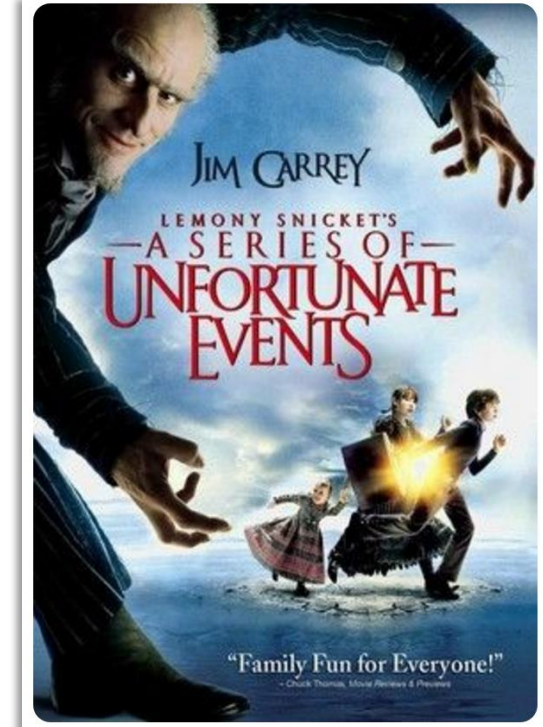


Coloquio “Incidencia del Clima en eventos Catastróficos”

5 de Diciembre 2018

Una serie de eventos desafortunados

El rol del cambio climático en
eventos recientes de alto
impacto



René D. Garreaud^{1,2}

Juan Pablo Boisier^{1,2} Roberto Rondanelli^{1,2}, Claudia Villarroel^{1,3}

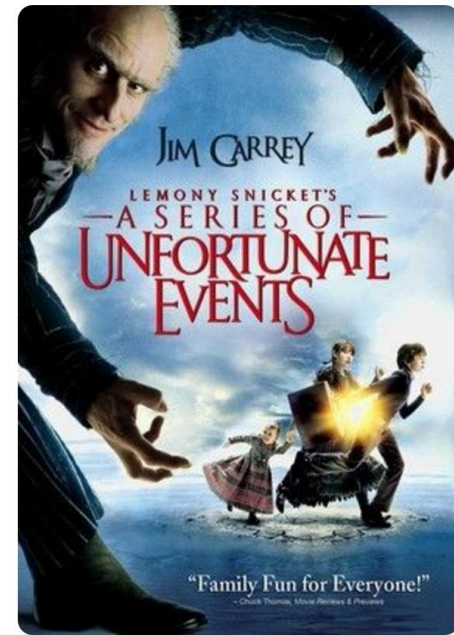
1. Centro del Clima y la Resiliencia, CR2

2. Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

3. Dirección Meteorológica de Chile

Estructura

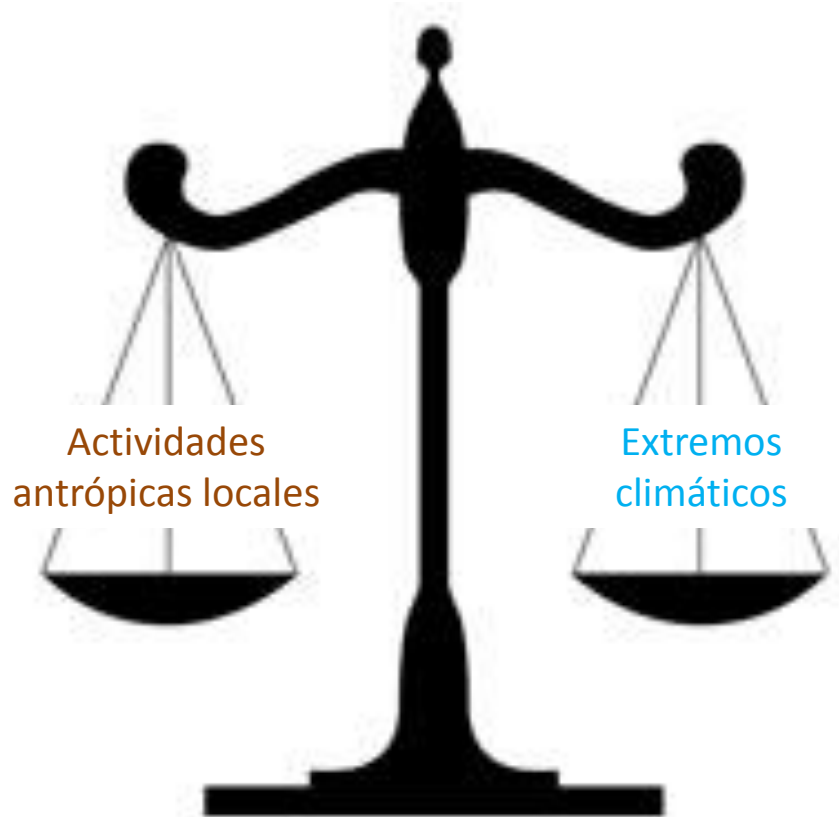
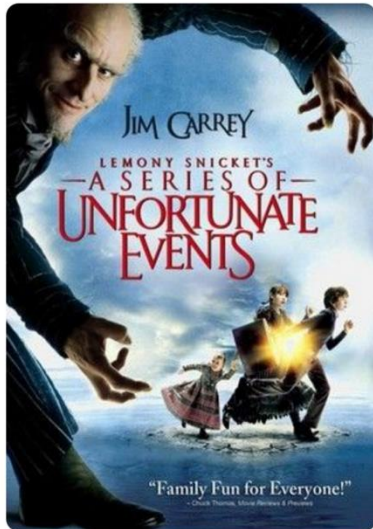
- Consideraciones generales
- El ardiente verano del 2017
- La mega-sequía 2010-2015
- Marea Roja en el verano del 2016
- Tormentas en el norte chico
- Conclusiones



} Diferentes Escalas
Diversos Métodos

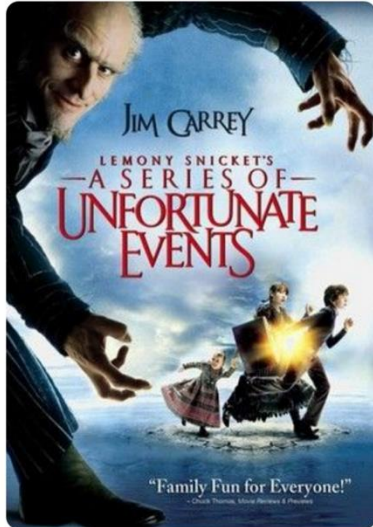
Eventos “ambientales” extremos

→ Impactos económicos y tensiones sociales



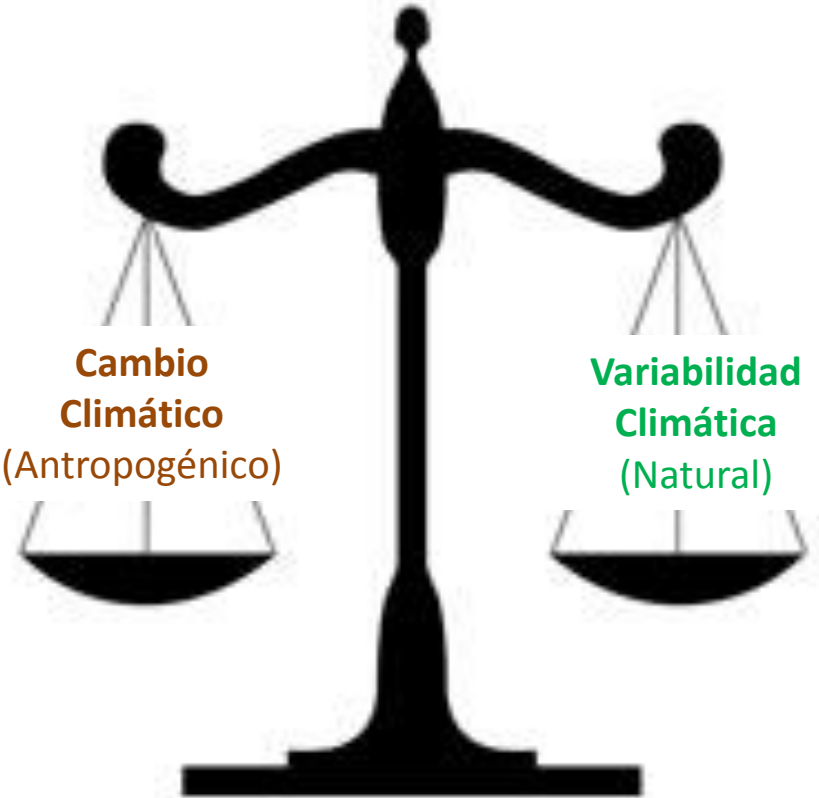
La balanza anterior es un gran desafío multidisciplinario...
...pero los climatólogos tenemos nuestra propia balanza

Extremos climáticos



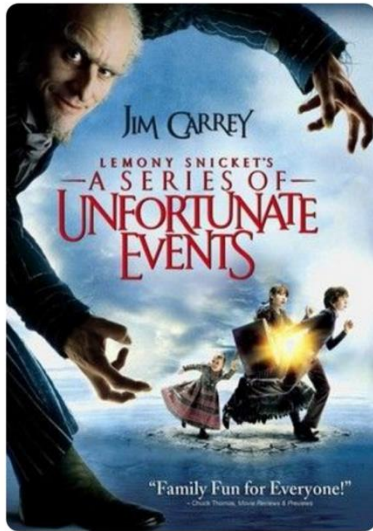
**Cambio
Climático**
(Antropogénico)

**Variabilidad
Climática**
(Natural)

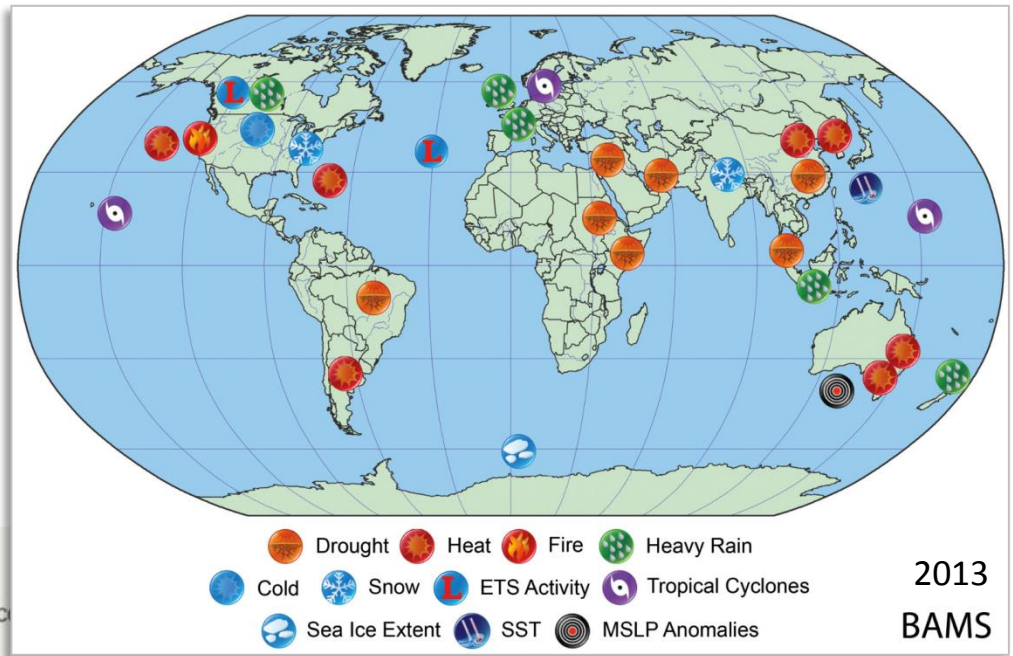


La balanza anterior es un gran desafío multidisciplinario...
...pero los climatólogos tenemos nuestra propia balanza

Extremos climáticos

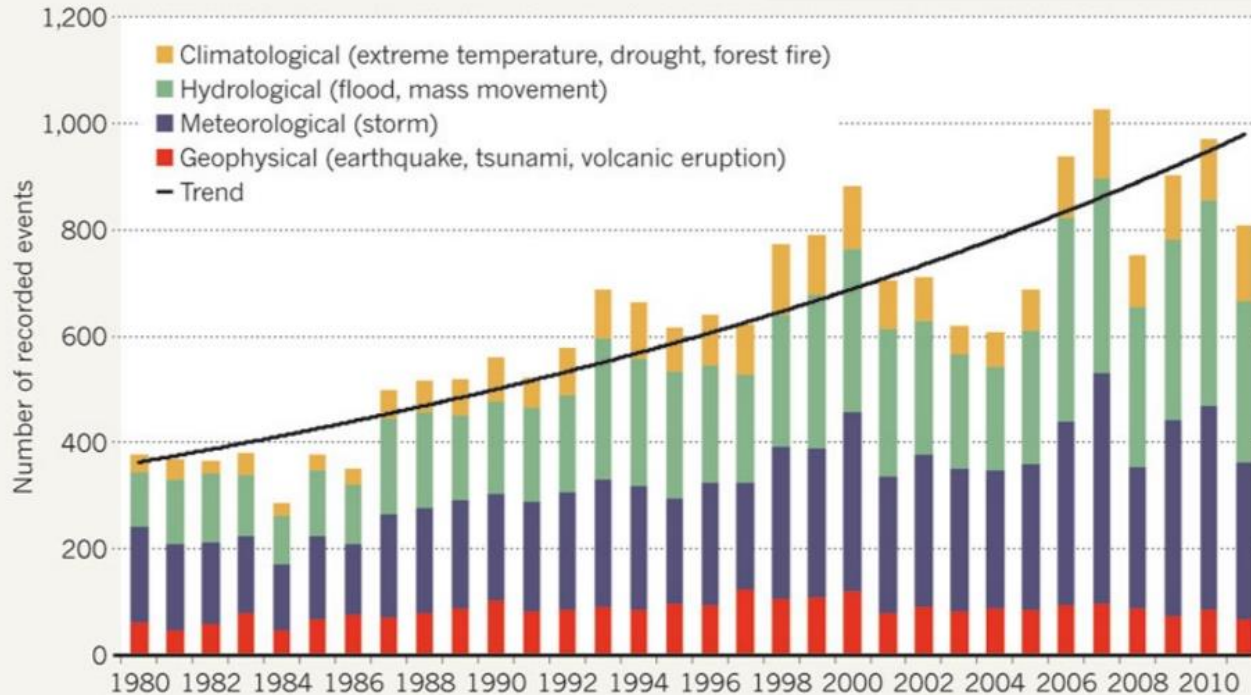


Perspectiva Global

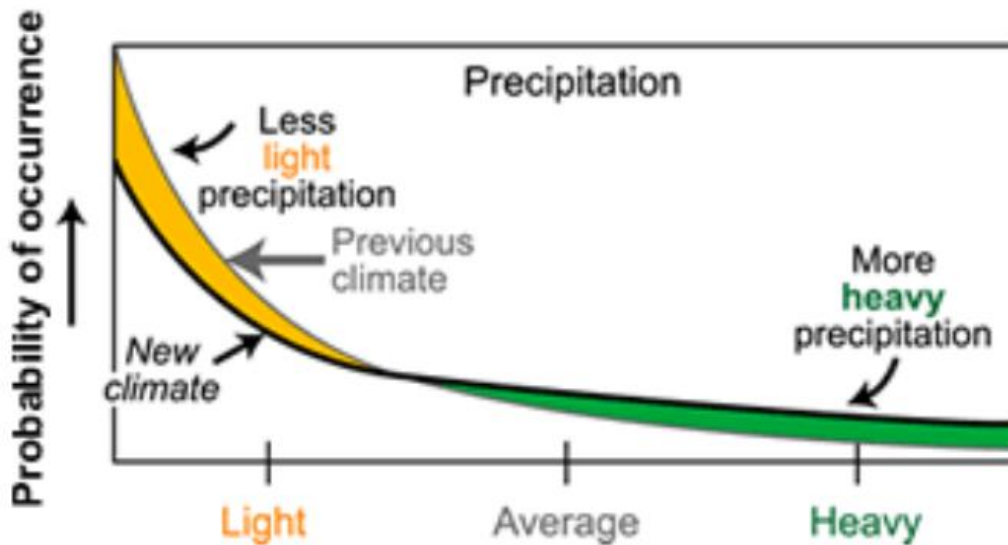
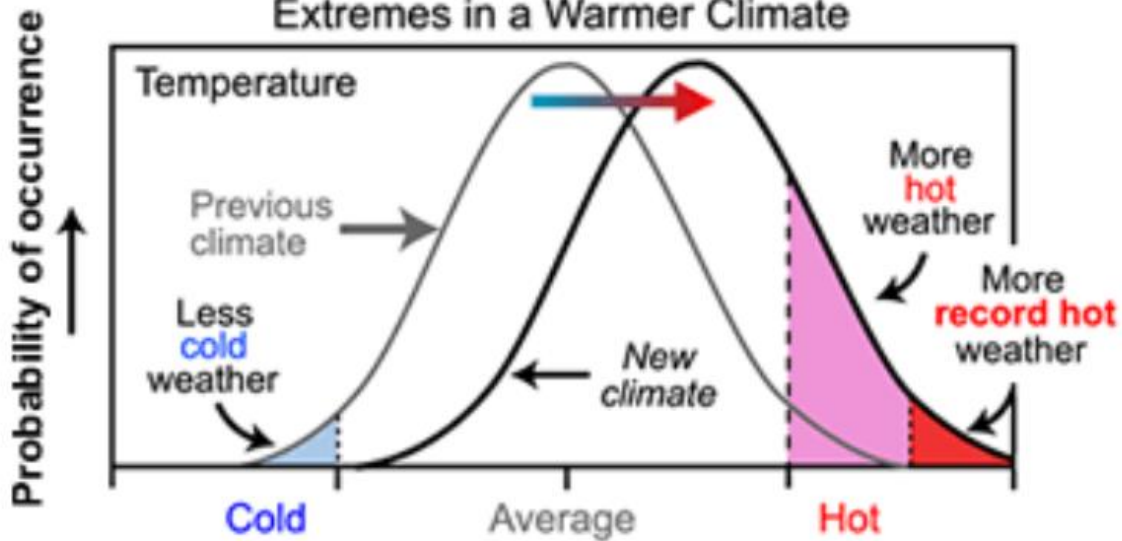


CATASTROPHE COUNT

An increase in severe storms is helping to drive up the number of records conclusively attributed to climate change.



Increase in Probability of Extremes in a Warmer Climate



NOAA

El ardiente verano 2017

Anomalías Tx Enero 2017

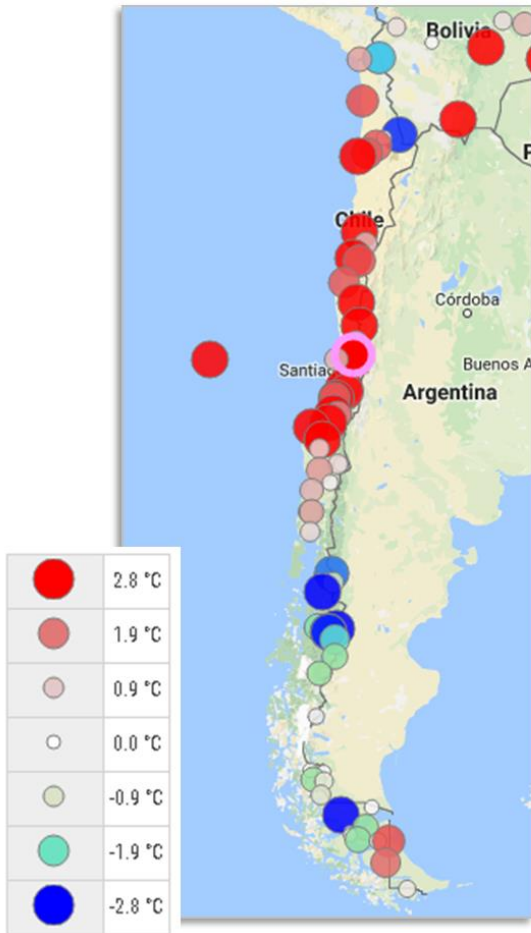
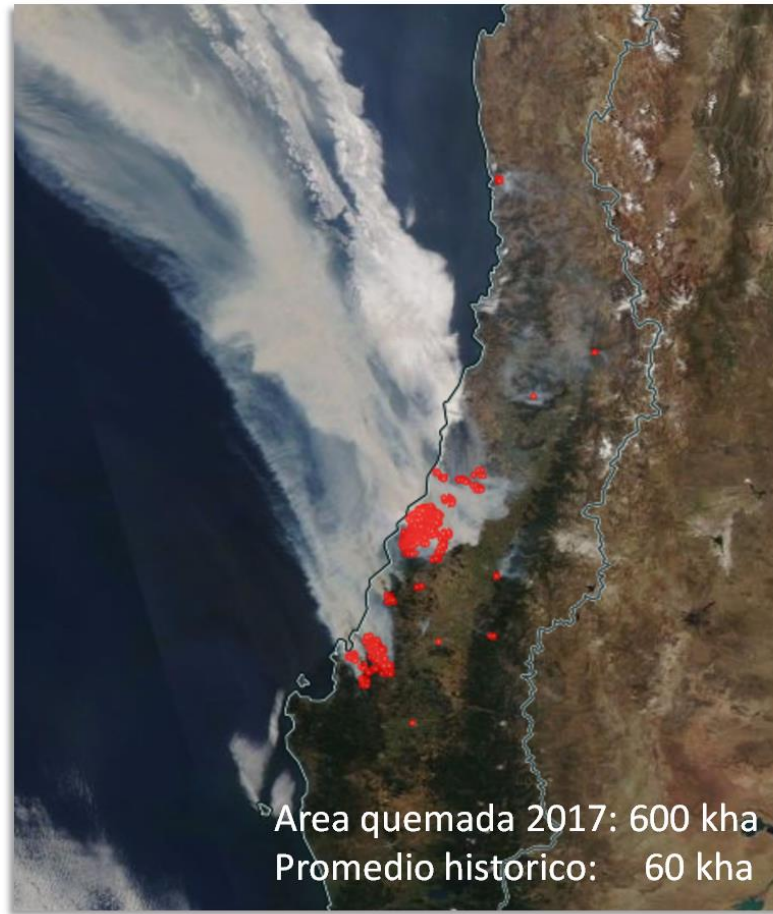
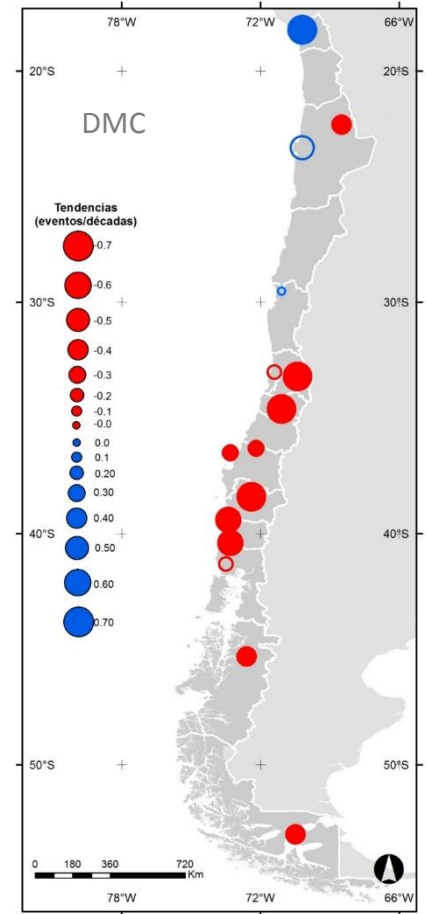


Imagen MODIS Visible 27-01-2017



Tendencias olas de calor



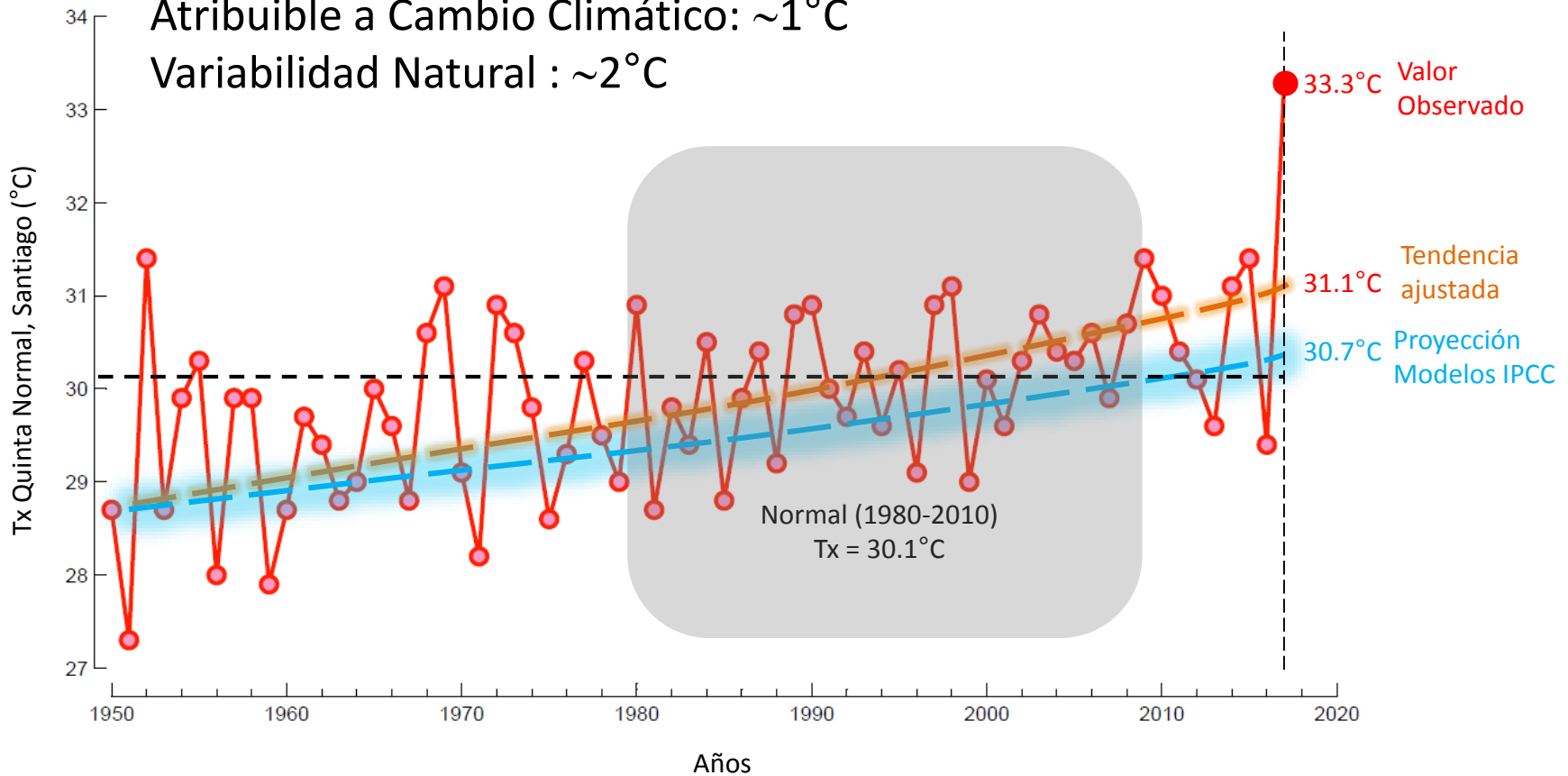
El ardiente verano 2017

TMax Stgo. Enero 2017: 33.1°C

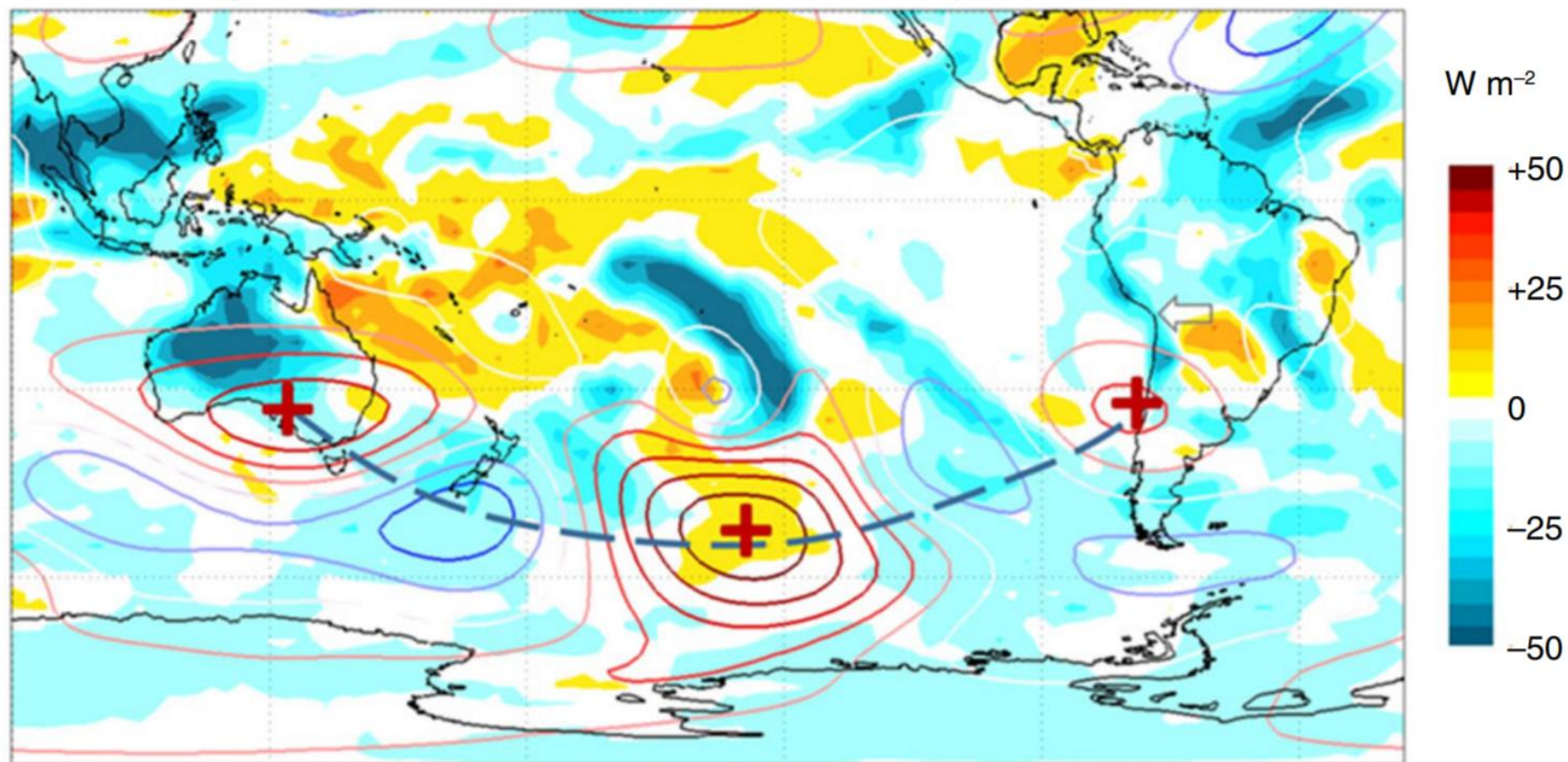
Aumento por encima de la normal: +3°C

Atribuible a Cambio Climático: ~1°C

Variabilidad Natural : ~2°C

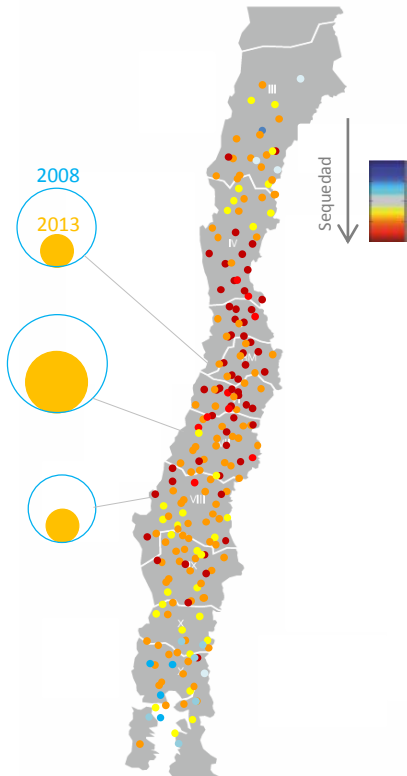


200 hPa height and OLR anomalies (15–30 January 2017)

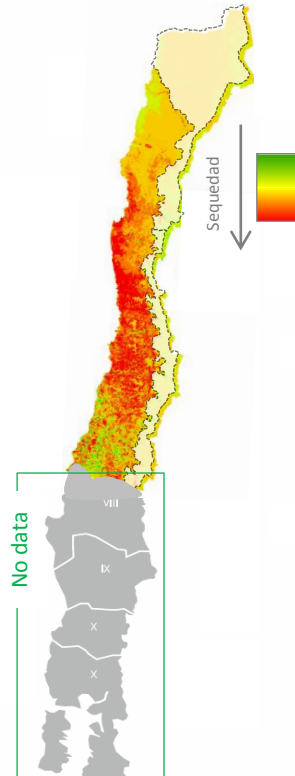


La Megasequía 2010-2015

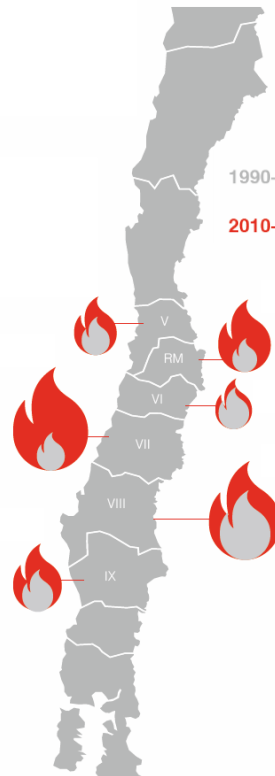
Transporte de sedimentos en invierno



Déficit Pluviométrico (2010-2014)

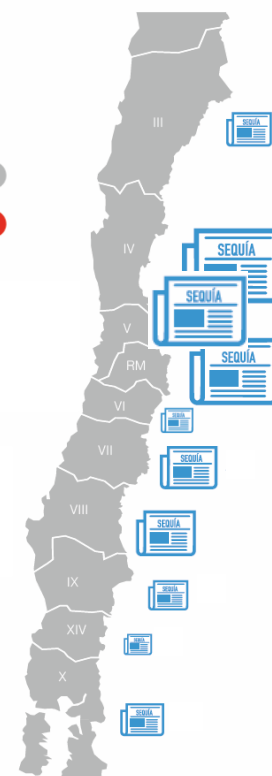


Deterioro vegetación Agosto 2010-2015



Incendios forestales de magnitud

Apariciones en prensa escrita (2014)

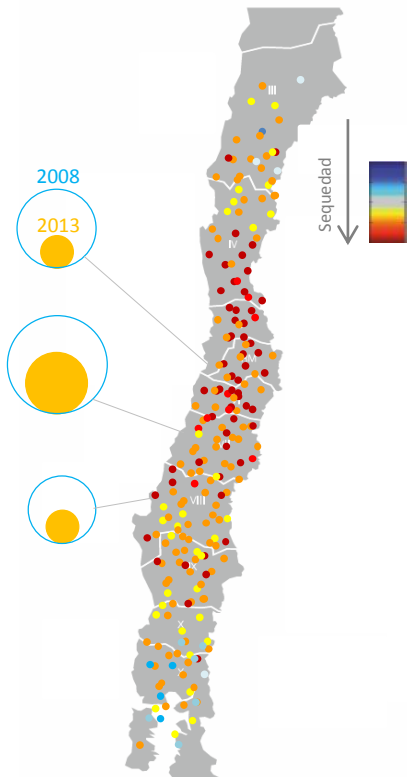


Gastos en Camiones Aljibes (Mill\$)



La Megasequía 2010-2015 ~~2018~~

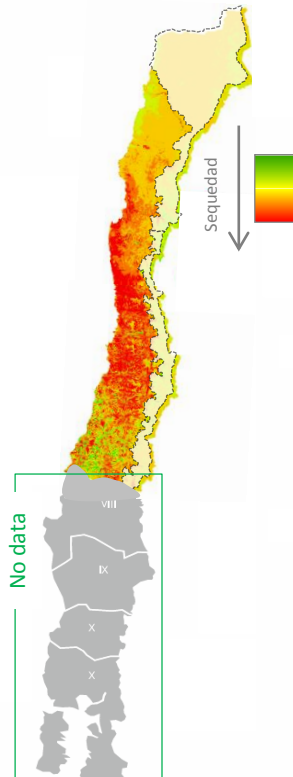
Transporte de sedimentos en invierno



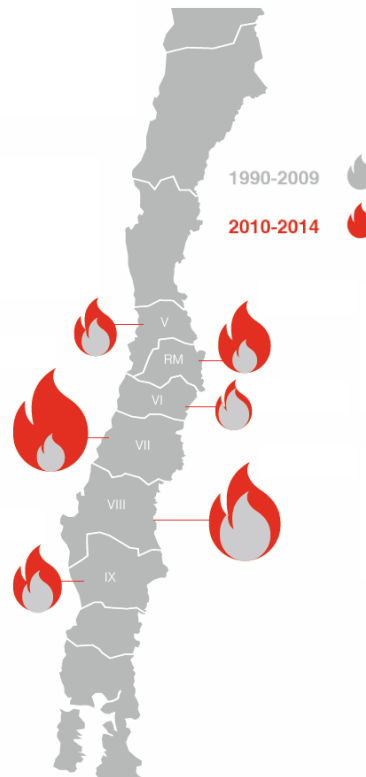
Déficit Pluviométrico (2010-2014)



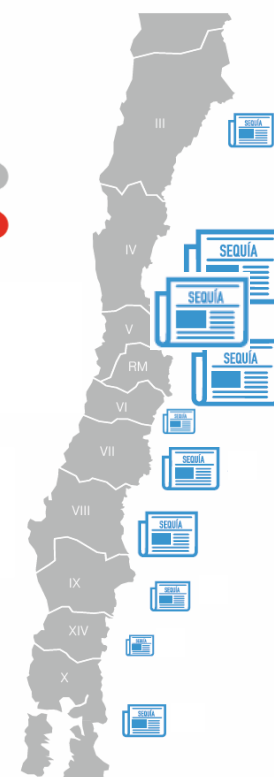
Deterioro vegetación Agosto 2010-2015



Incendios forestales de magnitud



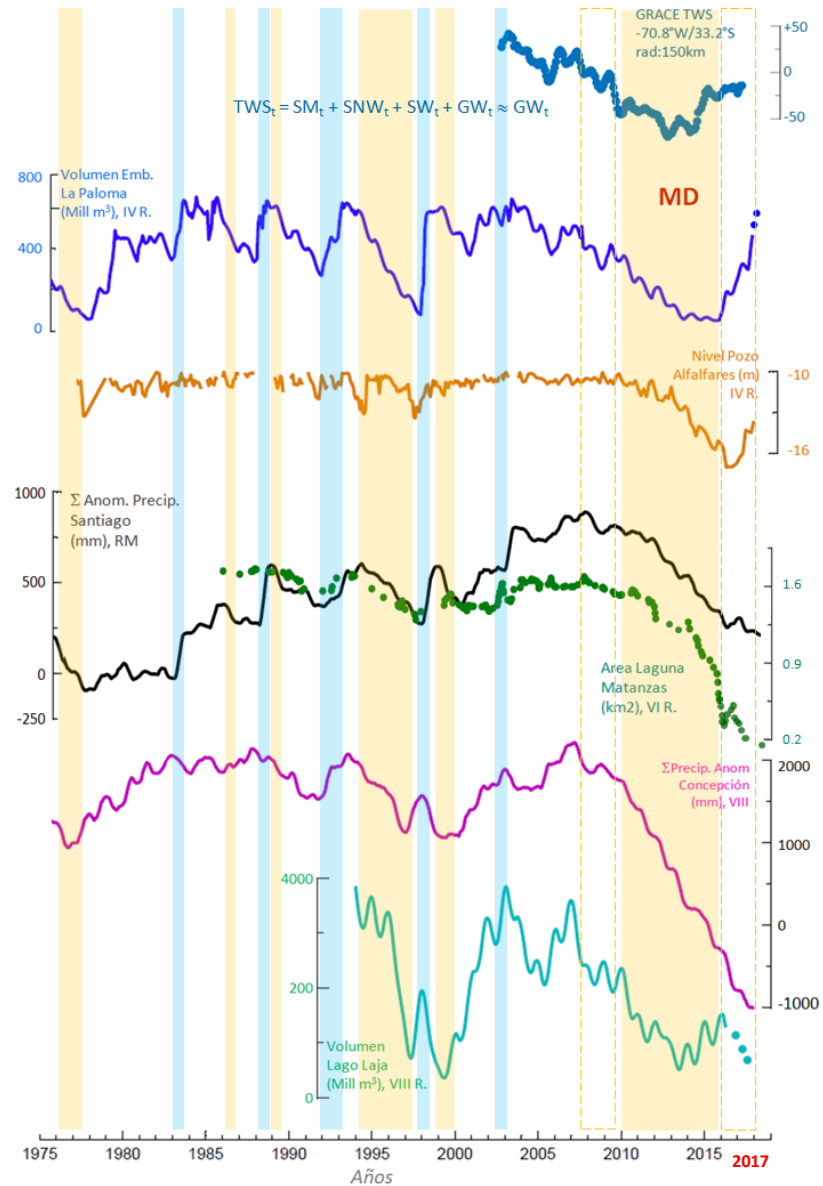
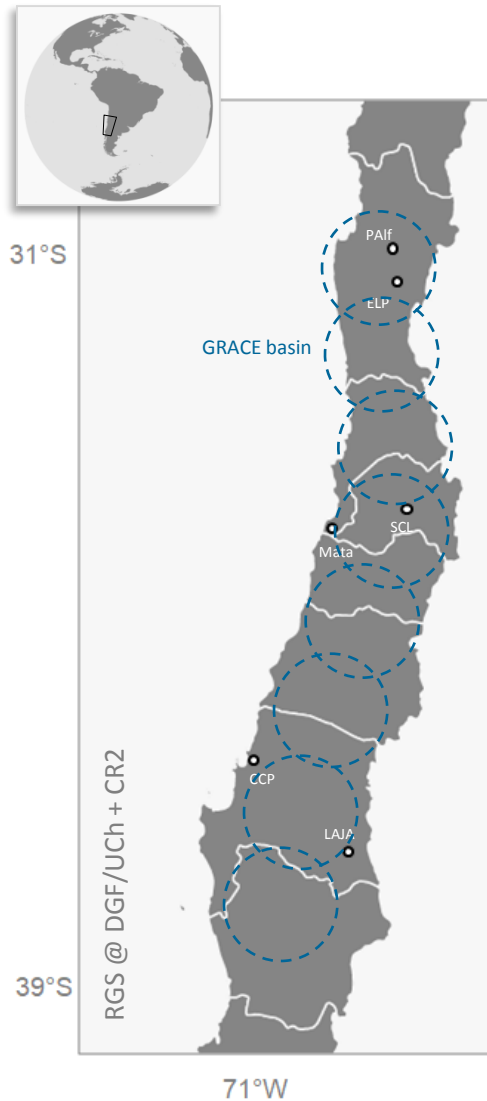
Apariciones en prensa escrita (2014)



Gastos en Camiones Aljibes (Mill\$)



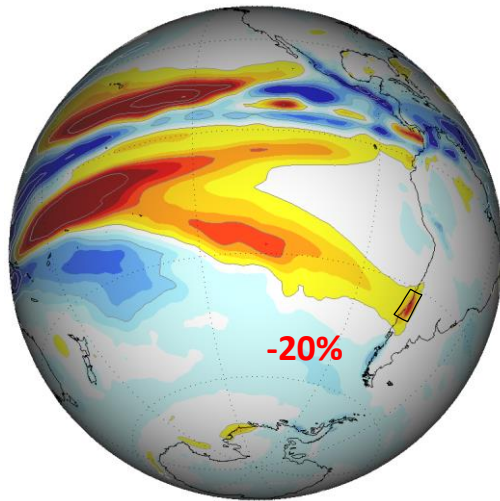
De la Mega Sequía a la Media Sequía...



La Megasequía 2010-2015

Anomalías de precipitación, MJJAS, 2010-2015
simuladas por diversos modelos. Deficit observado ~**30%**

AMIP-ORF

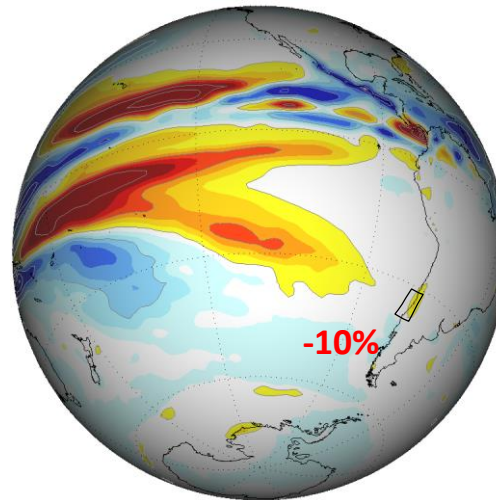


TSM prescrita
GEI actuales

Promedio muchas corridas revela
forzamiento del oceano en clima

NAT+ANTROP

AMIP-NHF

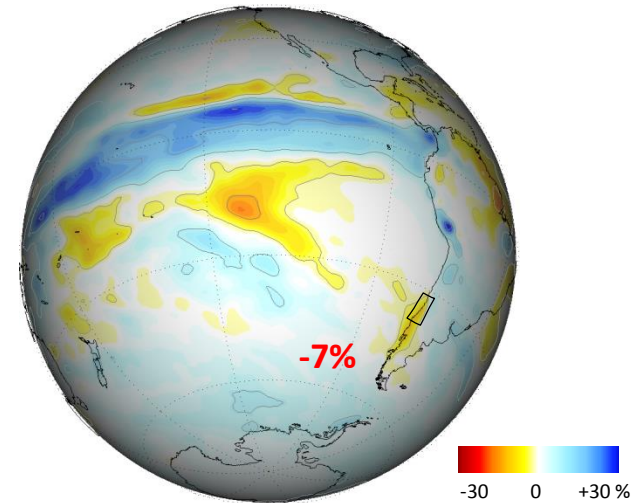


TSM prescrita
GEI historicos (1800)

Promedio muchas corridas del
mismo modelo (CAM5.1)

NAT' (2/3)

CMIP5/RCP8.5

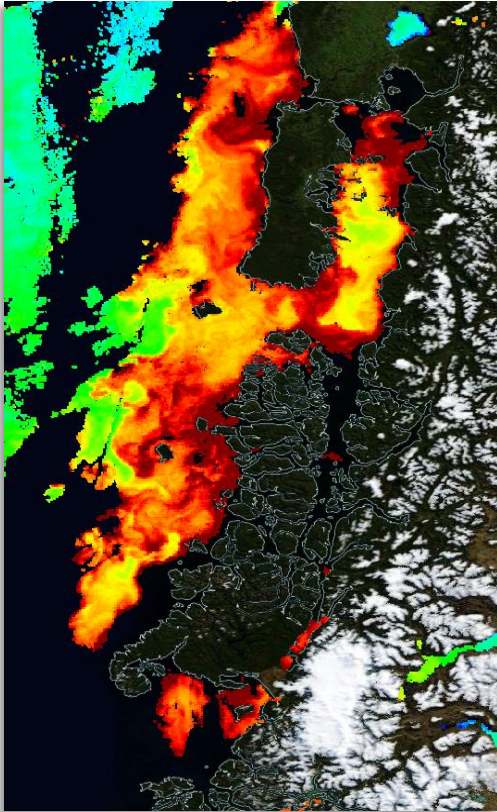


TSM calculada
GEI actuales

Promedio muchos modelos
revela forzamiento radiativo

ANTROP (1/3)

El terrible 2016 (JFM)

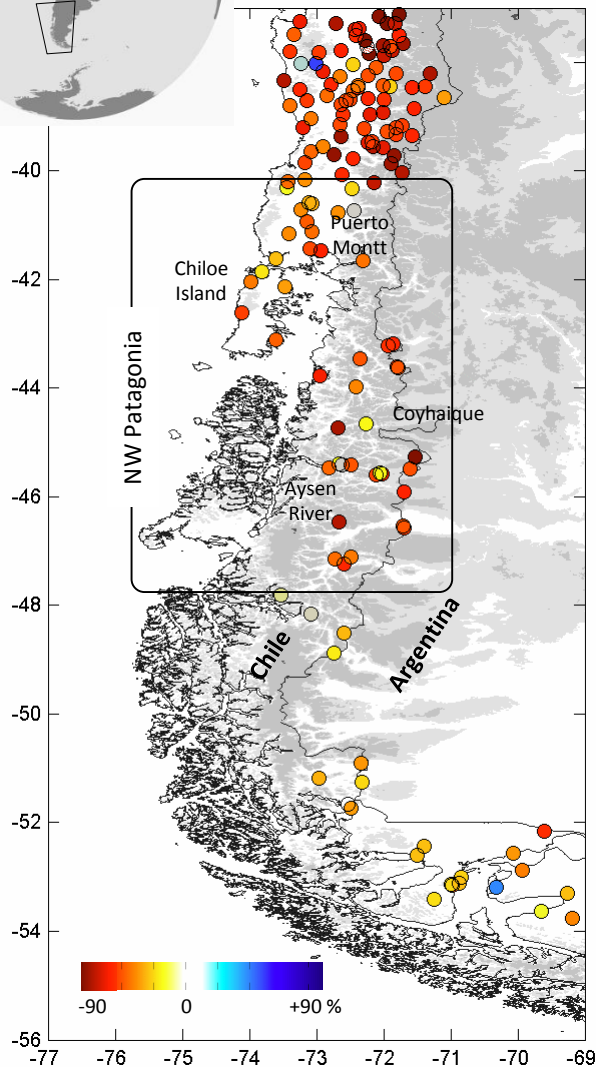


Clorfila, 03 Marzo 2016. MODIS

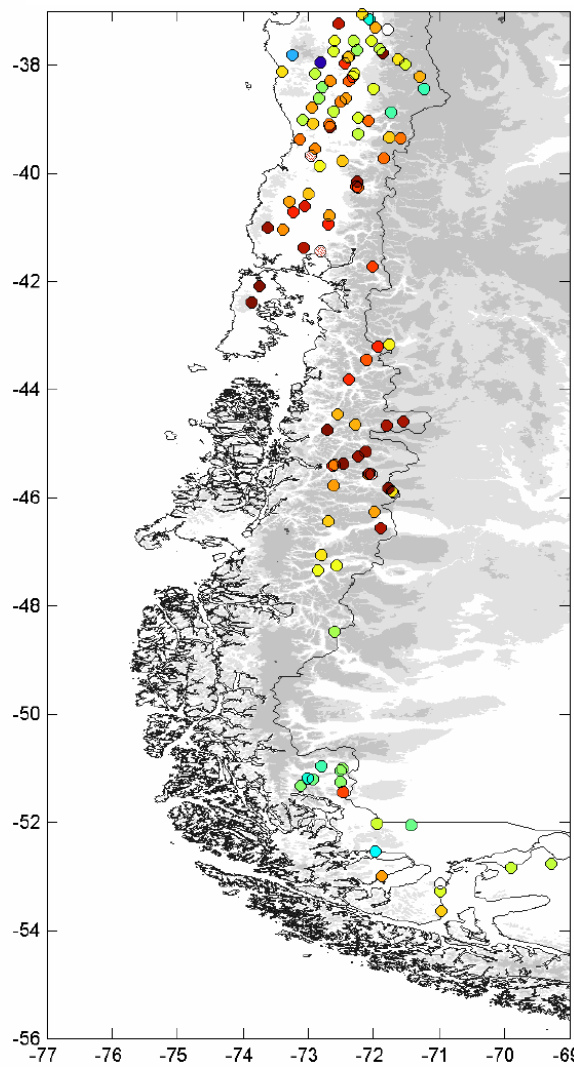
El terrible 2016 (JFM)



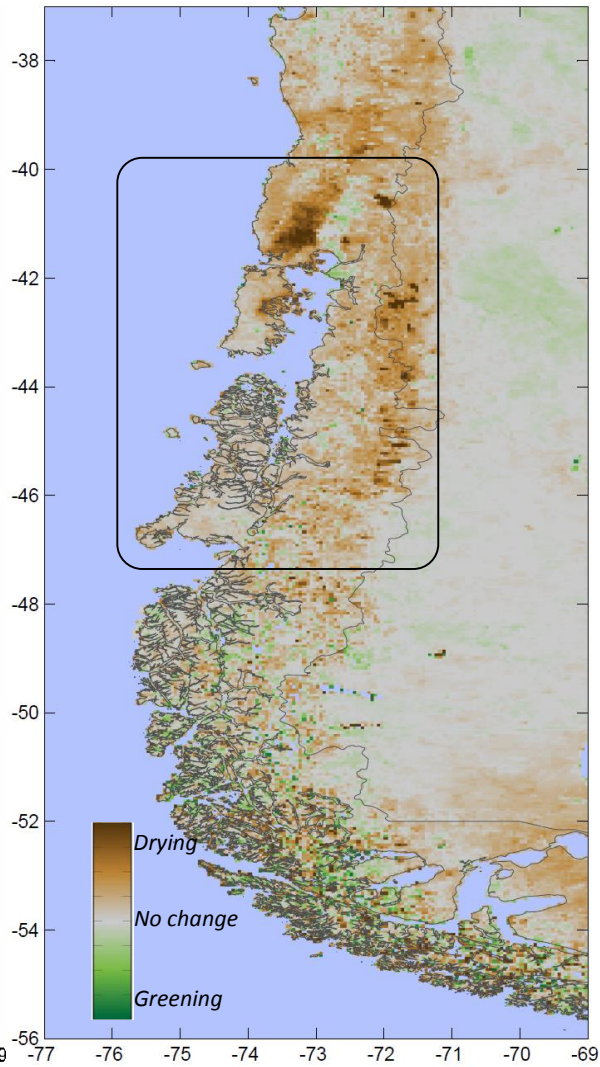
(a) Precipitation anomalies



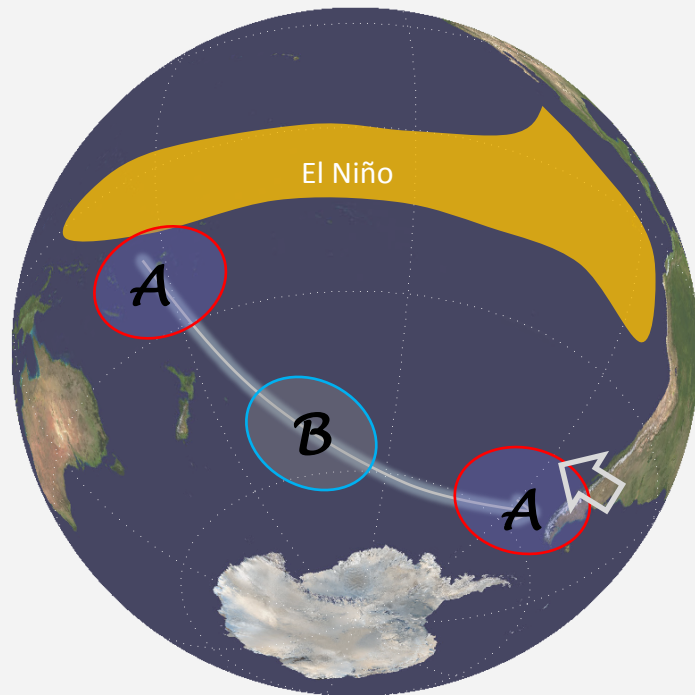
(a) Streamflow anomalies



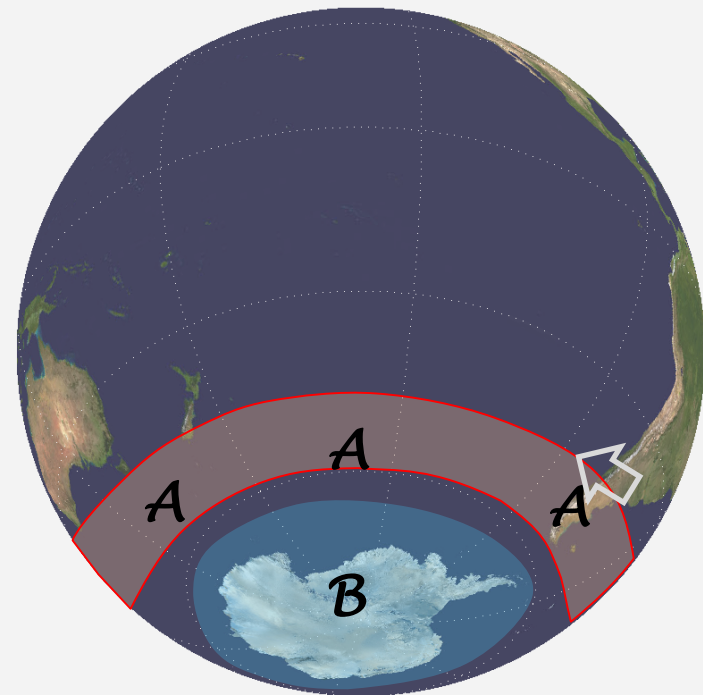
(b) Enhanced Vegetation Index anomalies



Impacto de El Niño (ENOS) y el Modo Anular del Sur (SAM+) en Patagonia durante primavera-verano



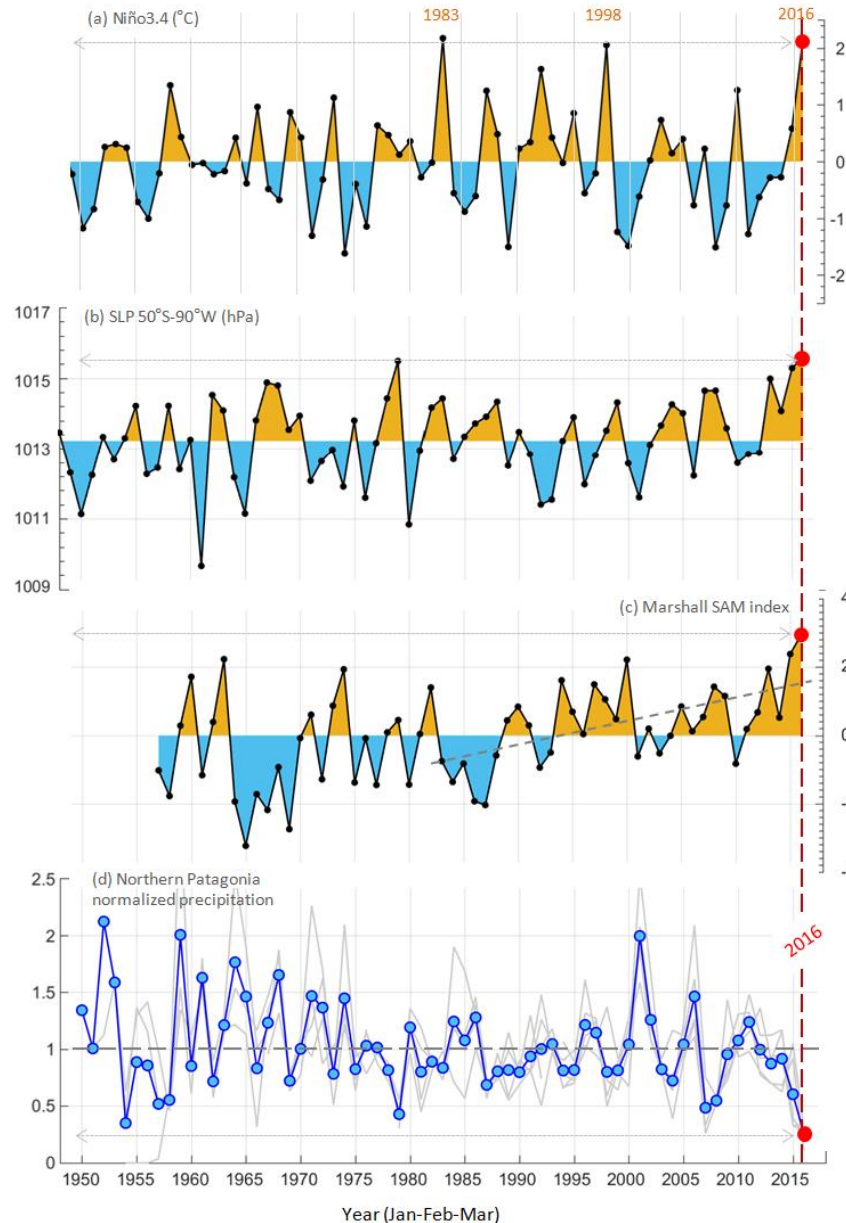
Fase ENOS+
(Variabilidad Natural)



Fase SAM+
(Antrópico: GEI y O3)

Diferentes forzamiento, respuesta similar:
Condiciones anticiclónicas y sequía en Patagonia

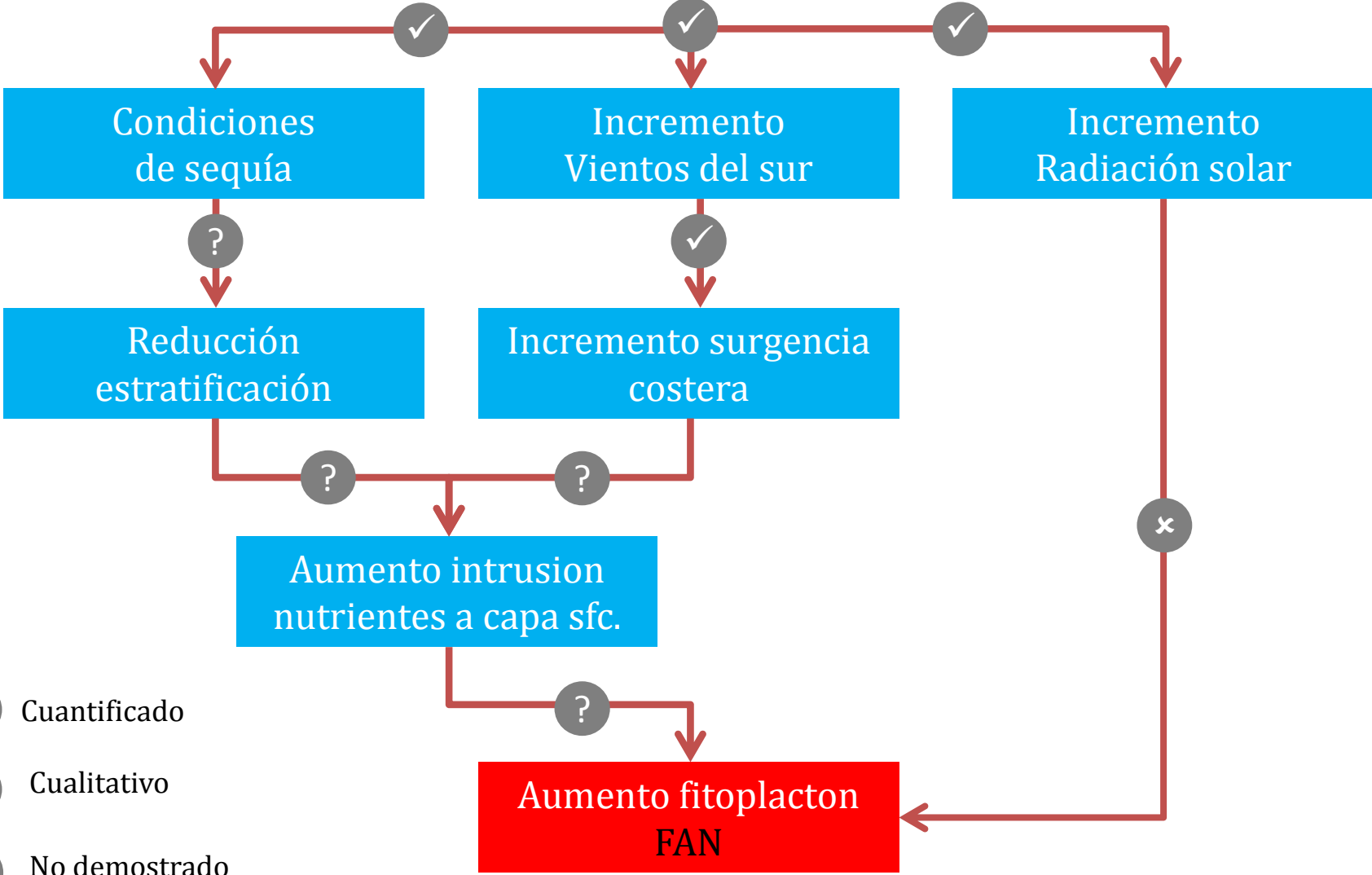
Condiciones de gran escala – EFM 2016



El Niño!
Natural....

SAM!
Antropogénico

Alteraciones climáticas globales (EN, SAM+)

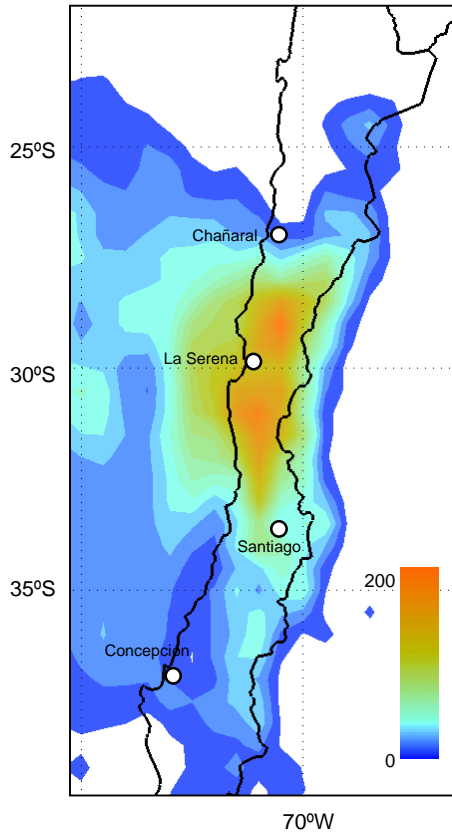


- ✓ Cuantificado
- ? Cualitativo
- x No demostrado

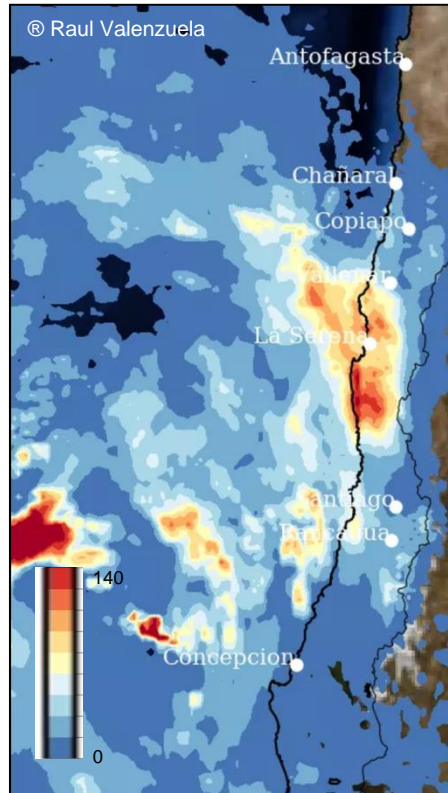
Tormentas en el norte chico

72 hr accumulated precipitation in mm (May 11-12-13, 2017)

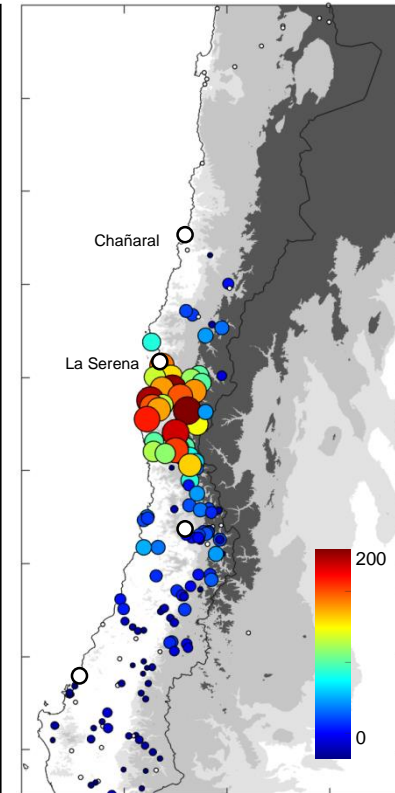
(a) GFS forecast



(b) IMERG (satellite)



(c) Stations (DGA, DMC, CEAZA)

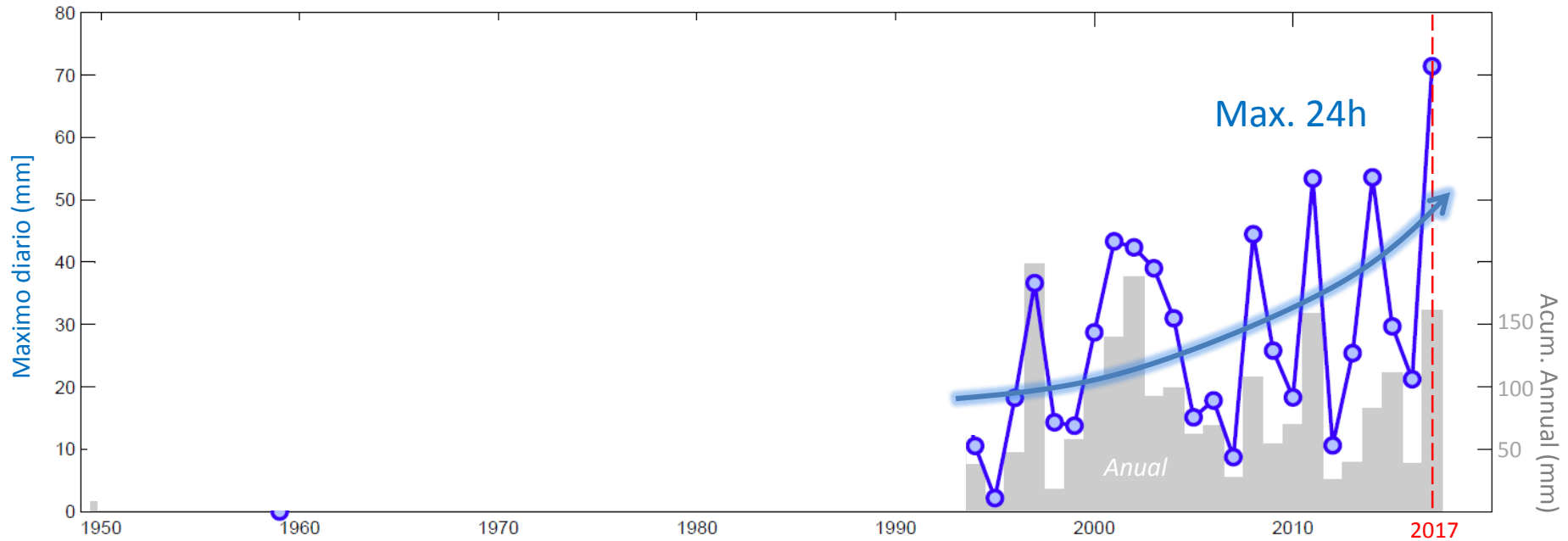


(d) MODIS Terra (May 13)



Tormentas en el norte chico

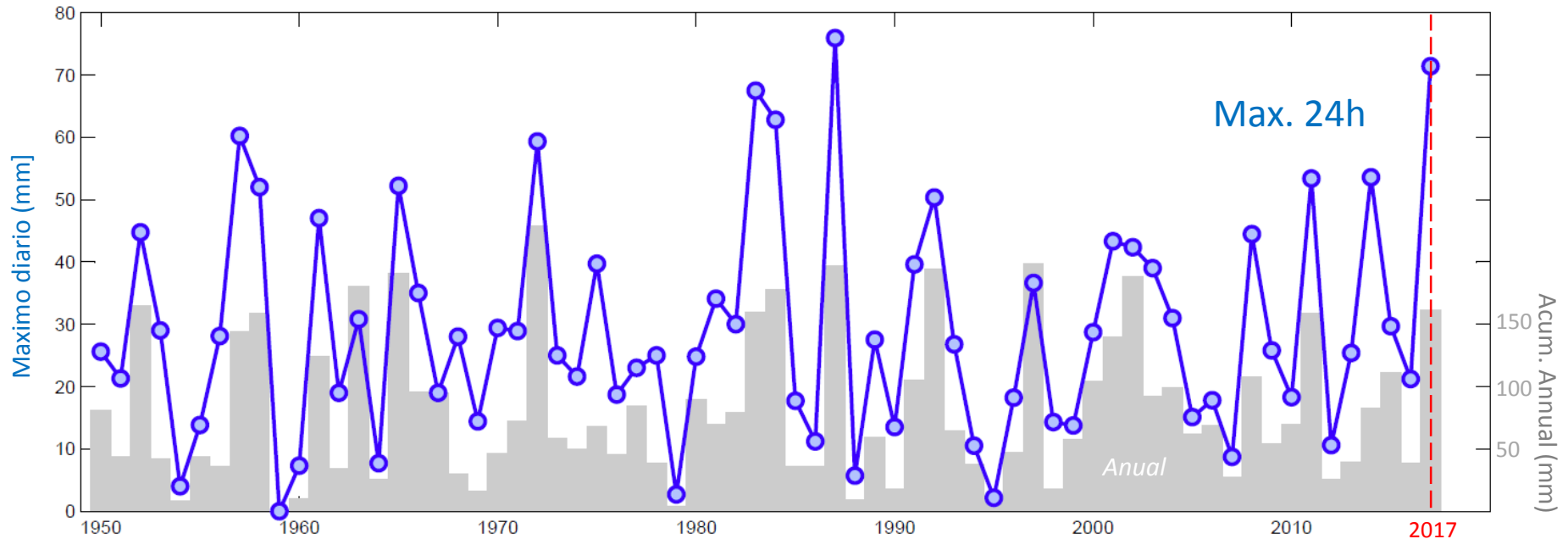
Extremos de precipitación en La Serena



Ahora lo ve....

Tormentas en el norte chico

Extremos de precipitación en La Serena



Ahora no lo ve....

Están cambiando las tormentas sobre Chile central?

Estación Quinta Normal, Datos Diarios

Number of days (4920 total)	1970-1992	1993-2015	Difference*	Sig. level**
Dry days (P=0)	4052	4190	+138 (3%)	1%
Light precipitation (P: 1-10 mm)	338	282	-56 (-16%)	2%
Moderate precipitation (P: 10-30 mm)	184	175	-9 (-5%)	30%
Heavy precipitation (P>30 mm)	58	43	-15 (25%)	5%
Dry, warm days (T≥13°C)	1484	1648	+164 (+10%)	0.5%
Rainy (P≥5 mm), Warm days (T≥13°C)	19	36	+17 (90%)	4%

Santiago se está calentando y secando... ya lo sabemos!

Más tormentas cálidas
Esto parece novedoso

Conclusiones I

- Eventos extremos ocurren por una combinación de variabilidad climática, cambio climático y meteorología sinóptica
- Tendencias de extremos en Chile no siempre siguen tendencias globales
- **Para enfrentar lo peor necesitamos lo mejor!**
(debemos mantener e incrementar nuestra capacidad de seguimiento ambiental y pronósticos meteorológicos)

Conclusiones II

- Las anomalías de circulación producto del cambio climático han **contribuido** a la ocurrencia de **sequias** y **olas de calor** en Chile.
- Lo anterior implica un posible aumento de estos eventos en el futuro (**suponiendo que ENOS mantiene variabilidad actual**).
- No ocurre lo mismo con las **tormentas de verano**. Otros eventos extremos (como las **tormentas de invierno**) deben ser analizadas específicamente.