



Variabilidad climática, algunas causas y efectos observados



PGICH - UNSJ

Programa Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ing. Hidráulica y
Ambiental

Director:

Dr. Ing. Oscar Raúl Dölling

odolling@gmail.com

www.unsjcuencas.com.ar

Variabilidad intra-estacional

Algunas Causas:

1- Oscilación Madden-Julian

Variabilidad Pluri-anual

ALGUNAS CAUSAS:

1- Manchas Solares

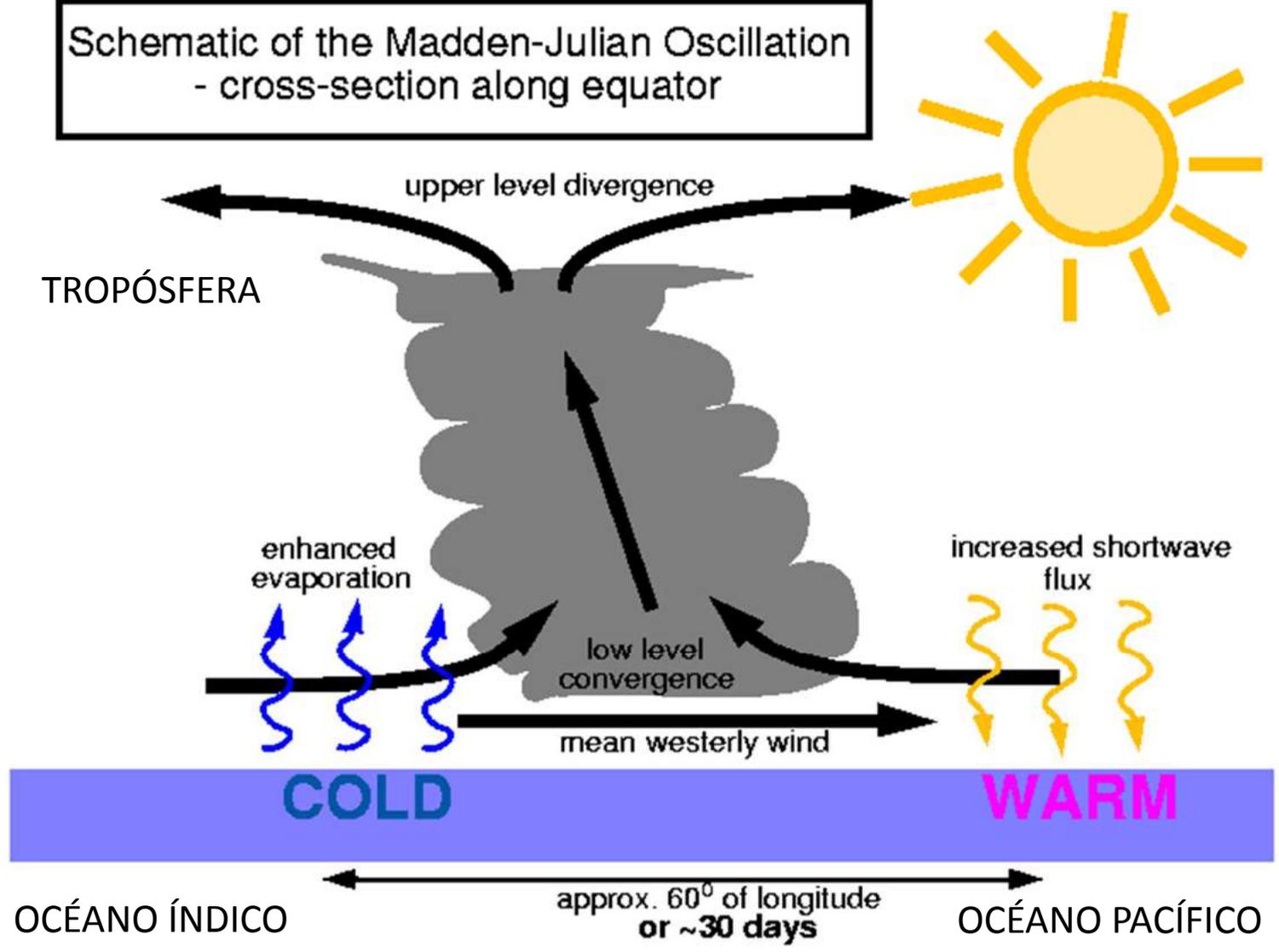
2- WWB (intensidad vientos del oeste)

3- ENSO El Niño Oscilación del Sur

4- Ondas ecuatoriales (ondas de Kelvin, de Rossby)

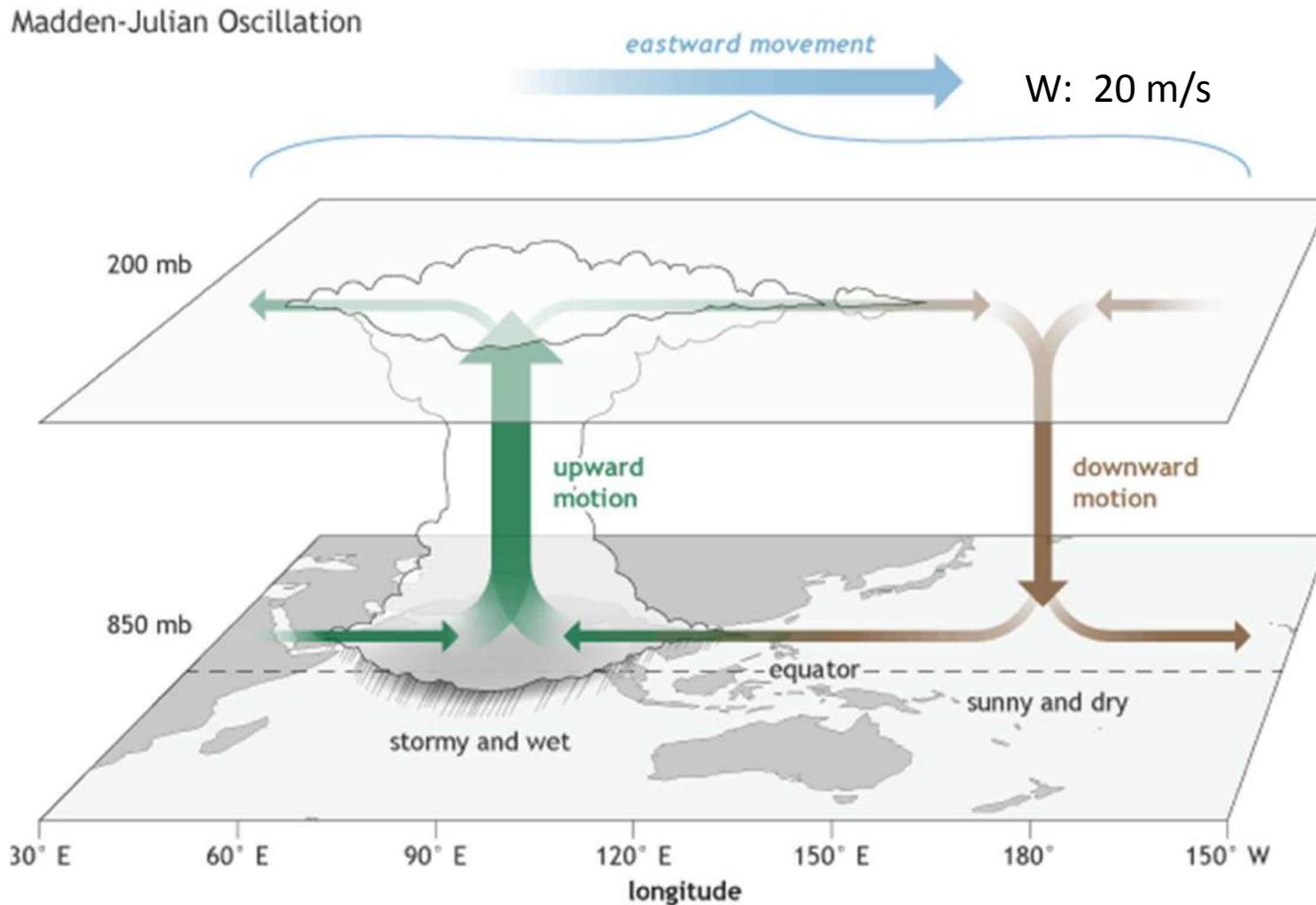
El ENSO → oscilación Madden-Julian.?

Schematic of the Madden-Julian Oscillation
- cross-section along equator

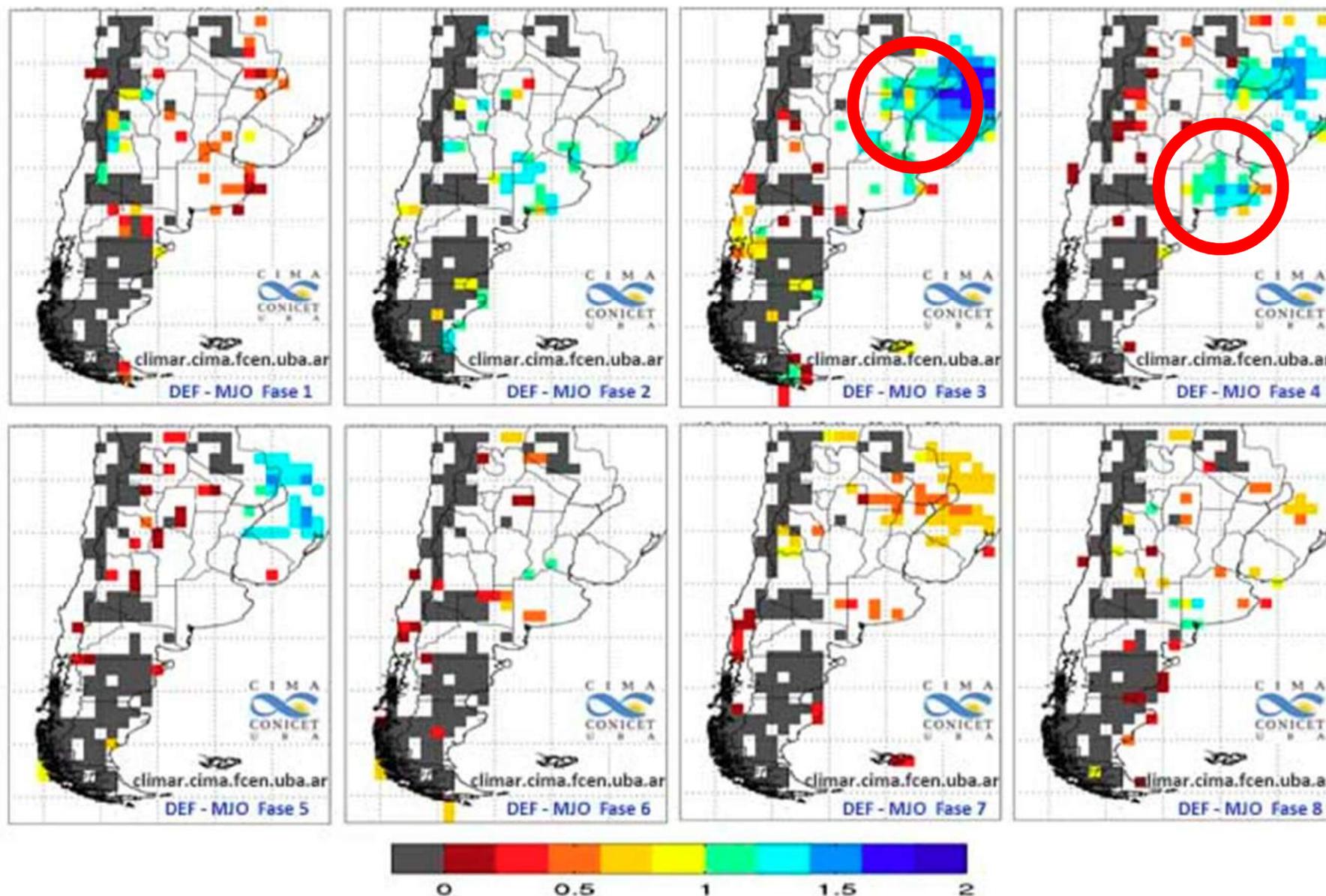


Oscilación Madden-Julian

Roland Madden y Paul Julian en 1971
(30 a 60 días)

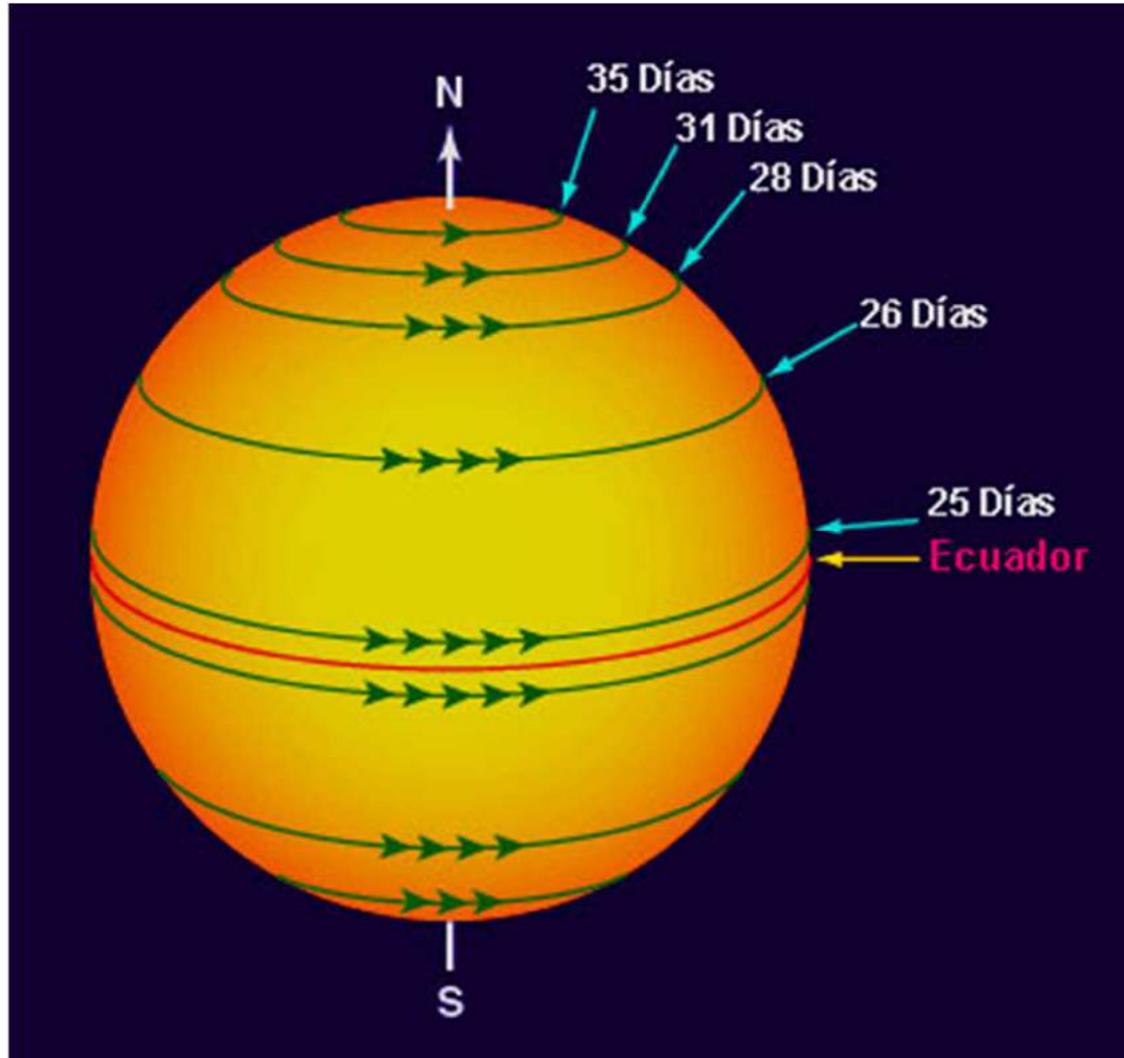


MJO - Niño Neutro (D-E-F) – fase 4



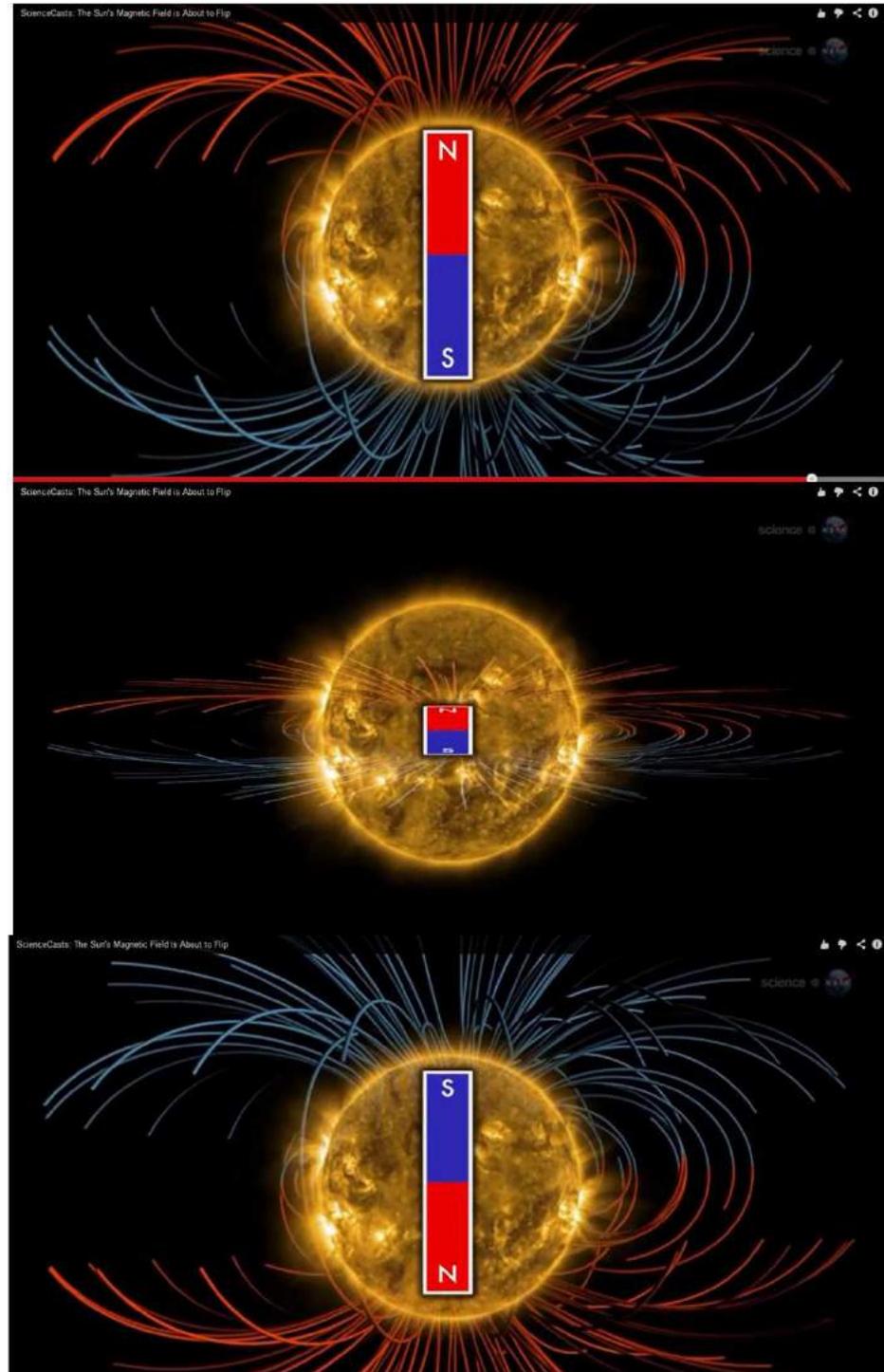
El ENSO → manchas solares?

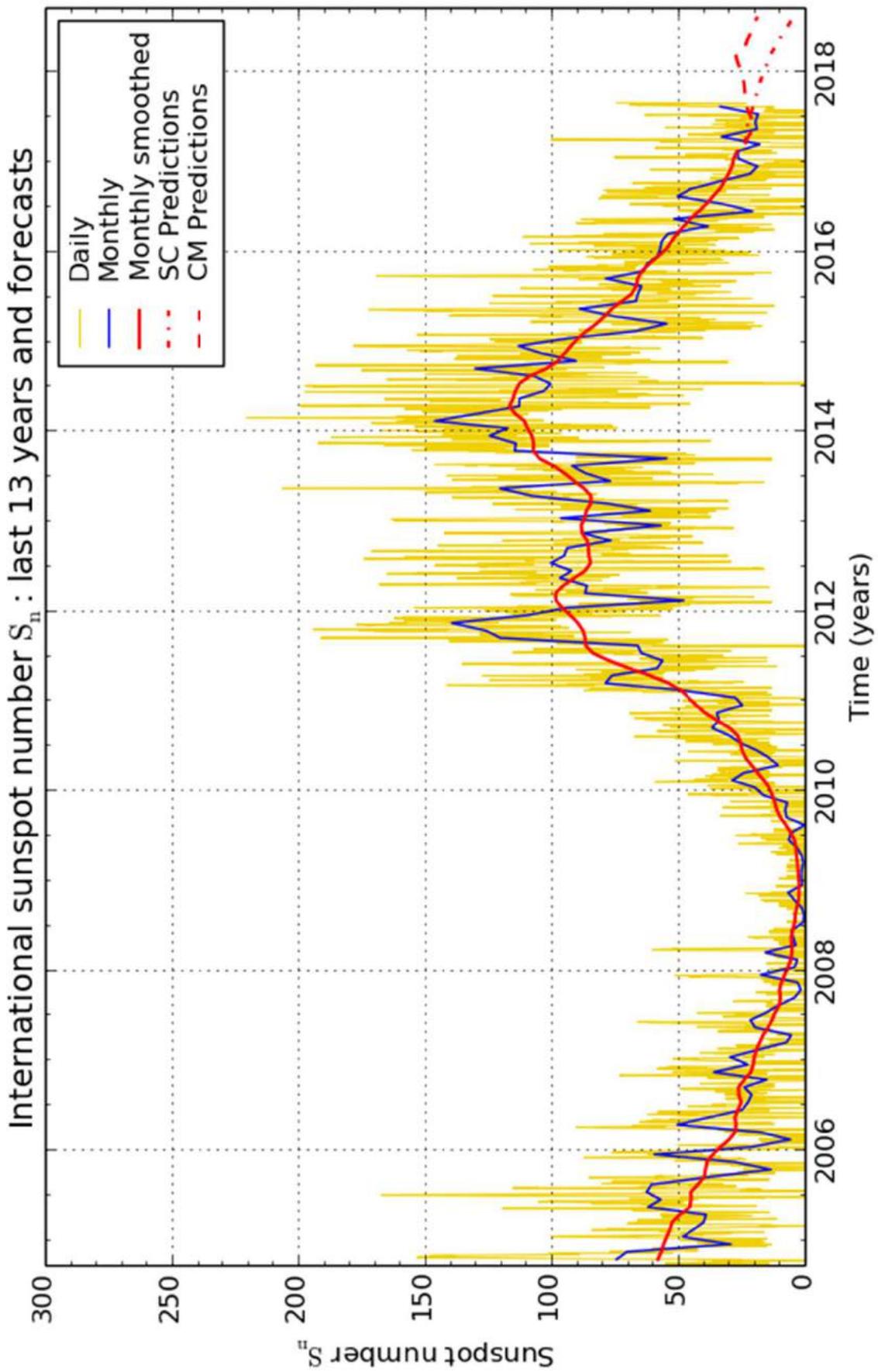
Rotación plasma (electrones+protones) solar



Secuencia de inversión de los polos magnéticos solar

(cada 11 años)

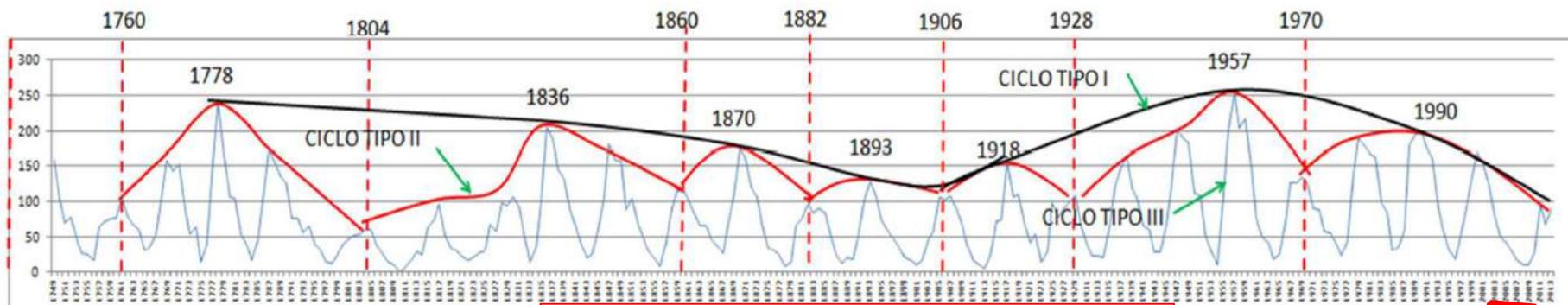




SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2017 September 1

Ciclos de actividad solar (sunspots) (envolventes de máxima actividad)

Actualmente el sol culmina su ciclo de tipo III número 24 conjuntamente con la culminación de su ciclo de tipo II que abarca los ciclos de tipo III 20 al 24, y culminando también su ciclo de tipo I que abarca los ciclos de tipo III del 14 al 24.



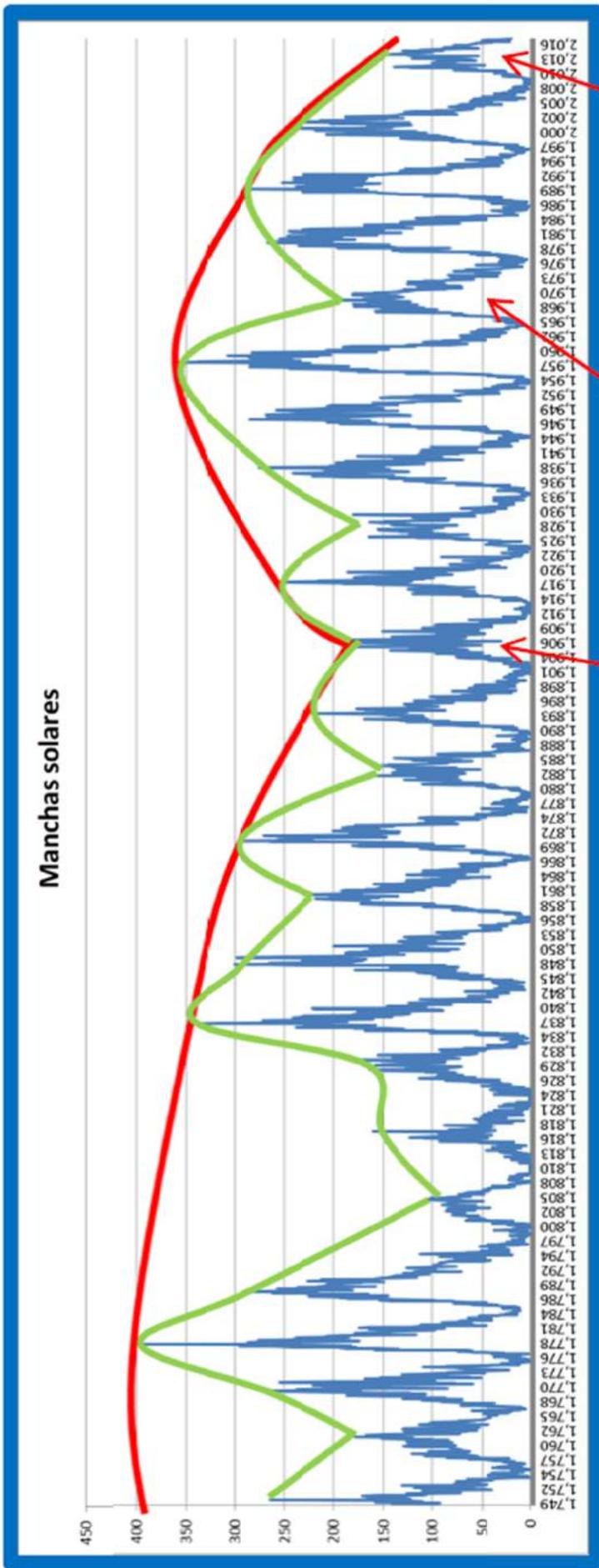
2017-2018

Fin de 3 ciclos simultáneos

Tipo III : 11 años

Tipo II: 25 a 50 años

Tipo I:



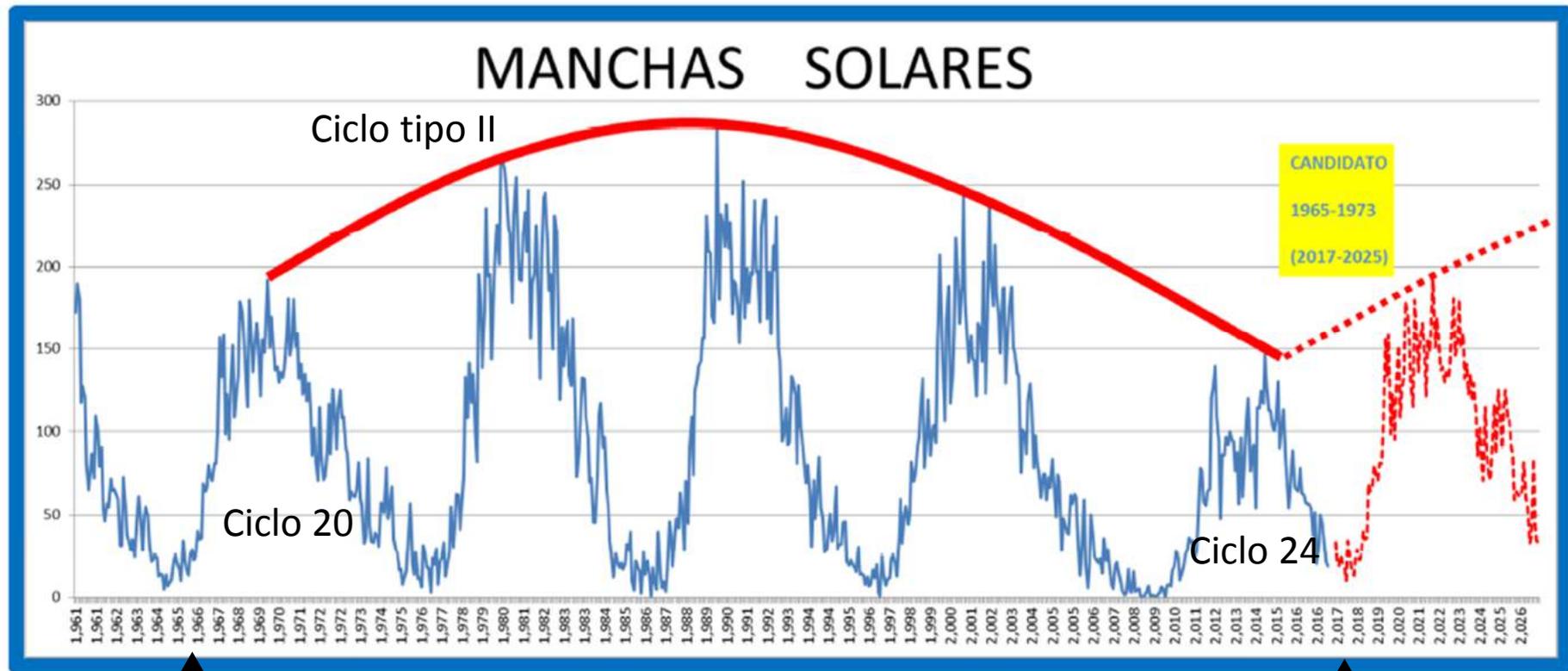
Ciclo 24

Ciclo 20

Ciclo 14

Manchas solares

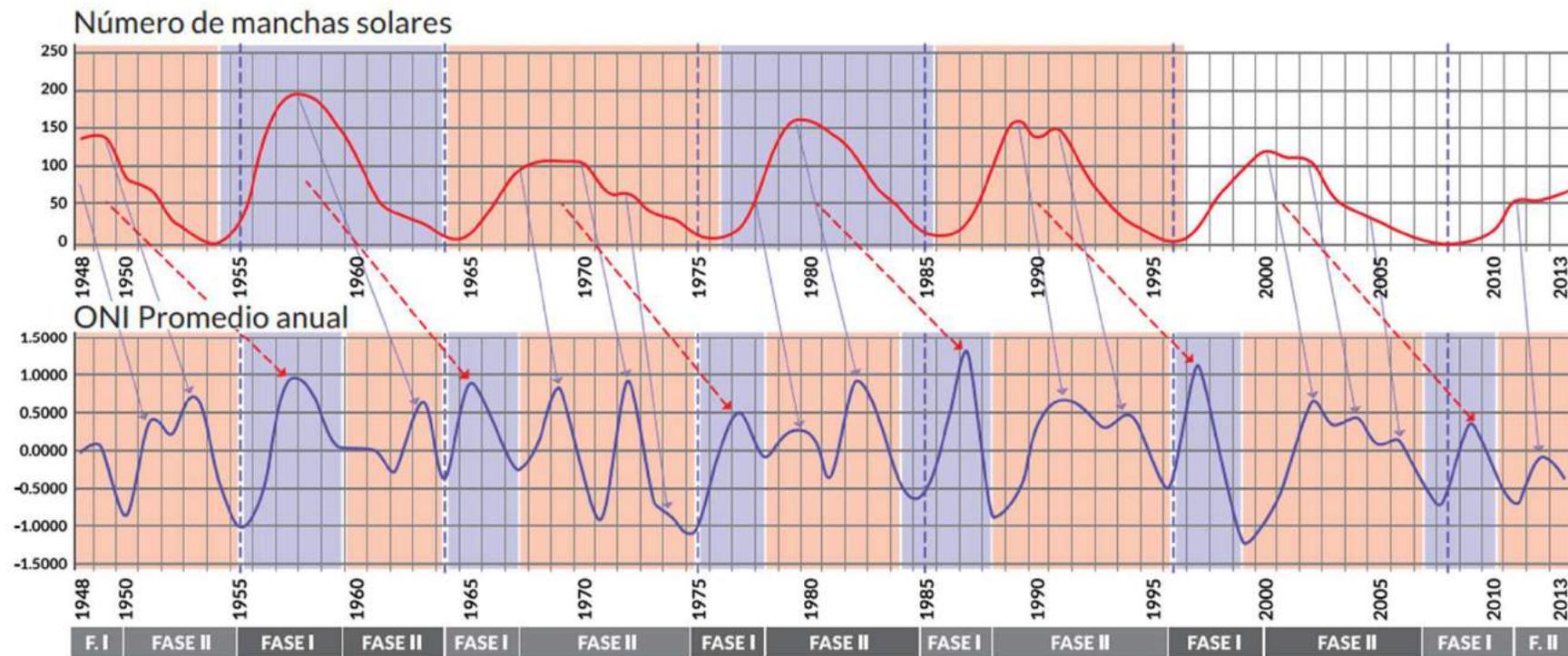
2017-2018 → 1965-1966



1965-1966

2017-2018

Relación Manchas solares- ONI (LAG TIME 8 AÑOS)



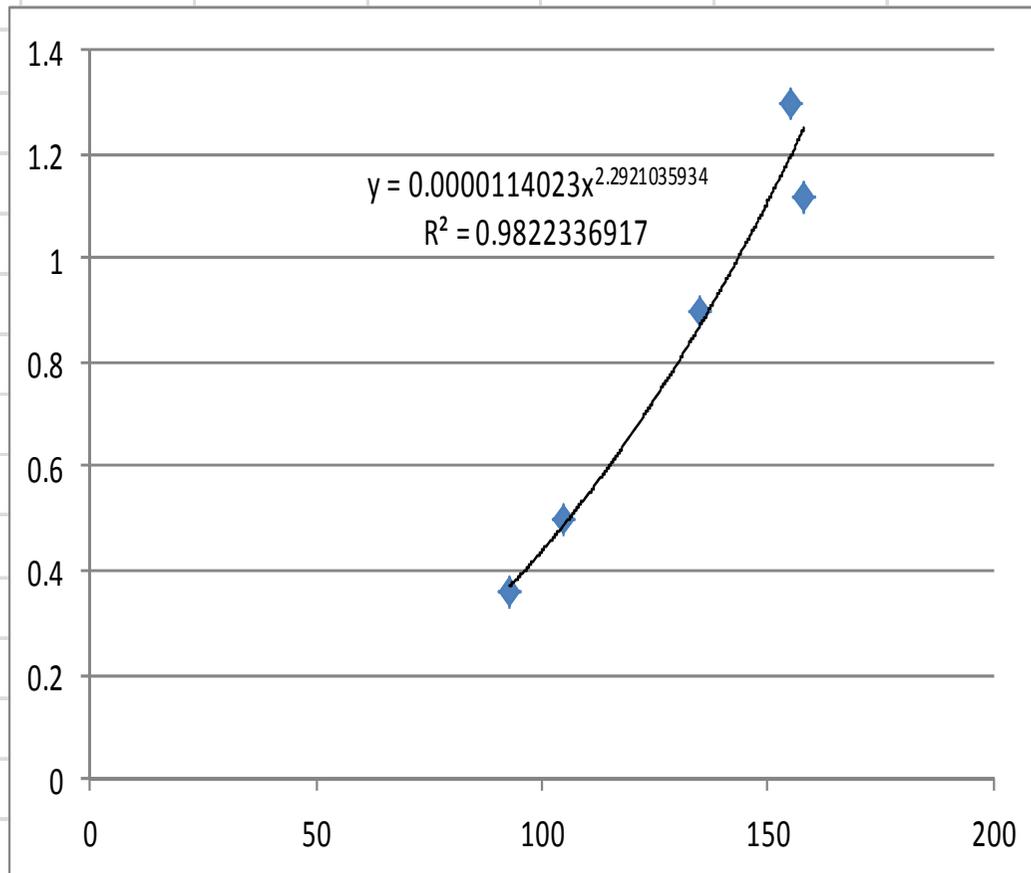
Desfasaje entre máximo manchas solares anuales y ONI medio anual para Niño

Mancha solar	ONI	lag time años
1949	1957	8
1969	1977	8
1979	1987	8
1989	1997	8
2001	2009	8

Se produjo una anomalía en la relación 1957-1965 cumple con el desfasaje de 8 años pero escapa a la ley exponencial de máximos

manchas solares: 189 ONI: 0.87 <ONI bajo>

Relación manchas solares- ONI



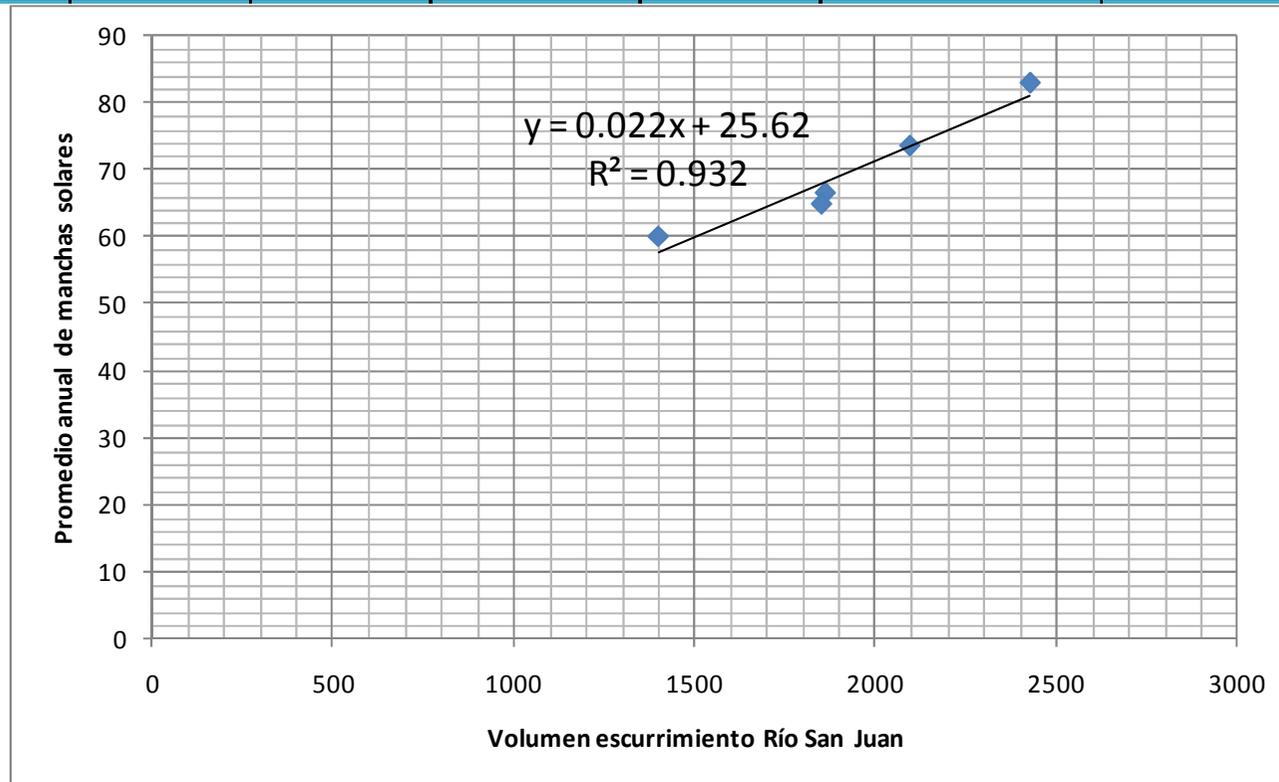
MANCHAS SOLARES	ONI
135	0.9
105	0.5
155	1.3
158	1.12
93	0.36
64	0.157374687

Relación
Manchas solares- Escurrimientos

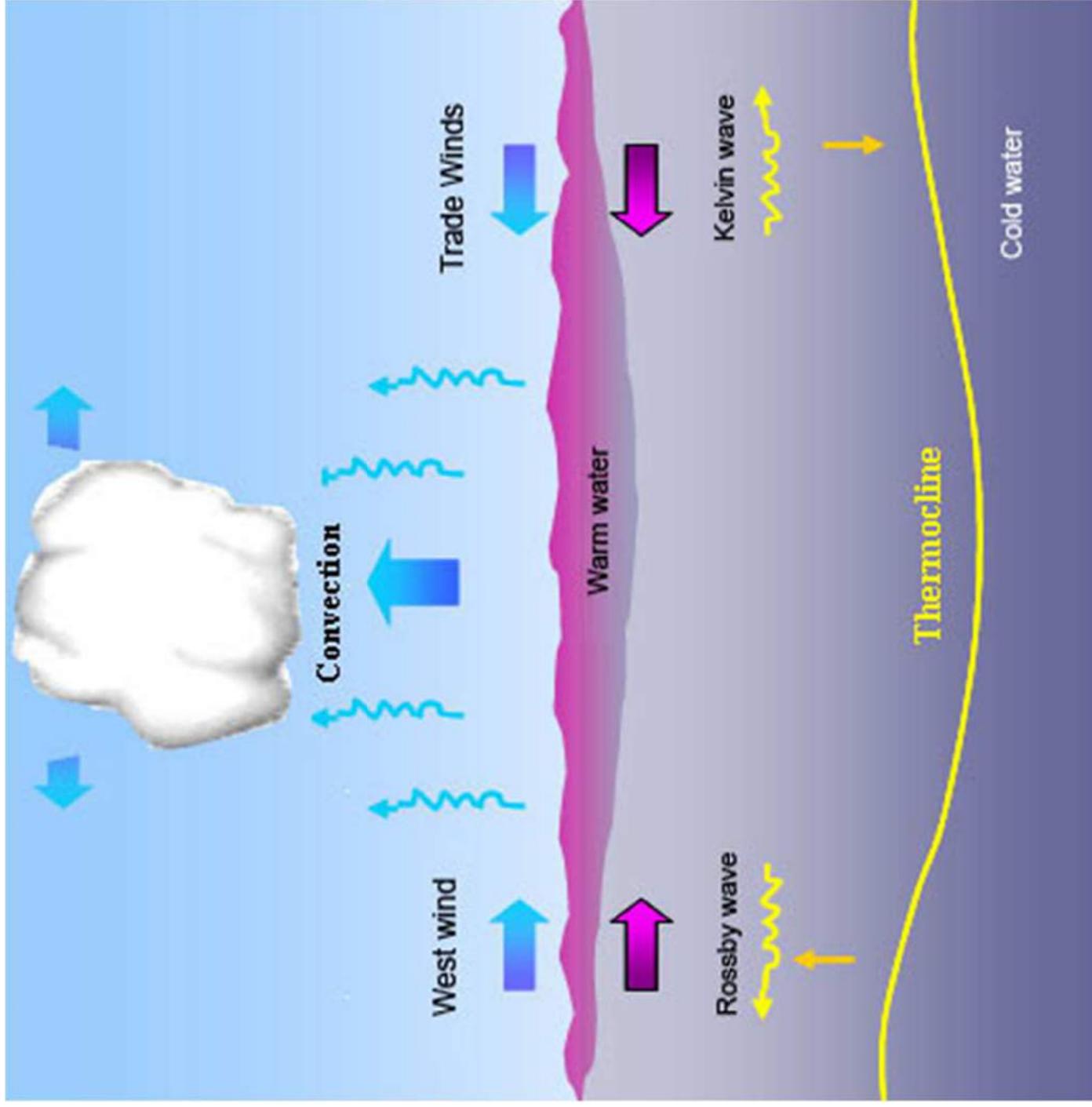
(caso río San Juan)

Manchas solares → Escurrimientos (décadas)

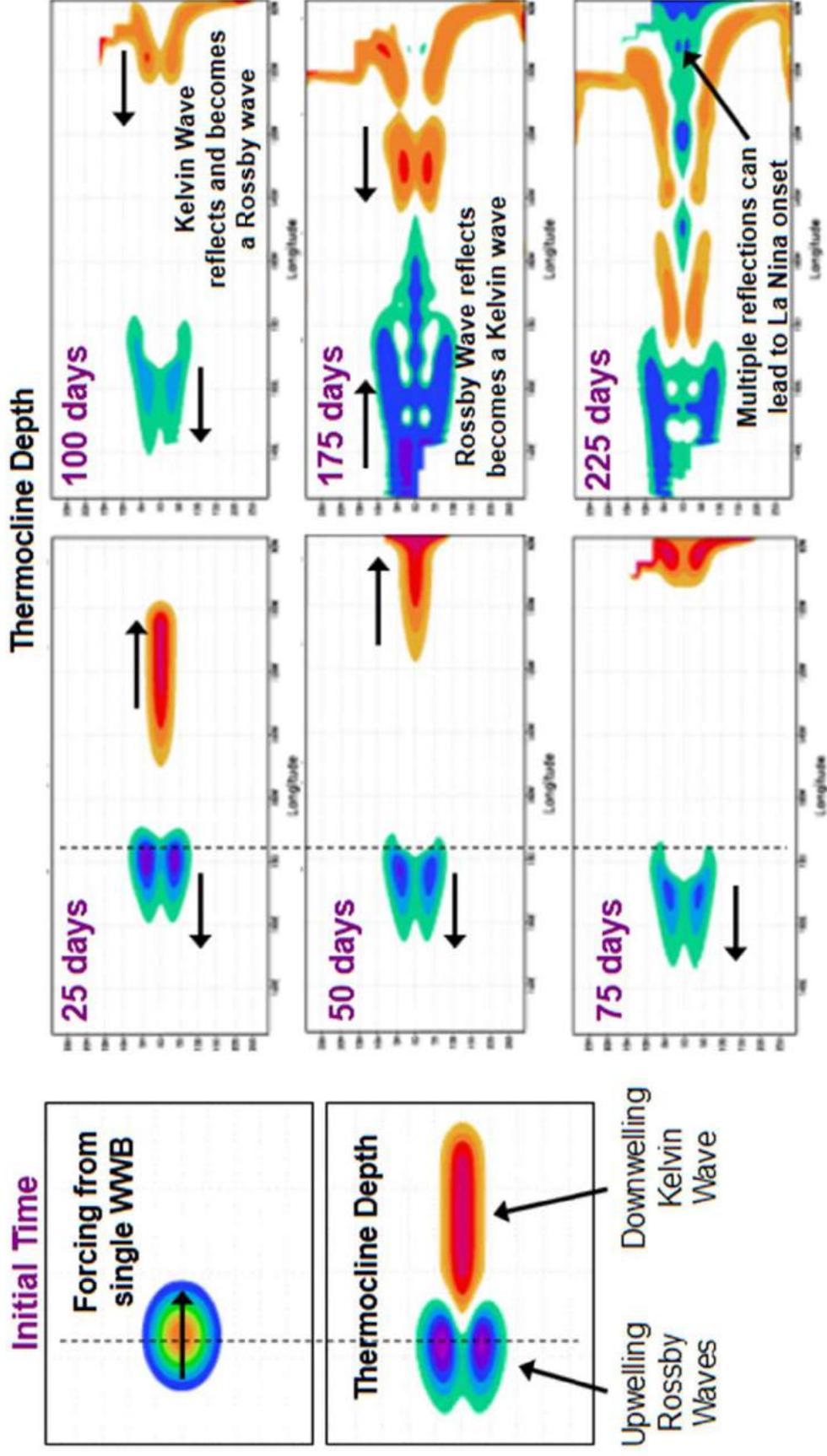
DECADA	Neuquen	Limay	Collon Cura	Limay+CC	San Juan	Manchas Solares
1941-1950	9693	9349	14781	24130	2094	74
1951-1960	9780	8502	12642	21145	1660	94
1961-1970	7944	8950	12815	21765	1401	60
1971-1980	10768	9431	14183	23613	1861	67
1981-1990	9436	7728	11379	19106	2425	83
1991-2000	9496	7679	11943	19622	1850	65
2001-2010	9421	8161	12780	20941	1972	39

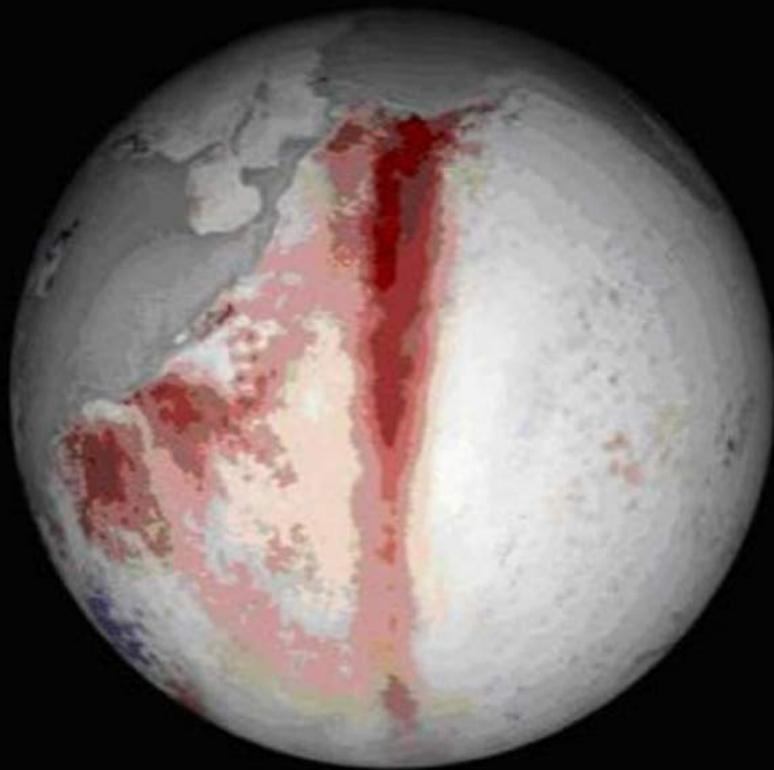


El ENSO → Hotspots → Blobs.?

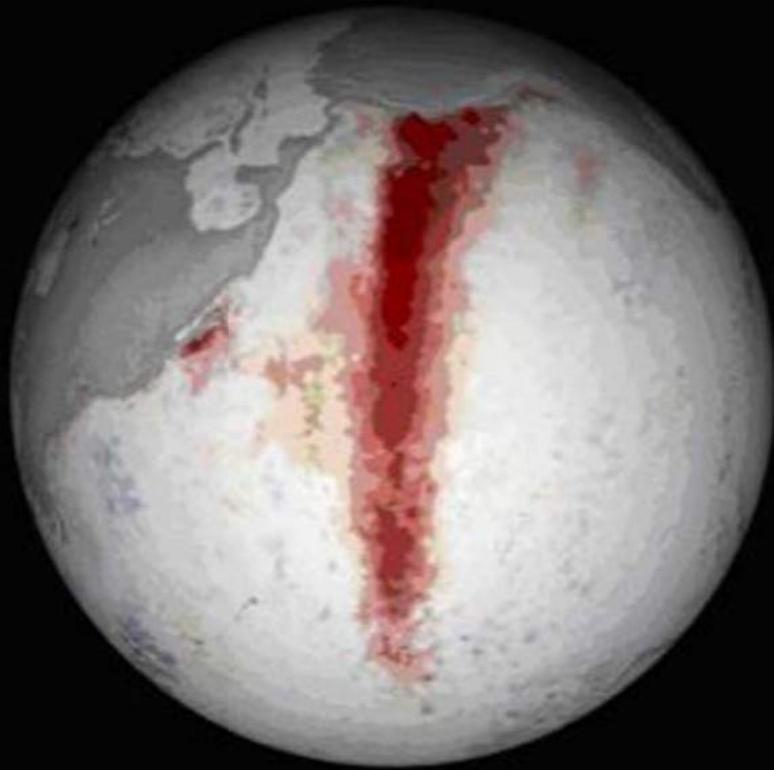


The Delayed Oscillator in a Simple Ocean Model





July 2015

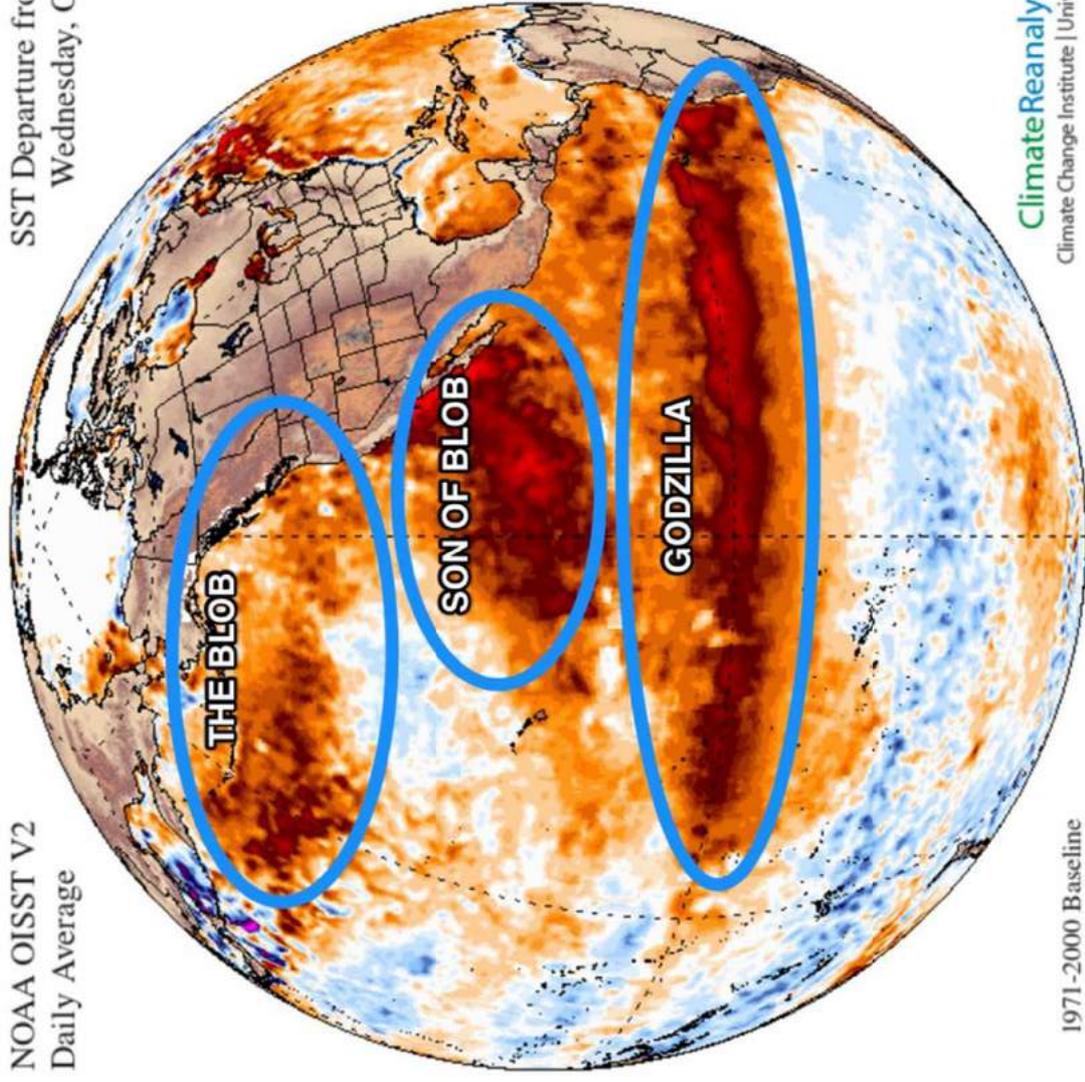
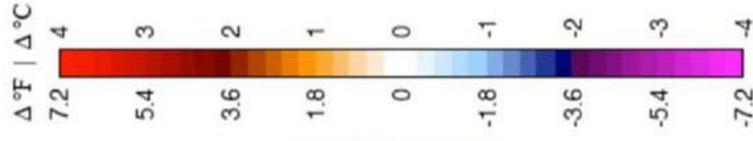


November 1997

NOAA

NOAA OISST V2
Daily Average

SST Departure from Average
Wednesday, Oct 14, 2015

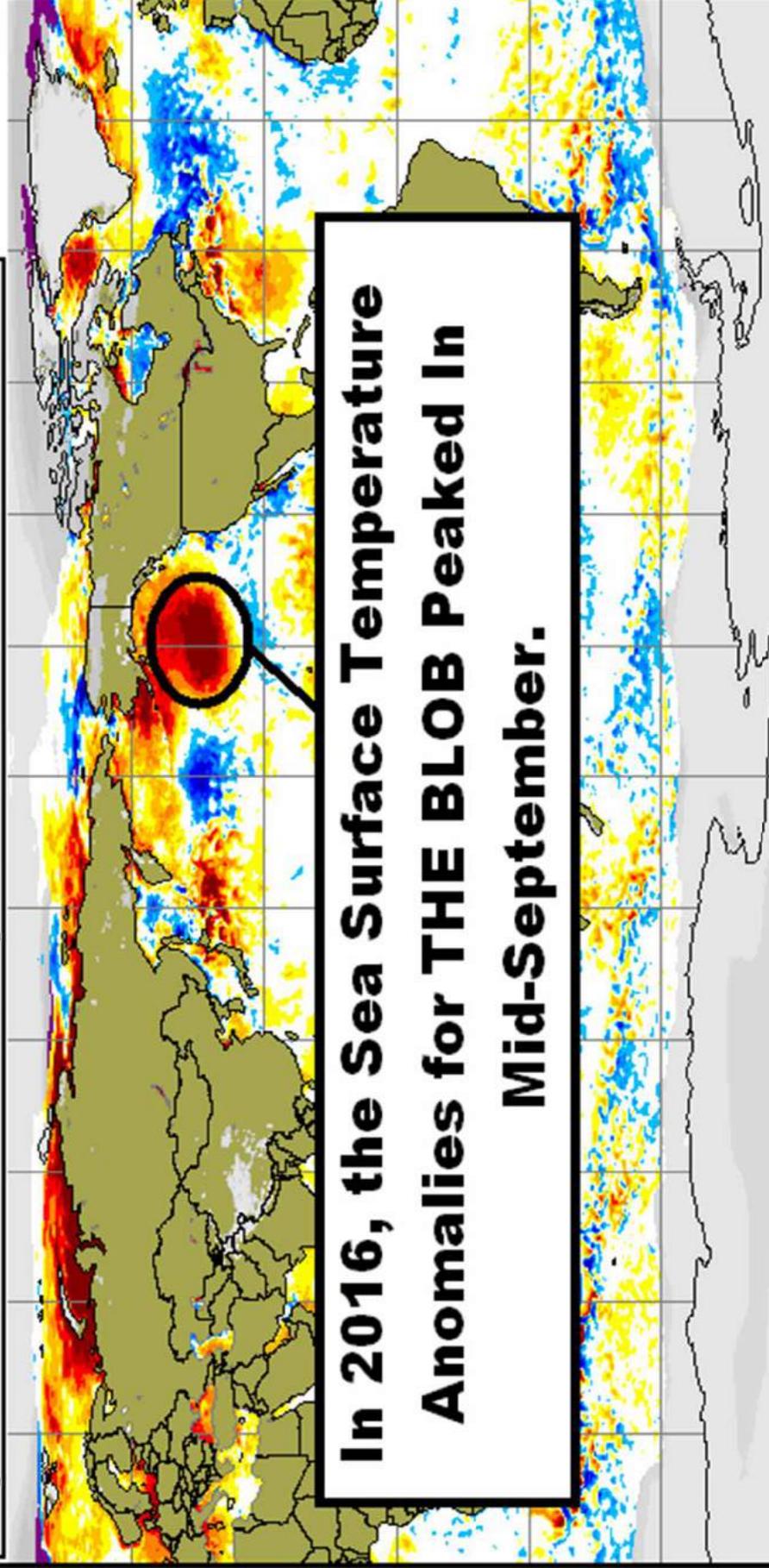


ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

1971-2000 Baseline

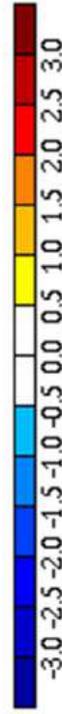
World	+ 0.49 °C	Northern Hemisphere	+ 0.80 °C	North Atlantic	+ 0.64 °C
Equatorial Pacific	+ 0.99 °C	Southern Hemisphere	+ 0.25 °C	North Pacific	+ 0.86 °C

Global sea surface anomaly and snow cover / Anomalie de la température de la mer et épaisseur de la neige
17 Sep 2016

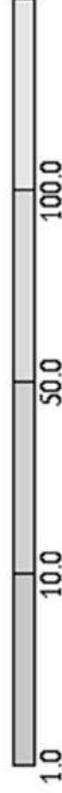


In 2016, the Sea Surface Temperature Anomalies for THE BLOB Peaked In Mid-September.

Sea surface temperature anomaly / Anomalie de la température de la mer (°C)



Snow depth / Épaisseur de la neige (cm)



Uncovered sea ice
Glace marine à découvert



Climatologie 1995-2009 Climatology



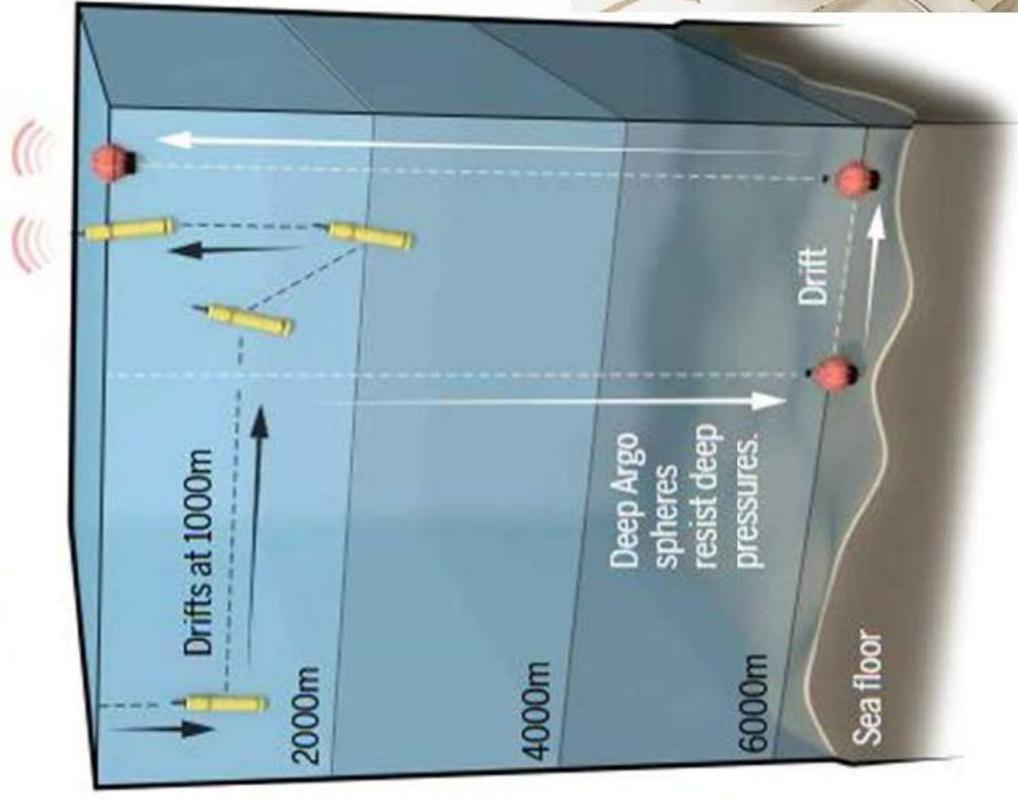
CMC Environment Canada
CMC Environment Canada

Argo Data Confirms El Niño/El Niña Caused By Underwater Volcanoes ?

Anthony Watts / February 15, 2012

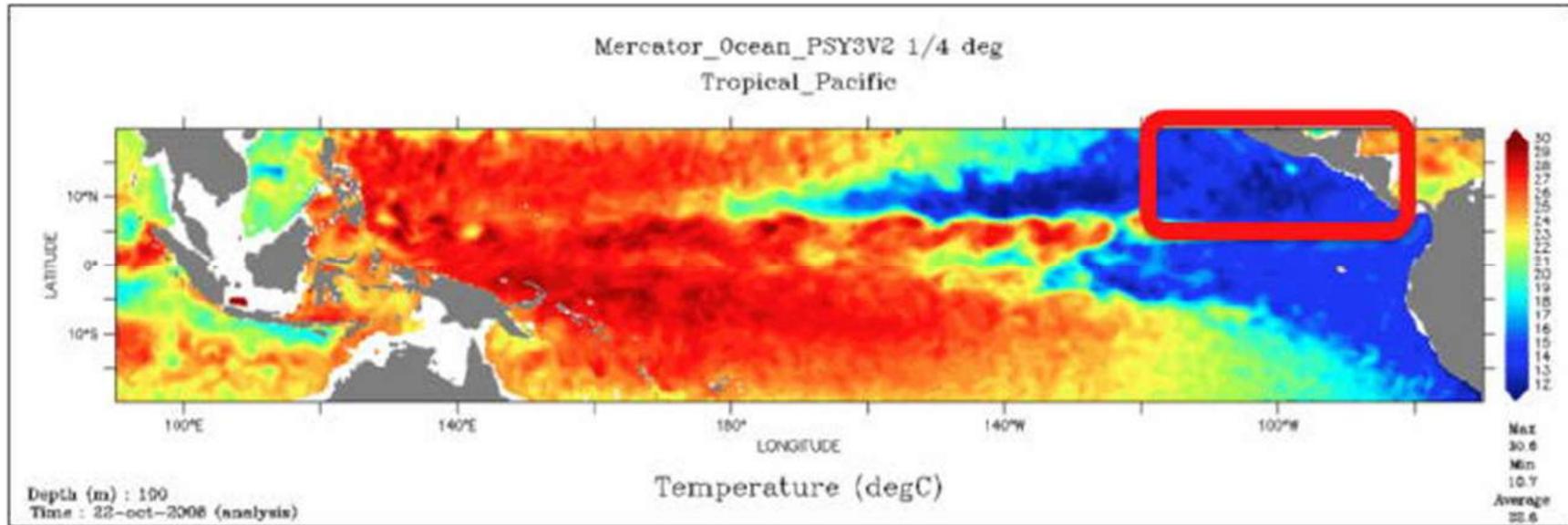
Some 3800 Argo floats patrol the upper ocean.

Every 10 to 15 days, they surface to transmit data.

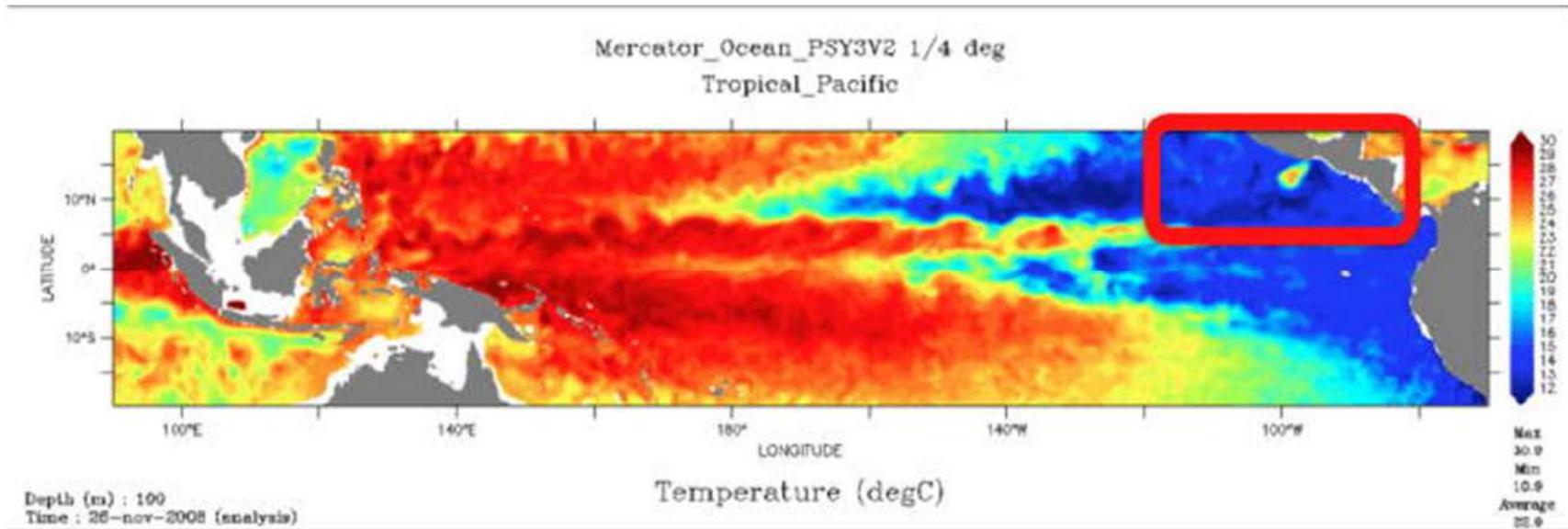


C. Bickel/Science

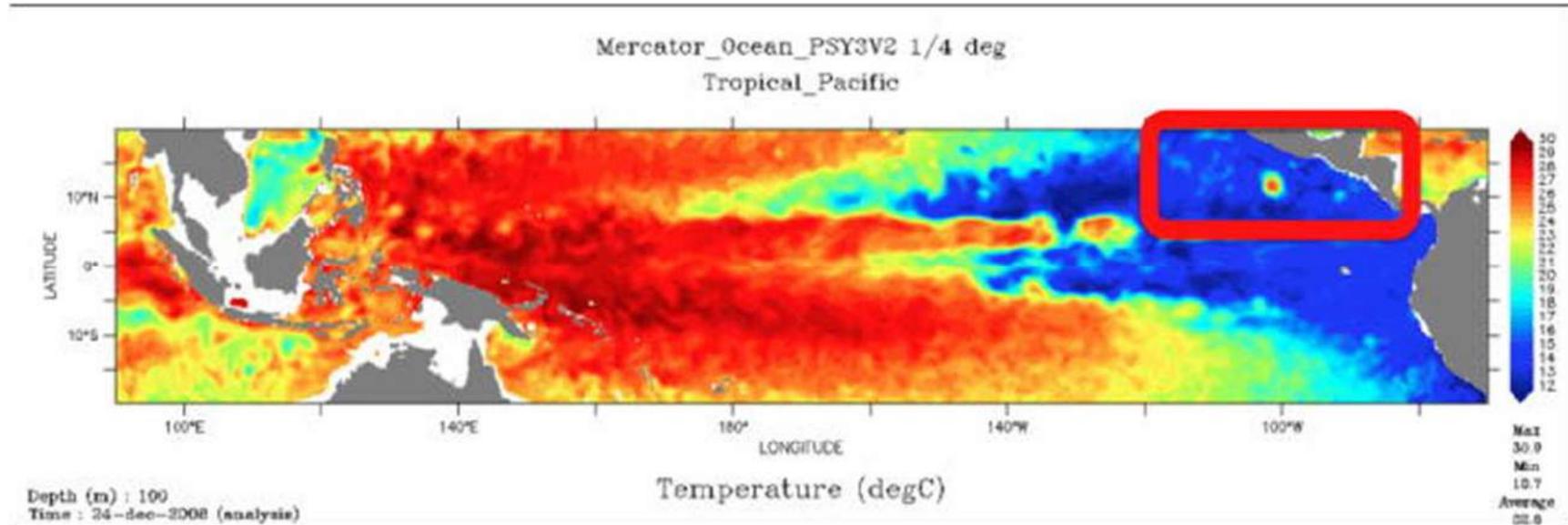
100 mts profundidad – 22 oct 2009



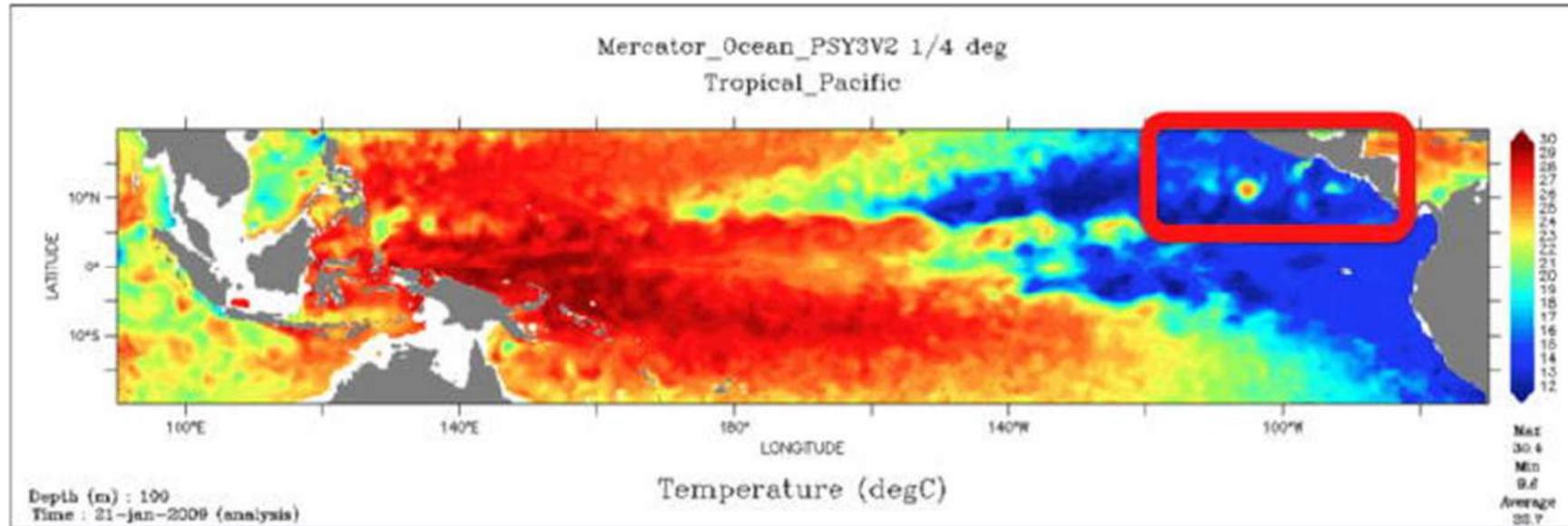
100 mts profundidad – 26 nov 2009



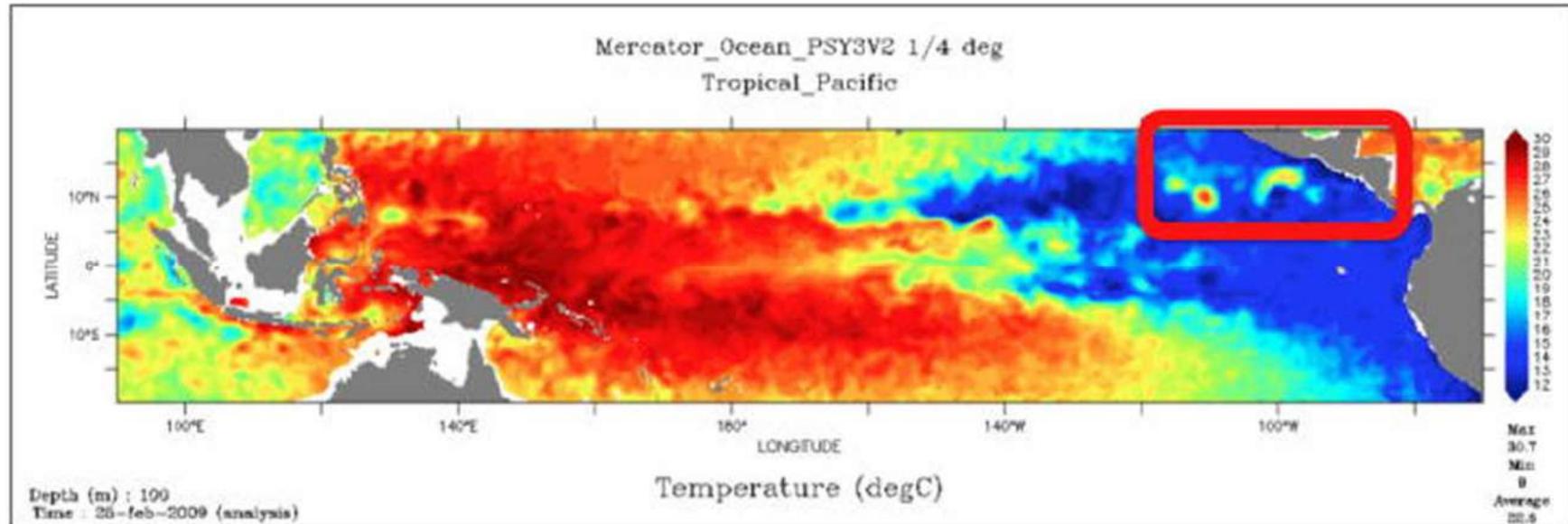
100 mts profundidad – 24 dic 2009



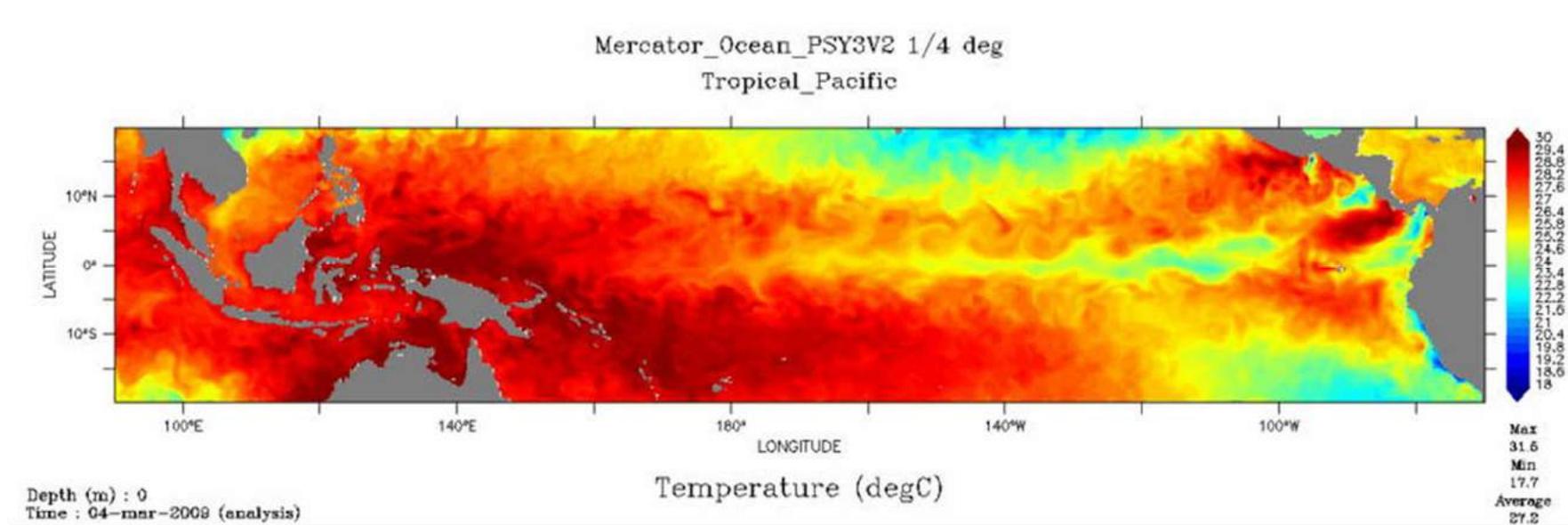
100 mts profundidad – 21 ene 2009



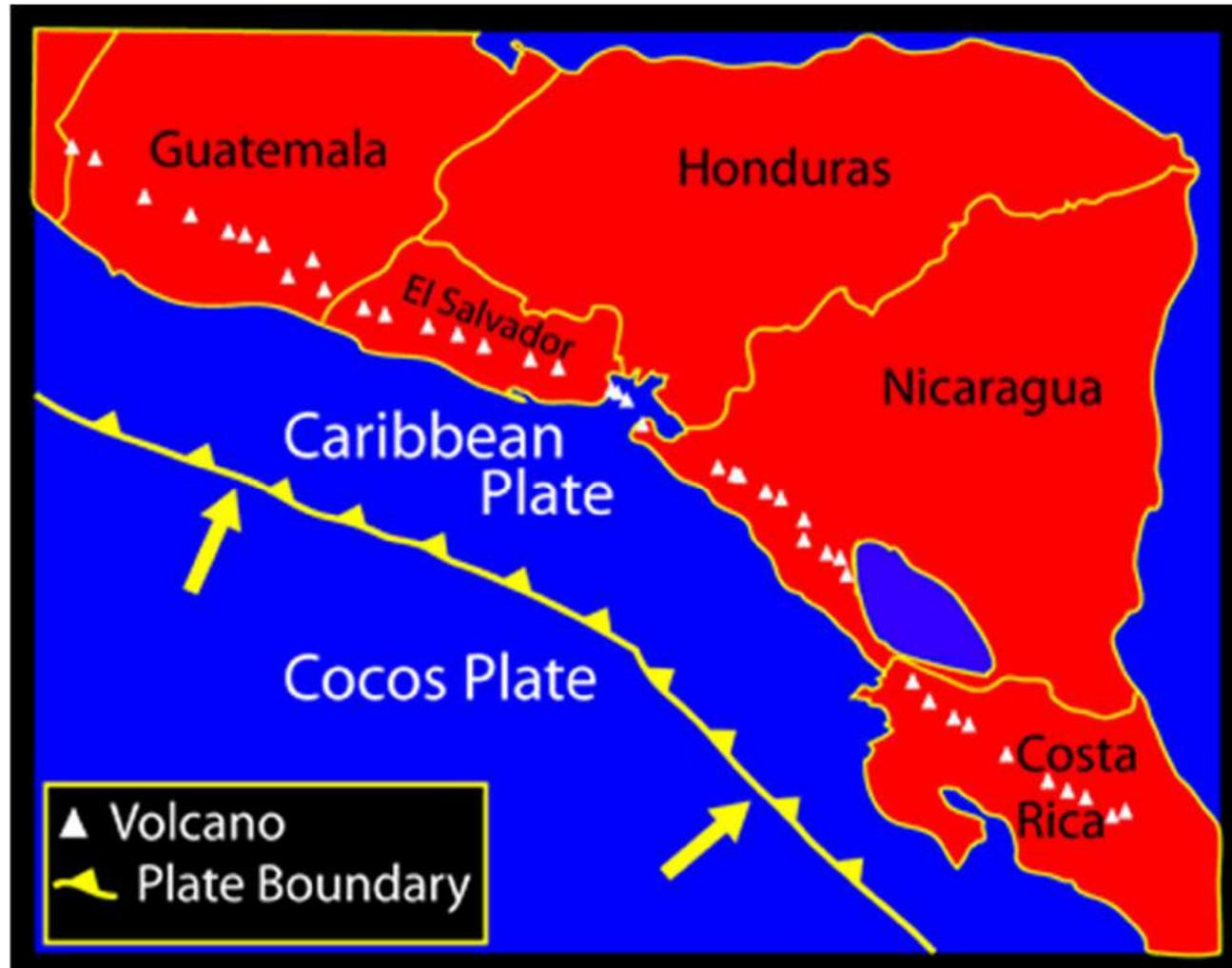
100 mts profundidad – 25 feb 2009



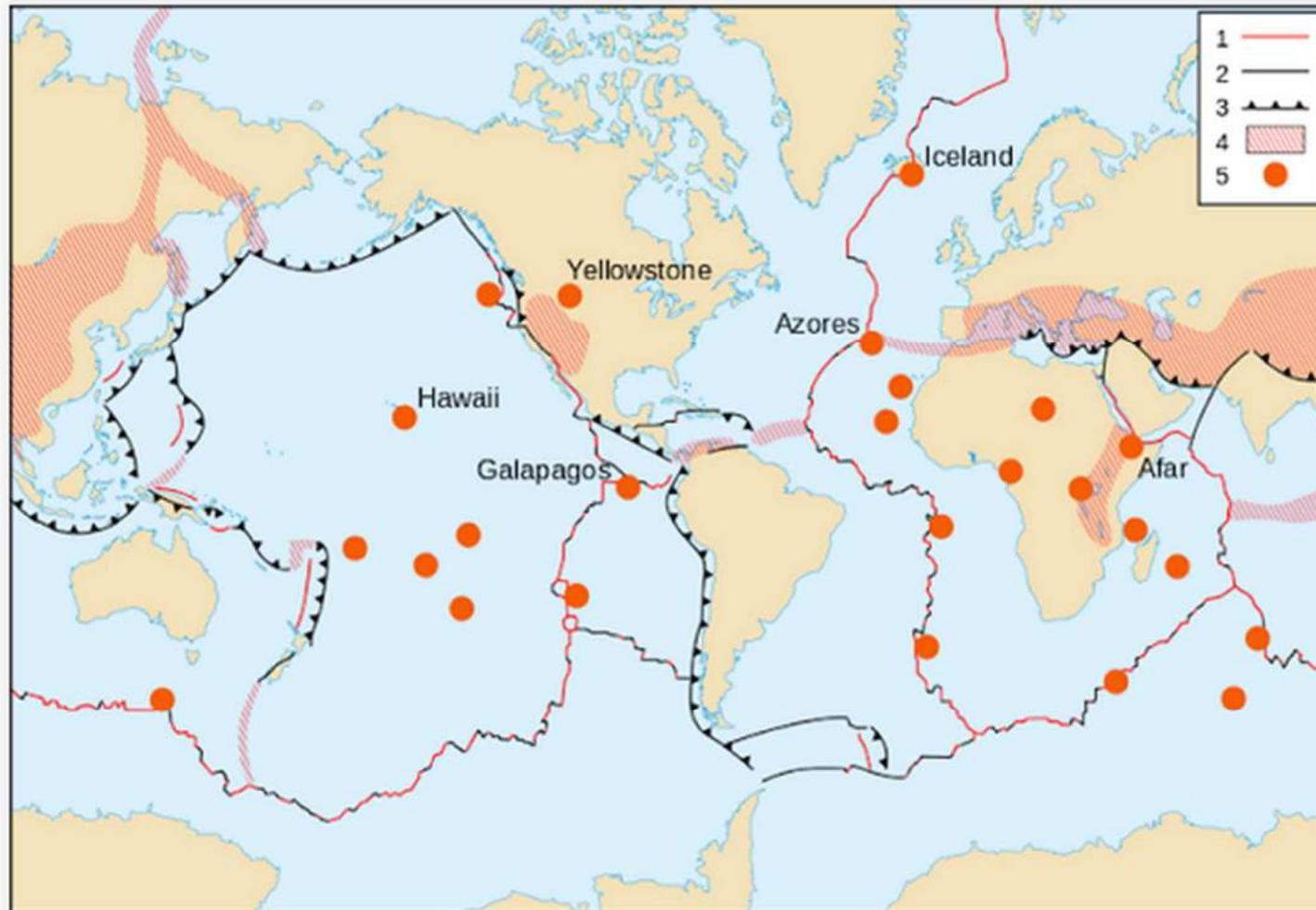
SST 0 mts profundidad – 04 mar 2009



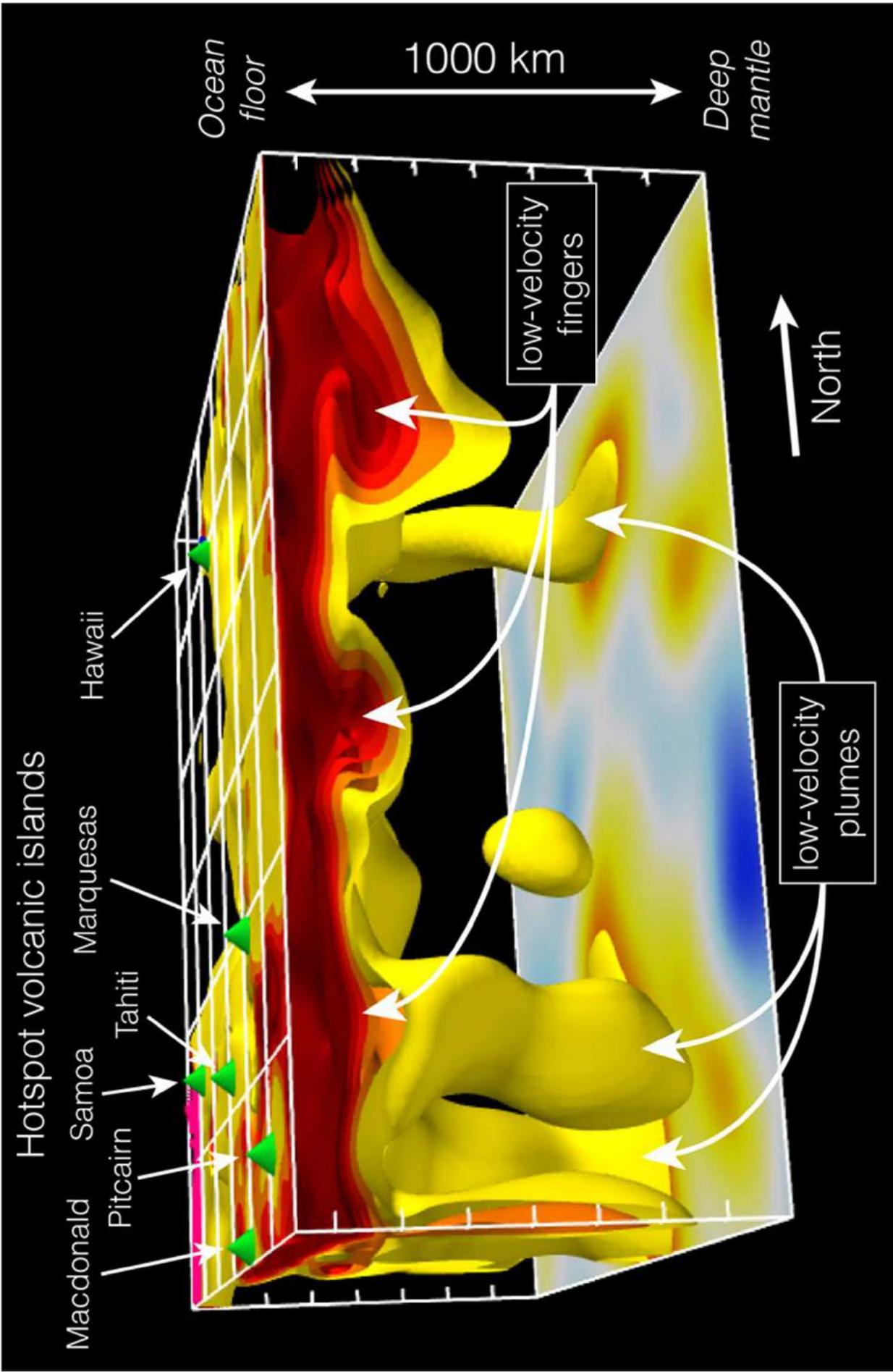
The activity of Nicaragua and Costa Rica is right along **the Cocos Plate**



1971, W. Jason Morgan, de la Universidad de Princeton, “puntos calientes”
llamados también “plumas de manto”)

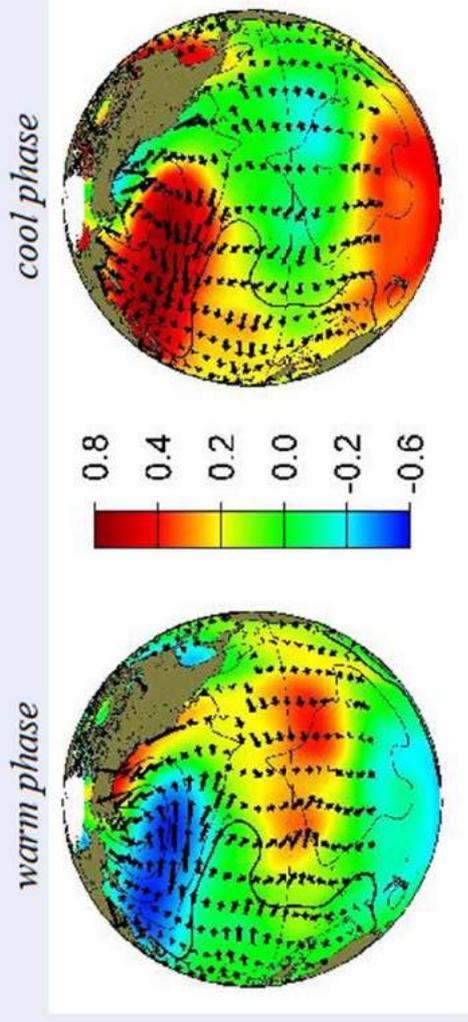


Algunos de los “puntos calientes” sobre el globo terrestre; entre los más activos se encuentran los de Hawaii, Azores, Canarias, Santa Helena, Yellowstone etc.



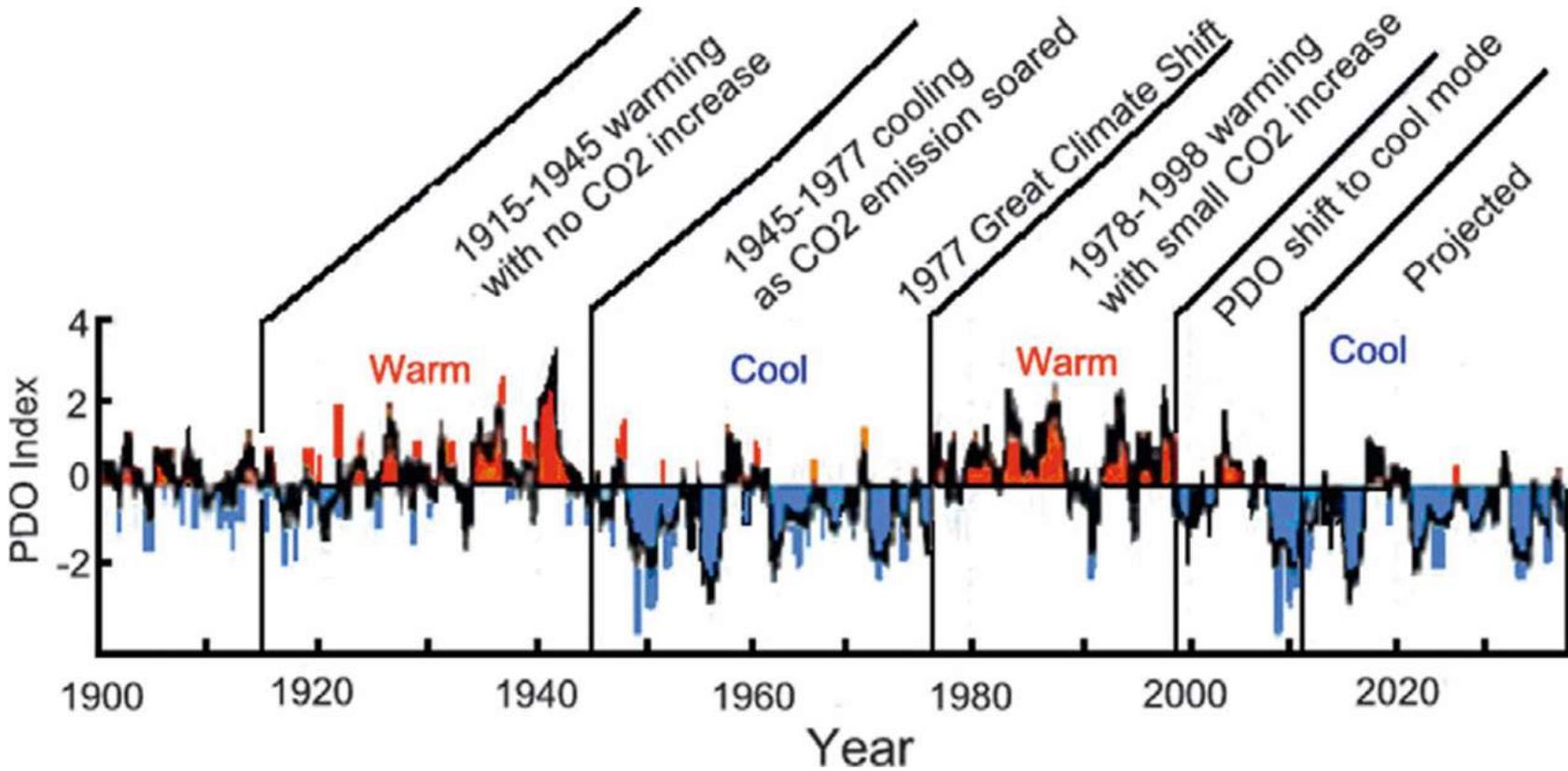
The Pacific Decadal Oscillation (PDO)

*Typical wintertime Sea Surface Temperature (colors),
Sea Level Pressure (contours) and surface windstress (arrows) during warm and cool phases of PDO*

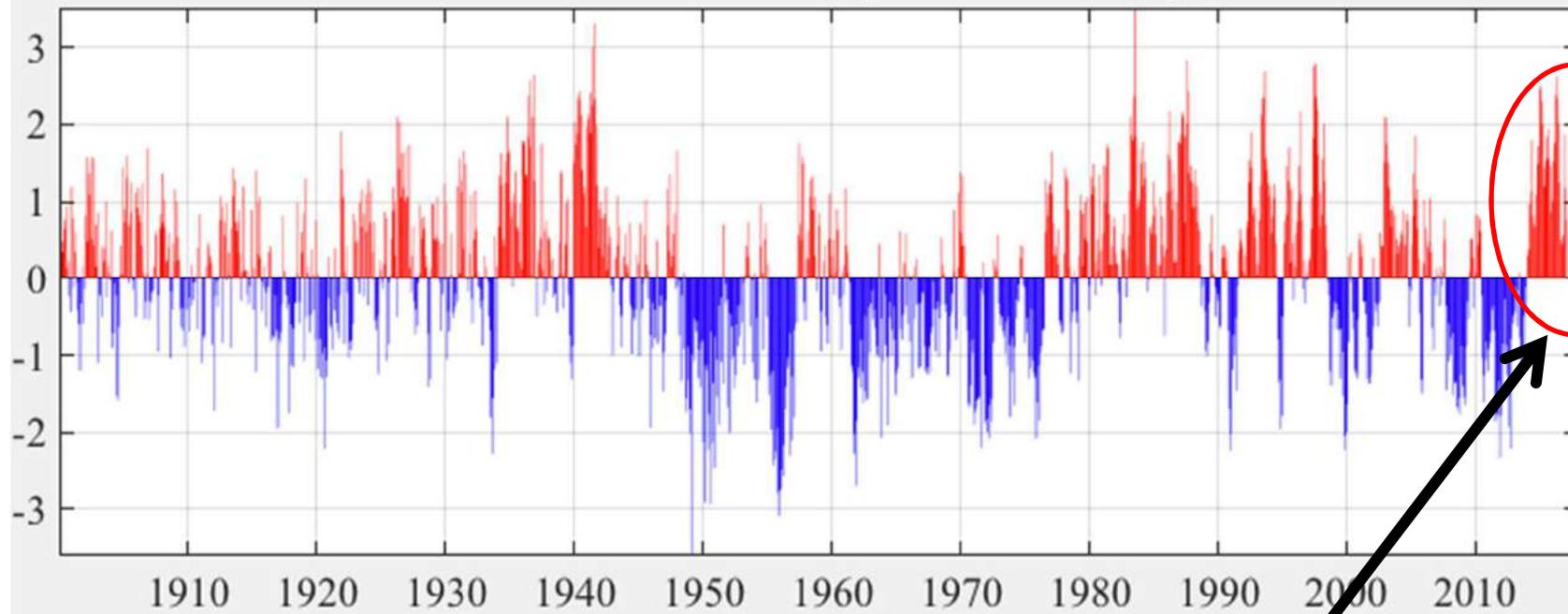


PDO index values: January 1900 - January 2017

Estudio hecho en 2010

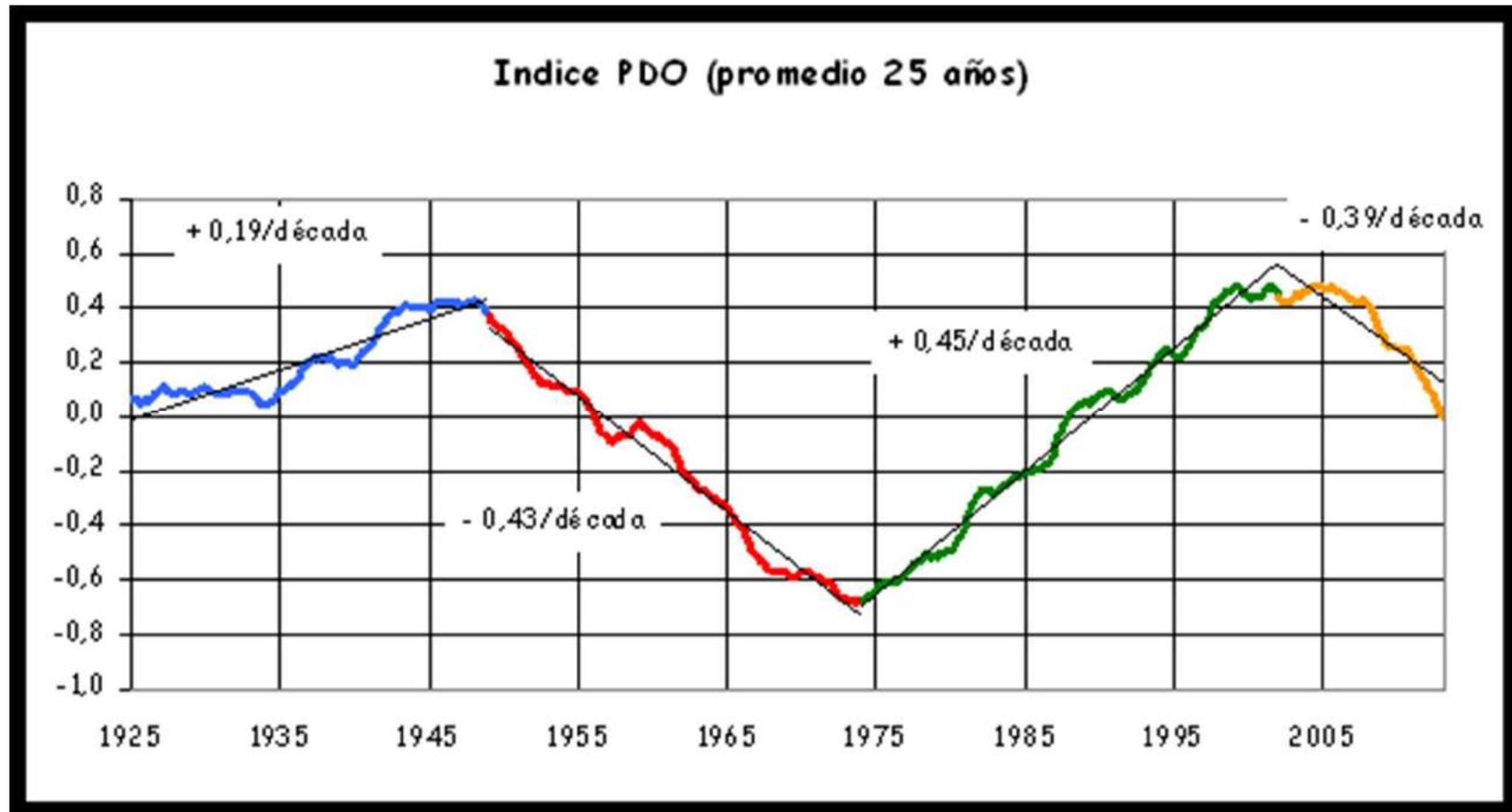


PDO index values: January 1900 - January 2017

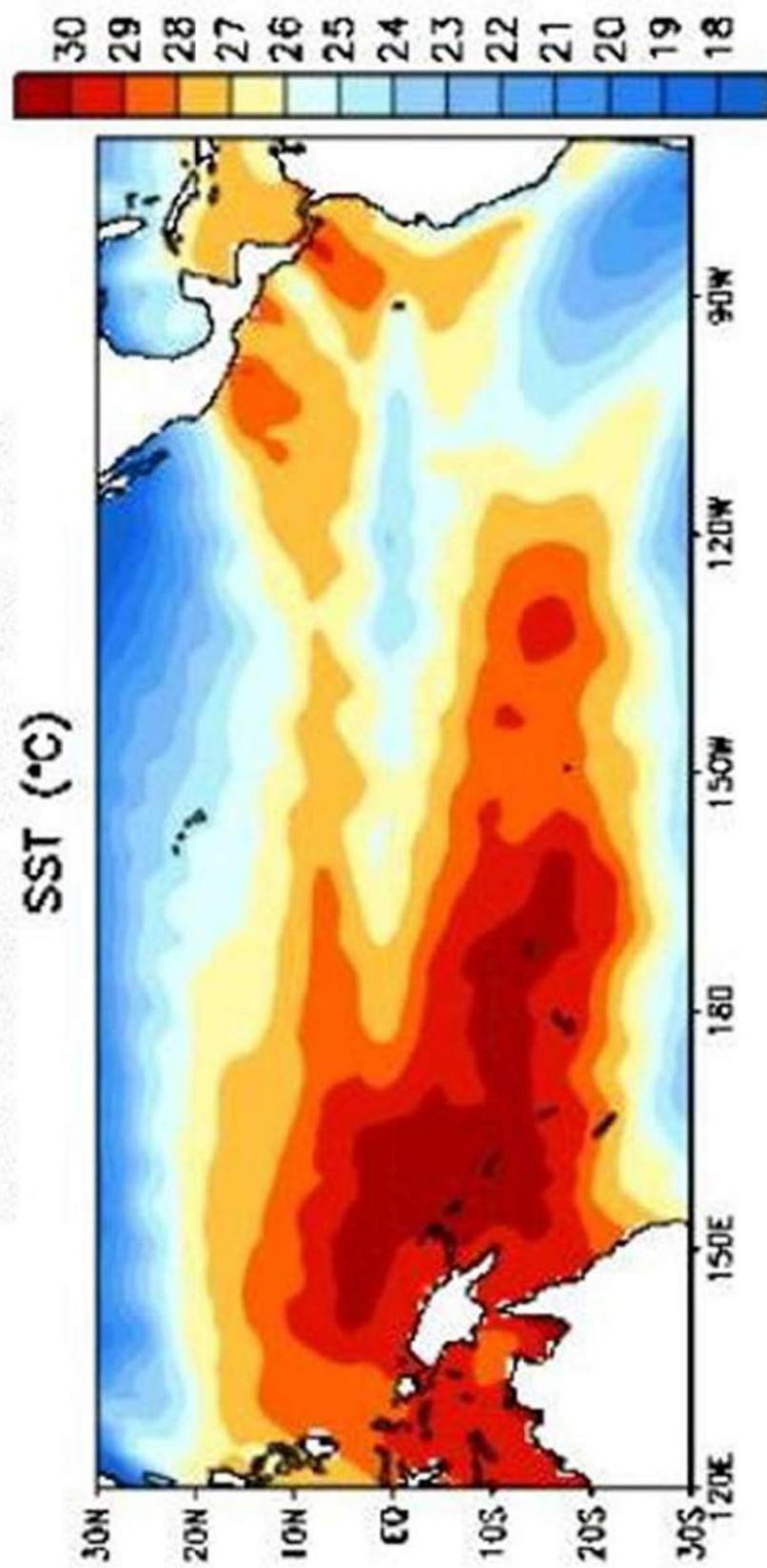


Porque se calentó???

Período de 20 a 30 años



Week centered on 25 JAN 2017
SST (°C)



LAS DIFERENCIAS DE LOS FENÓMENOS

Niño 82-83/97/98

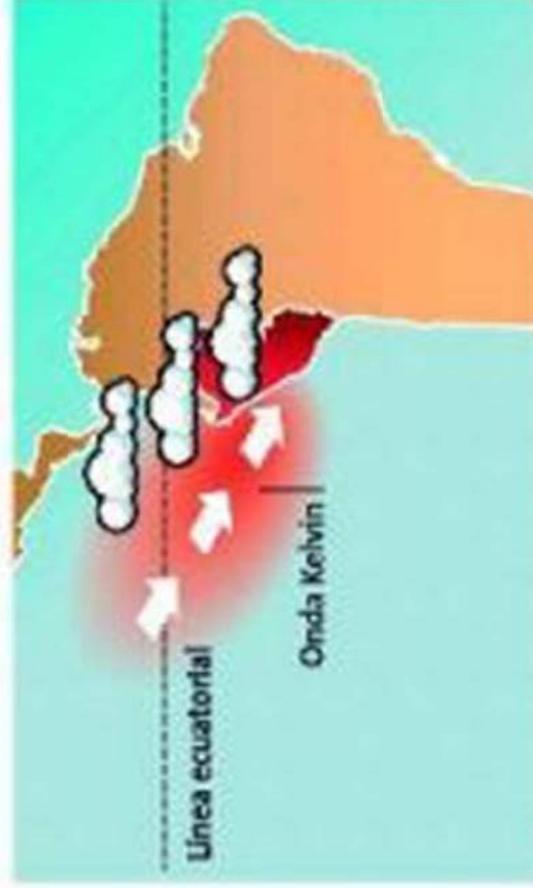
Fenómeno global



Calentamiento del mar por ondas Kelvin que desplazan agua caliente de la parte occidental del Pacífico (Australia) hacia la parte oriental (Sudáfrica)

Niño costero 2017

Fenómeno focalizado, en las costas de Perú y Ecuador

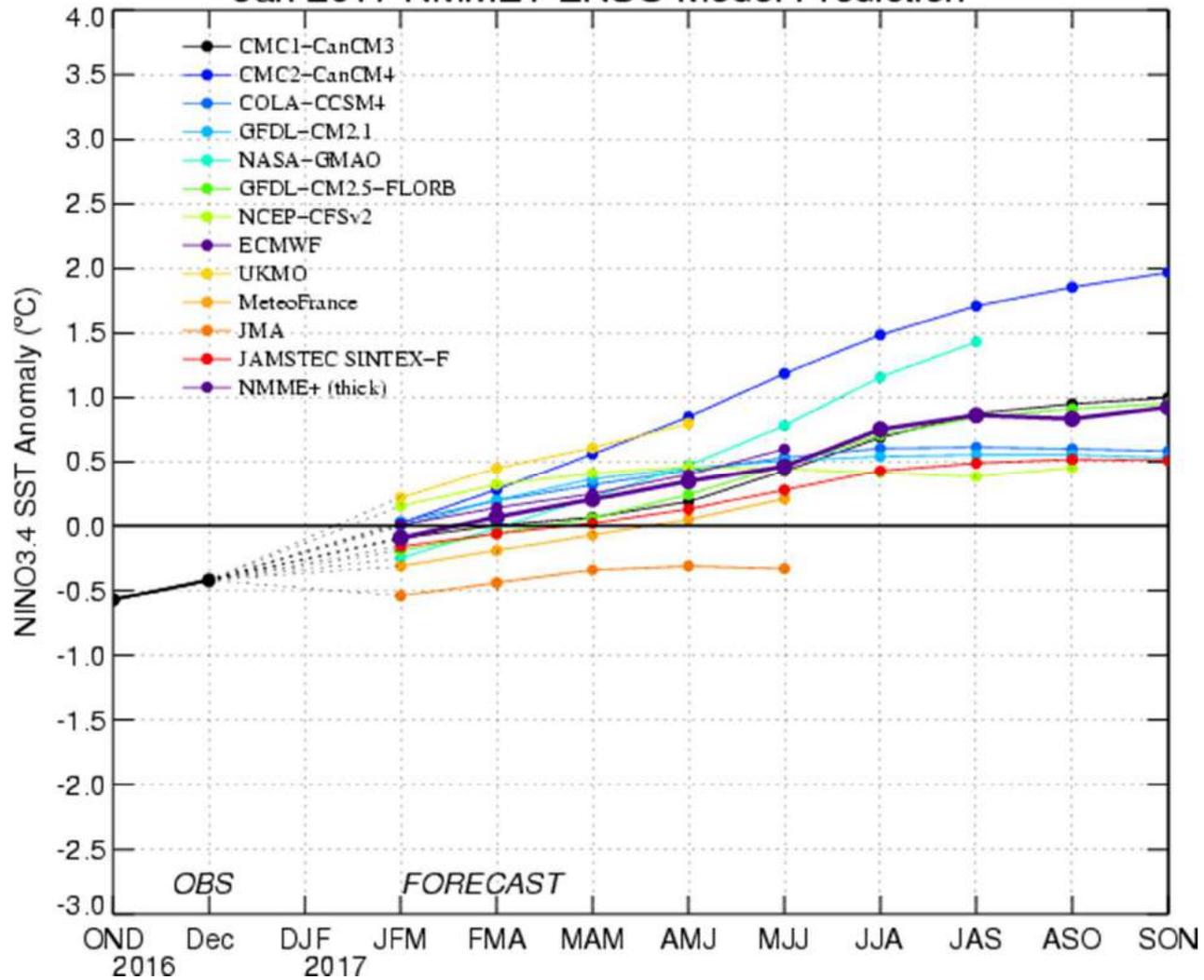


Calentamiento del mar por el ingreso de aguas cálidas del norte, aguas ecuatoriales que generan ondas Kelvin frente a la costa peruana.

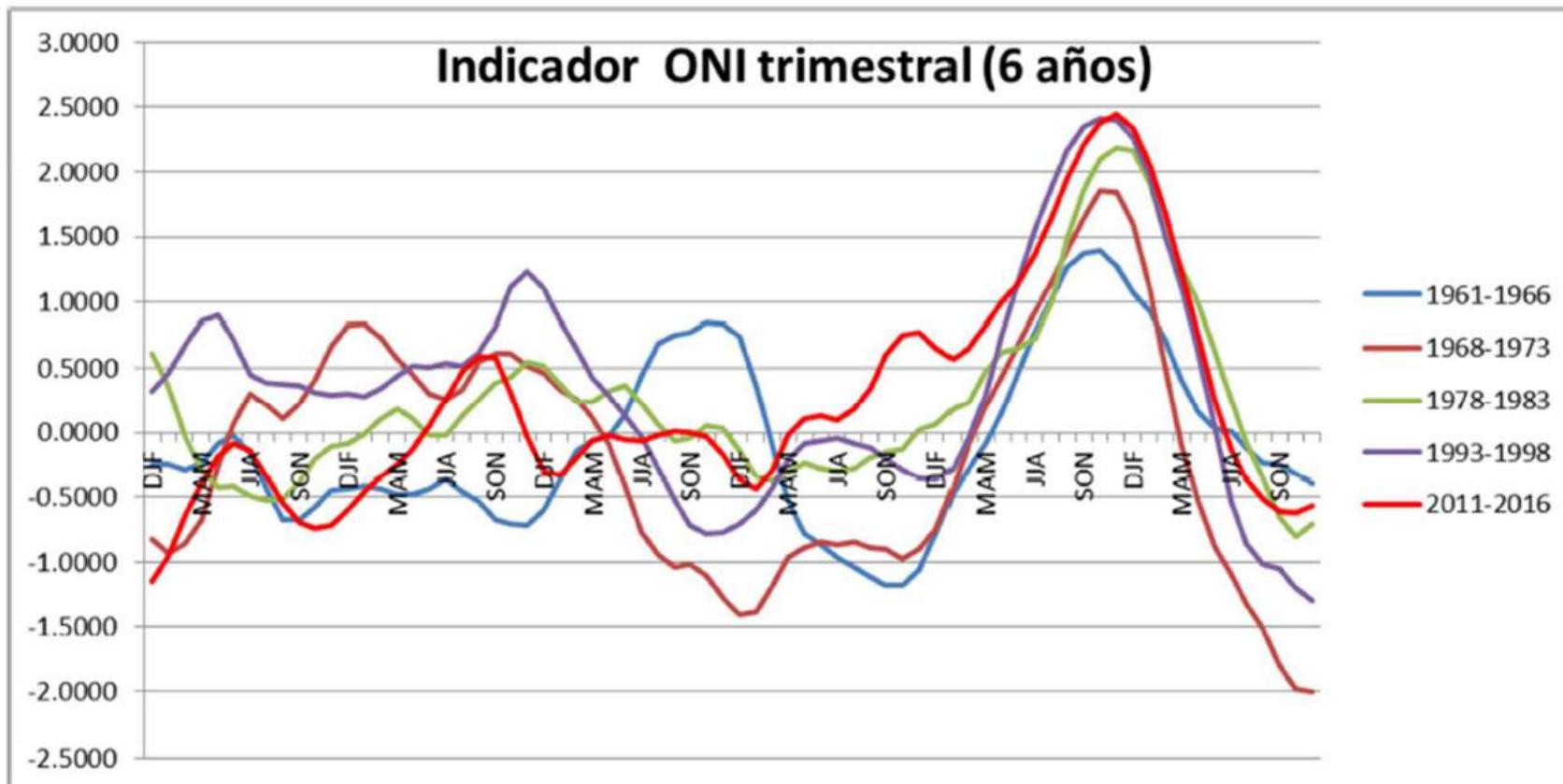
El ENSO → patrón repetitivo?

Tendencia ENSO

Jan 2017 NMME+ ENSO Model Prediction

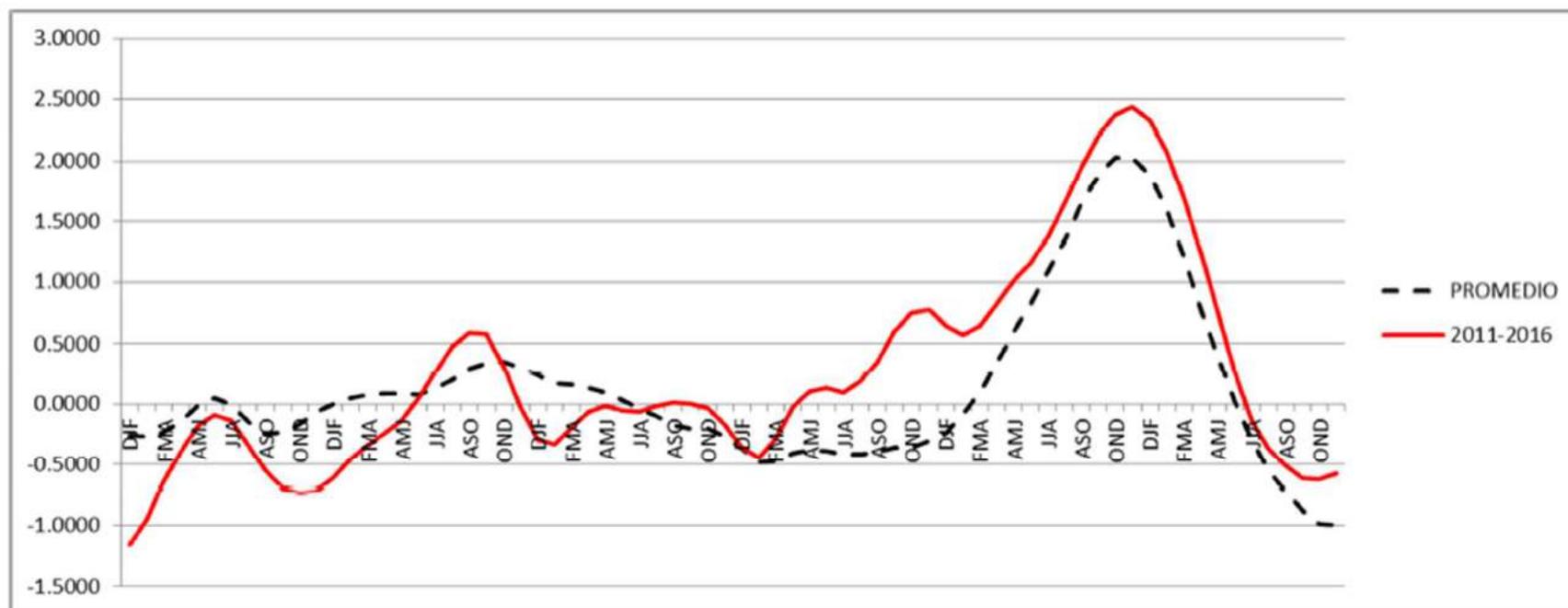


Dölling, O. (enero 2017) Análisis de Tendencia indicador ONI --
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de Córdoba



Dölling, O. (enero 2017) Análisis de Tendencia indicador ONI -- Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de Córdoba

Comparación del patrón actual (2011-2016) con el promedio de períodos candidatos



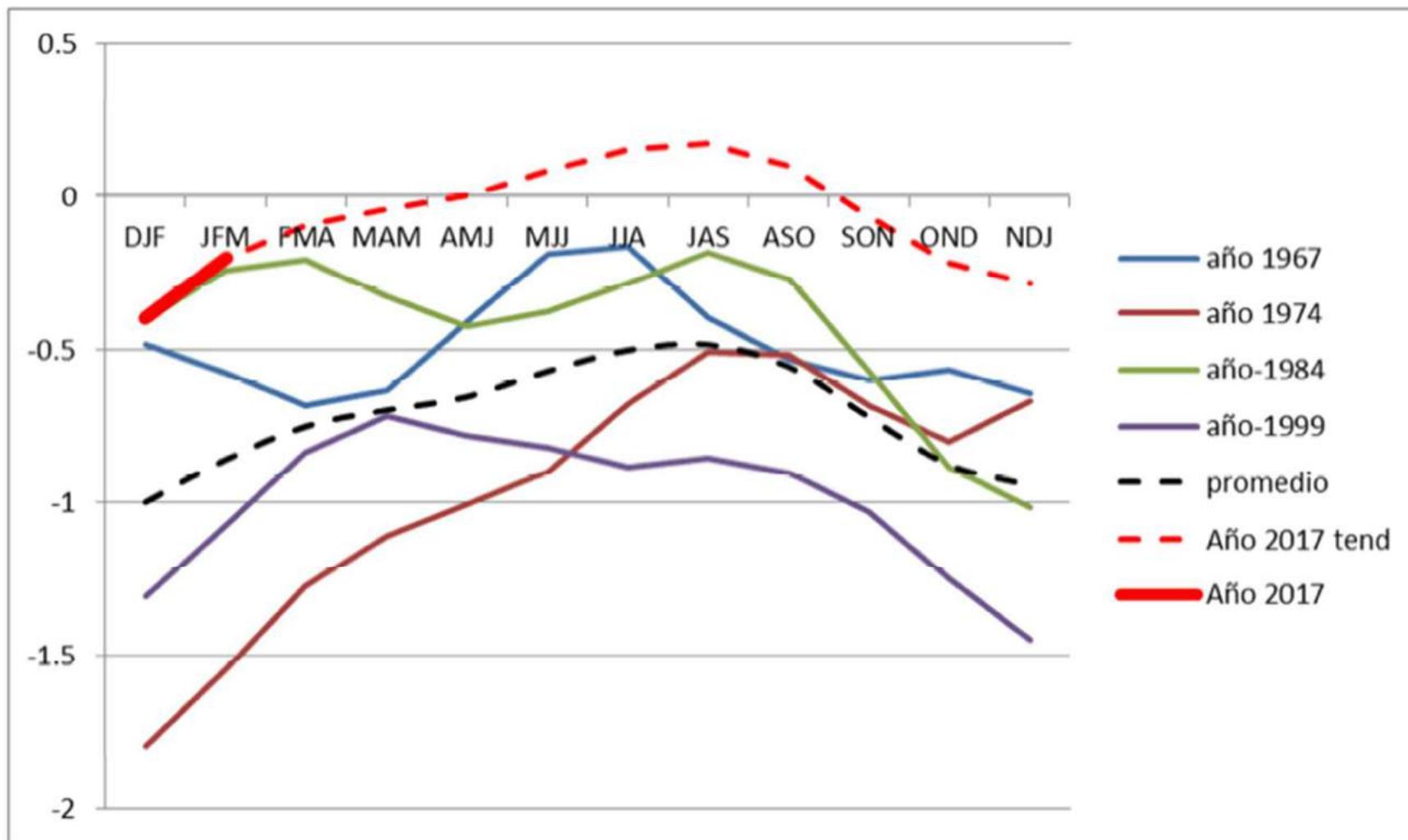
Tendencia del indicador ONI para el 2017, comparación con años candidatos seleccionados

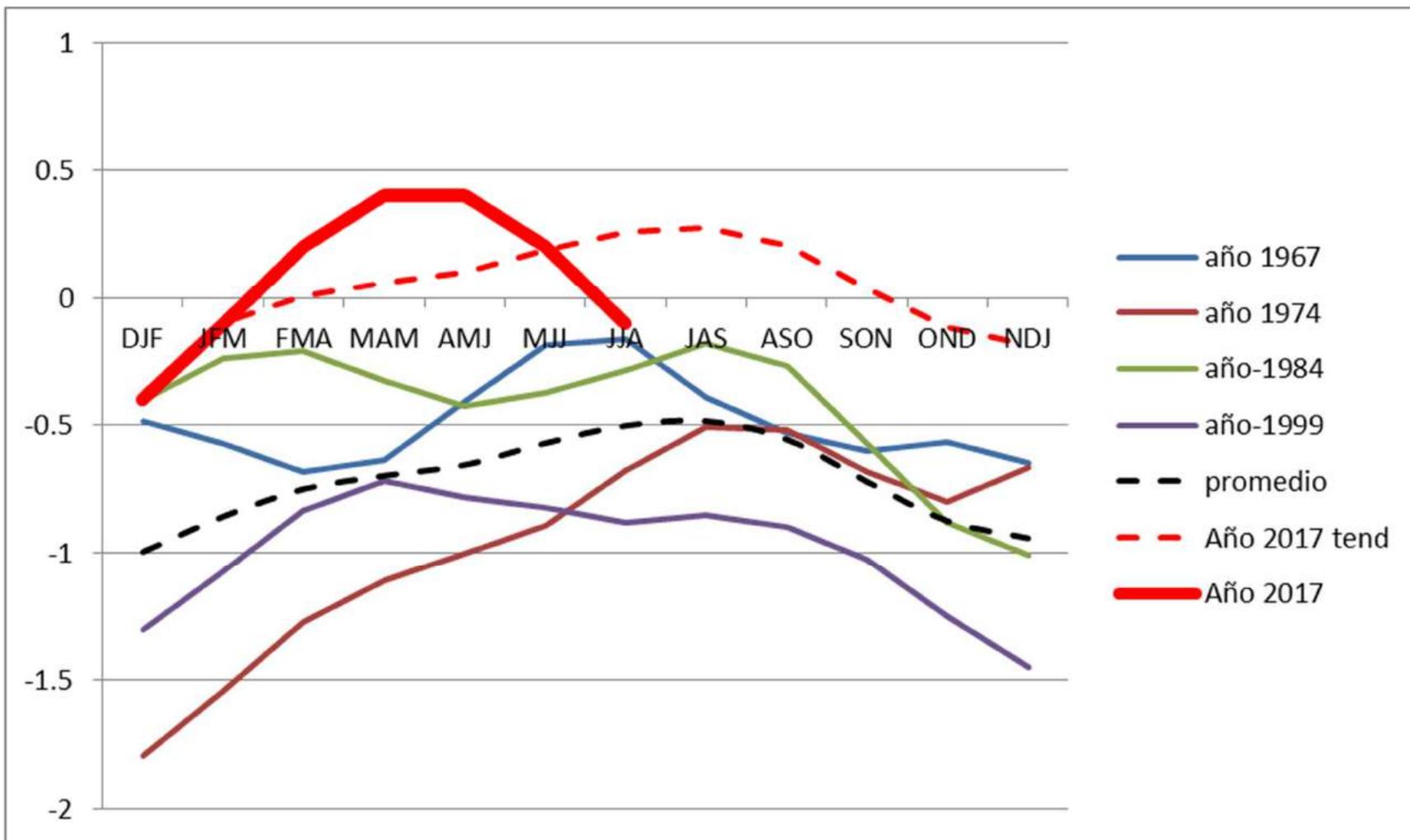
Dölling, O. (enero 2017) Análisis de Tendencia indicador ONI --
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de Córdoba

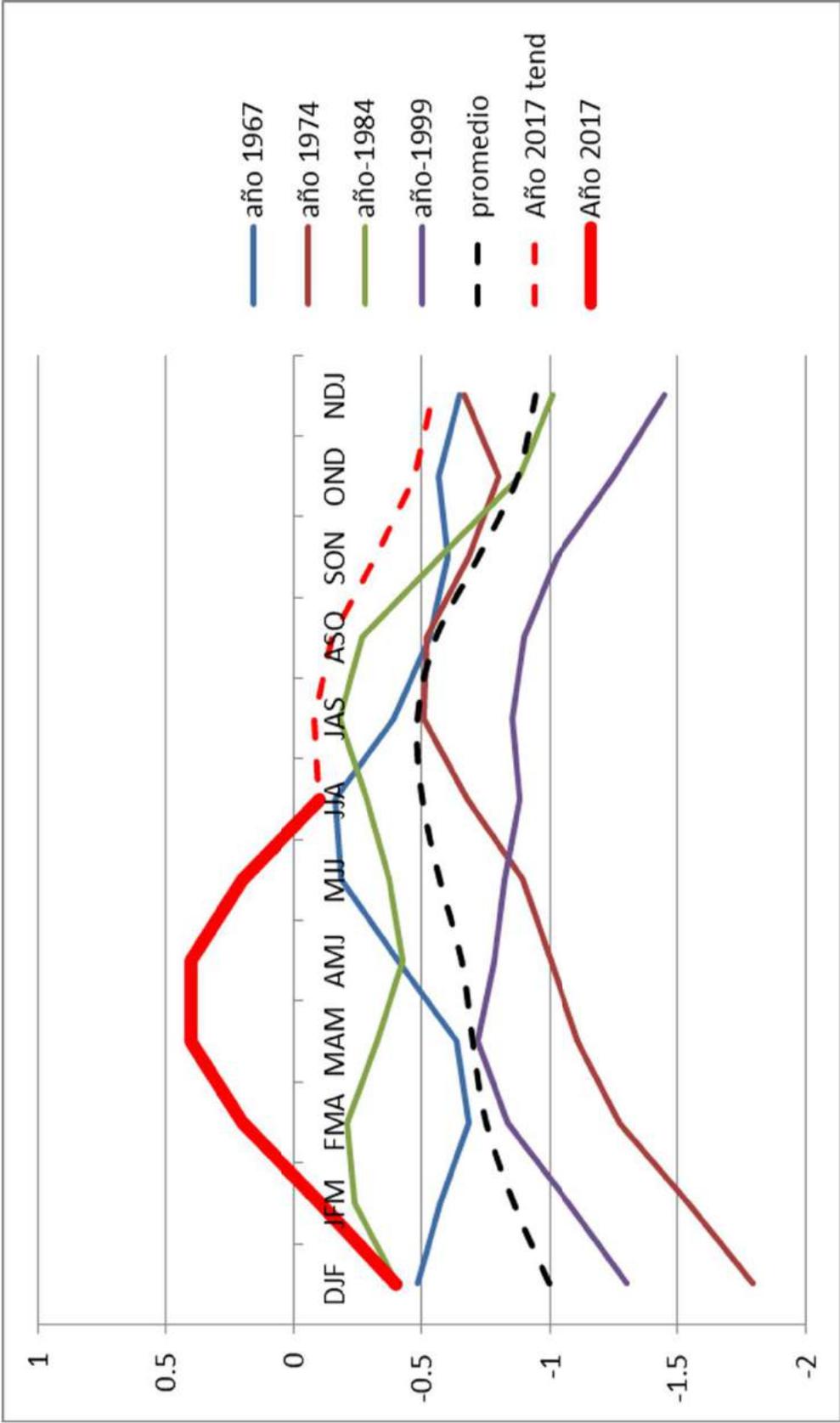
Los períodos considerados similares al comportamiento observado desde 2011-2017 son:

Análisis patrón comportamiento ONI		
Período similares		Año candidato
1961	1966	1967
1968	1973	1974
1978	1983	1984
1993	1998	1999
2011	2016	2017

Dölling, O. (enero 2017) Análisis de Tendencia indicador ONI --
Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de Córdoba

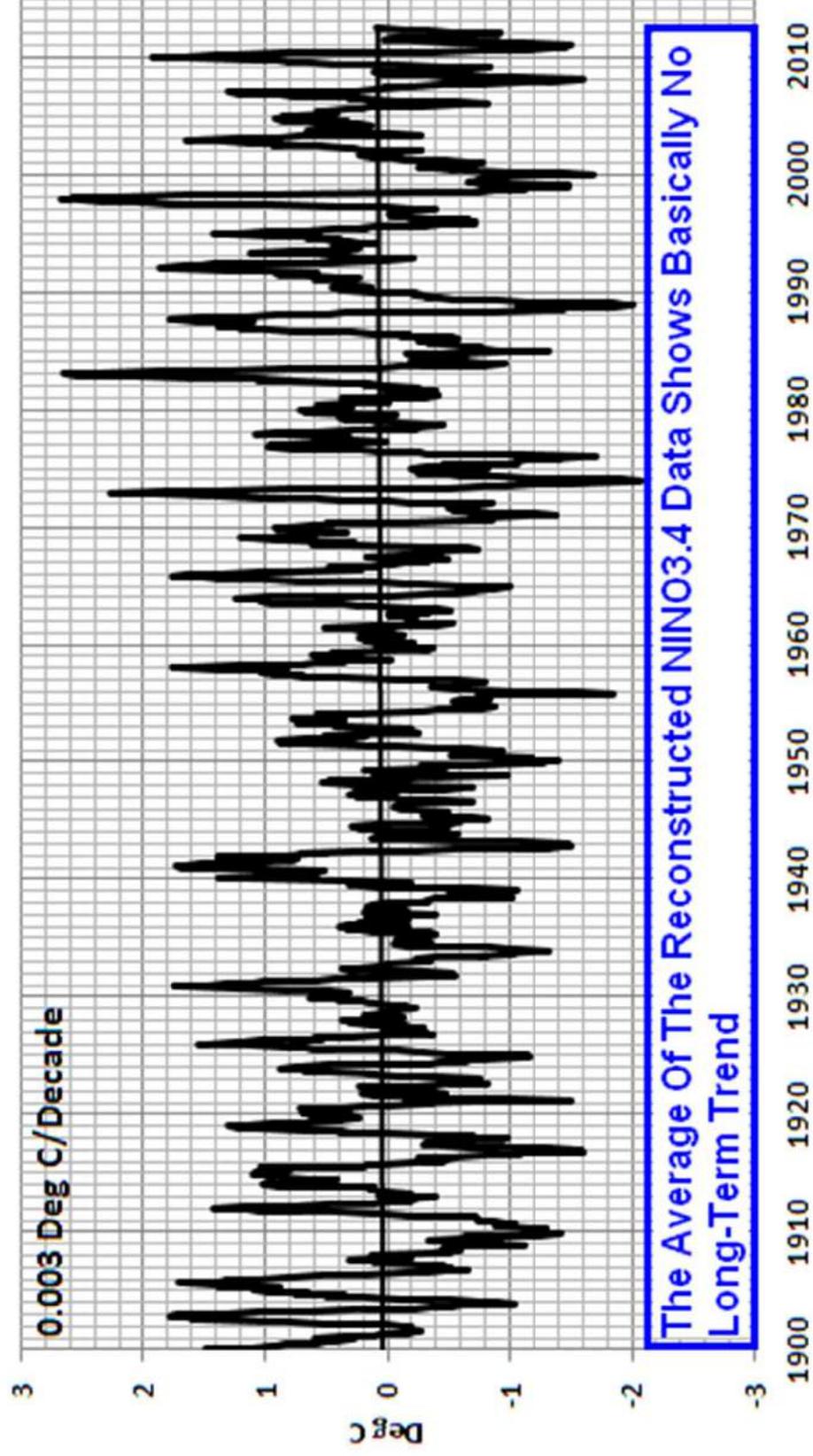




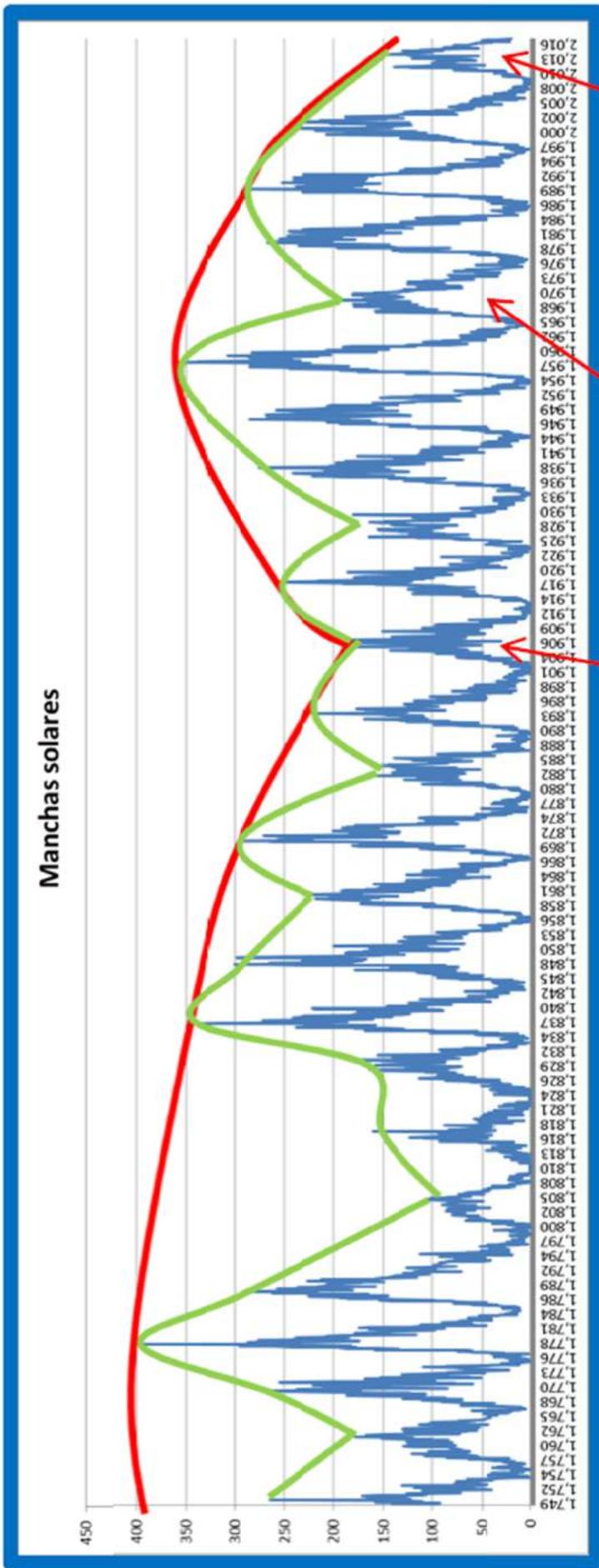


El ENSO → calentamiento Océano
Pacífico?

Average NINO3.4 Sea Surface Temperature Anomalies
Average of ERSST.v3b, Kaplan, HADISST
Jan 1900 to May 2012



Manchas Solares → Lluvias mas
intensas y menos frecuentes?



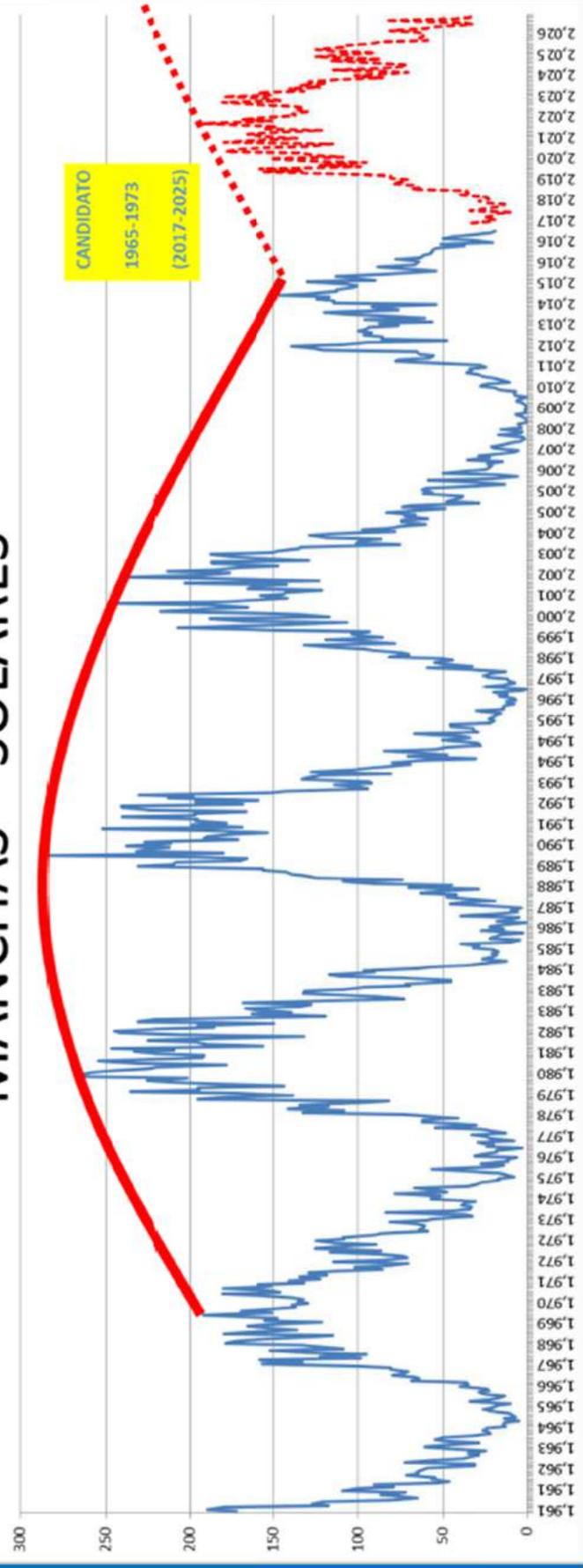
Ciclo 24

Ciclo 20

Ciclo 14

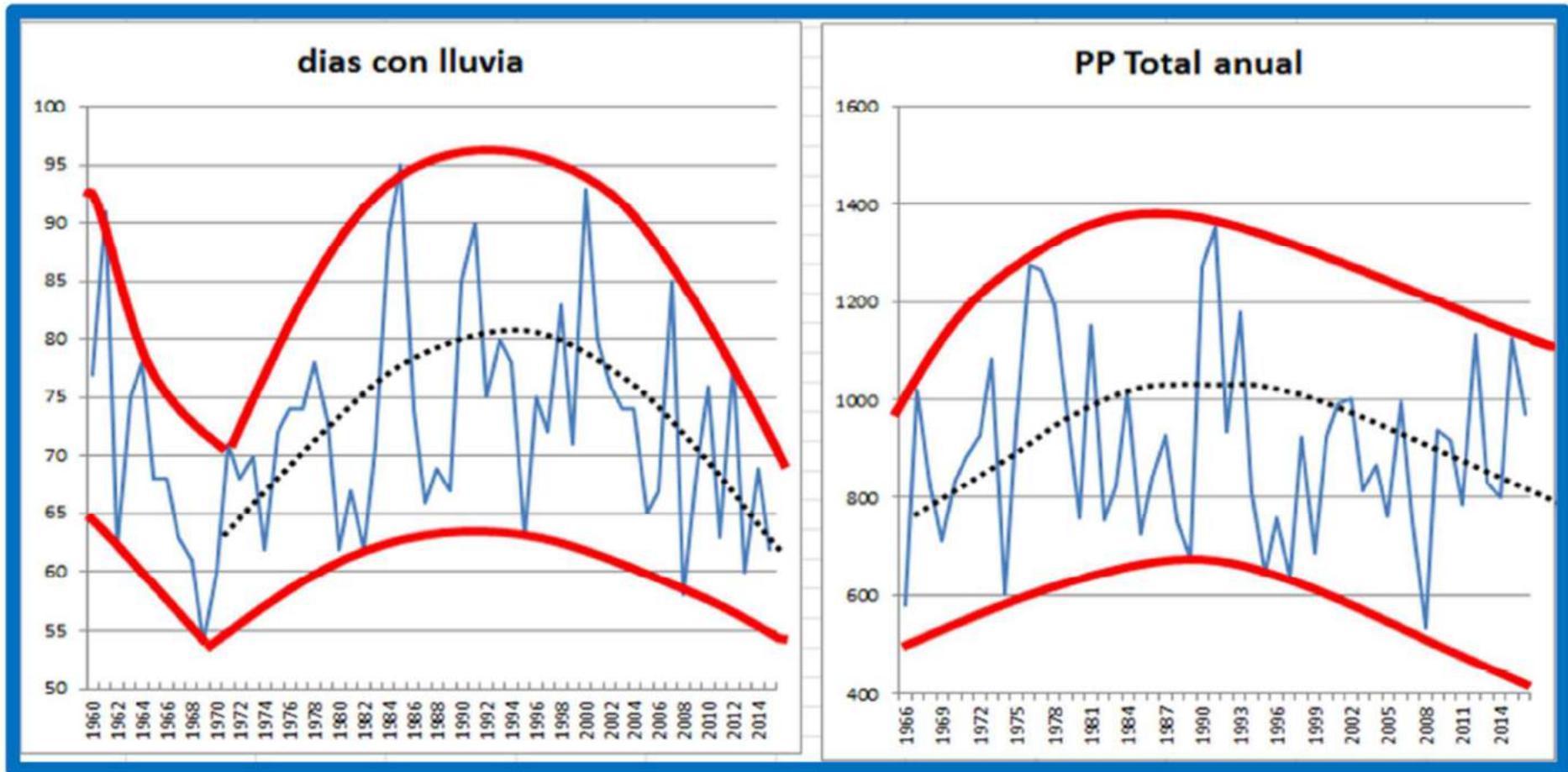
Manchas solares

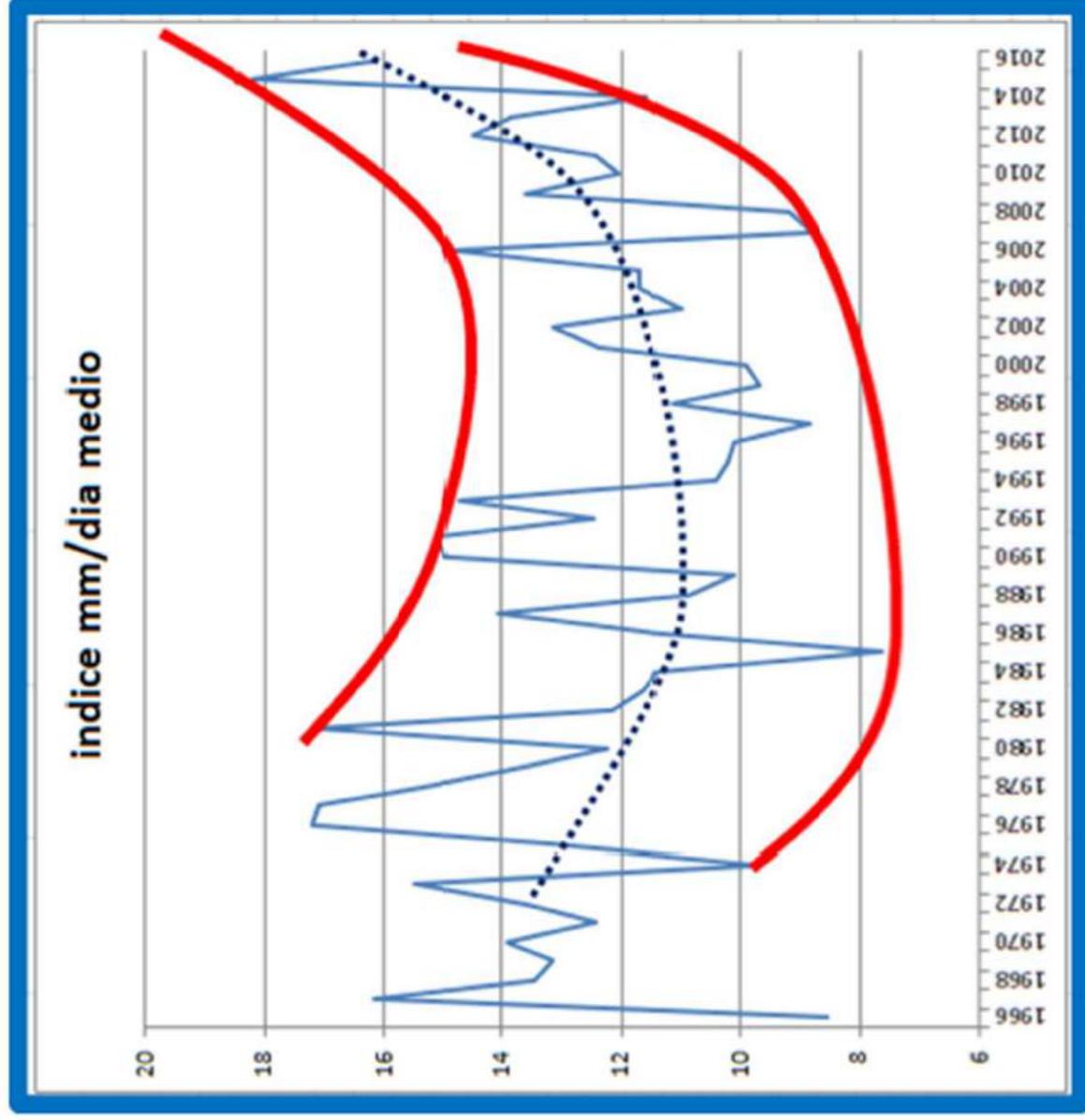
MANCHAS SOLARES



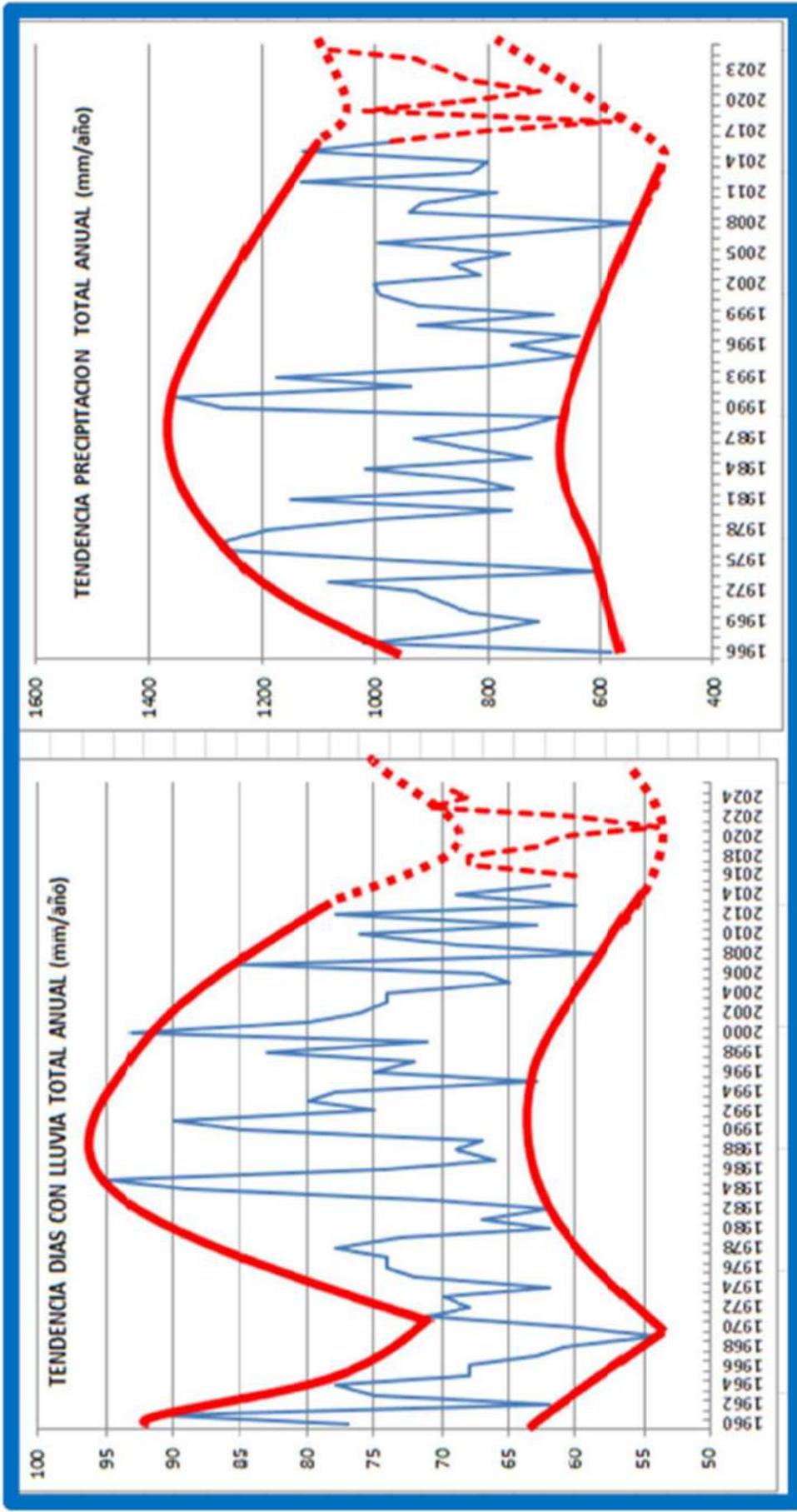
CANDIDATO
1965-1973
(2017-2025)

precipitación total anual
Marcos Juárez, prov. de Córdoba
(análisis 1965 a 2016)

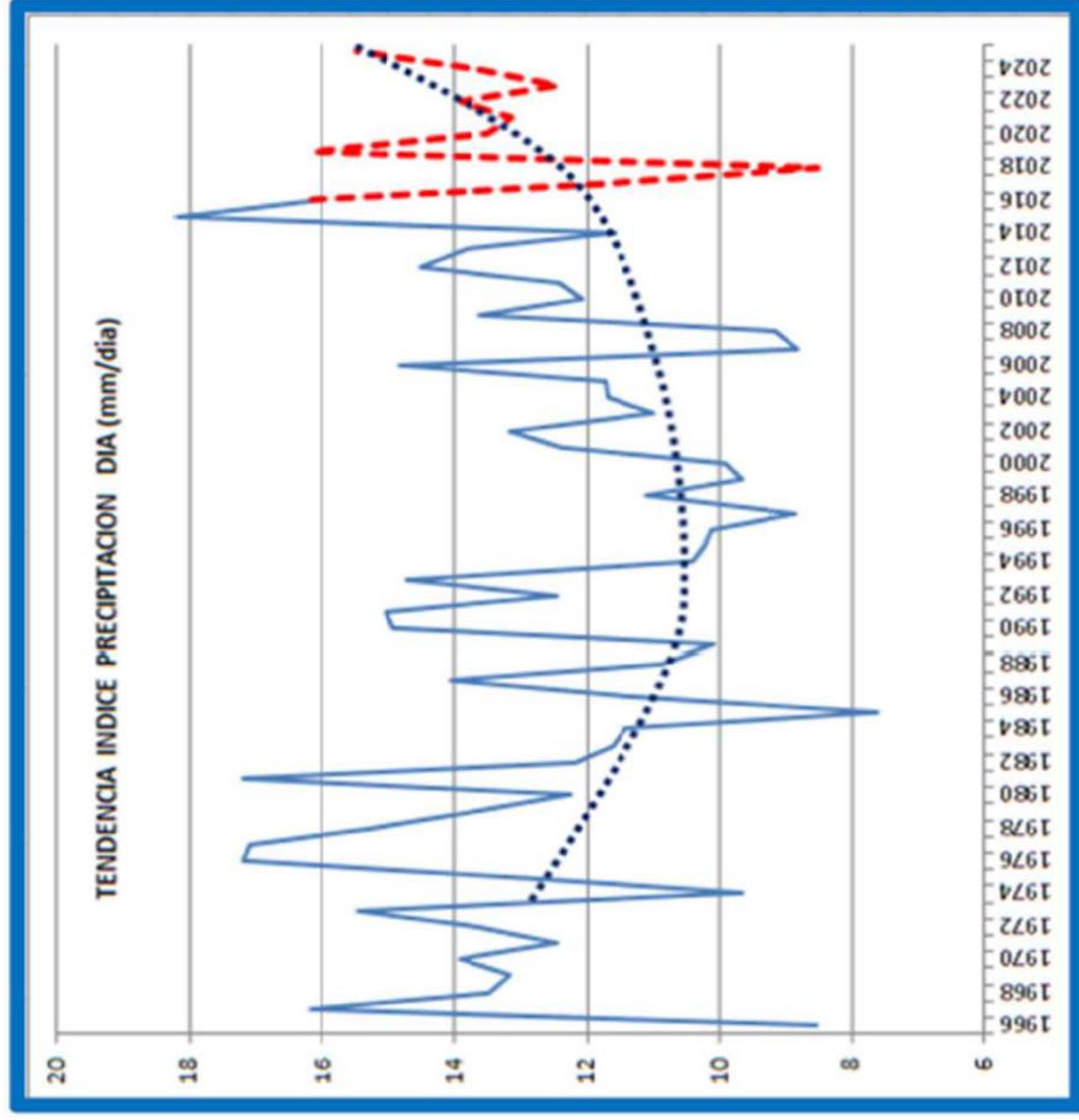




Fuente: Dr. Ing. Oscar Dölling – enero 2017



Fuente: Dr. Ing. Oscar Dölling – enero 2017



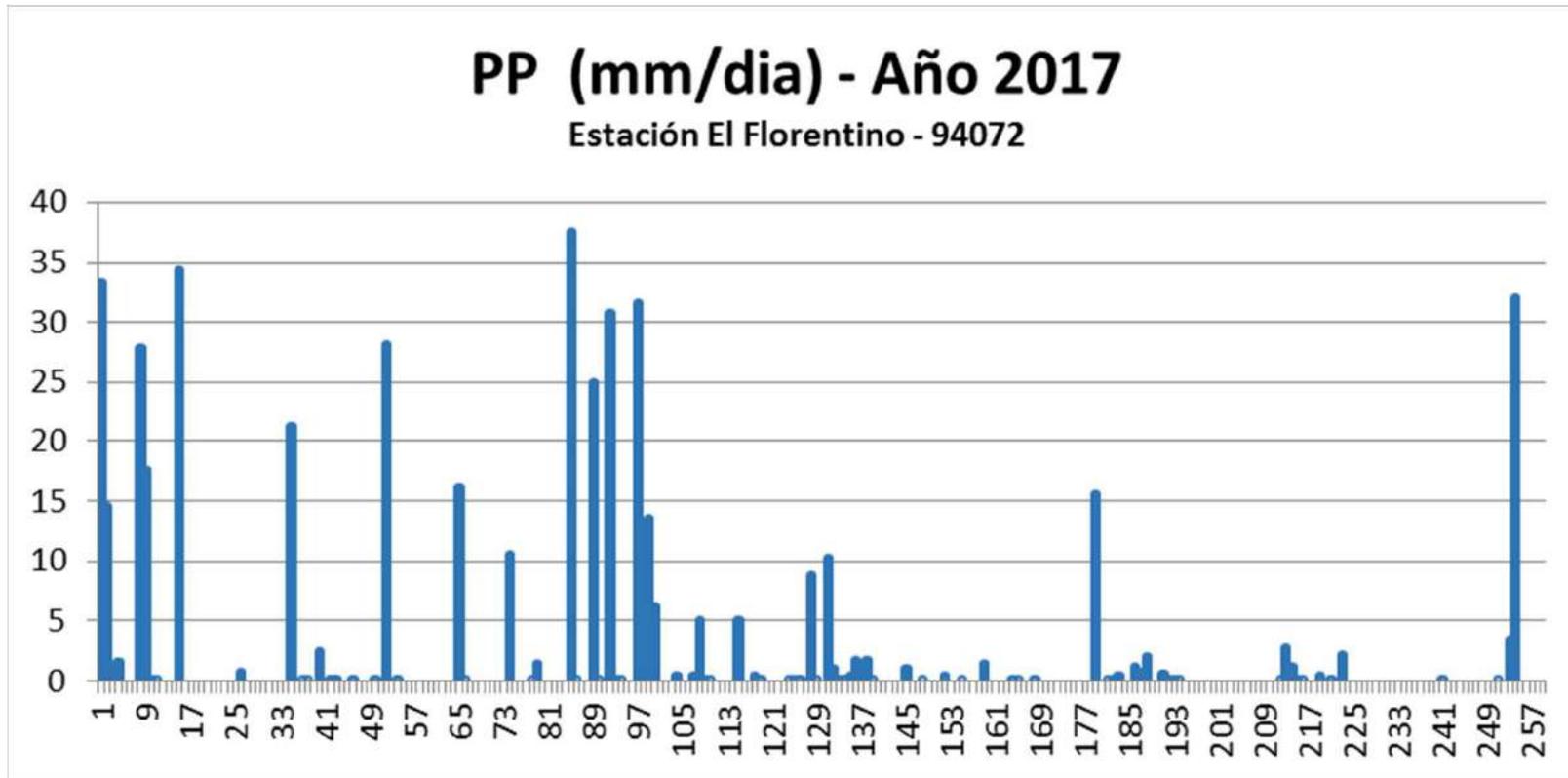
Fuente: Dr. Ing. Oscar Dölling – enero 2017

TABLA DE TENDENCIAS DE PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (2017)

TENDENCIA SEGÚN MANCHAS SOLARES			
Año	Días de lluvia	PRECIPITACION	INDICE mm/día
2017	68	800	11.76
2018	68	580	8.53
2019	63	1019	16.17
2020	61	822	13.48
2021	54	710	13.15
2022	60	835	13.92
2023	71	884	12.45
2024	68	927	13.63
2025	70	1083	15.47

Fuente: Dr. Ing. Oscar Dölling – enero 2017

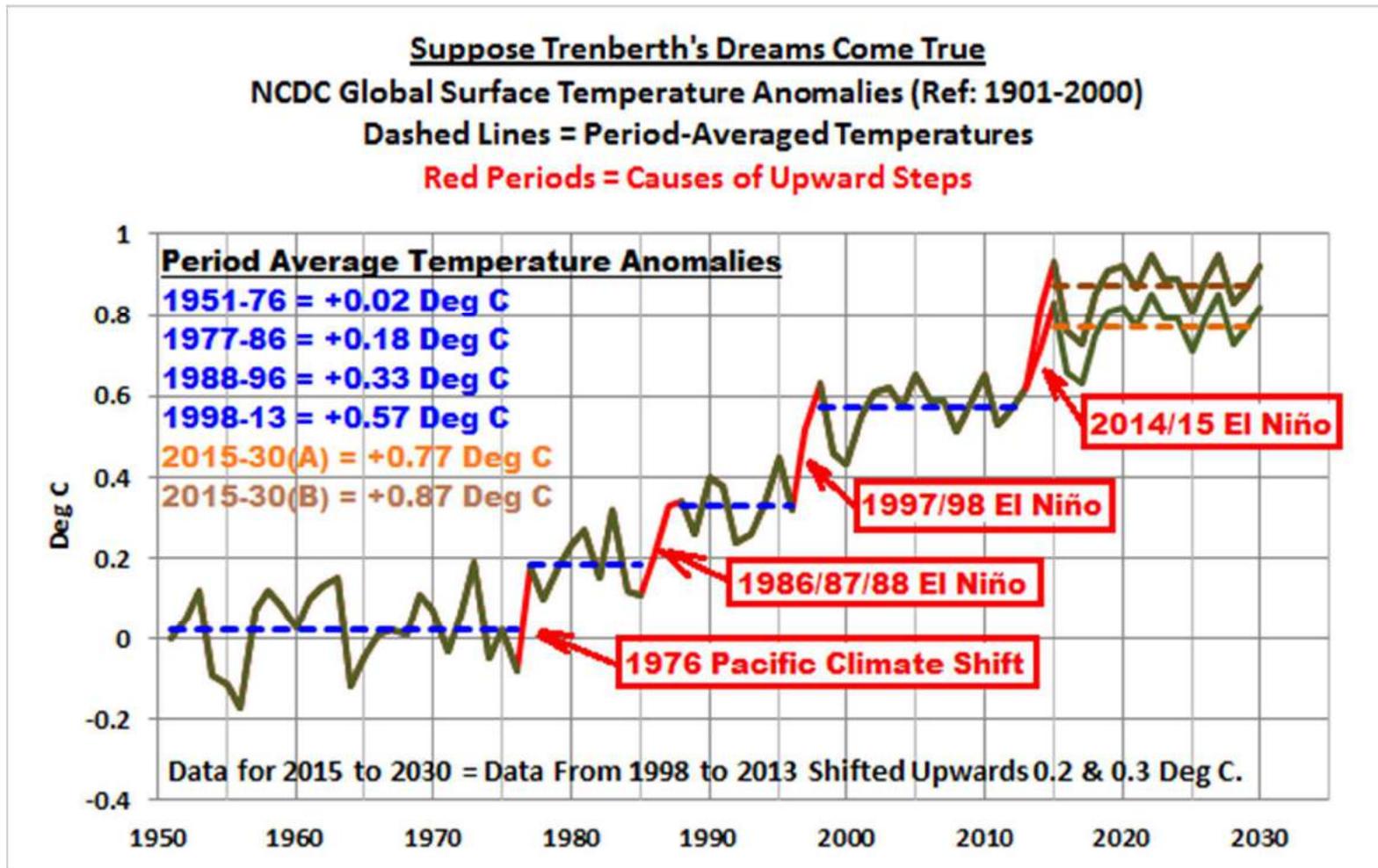
Marcos Juárez



Año	Días de lluvia	PPacum(mm)	Indice mm/día
2017	46	467.2	10.16
medido al 16/09/2017			

El ENSO → calentamiento escalonado
atmósfera?

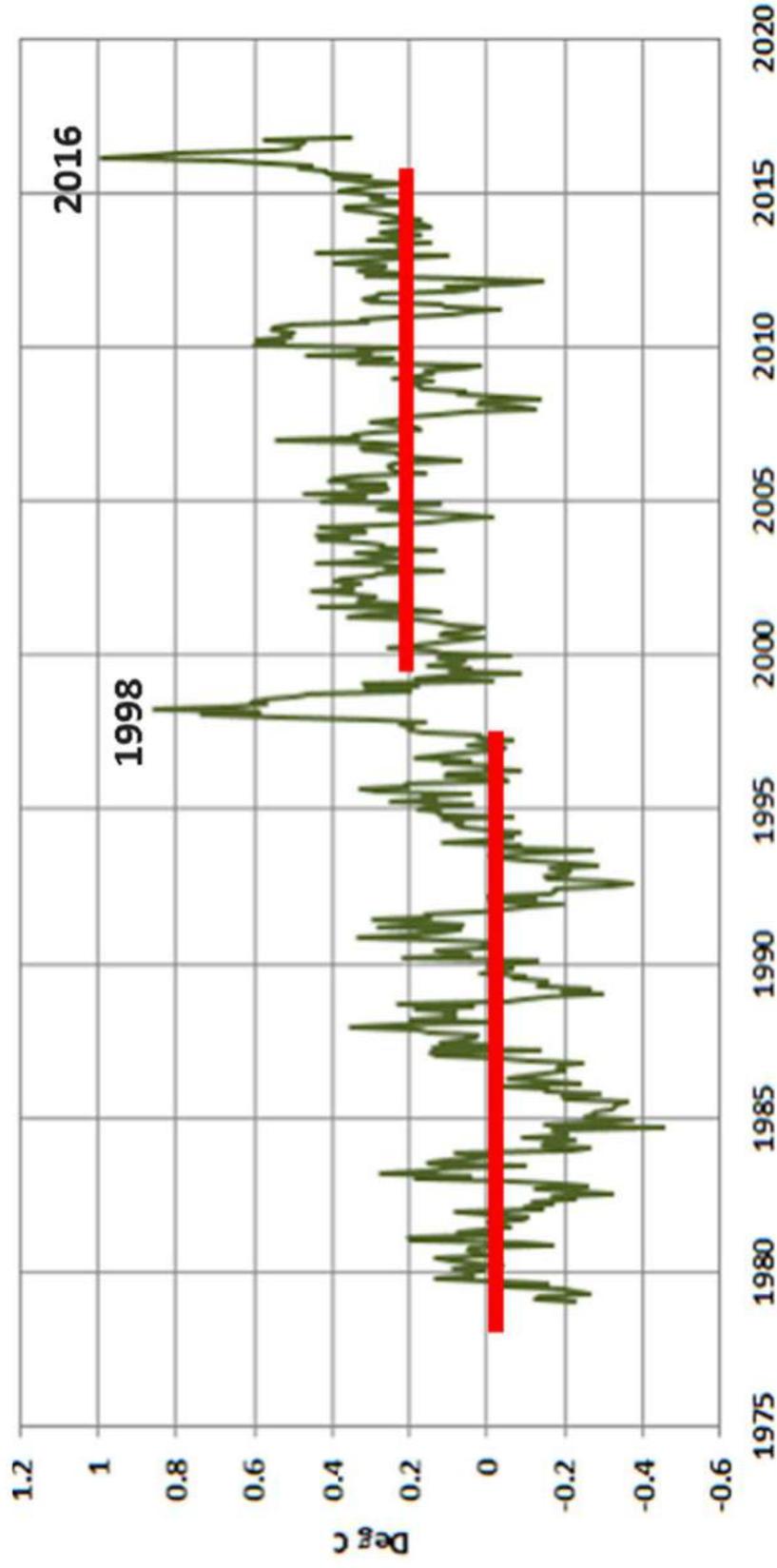
Kevin Trenberth “big jumps” in global surface temperatures. Senior Scientist, from NCAR- National Center for Atmospheric Research is sponsored by the National Science Foundation. Colorado EEUU.



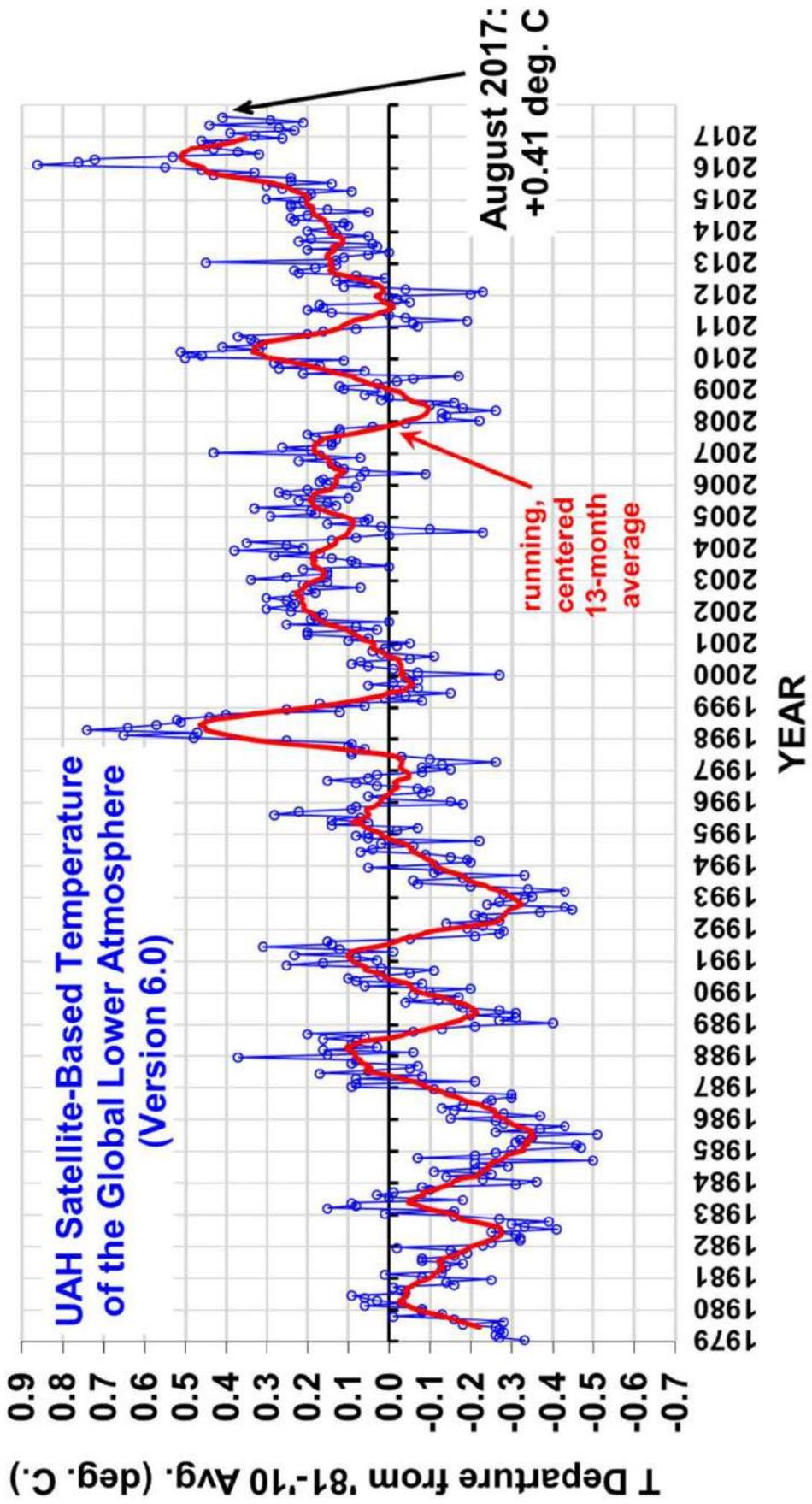
Not A Prediction. For Illustration Purposes Only.

Bob Tisdale

RSS Monthly Global Lower Troposphere Temperature Anomalies
Current Value = +0.35 Deg C (Reference 1979-1998 Average)
Jan 1979 to Oct 2016



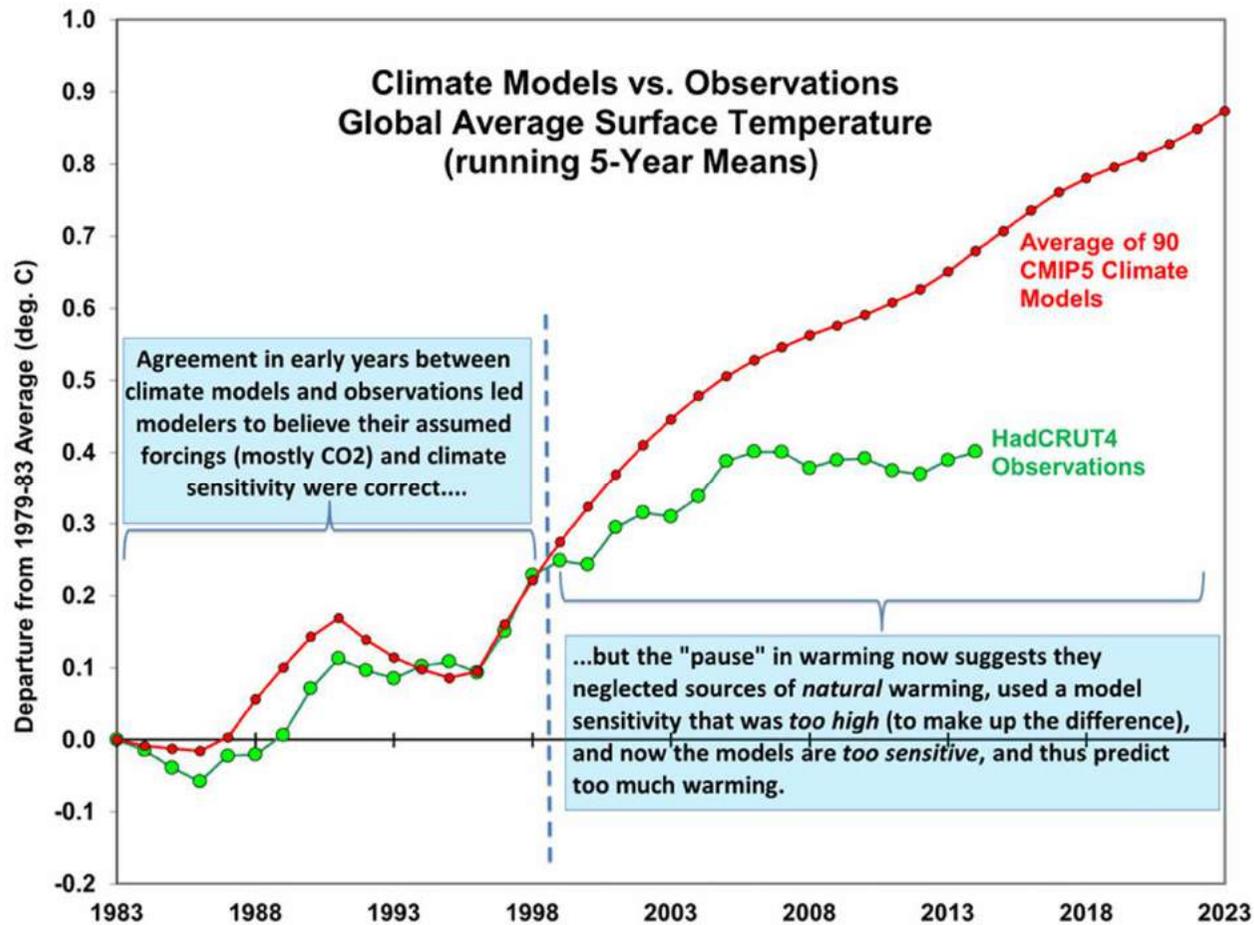
Bob Tisdale



Sobre la Variabilidad Natural del Clima y los Modelos Climáticos: Modelos Climáticos vs. Observaciones

Promedio de 90 Modelos Climáticos CMIP5 vs Temperatura Global Promedio en la Superficie

(Observaciones HadCRUT4, Promedio Móvil de 5 Años)

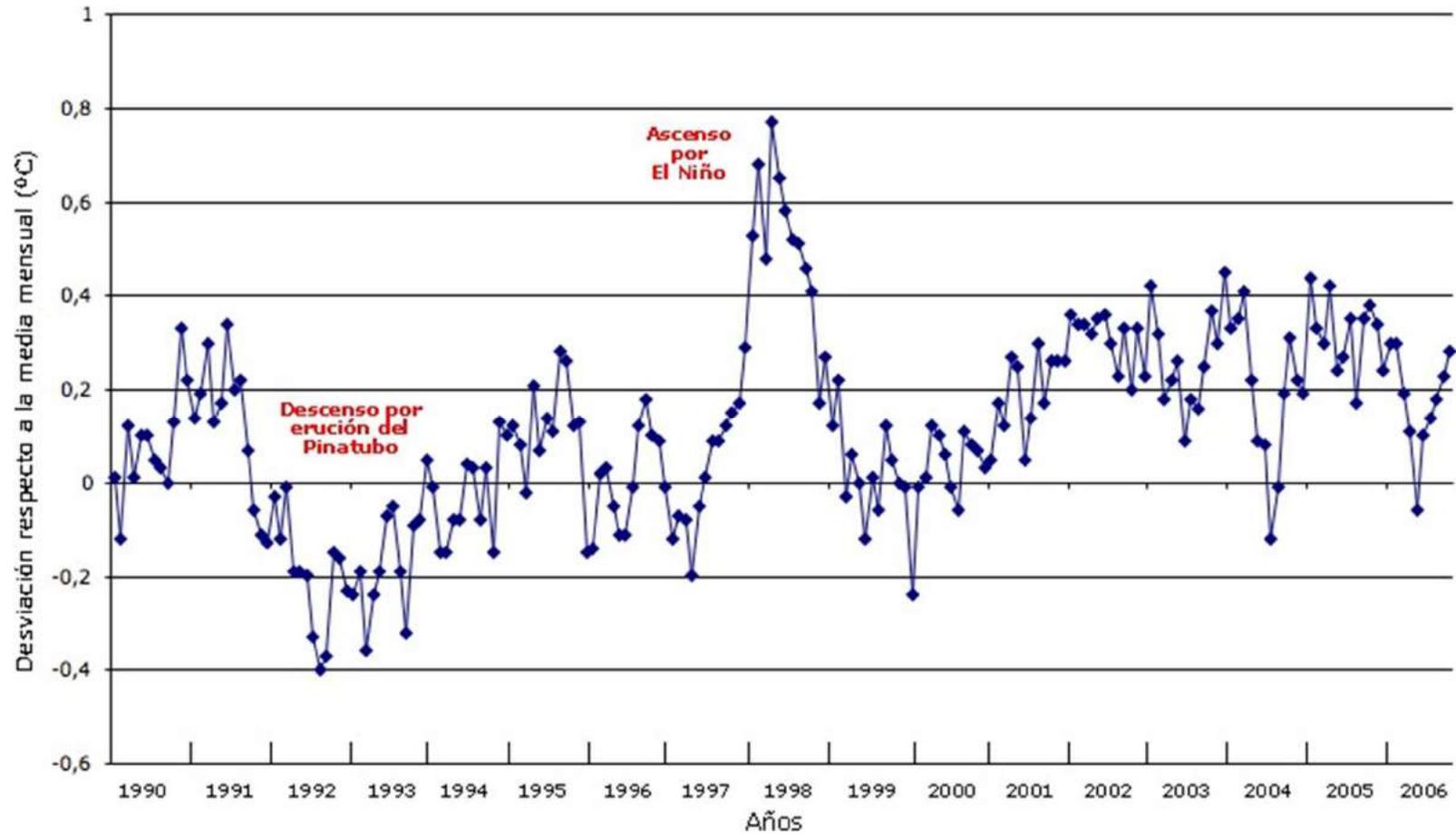


El ENSO vs vulcanismo superficial →
calentamiento vs enfriamiento global?

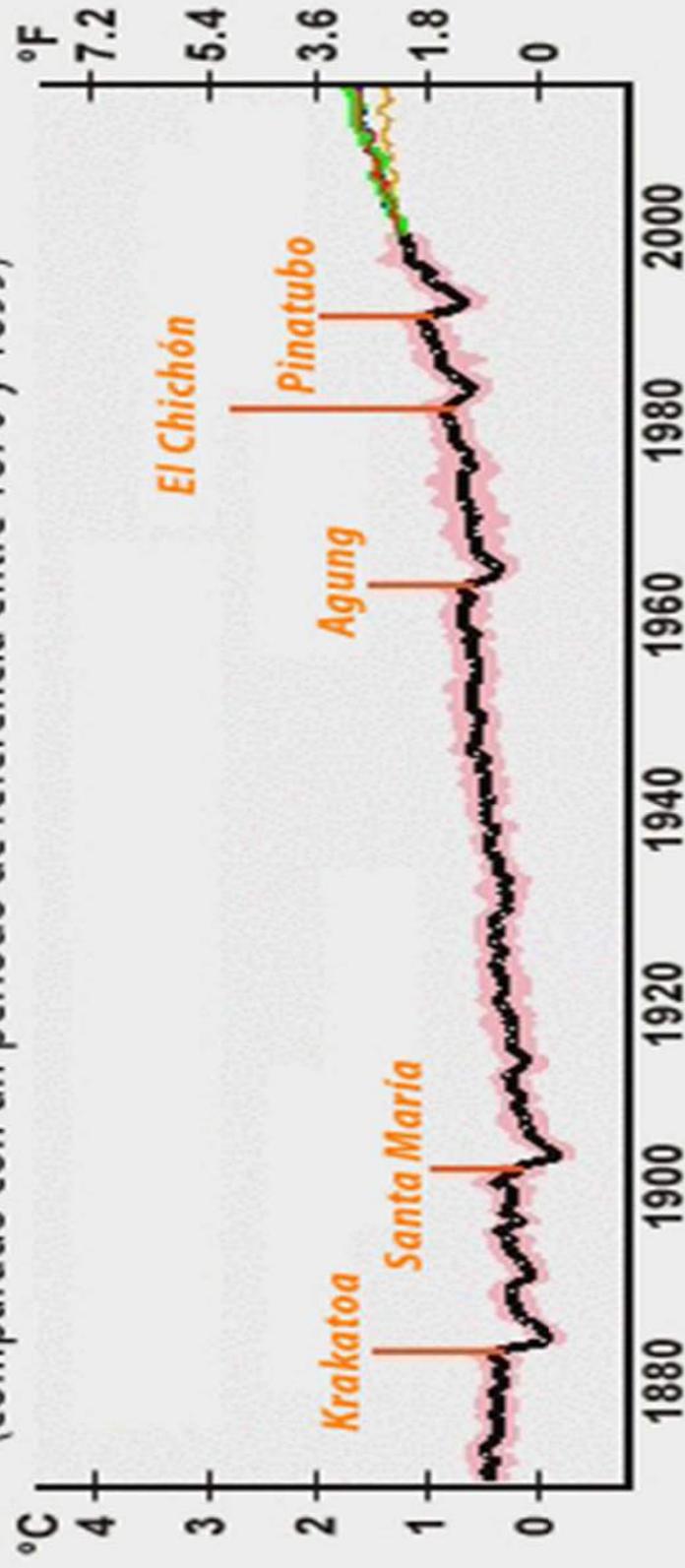
Volcán Pinatubo 15 junio 1991 - Filipinas



John Christy y Roy Spencer, laboratorio conjunto de la NASA y de la Universidad de Alabama en Huntsville. (2006)



Promedio mundial de cambio en la temperatura de superficie
(comparado con un período de referencia entre 1870 y 1899)



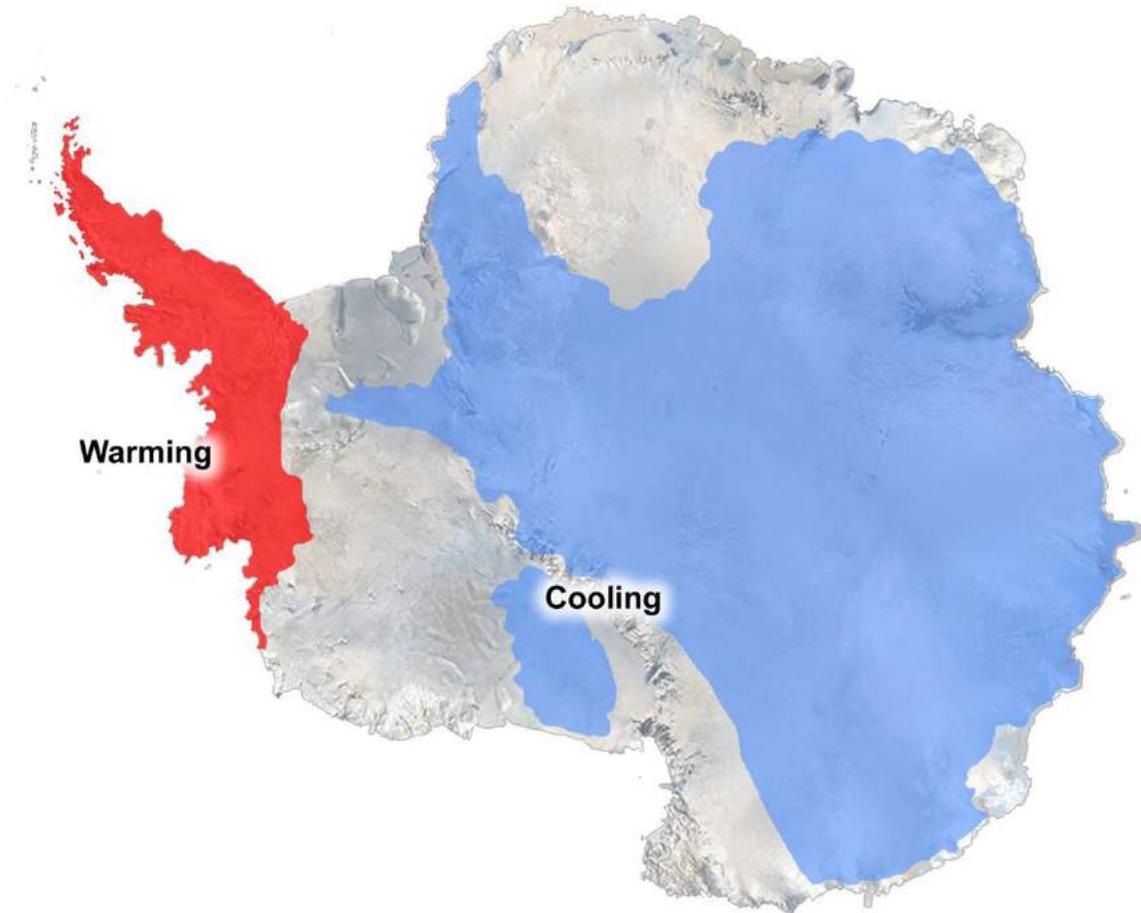
Calbuco en Chile (0.3 a 0.4 millones de toneladas) de SO_2 a la atmósfera. El gas fue inyectado en la estratosfera (210 millones de metros cúbicos de ceniza y roca hasta 21 kilómetros de altura),





NCAR scientist Andrew Monaghan and colleagues. The data combines observations from ground-based weather stations, which are few and far between, with analysis of ice cores used to reveal past temperatures. (2008
Illustration by Steve Deyo, UCAR

Antarctic Temperature Trends



Blob o punto caliente (área de actividad volcánica alta en relación a sus entornos) se sienta debajo de la Tierra de Marie Byrd, una amplio domo en el borde occidental de la Antártida, donde muchos volcanes activos sobre y debajo de la lava escupen hielo y cenizas (Andrew Lloyd, Universidad de Washington en St. Louis.)



DISCUSIÓN ACTUAL

- El ENSO → manchas solares?
- El ENSO → oscilación Madden-Julian.?
- El ENSO → **Hotspots** → **Blobs**.?
- El ENSO → patrón repetitivo?
- Manchas Solares → Lluvias mas intensas y menos frecuentes?
- El ENSO → calentamiento Océano Pacífico?
- El ENSO → calentamiento escalonado atmósfera?
- El ENSO → vulcanismo superficial → calentamiento global vs enfriamiento?

CONCLUSIONES

- NINGÚN MODELO CLIMÁTICO HOY ES CAPAZ DE REPRODUCIR TODAS LAS INTERACCIONES ANALIZADAS AL MISMO TIEMPO Y PARA HORIZONTES DE LARGO PLAZO
- SOLO PROFUNDIZAR EN EL CONOCIMIENTO EXAUSTIVO DE LAS CAUSAS NATURALES DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y DE SUS COMPLEJAS INTERACCIONES PERMITIRÁ LLEGAR A BUENAS TENDENCIAS DEL CLIMA A LARGO Y MEDIANO PLAZO.
- LOS ESCENARIOS FUTURISTAS APOCALÍPTICOS CARECEN DE TODO FUNDAMENTO SI NO PARTEN DE UN MODELO INTEGRAL DE LAS INTERACCIONES ENTRE
SOL – ATMÓSFERA – HIDRÓSFERA (AGUA+HIELO) – TIERRA – VULCANISMO (SUPERFICIAL Y SUBMARINO)



GRACIAS !

PGICH - UNSJ

**Programa Gestión Integral de Cuencas
Hidrográficas, Ing. Hidráulica y Ambiental**

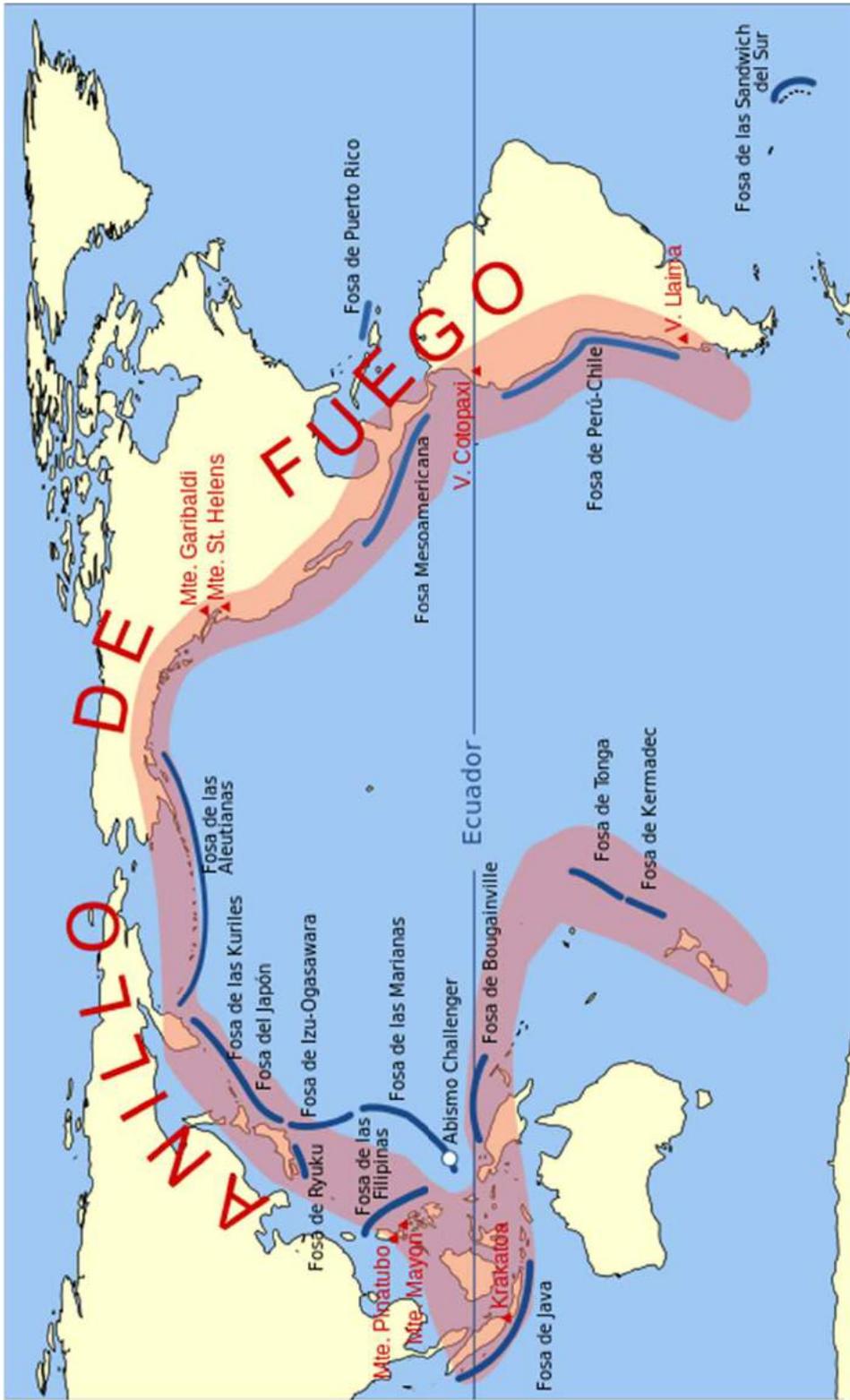
Dr. Ing. Oscar Raúl Dölling

odolling@gmail.com

www.unsjcuencas.com.ar

22 de abril de 2015 el volcán Calbuco en el sur de Chile

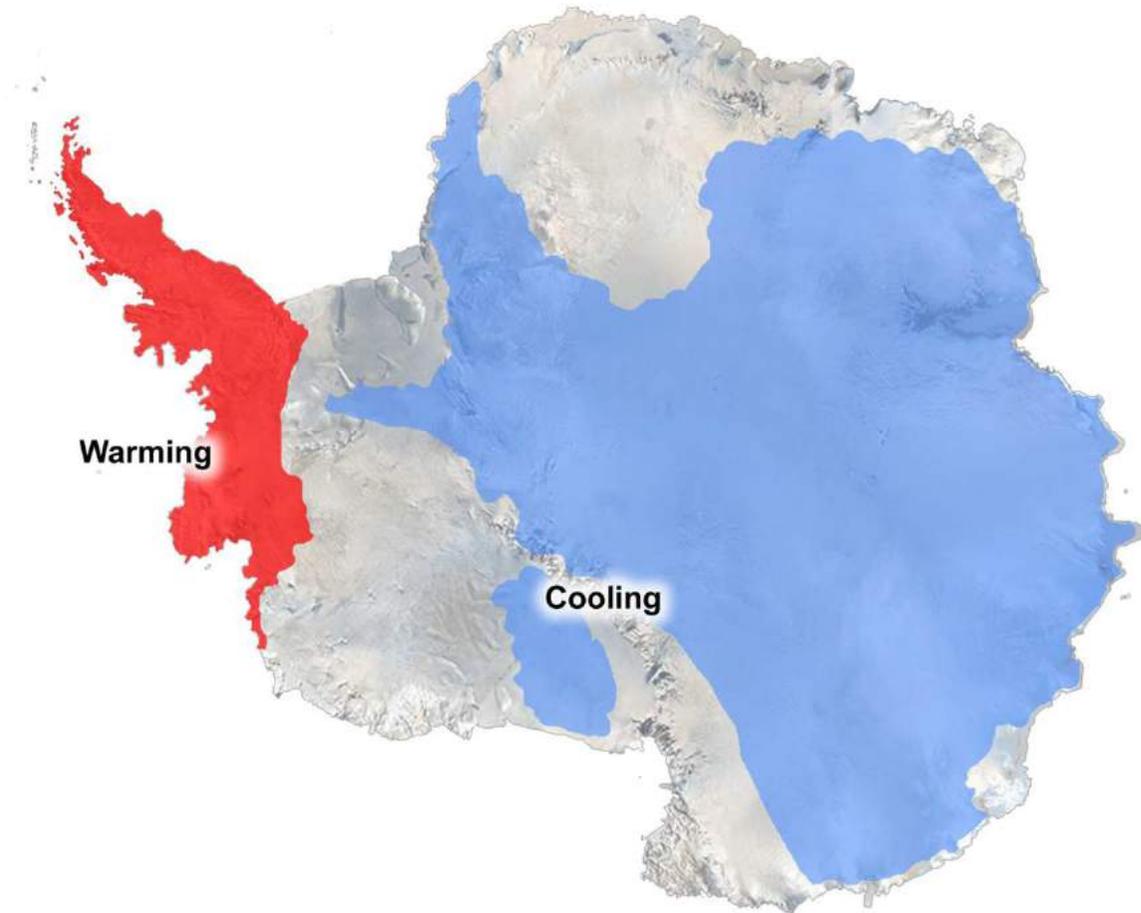






NCAR scientist Andrew Monaghan and colleagues. The data combines observations from ground-based weather stations, which are few and far between, with analysis of ice cores used to reveal past temperatures. (2008
Illustration by Steve Deyo, UCAR

Antarctic Temperature Trends



Blob o punto caliente (área de actividad volcánica alta en relación a sus entornos) se sienta debajo de la Tierra de Marie Byrd, una amplio domo en el borde occidental de la Antártida, donde muchos volcanes activos sobre y debajo de la lava escupen hielo y cenizas (Andrew Lloyd, Universidad de Washington en St. Louis.)

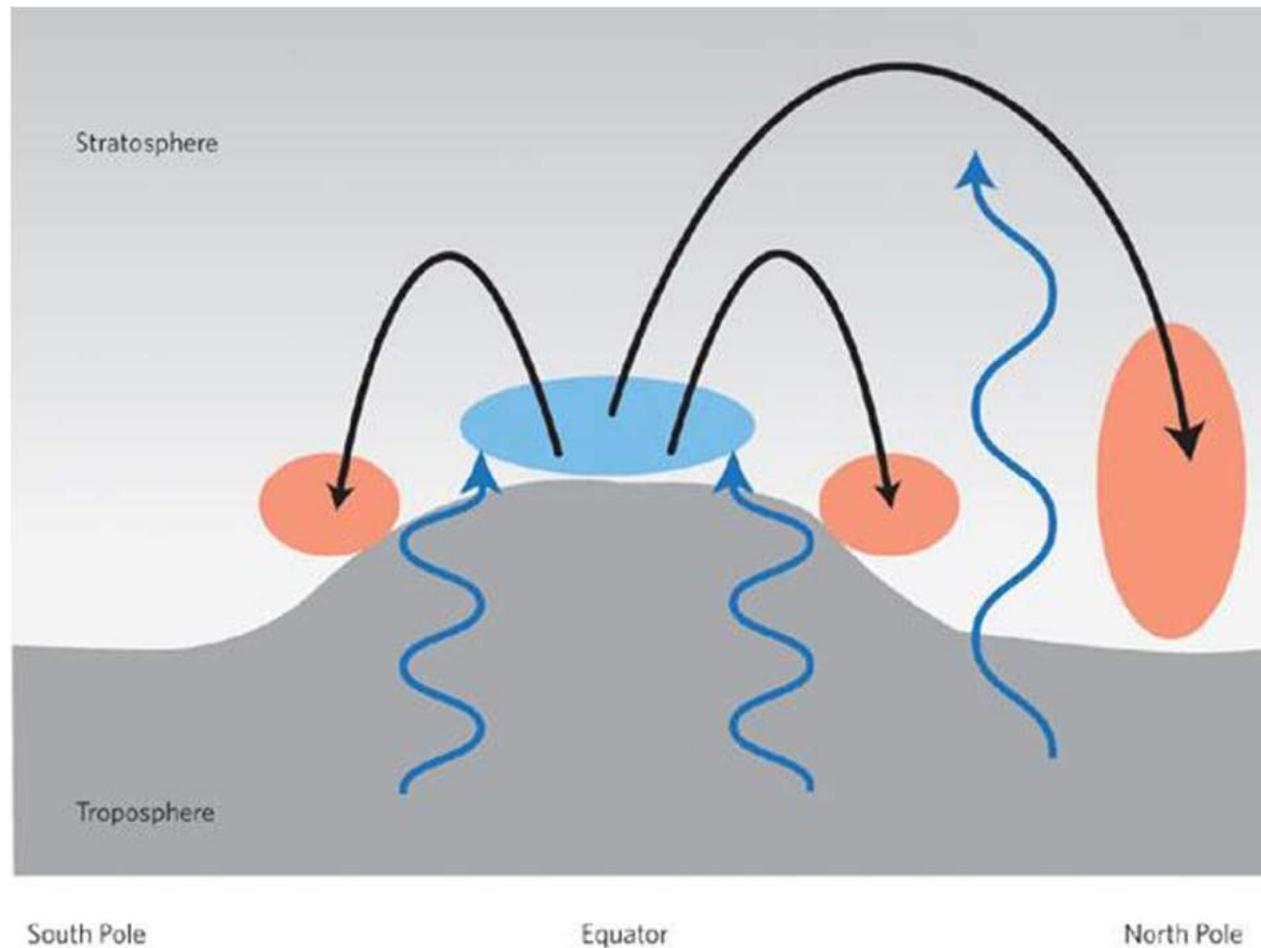


Proceso de ruptura (similar a la ola que rompe en la playa) que es un motor fundamental en la circulación térmica en toda la estratosfera Dr. Randel .

óvalos naranjas → anomalías positivas ondas térmicas

óvalos azules → anomalías negativas ondas térmicas

flechas azules → ondas térmicas desde la troposfera alcanzan la estratosfera



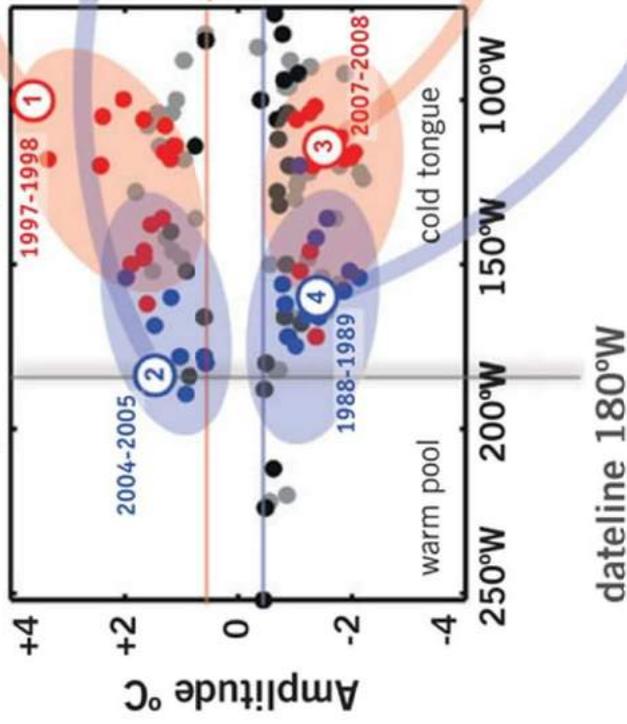
“En el otoño de 2013 y principios de 2014 empezamos a notar una masa grande, casi circular de agua, que simplemente no se enfriaba tanto como de costumbre, por lo que en la primavera de 2014 estaba más caliente que en ningún registro anterior para esa época del año”, dice Nick Bond, un científico del clima en el Instituto para el Estudio de la Atmósfera y el Océano de la Universidad de Washington, un centro de investigación conjunto de la Universidad de Washington y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).



characterizing ENSO diversity

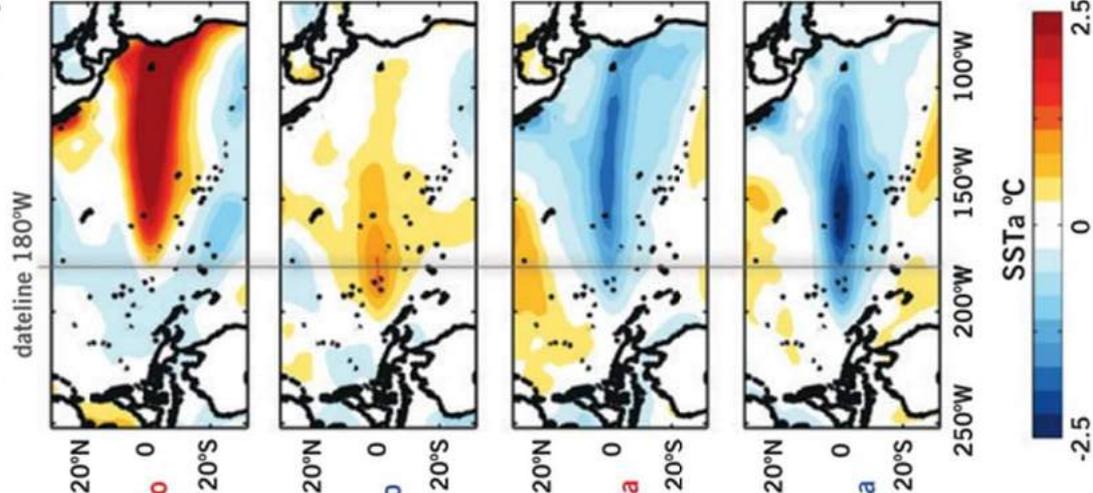
EVENT DISTRIBUTION

Equatorial Pacific SSTa extrema
amplitude vs. longitude



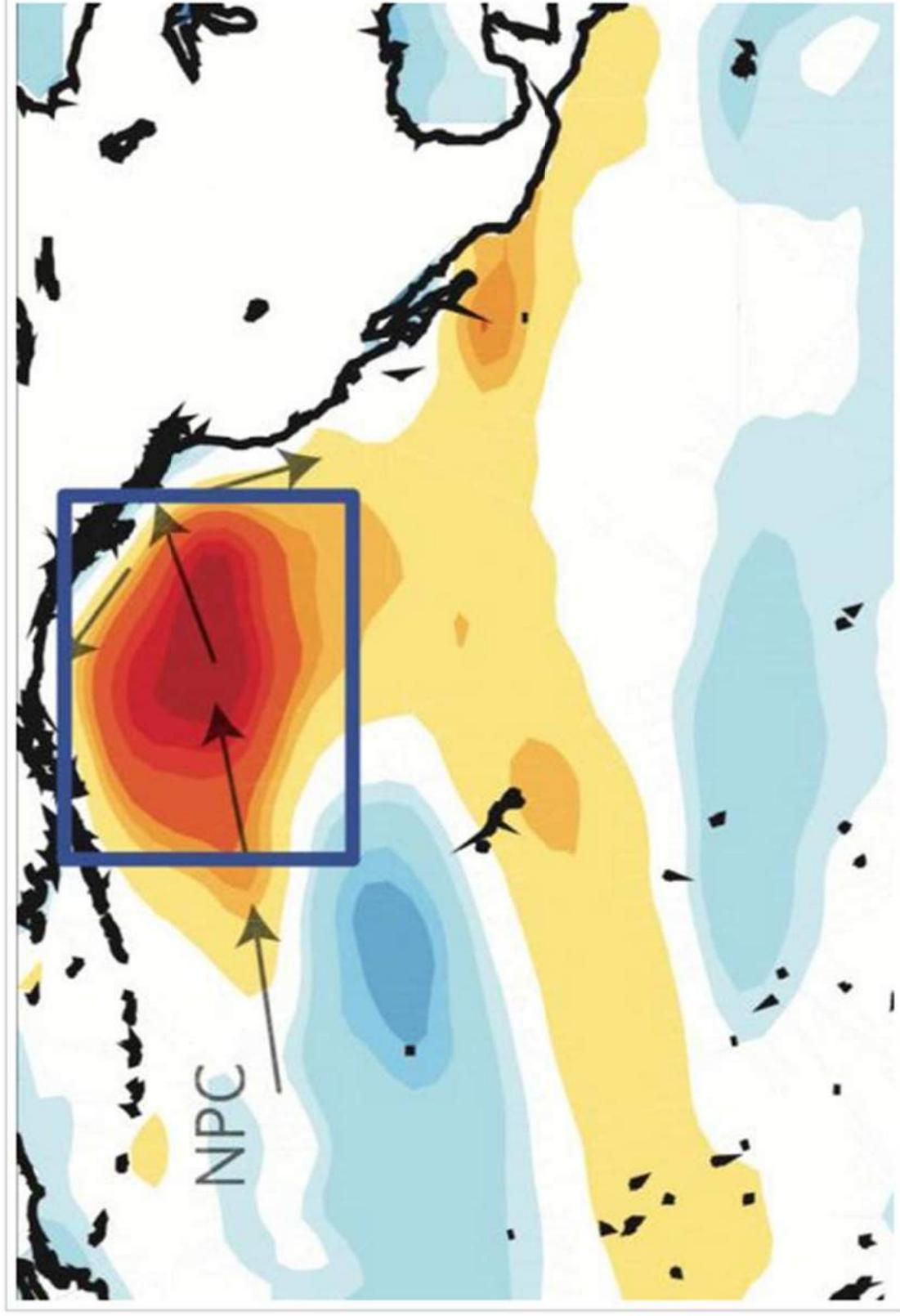
SELECTED EVENTS

to illustrate ENSO diversity



From the GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

El Niño played a key role in Pacific marine heatwave, as did potentially climate change



NOAA/NESDIS Current HotSpots, 9/14/2017

