

**JORNADA ASEGURADORA DIRIGIDA
AL SECTOR TURÍSTICO
(MAPFRE EMPRESAS)**

**Daños catastróficos por efectos
de la naturaleza**

Daños Meteorológicos

30 de Septiembre de 2005



Sergio Alonso Oroza
**Universitat de les
Illes Balears**

Daños Meteorológicos

- **Introducción**
- **Ciclones, tormentas y tornados**
- **Conclusiones**

Introducción

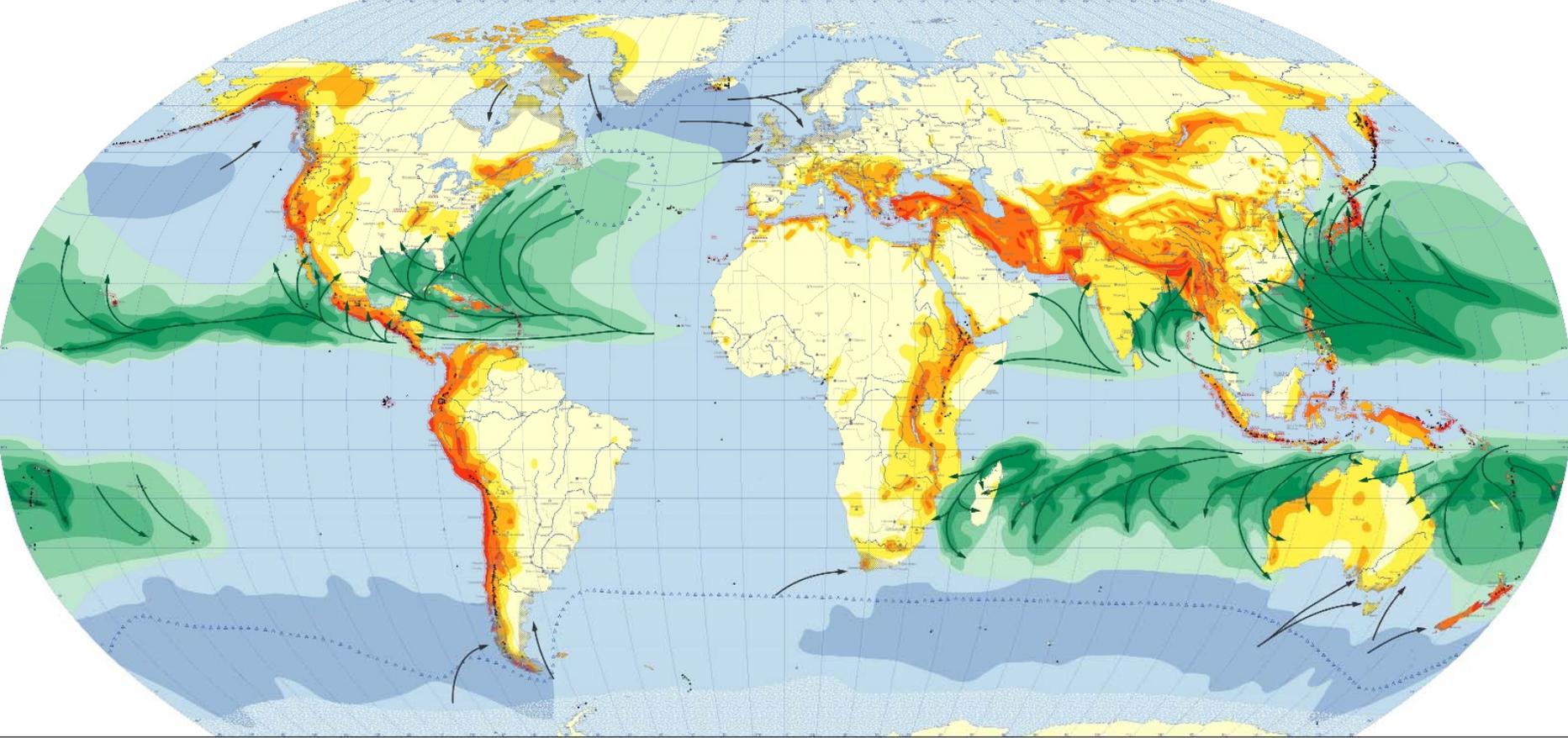


Natural hazards are a part of life. But hazards only become disasters when people's lives and livelihoods are swept away.... let us remind ourselves that we can and must reduce the impact of disasters by building sustainable communities that have long-term capacity to live with risk.

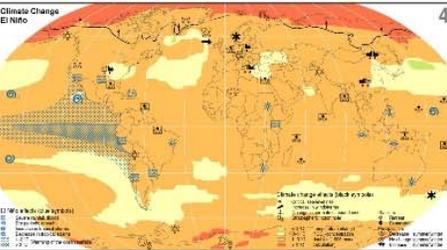
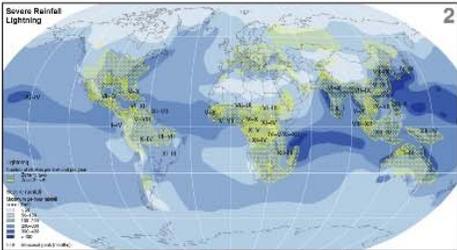
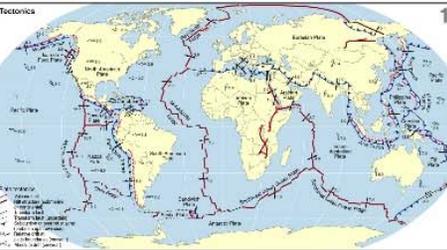
Kofi Annan (Día Internacional de la Reducción de Desastres, 2003)

Riego = Peligrosidad * Vulnerabilidad – Capacidad de respuesta

World Map of Natural Hazards



Earthquakes Four levels of hazard: - Level 1: 100-1000 deaths - Level 2: 1000-10000 deaths - Level 3: 10000-100000 deaths - Level 4: 100000+ deaths	Volcanoes - Active volcanoes - Extinct volcanoes - Dormant volcanoes	Tsunamis and Storm Surges - Tsunami hazard - Storm surge hazard	Tropical Storms and Cyclones - Level 1: 100-1000 deaths - Level 2: 1000-10000 deaths - Level 3: 10000-100000 deaths - Level 4: 100000+ deaths	Populous/medium density areas - High population density - Medium population density - Low population density	Extratropical Storms/Winter Storms - High wind speed - Heavy snow/ice	Other Natural Hazards - Flood hazard - Landslide hazard - Wildfire hazard	Cities - Major cities - Medium cities - Small cities	Political Borders/Inland Waters - Political borders - Inland water bodies
---	--	--	--	--	--	---	--	--



La Organización Meteorológica Mundial indica que casi el 90% de los desastres naturales están relacionados con tiempo, clima y agua y señala como ejemplos más relevantes los siguientes:

¿Qué?	¿Qué es?
Tormentas severas	Tornados, rayos, granizo, viento fuerte, tormentas de polvo, lluvias fuertes, etc. Los tornados producen los vientos más fuertes en la superficie de la Tierra, pudiendo alcanzar los 500 km/h.
Tormentas de latitudes medias	Sistemas de baja presión que se producen en latitudes medias. Acostumbran a ser más frecuentes e intensas en invierno.
Avalanchas	La mayor parte se producen durante y después de grandes tormentas de nieve, con nieve inestable y suelta.
Olas de frío	Periodos prolongados de temperaturas extremadamente bajas que duran de días a semanas durante los meses fríos.

Olas de calor

Periodos prolongados de temperaturas y humedad extremas que duran de días a semanas durante los meses cálidos.

Ciclones tropicales, huracanes y tifones

Tormentas impresionantes que se producen en los océanos tropicales. Los más intensos tienen vientos sostenidos de más de 195 km/h con rachas mayores de 280 km/h. Algunos pueden crecer hasta tener radios de 300 km antes de disiparse, bien sea sobre tierra o mares más fríos.

Inundaciones

Se producen cuando la lluvia o la nieve se acumulan más rápidamente de lo que los suelos pueden absorber o los ríos transportar. Se pueden producir por tormentas severas, tormentas de latitudes medias, ciclones tropicales y monzones. Las inundaciones están entre los más comunes y devastadores desastres naturales.

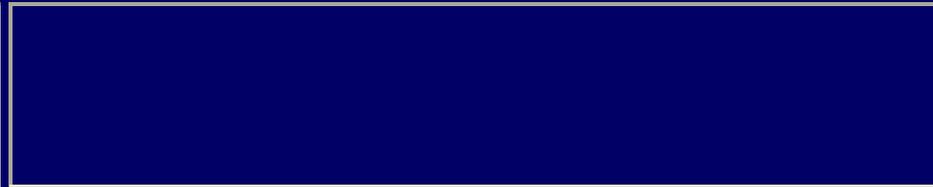
Deslizamientos

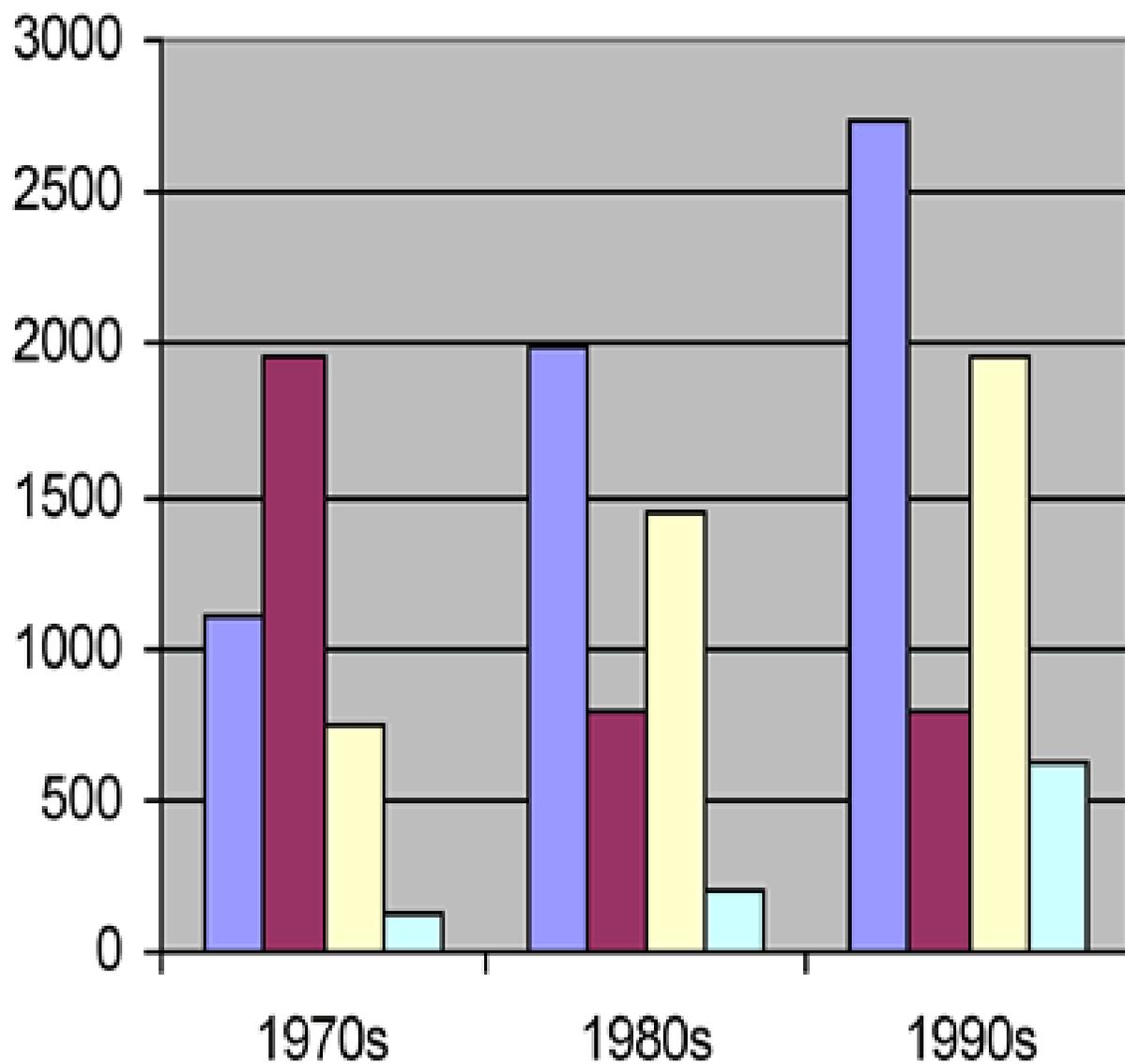
Se producen frecuentemente por lluvias fuertes o por la fusión de nieve en terreno en pendiente. Se origina gran cantidad de tierra, piedras, arena o barro que desciende montaña abajo con suelo desnudo o tras episodios de fuego.

Sequías

La primera causa es un déficit de lluvia, pero es importante el cuándo, la distribución y la intensidad del déficit en relación con las reservas, la demanda y el uso. La temperatura y la evapotranspiración pueden agravar la severidad y duración. La escala temporal va de meses a años.

Tempestades, tormentas de arena, incendios forestales, plagas (langostas, p.e.), epidemias inducidas por el clima ...

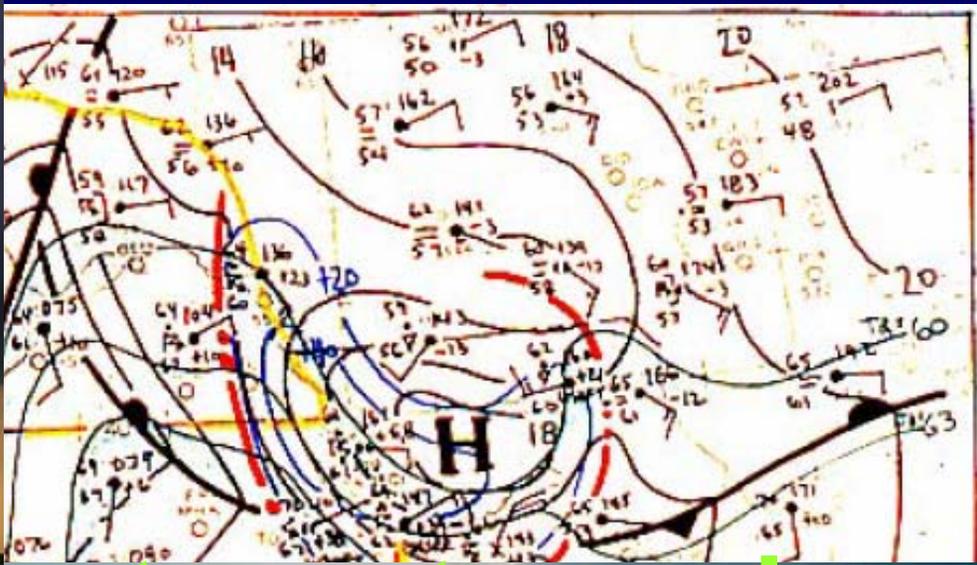




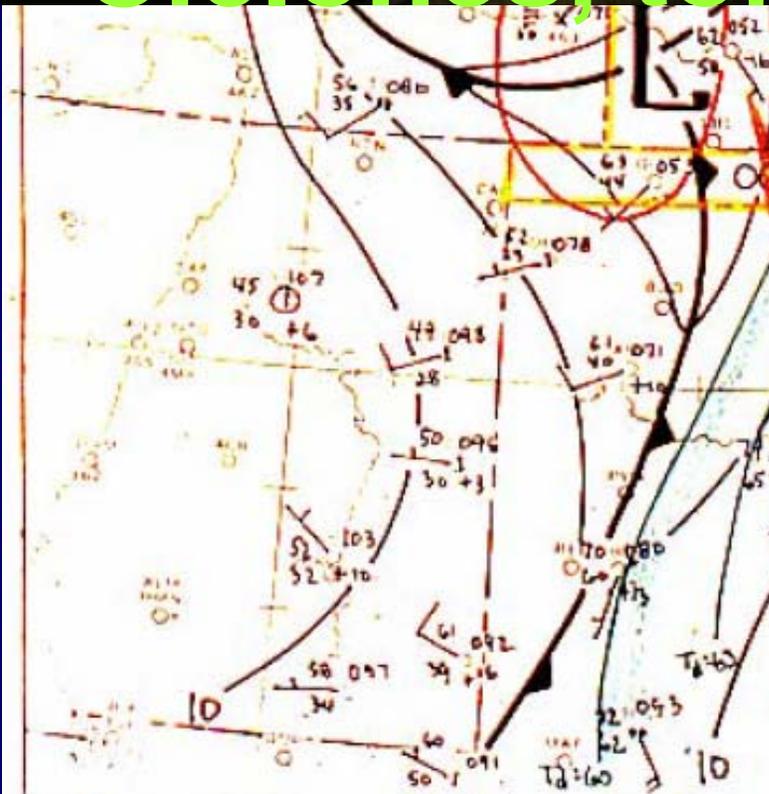
- No of reported disasters
- No reported killed (thousands)
- No reported affected (millions)
- Damage (billions US\$)

64-Year List of Severe Weather Fatalities

<u>Year</u>	<u>Lightning Fatalities</u>	<u>Tornado Fatalities</u>	<u>Flood Fatalities</u>	<u>Hurricane Fatalities</u>	<u>Heat Fatalities</u>	<u>Cold Fatalities</u>	<u>Winter Fatalities</u>	<u>All Hazard Damage Costs (M)</u>
1940	340	65	60	51				
1941	388	53	47	10				
1942	372	384	68	8				
1943	432	58	107	16				
1944	419	275	33	64				
1945	268	210	91	7				
1946	231	78	28	0				
1947	338	313	55	53				
1948	256	140	82	3				
1949	249	212	48	4				
1950	219	70	93	19				
1951	248	34	51	0				
1952	212	230	54	3				
1953	145	515	40	2				
1954	220	36	55	193				
1955	181	126	302	218				
1956	149	83	42	21				
1957	180	191	82	395				
1958	104	66	47	2				
1959	183	58	25	24				
1960	129	47	169	65				
1961	149	51	93	46				
1962	153	28	53	4				
1963	165	31	41	11				
1964	129	73	142	49				
1965	149	296	188	75				
1966	110	98	56	54				
1967	88	114	53	18				
1968	129	131	57	9				
1969	131	66	445	256				
1970	122	72	131	11				
1971	122	156	68	8				
1972	94	27	555	121				
1973	124	87	178	5				
1974	102	361	111	1				
1975	91	60	127	4				
1976	74	44	193	9				
1977	98	43	210	0				
1978	88	53	125	36				
1979	63	83	121	22				
1980	74	28	82	4				
1981	66	24	84	0				
1982	77	64	155	0				
1983	77	34	204	22				
1984	67	122	126	4				
1985	74	93	166	30				
1986	68	15	94	11	40		69	
1987	88	59	70	0	38		30	
1988	68	32	31	9	41	17	55	\$ 6,151.5
1989	67	50	85	38	6	121	63	\$ 13,816.1
1990	74	53	142	0	32	13	48	\$ 6,021.8
1991	73	39	61	19	36	13	45	\$ 6,203.4
1992	41	39	62	27	8	14	59	\$ 38,395.4
1993	43	33	103	2	20	18	66	\$ 28,431.3
1994	69	69	91	9	29	52	29	\$ 4,441.0
1995	85	30	80	17	1,021	22	17	\$ 11,383.1
1996	53	26	131	37	36	62	86	\$ 7,975.4
1997	42	67	118	1	81	51	90	\$ 10,785.6
1998	44	130	136	9	173	11	68	\$ 16,110.5
1999	46	94	68	19	502	7	41	\$12,253.3
2000	51	41	38	0	158	26	41	\$8,950.1
2001	44	40	48	24	166	4	18	\$11,839.2
2002	51	55	49	53	167	11	17	\$5,674.8
2003	43	54	86	14	36	20	37	\$11,409.5
TOTAL	8956	6409	6835	2246	2590	462	878	\$199,837.0
30-Yr. Average (1974-2003):	67	65	107	14				
10-Yr. Average (1994-2003):	53	58	84	18	237	27	44	\$10,081.3



Ciclones, tormentas y tornados





Hurricane Katrina (Cat-5)
NOAA-18 AVHRR 1 km
August 28, 2005 @ 1950 UTC

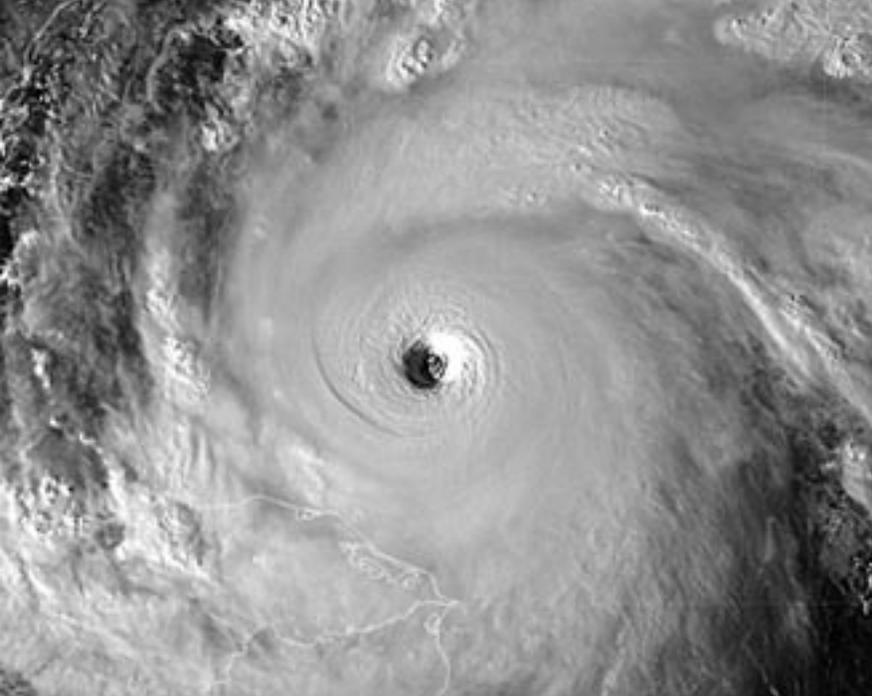
Ciclones tropicales



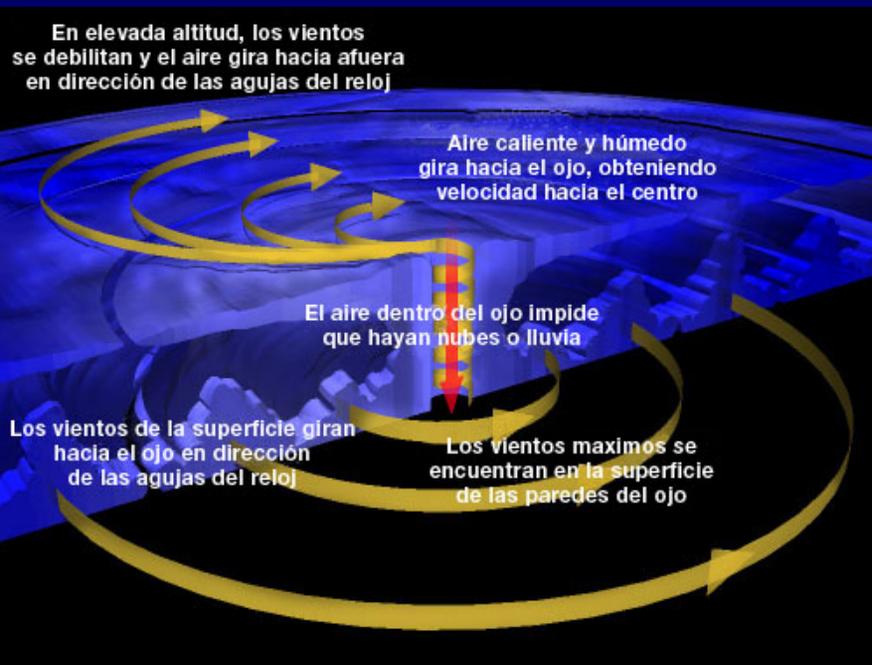
La mayor parte de los ciclones tropicales se inician como una de las muchas tormentas que se producen en los océanos tropicales durante el verano y el otoño. Otros se producen vinculados a frentes fríos.

Una vez la tormenta tropical se empieza a formar la intensificación de los viento produce más y más evaporación desde el mar, que se convierte en calor (con la condensación debida al ascenso del aire húmedo) en el interior de la tormenta. Ese calor intensifica el sistema que produce más evaporación, siendo un mecanismo de realimentación positiva que puede acabar convirtiendo la tormenta en un huracán o en un tifón.

Este proceso solamente funciona sobre mar caliente ($T > 27^{\circ}\text{C}$). Si el ciclón se mueve hacia una zona a menor temperatura o hacia tierra, se detiene la intensificación. En su viaje más allá de los trópicos pueden convertirse en ciclones extratropicales.



La menor presión se da en el “ojo”, zona sin nubes debido al movimiento descendente del aire. El aire húmedo asciende alrededor del ojo formando como una pared casi vertical. En esta zona se tienen los mayores vientos en superficie. Alrededor de este sistema, la nubosidad (y tormentas) se distribuyen en forma de espiral.



El aire que convergería hacia el centro del ciclón se desvía resultando una circulación en contra de las agujas del reloj en el HN y a favor en el HS.

Los ciclones tropicales reciben nombres diferentes en diferentes zonas del globo. Los más populares son huracanes (AT) y tifones (PT), sobre todo el primero por el predominio de las fuentes de información de los EUA.

En el AT, según la intensidad del viento se denominan:

Depresión tropical: viento hasta 62 km/h

Tormenta tropical: viento desde 63 km/h hasta 118 km/h. Ya se “bautizan” (<http://www.nhc.noaa.gov/aboutnames.shtml>).

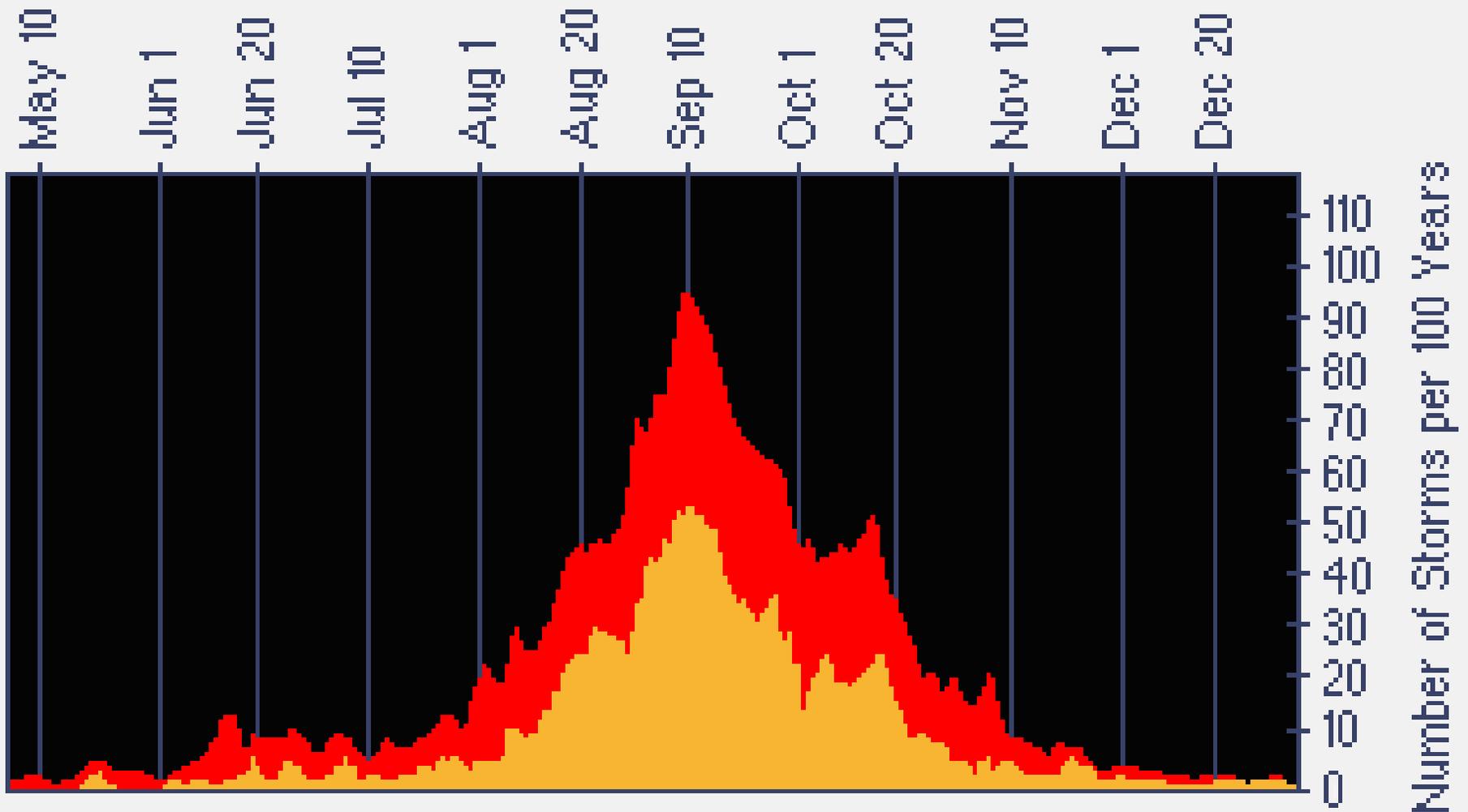
Huracán: viento de 119 km/h o superior (fuerza 12 en la escala Beaufort)

A partir de ese valor se ha adoptado una escala propia para los huracanes.

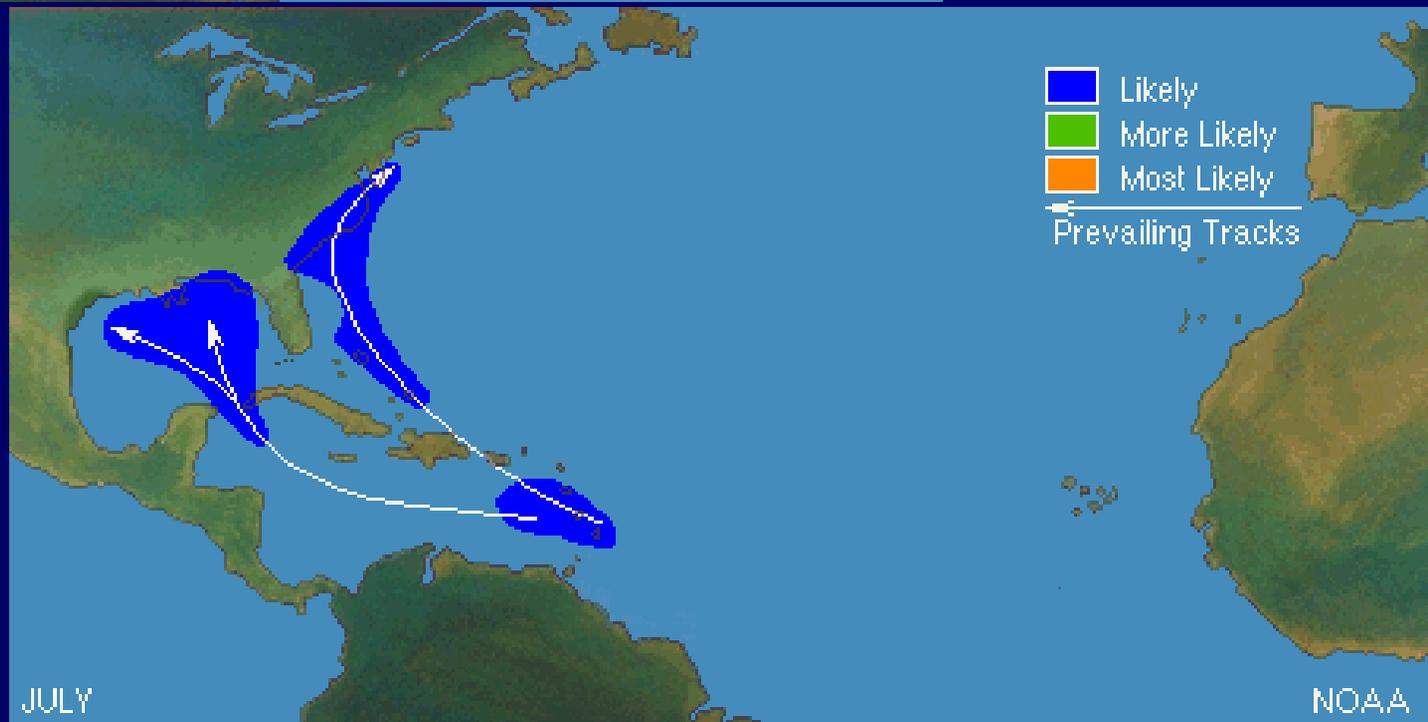
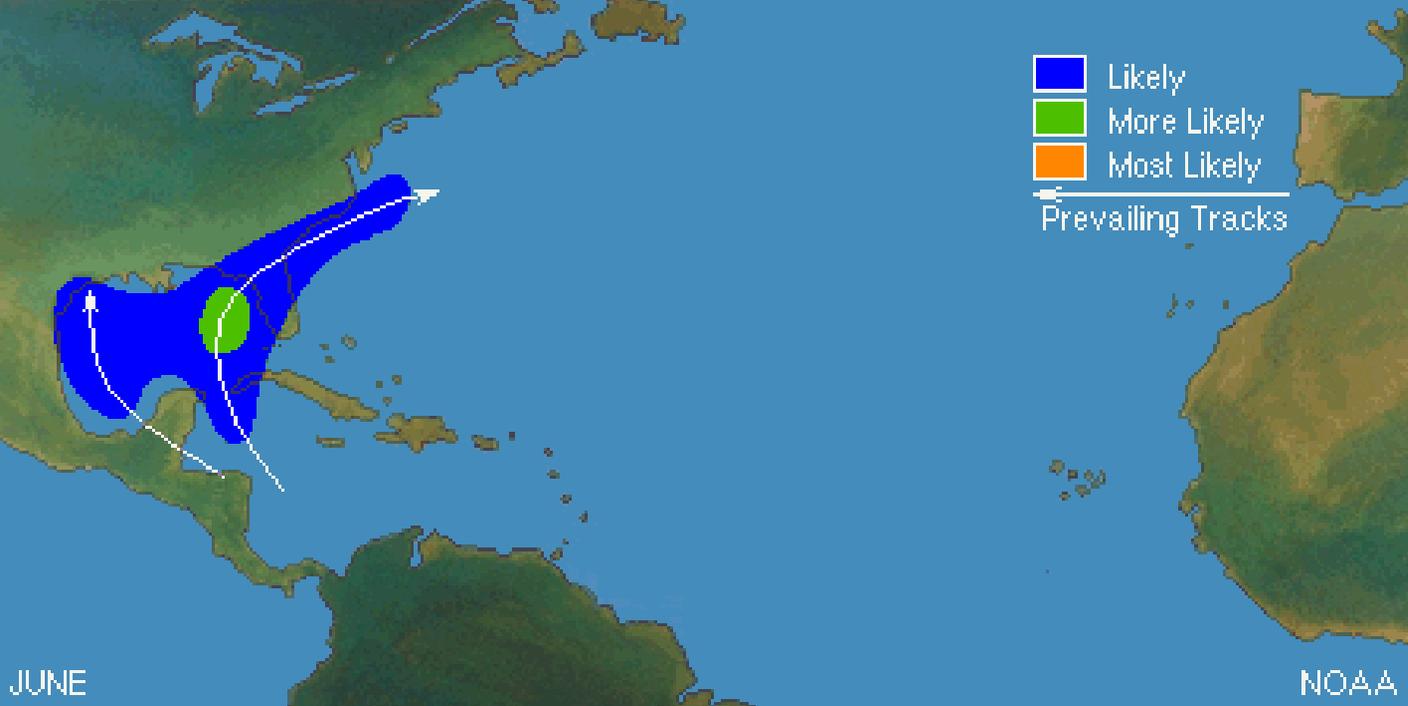
Escala Saffir-Simpson

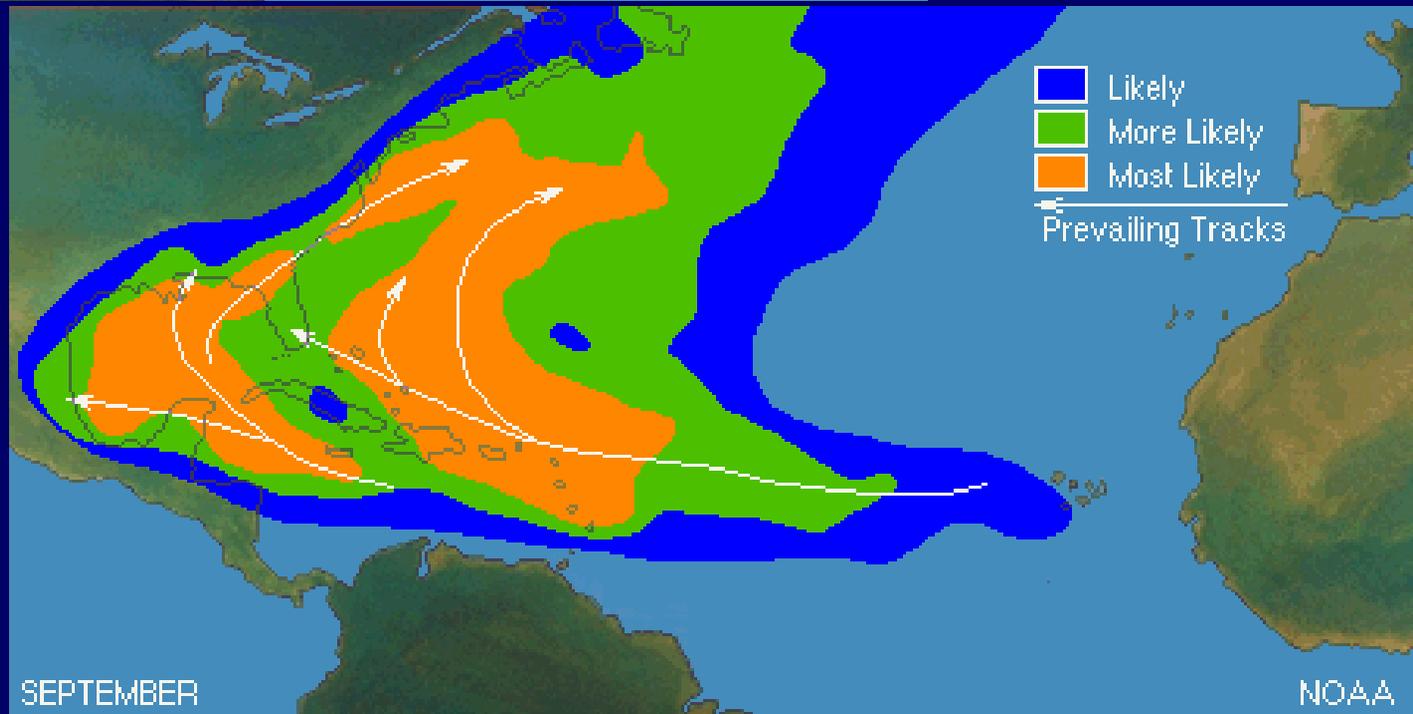
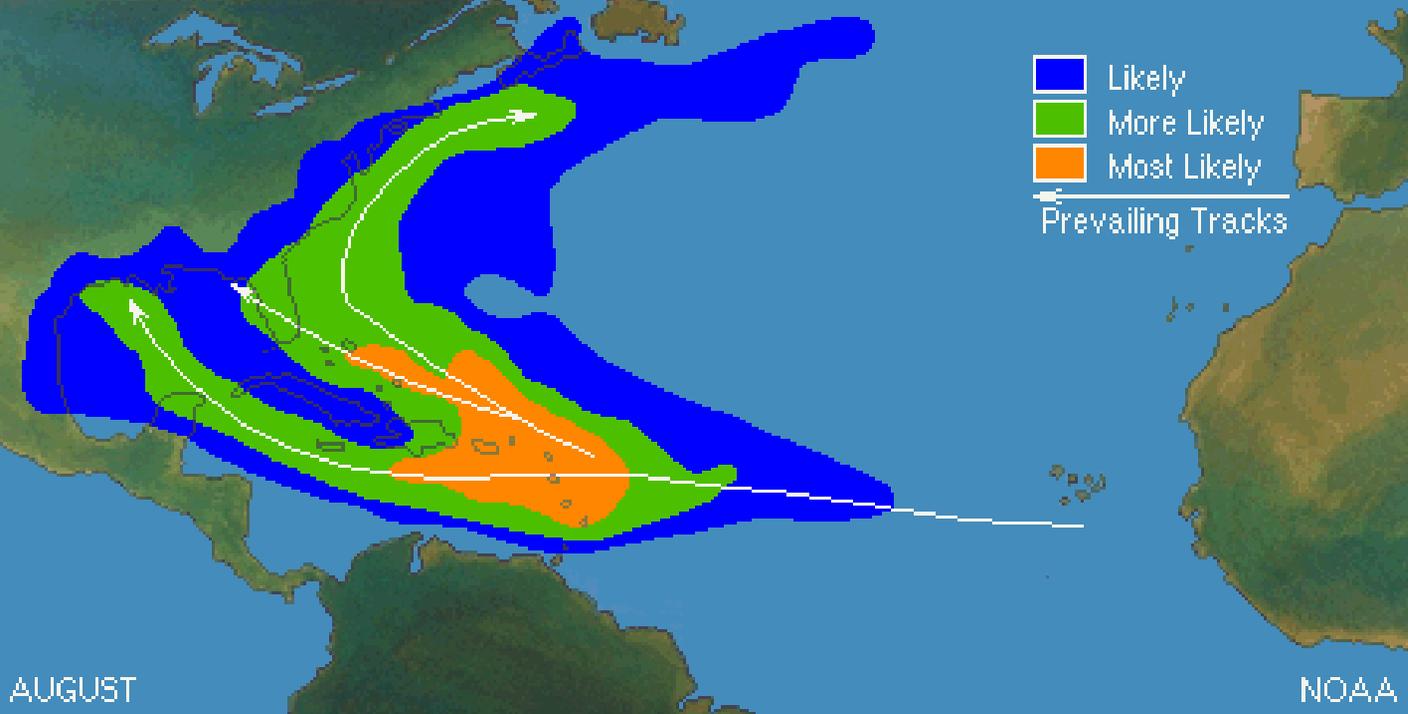
(www.nhc.noaa.gov/aboutsshs.shtml)

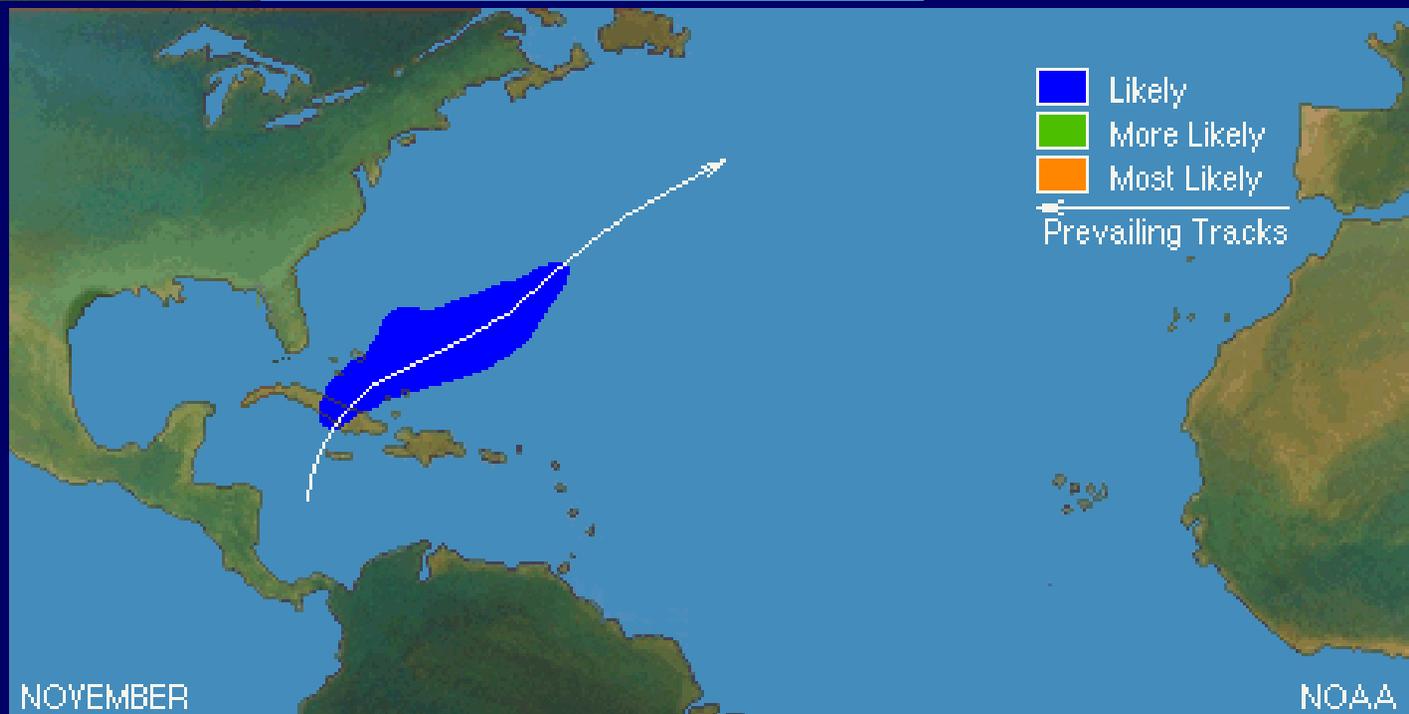
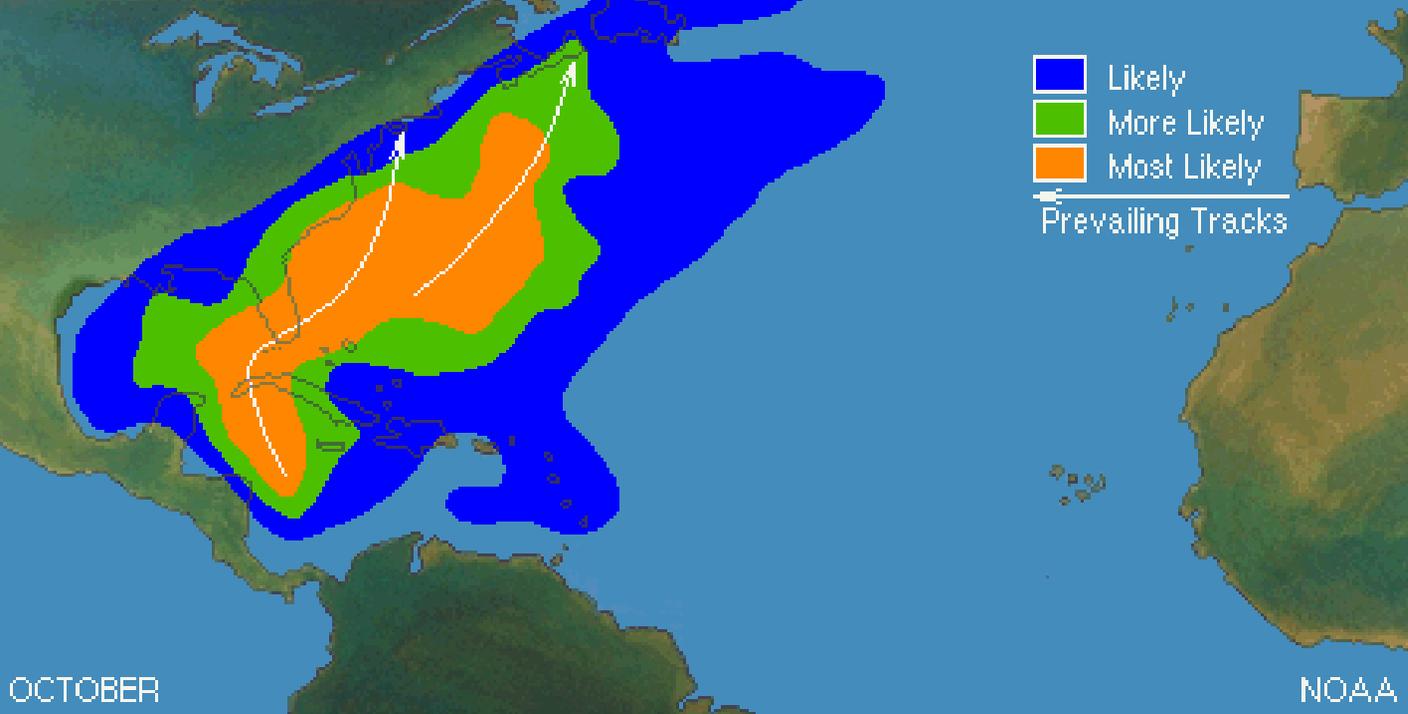
Categoría	Daños	Viento (km/h)
1	Mínimos	119-153
2	Moderados	154-177
3	Extensos	178-209
4	Extremos	210-249
5	Catastróficos	> 249



■ Hurricanes and Tropical Storms
■ Hurricanes







LETTERS

Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years

Kerry Emanuel¹

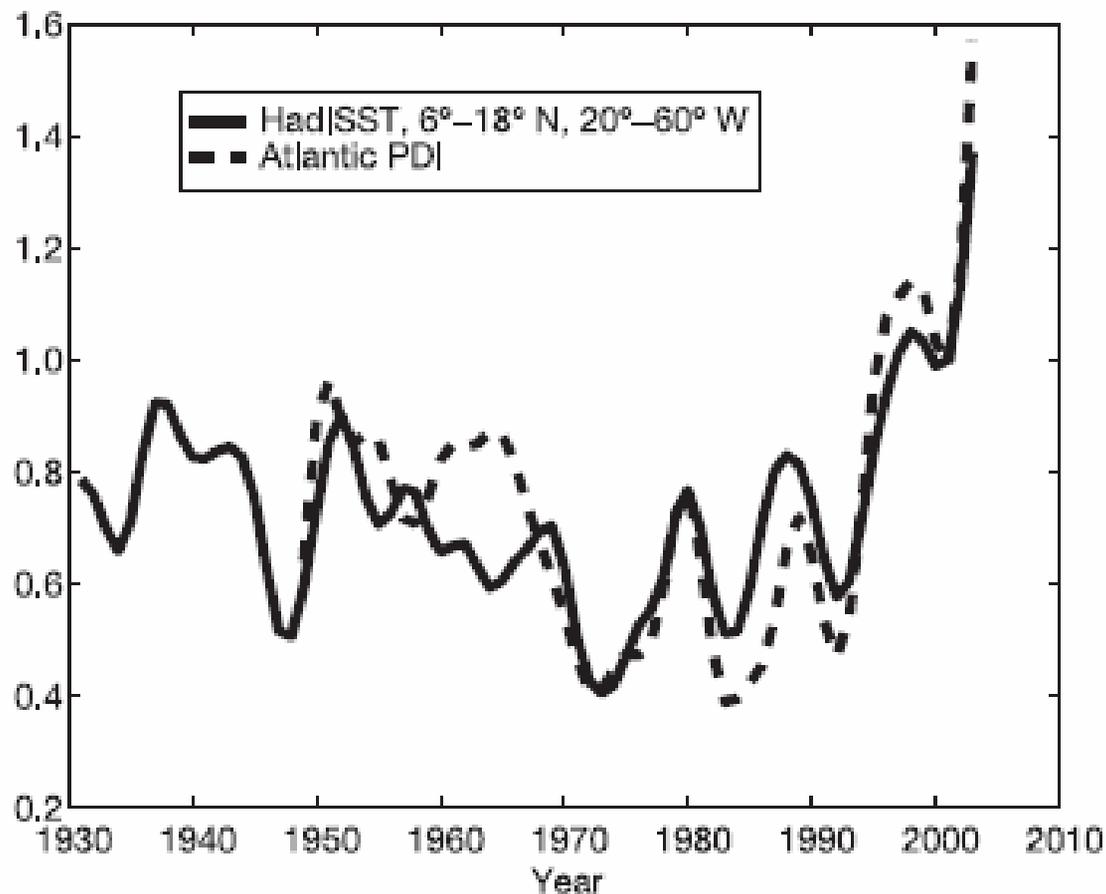


Figure 1 | A measure of the total power dissipated annually by tropical cyclones in the North Atlantic (the power dissipation index, PDI) compared to September sea surface temperature (SST). The PDI has been multiplied by 2.1×10^{-12} and the SST, obtained from the Hadley Centre Sea Ice and SST data set (HadISST)²², is averaged over a box bounded in latitude by 6° N and 18° N, and in longitude by 20° W and 60° W. Both quantities have been smoothed twice using equation (3), and a constant offset has been added to the temperature data for ease of comparison. Note that total Atlantic hurricane power dissipation has more than doubled in the past 30 yr.

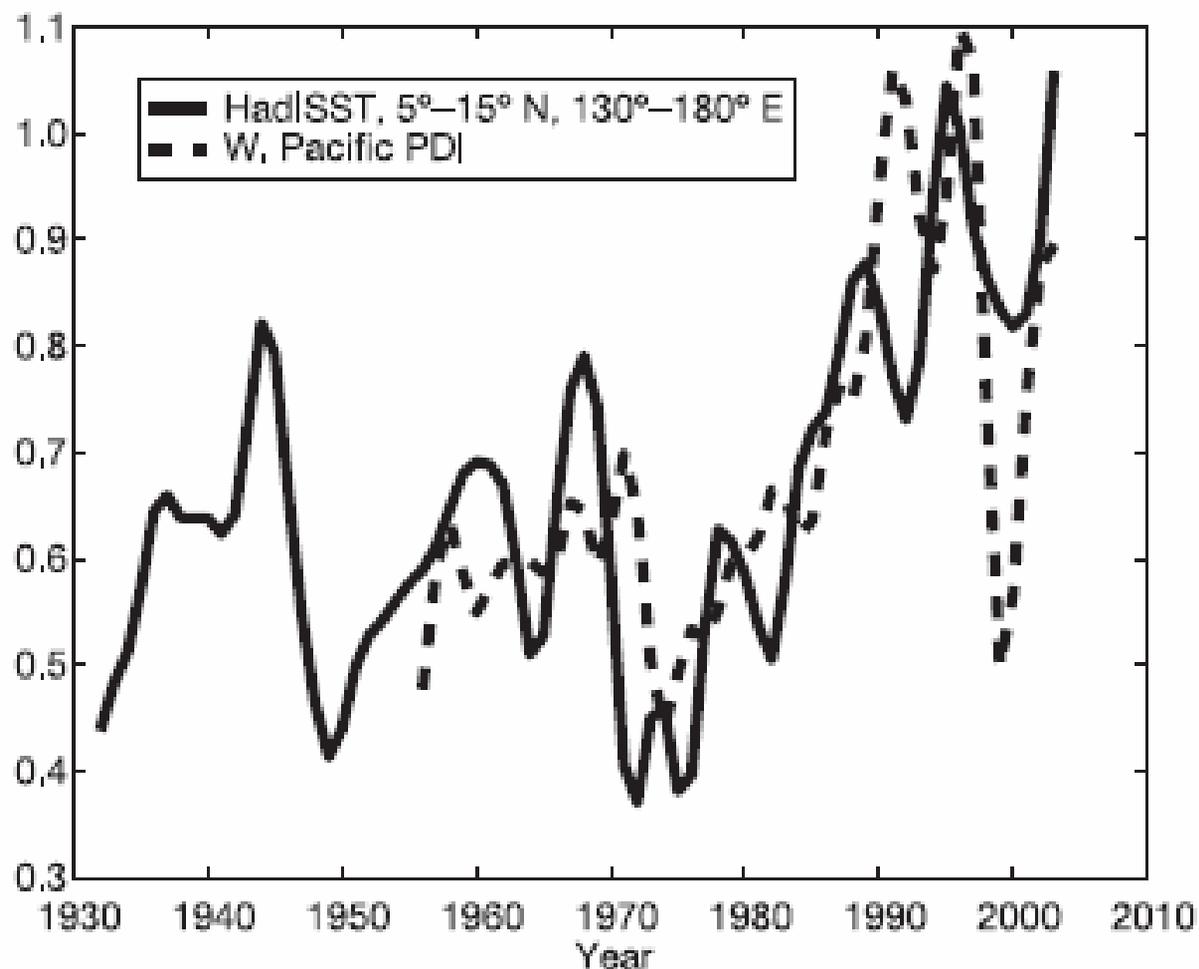


Figure 2 | Annually accumulated PDI for the western North Pacific, compared to July–November average SST. The PDI has been multiplied by a factor of 8.3×10^{-13} and the HadISST (with a constant offset) is averaged over a box bounded in latitude by 5° N and 15° N, and in longitude by 130° E and 180° E. Both quantities have been smoothed twice using equation (3). Power dissipation by western North Pacific tropical cyclones has increased by about 75% in the past 30 yr.

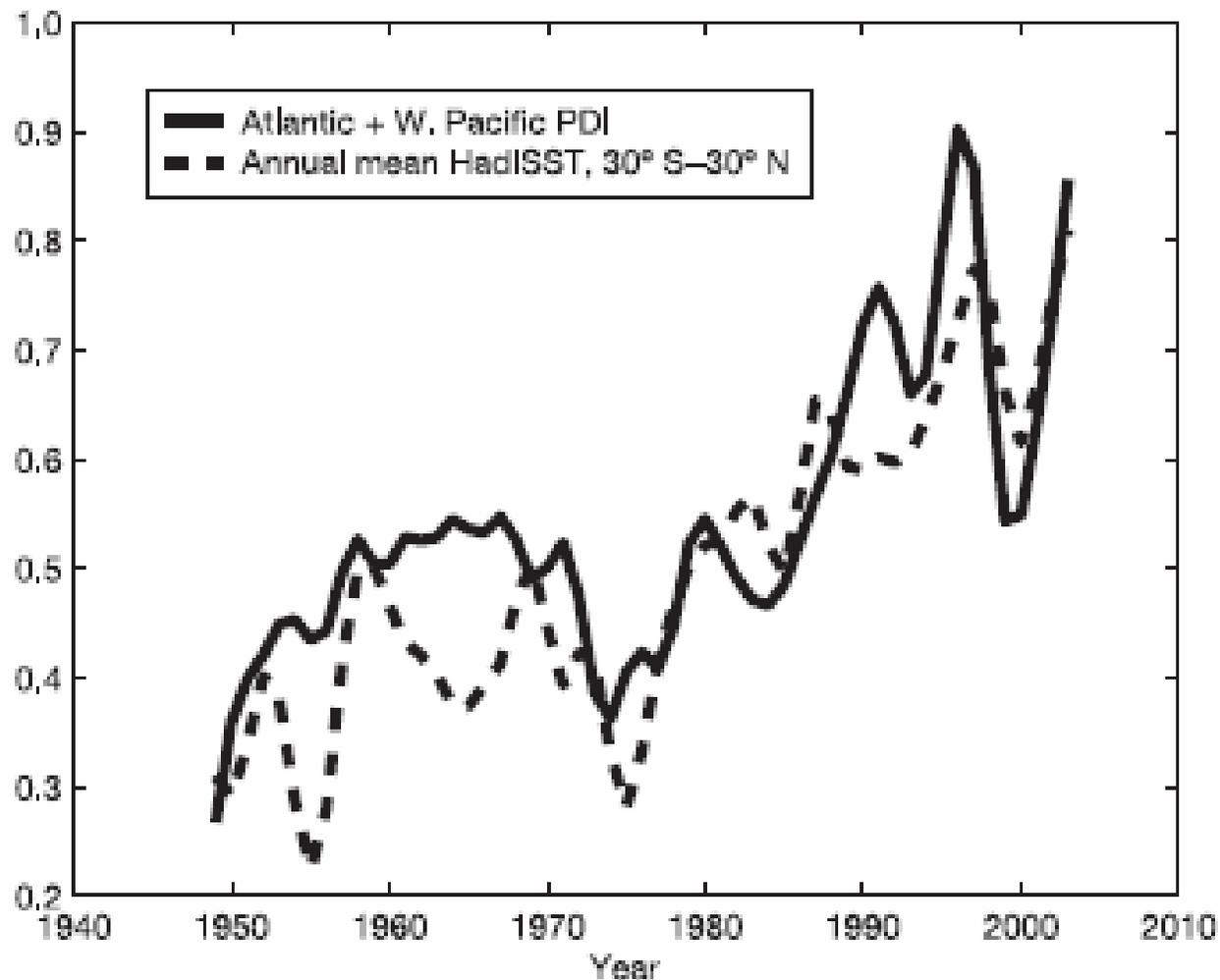


Figure 3 | Annually accumulated PDI for the western North Pacific and North Atlantic, compared to annually averaged SST. The PDI has been multiplied by a factor of 5.8×10^{-13} and the HadISST (with a constant offset) is averaged between 30° S and 30° N. Both quantities have been smoothed twice using equation (3). This combined PDI has nearly doubled over the past 30 yr.

16 SEPTEMBER 2005 VOL 309 SCIENCE www.sciencemag.org

Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment

P. J. Webster,¹ G. J. Holland,² J. A. Curry,¹ H.-R. Chang¹

Table 1. Change in the number and percentage of hurricanes in categories 4 and 5 for the 15-year periods 1975–1989 and 1990–2004 for the different ocean basins.

Basin	Period			
	1975–1989		1990–2004	
	Number	Percentage	Number	Percentage
East Pacific Ocean	36	25	49	35
West Pacific Ocean	85	25	116	41
North Atlantic	16	20	25	25
Southwestern Pacific	10	12	22	28
North Indian	1	8	7	25
South Indian	23	18	50	34

Daños meteorológicos en EUA en miles de millones \$ (referidos a 2002)

1980	Drought / Heat Wave e \$48.4 ~10,000 Deaths			
1983	Hurricane Alicia \$5.9 21 Deaths	Florida Freeze ~\$4.0 No Deaths	Gulf Storms / Flooding ~\$2.2 ~ 50 Deaths	W Storms / Flooding ~\$2.2 ~ 45 Deaths
1985	Florida Freeze ~\$2.2 No Deaths	Hurricane Elena \$2.4 4 Deaths	Hurricane Juan \$2.8 63 Deaths	
1986	Drought / Heat Wave ~\$2.3 ~100 Deaths			
1988	Drought / Heat Wave e \$61.6 ~7,500 Deaths			
1989	Hurricane Hugo >\$13.9 86 Deaths	N Plains Drought >\$1.5 No Deaths		
1990	S Plains Flooding >\$1.4 13 Deaths			
1991	Hurricane Bob \$2.1 18 Deaths	Oakland CA Firestorm ~\$3.5 25 Deaths		
1992	Hurricane Andrew ~\$35.6 61 Deaths	Hurricane Iniki ~\$2.4 7 Deaths	Nor'easter ~\$2.0 19 Deaths	
1993	E Storm / Blizzard ~\$7.0 270 Deaths	SE Drought / Heat Wave ~\$1.3 16 Deaths	Midwest Flooding ~\$26.7 48 Deaths	CA Wildfires ~\$1.3 4 Deaths
1994	SE Ice Storm ~\$3.7 9 Deaths	Tropical Storm Alberto ~\$1.2 32 Deaths	Texas Flooding ~\$1.2 19 Deaths	W Fire Season ~\$1.2 No Deaths Rptd
1995	CA Flooding >\$3.6 27 Deaths	SE / SW Severe Wx ~\$6.8 32 Deaths	Hurricane Marilyn e \$2.5 13 Deaths	Hurricane Opal >\$3.6 27 Deaths
1996	Blizzard / Flooding ~\$3.5 187 Deaths	Pacific NW Flooding ~\$1.2 9 Deaths	S Plains Drought ~\$6.0 No Deaths	Hurricane Fran >\$5.8 37 Deaths
1997	Midwest Flood / Tornadoes N Plains Flooding			

Sistemas convectivos de mesoescala



Estructuras normalmente embebidas en los ciclones de latitudes medias, muy diferentes de los tropicales.

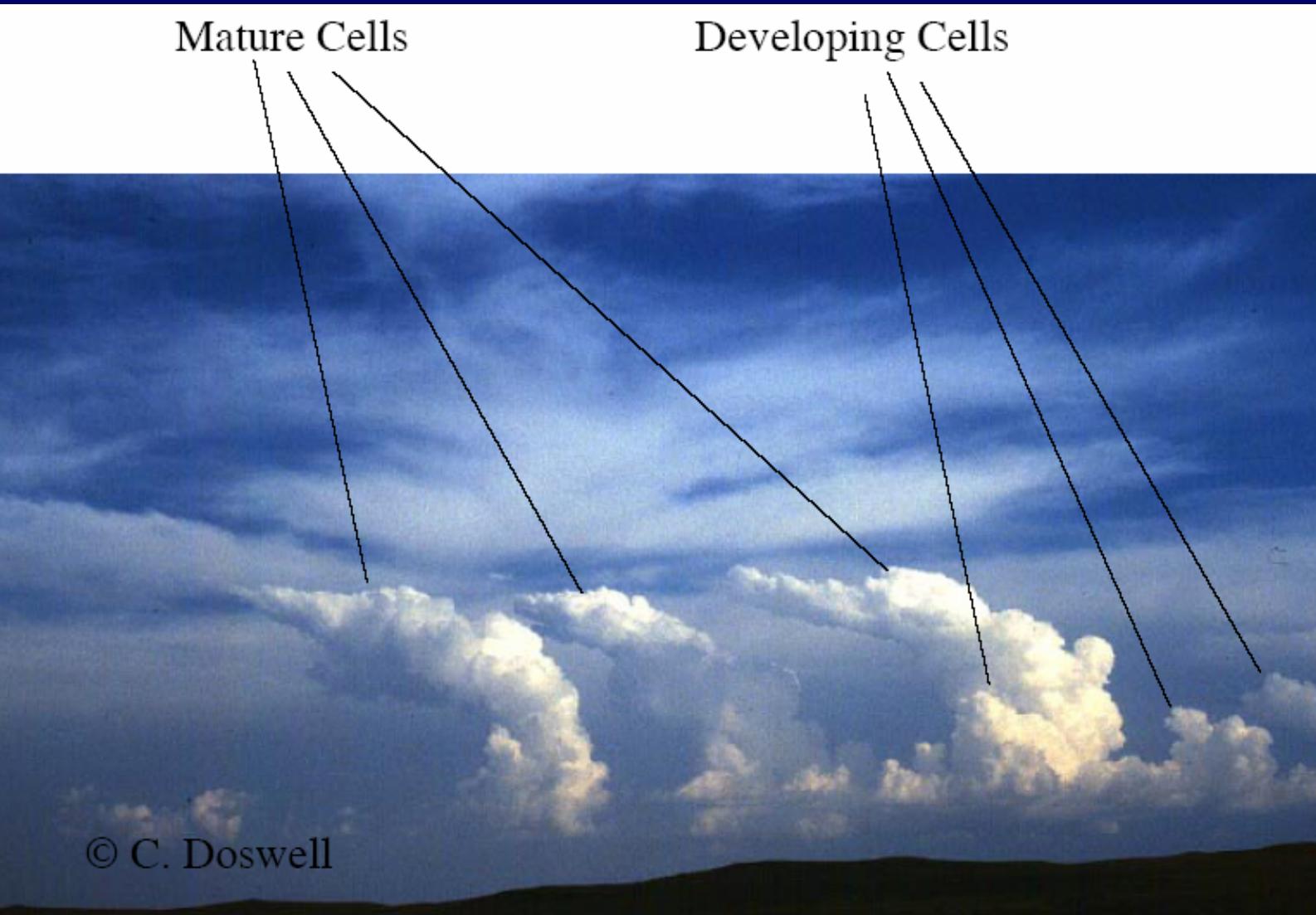
Convectivos: gran desarrollo vertical, al ascender el aire húmedo con facilidad (inestabilidad).

Mesoescala: escala de tamaño menor que la de los ciclones extratropicales (escala sinóptica ~ 1000 km). Típicamente 100 km, o menos.

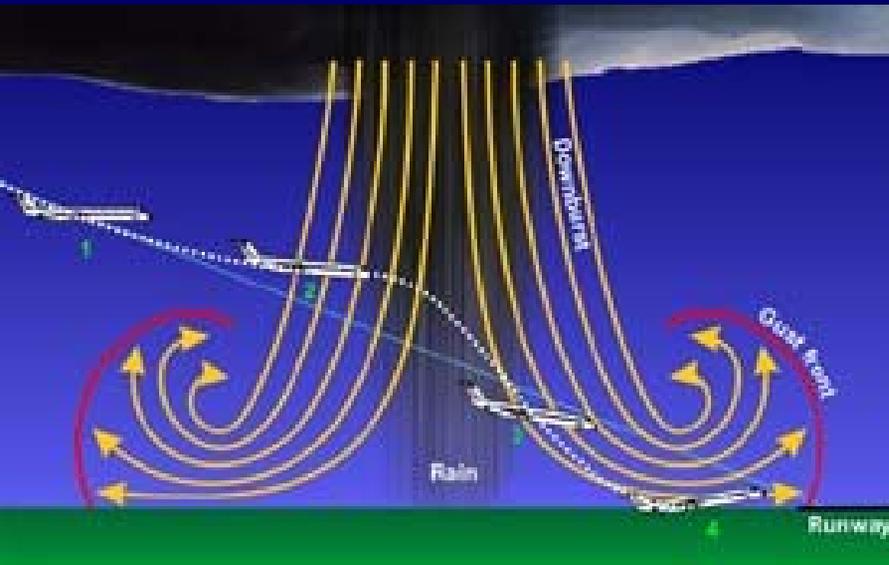
La escala sinóptica es muy bien conocida, la mesoescala, no. Es mucho más difícil. Los fenómenos son intermitentes. No se conocen bien los mecanismos físicos responsables de “seleccionan” tamaños de los sistemas que los hagan más eficientes.

Los de mayor peligrosidad llevan asociado “tiempo severo” (muy mal tiempo, lluvia intensa, viento fuerte, rayos, truenos, granizo, tornados, ...).

Las nubes de tormenta están formadas a partir de una unidad básica que es la “célula”. Están constituidas por corrientes ascendentes (condensación), descendentes y precipitación en el aire (arrastre, evaporación).



Si las corrientes descendentes llegan al suelo (desplomes, downburst) forman como un champiñón invertido, muy peligroso, con vientos que pueden superar los 40 m/s.

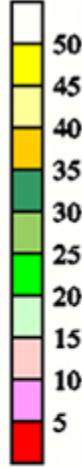




Si las corrientes ascendentes son suficientemente potentes se puede llegar a producir granizo a partir de agua subfundida (líquida por debajo de 0°C) en presencia de cristales de hielo.

Los más intensos de estos sistemas se denominan supercélulas. Se trata de grandes tormentas en rotación. No llegan a constituir el 10% de los casos pero son responsables de la mayor parte de los daños.

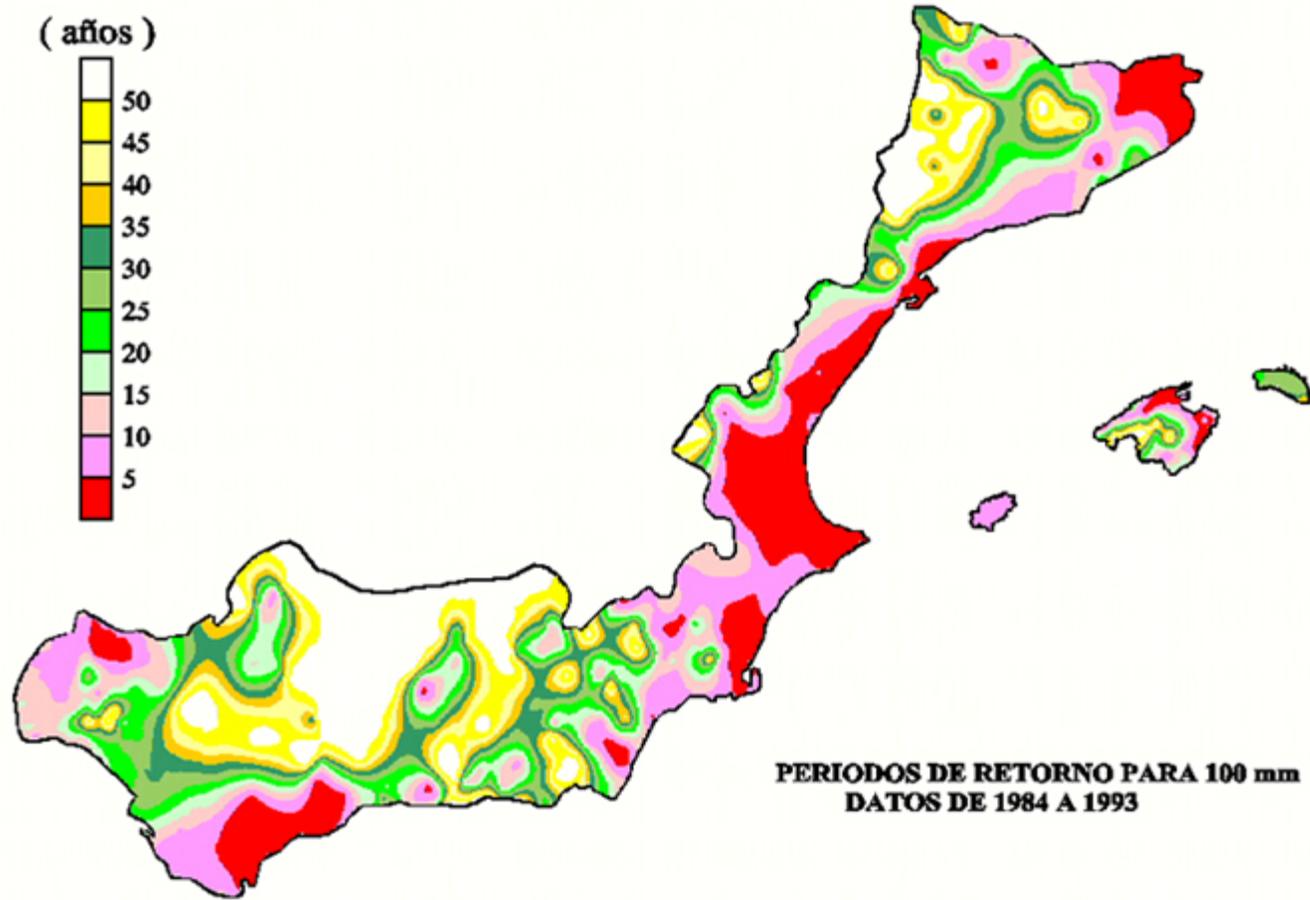
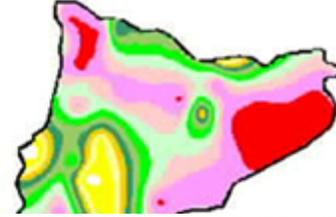
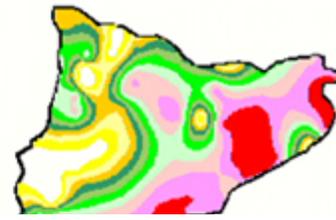
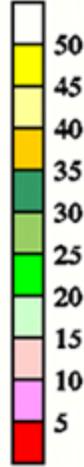
(años)



(años)

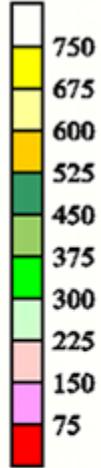


(años)

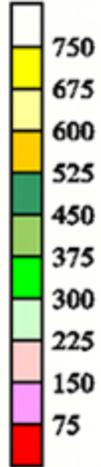


**PERIODOS DE RETORNO PARA 100 mm
DATOS DE 1984 A 1993**

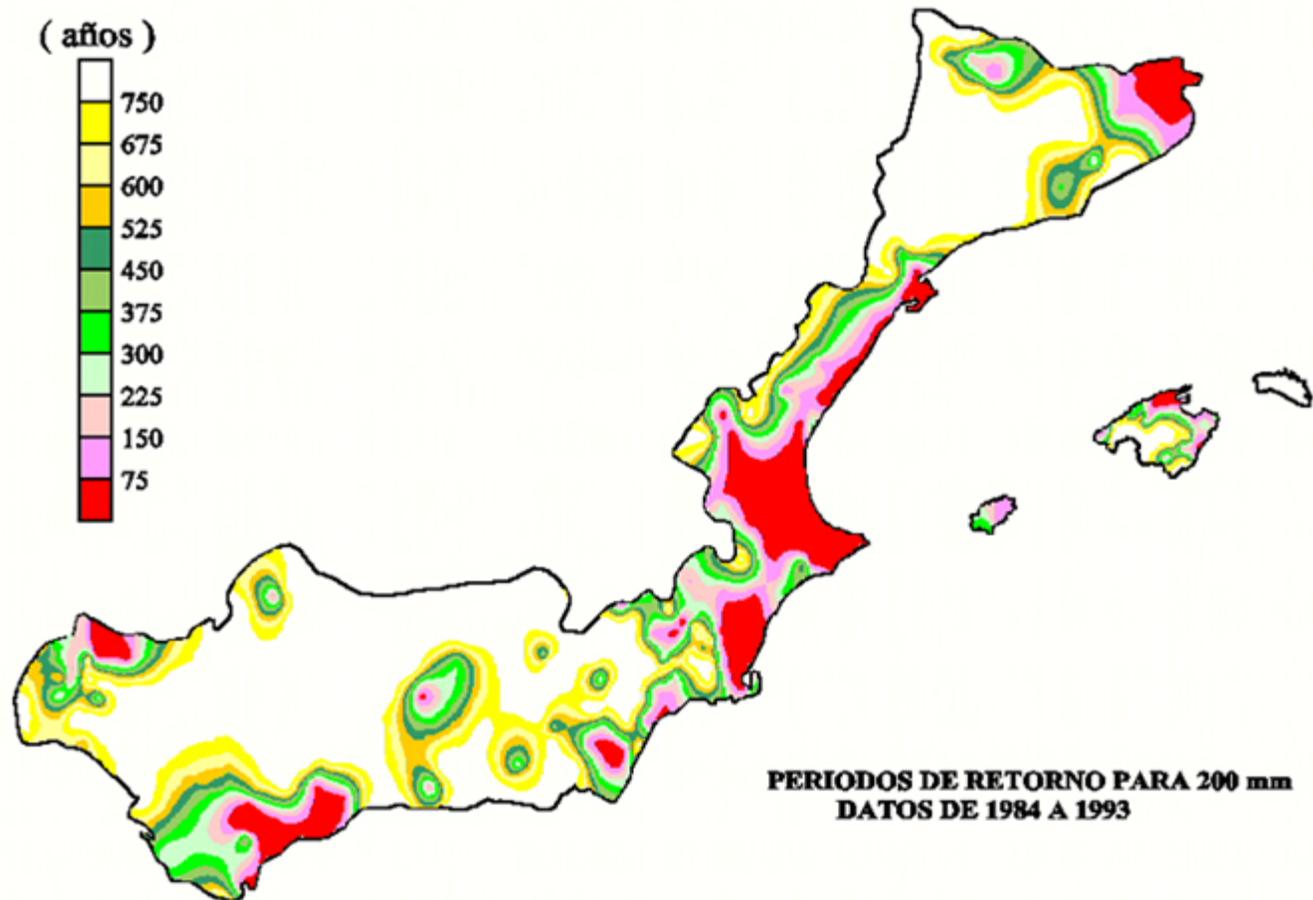
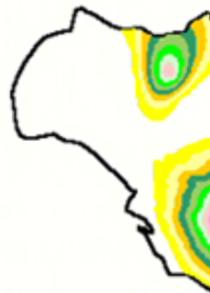
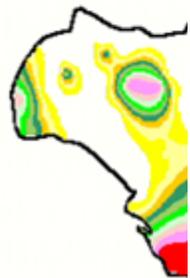
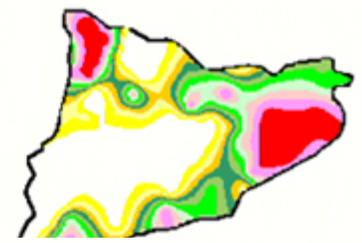
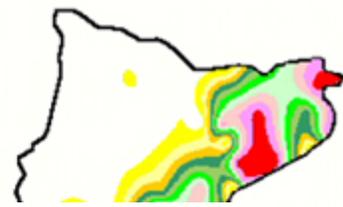
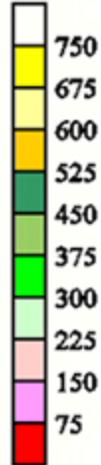
(años)



(años)

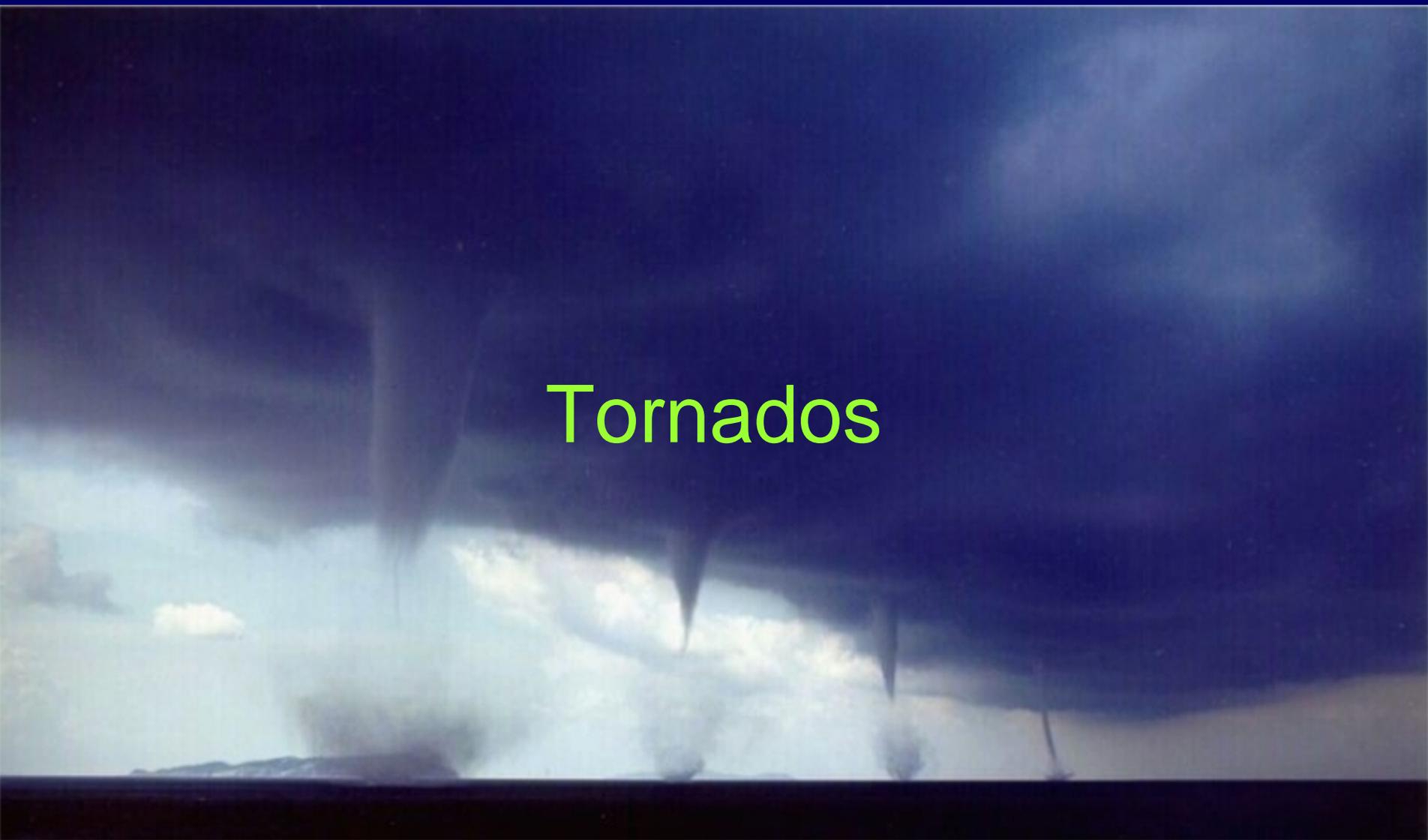


(años)



**PERIODOS DE RETORNO PARA 200 mm
DATOS DE 1984 A 1993**

Tornados





La mayor parte de los tornados se producen en supercélulas (a veces se les llama mesociclones, pero el término puede inducir a confusión). Pueden permanecer casi estacionarias en un lugar y persistir durante varias horas, mucho más que una tormenta ordinaria, lo que hace que sus efectos sean especialmente violentos.

En los tornados la presión es muy baja y en ellos se llegan a producir los vientos más fuertes conocidos, de más de 140 m/s, aunque casi siempre son mucho menores.

Los tornados se acostumbran a clasificar mediante la escala de Fujita (<http://www.tornadoproject.com/fscale/fscale.htm>), basada en los daños que producen.

Es contestada por su subjetividad. Hay un intento europeo de escala "objetiva" (TORRO: <http://www.torro.org.uk>).

ESCALA DE FUJITA

Escala	Velocidad (m/s)	Daños	Frecuencia
F0	18-32	Ligero	29%
F1	33-50	Moderado	40%
F2	51-70	Significante	24%
F3	71-92	Severo	6%
F4	93-116	Devastador	2%
F5	117-142	Más que devastador	<1%

3AHPGG

Valencia 4-8 Febrero 2002

ANALISIS PRELIMINAR DEL TEMPORAL
DEL 10 AL 12 DE NOVIEMBRE DE 2001
EN BALEARES

C. RAMIS, S. ALONSO, R. ROMERO Y V. HOMAR



10-12 Noviembre 2001: ciclón muy profundo sobre el Mediterráneo occidental

Argelia: 737 personas muertas, 23000 sin hogar

Baleares: 4 personas muertas

40.000 pinos abatidos → 200.000 pinos abatidos

Vientos de 140 km/h

Olas de 12 metros sobre la costa

400 mm precipitación en 24 horas

Inundaciones

Destrozos en puertos deportivos

3AHPGG

Valencia 4-8 Febrero 2002



3AHPGG

Valencia 4-8 Febrero 2002



3AHPGG

Valencia 4-8 Febrero 2002



3AHPGG

Valencia 4-8 Febrero 2002



A Quasi-Tropical Cyclone over the Western Mediterranean: Dynamical vs Boundary Factors

V. Homar, R. Romero,
C. Ramis, S. Alonso

D.J. Stensrud



Grup de Meteorologia
Departament de Física
Universitat de les Illes Balears

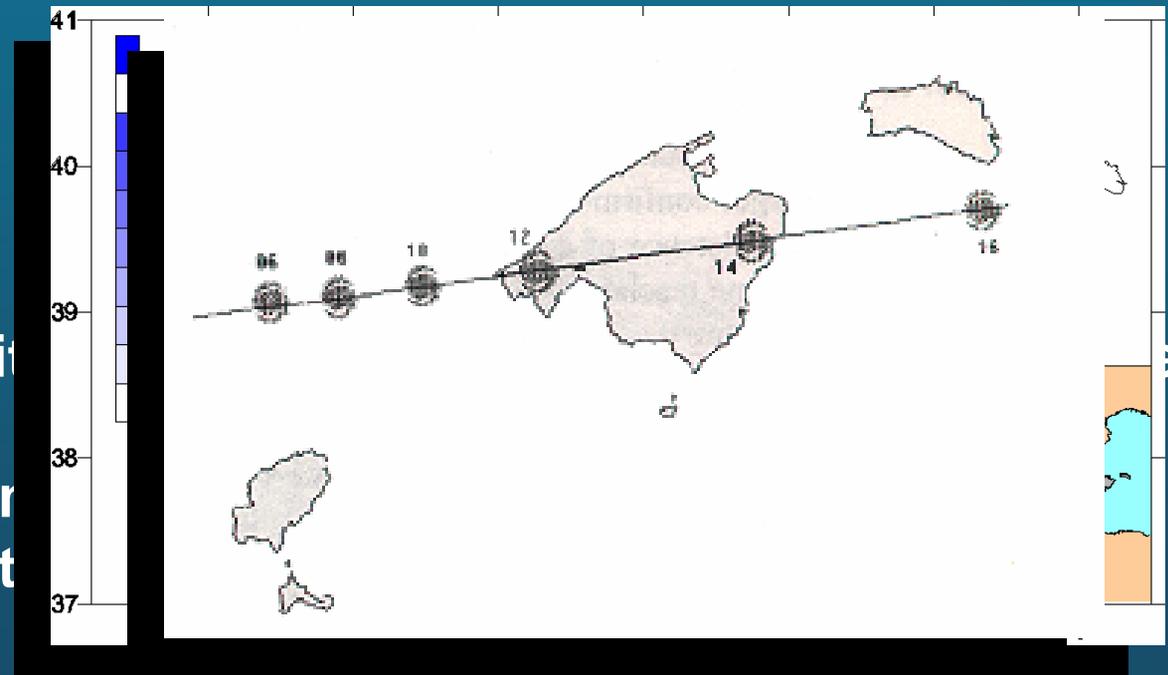


Event description and social impacts:

- Very active episode on 11 and 12 September 1996:
 - 6 tornadoes at the Balearic Islands
 - Heavy precipitation in Valencia
 - A small and deep cyclone crossed Mallorca
- Extensive damages in harbours and the countryside

Objectives:

- Numerical sensitivity focusing on:
 - Upper levels dynamics
 - Evaporation from the sea
 - Topography

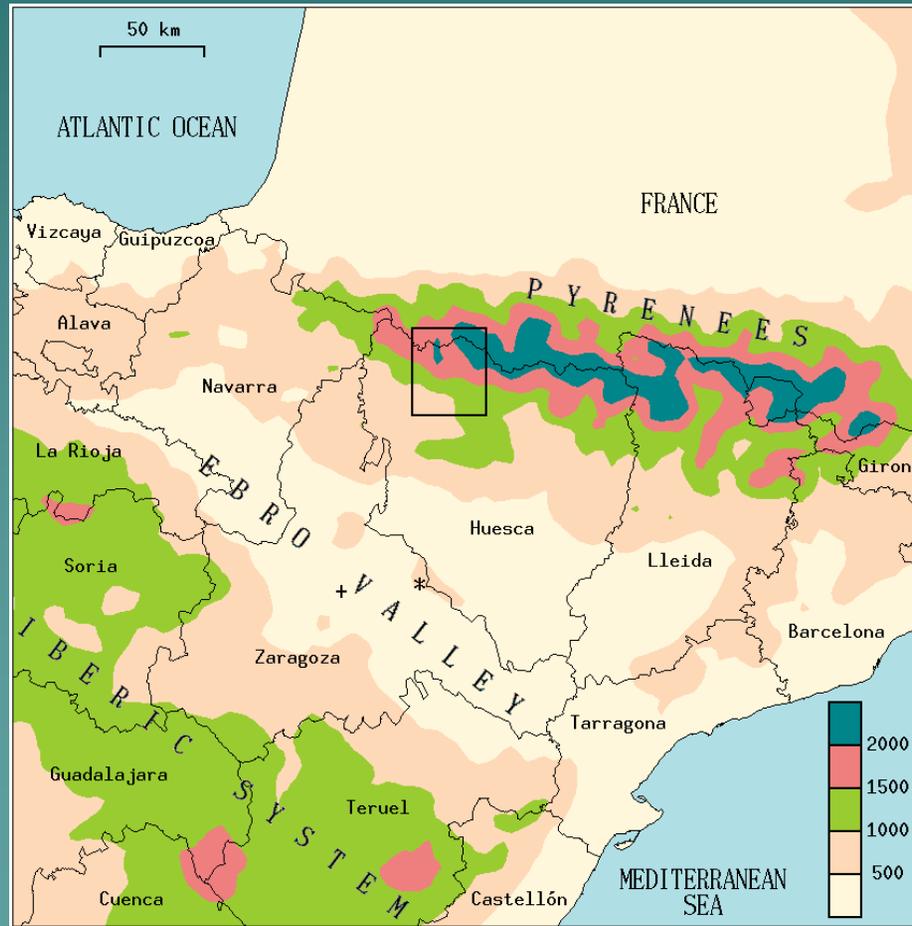


IMPORTANCE OF COLD POOLS AND ASSOCIATED OUTFLOWS TO THE EVOLUTION OF A CONVECTIVE OUTBREAK IN NORTHEASTERN SPAIN



R. Romero and C. A. Doswell III

National Severe Storms Laboratory, Norman, Oklahoma





A hydro-meteorological modeling study of a flash-flood event over Catalonia, Spain

A. Amengual (1), R. Romero (1), M. Gómez (2), A. Martín (1) and S. Alonso (1)

- (1) Grup de Meteorologia. Departament de Física.
Universitat de les Illes Balears
- (2) Departament d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental.
Universitat Politècnica de Catalunya

10-06-2000



Conclusiones

- El riesgo de los fenómenos meteorológicos adversos no viene determinado sólo por el propio fenómeno. Se puede reducir disminuyendo la vulnerabilidad y aumentando la capacidad de respuesta. Los daños, también.
- Los ciclones tropicales “gozan” de gran popularidad: el impacto mediático no es una buena consejera.
- Su intensidad, duración y número, según estudios recientes, ha aumentado, en paralelo con la temperatura del agua.
- El Mediterráneo es un zona de gran actividad tormentosa, con lluvias y vientos fuertes, tornados, inundaciones, etc.
- El cambio climático no es la causa de estos fenómenos, pero hay indicios de que produce un aumento de su frecuencia e intensidad.



Gracias por la atención