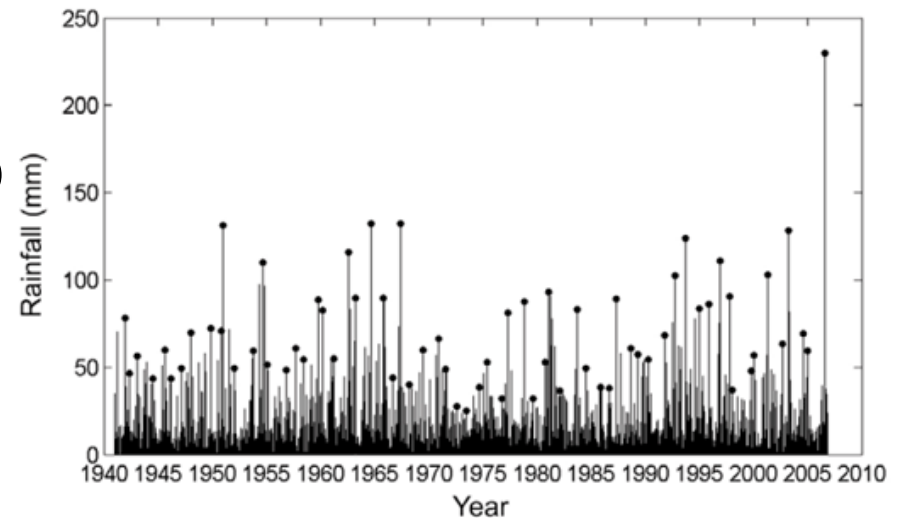


Fig. 1. Daily rainfall and annual daily rainfall maxima (dots) at George, from January 1941 to December 2006.

# El método Gumbel

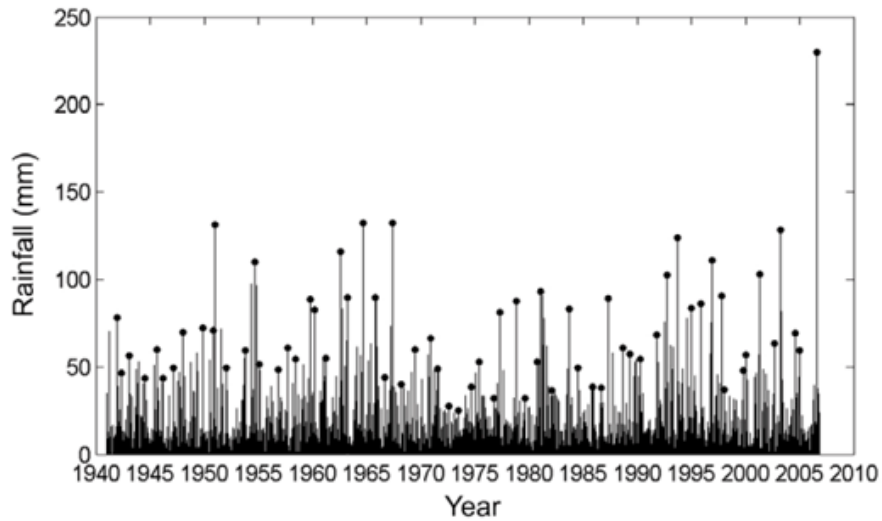
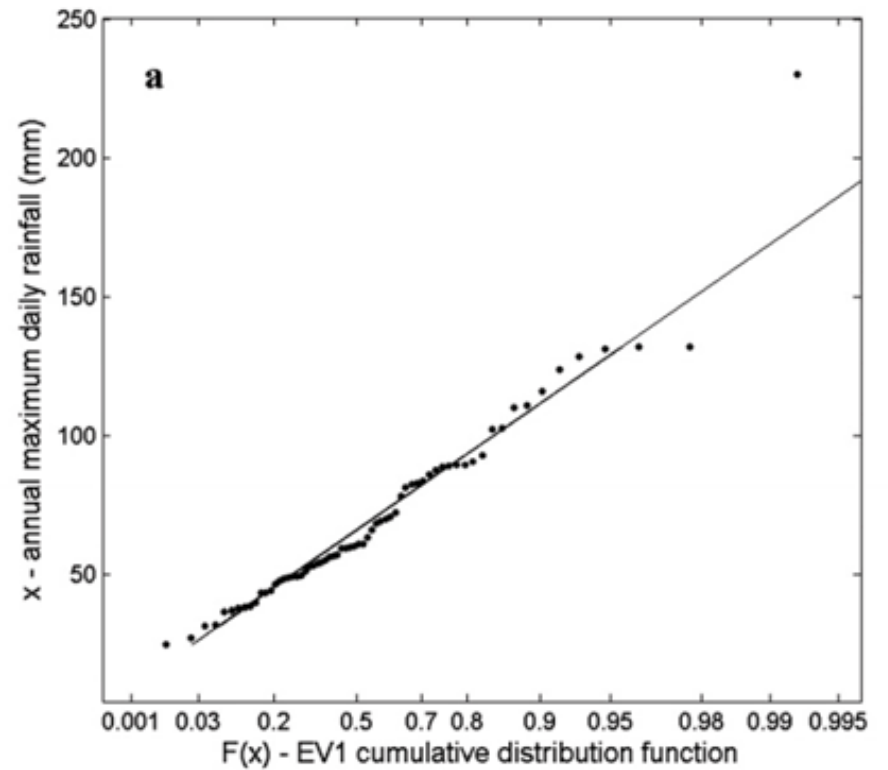


Fig. 1. Daily rainfall and annual daily rainfall maxima (dots) at George, from January 1941 to December 2006.

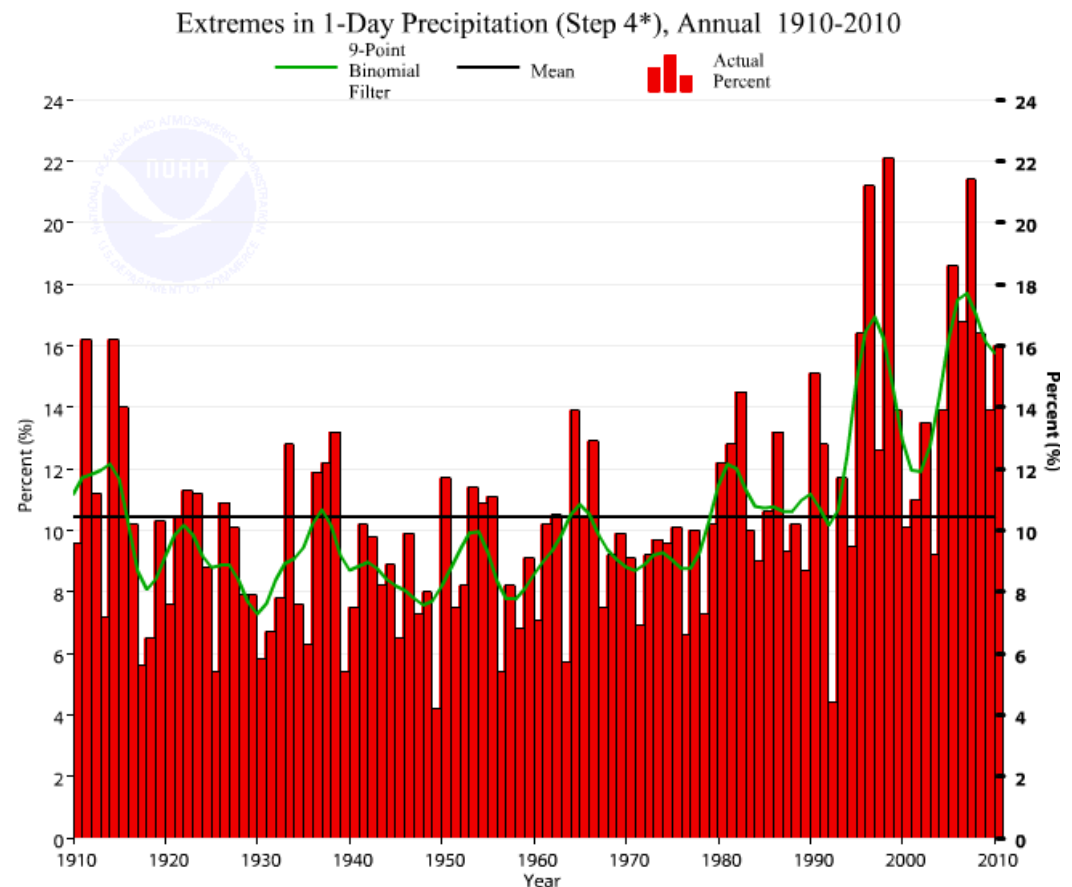


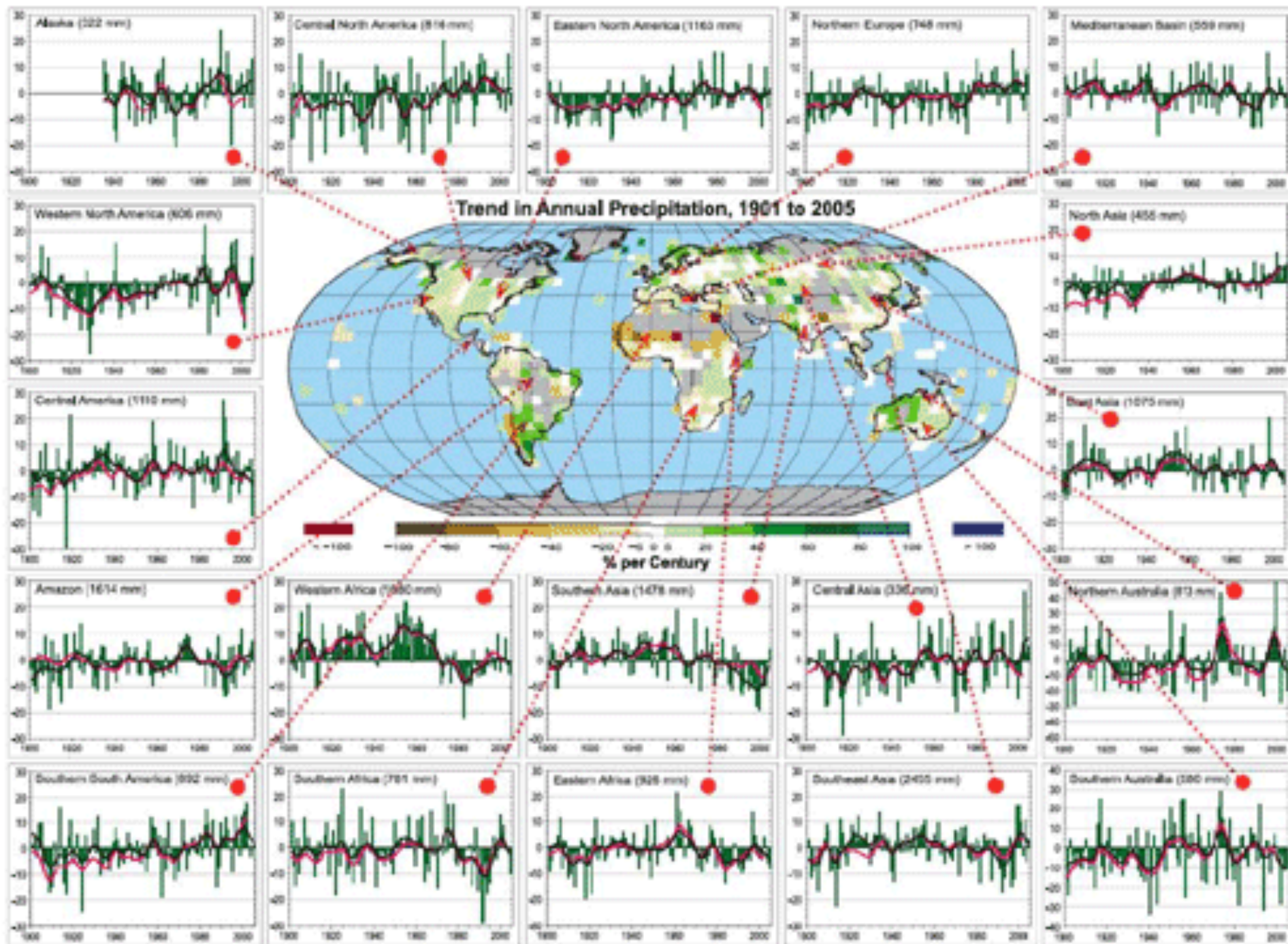
# Período de retorno de los aluviones *(The return period of flush flows)*

- *“Para aplicar cualquier teoría debemos suponer que los datos son **homogéneos**, i. e. que ningún cambio sistemático en el clima y ningún cambio importante en la cuenca ha ocurrido durante el período de observación, y que dichos cambios no ocurrirán en el período para el cual se realizan las extrapolaciones” (Emil Gumbel 1941, p. 187)*

# Perspectiva histórica

- “Un clima **estacionario**, en el cual la media y la varianza no cambian en el tiempo, es una suposición básica de los procedimientos metodológicos estándares para la estimación de las probabilidades de recurrencia de eventos hidrológicos extremos” (Knox y Kundzewicz 1997).







# Estadísticas no estacionarias

- Tendencia de medias (least square regression analysis)
- Estadísticas no paramétricas
- Cuando se analiza si existe una tendencia en la frecuencia de ocurrencias de un evento extremo, no su severidad, entonces la **Regresión de Poisson** puede utilizarse.

# “peaks-over-threshold”

- “Peaks-over-threshold”
  - **Davison AC, Smith RL** (1990) Models for exceedence over high thresholds. Journal of the Royal Statistical Society 52:393–442
  - Más puntos, pero existen programas ([cran.r-project.org/web/packages/extRemes/](http://cran.r-project.org/web/packages/extRemes/))
- Análisis de tendencias
  - Mann-Kendall test (Helsel and Herish 1992)

# Otros métodos y programas

- **Katz, RW.** 2010. Statistics of extremes in climate change. *Climatic Change* 100: 71–76.
- **Takara, K.** Frequency analysis of hydrological extreme events and how to consider climate change.
- **Knox, J. and Z. Kundzewicz.** 1997. Extreme hydrological events, palaeo-information and climate change. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques* 42(5)
- **Stephenson A, Gilleland E** (2006) Software for the analysis of extreme events: the current state and future directions. *Extremes* 8: 87–109.
- **Coles S** (2001) An introduction to statistical modeling of extreme values. Springer, London.
- **Katz RW, Parlange MB, Naveau P** (2002) Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources* 25: 1287–1304