

# LOS RIESGOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LAS ISLAS DE LA MACARONESIA (AZORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE)

M<sup>a</sup> Victoria MARZOL \*, Amalia YANES \*, Carmen ROMERO \*, Eduardo BRITO DE AZEVEDO \*\*, Susana PRADA \*\*\* y Alexandrina MARTINS \*\*\*\*

\*Universidad de La Laguna, \*\* CMMG-Universidad de Azores, \*\*\*Universidad de Madeira, \*\*\*\* Instituto Nacional de Meteorología de Cabo Verde

## RESUMEN

En este artículo se realiza un análisis comparativo de las precipitaciones diarias de las islas de Terceira (Azores), Madeira (Madeira), Tenerife (Canarias) y Santiago (Cabo Verde) con el fin de caracterizar la pluviosidad en los cuatro archipiélagos de la Macaronesia. Se examinan así mismo los episodios diarios de lluvias más intensas, su duración y frecuencia, para determinar la vulnerabilidad de esos archipiélagos ante fenómenos meteorológicos extremos de ese tipo.

Palabras clave: Precipitaciones torrenciales, riesgo, Azores, Madeira, Canarias, Cabo Verde.

## ABSTRACT

In this article there is realized a comparative analysis of the daily rainfalls of the islands of Terceira, Madeira, Tenerife and Santiago in order to characterize the rainfall in the four archipelagoes of the Macaronesia. There are examined likewise the daily episodes of the most intense rains, its duration and frequency, to determine the vulnerability of these archipelagoes before meteorological extreme phenomena of this type.

Key words: Daily rainfall, storms, risk, Açores, Madeira, Canaries, Cape Vert

## 1. INTRODUCCIÓN

A pesar del desarrollo económico y tecnológico acontecidos en la segunda mitad del siglo XX, los territorios insulares atlánticos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde son cada vez más vulnerables a los efectos de los episodios extremos del clima, porque ese desarrollo ha supuesto a menudo un crecimiento urbano y una ocupación espacial poco controlada, en especial de la franja costera. Muestra de ello es la elevada densidad de 2.234 hab/km<sup>2</sup> que tienen los 358 km del litoral de Tenerife (HAROUN, 2006). De ahí que el anuncio oficial del IPCC de un aumento de los fenómenos meteorológicos adversos con efectos catastróficos se observe con preocupación, desde las instancias de la administración y de la investigación, porque las islas volcánicas de la Macaronesia presentan en superficies reducidas fuertes desniveles, por lo que las lluvias de alta intensidad horaria adquieren gran impetuosidad. Éstas pueden provocar procesos de abarrancamiento y aluvionamiento al registrarse en cuencas hidrográficas siempre inferiores a 100 km<sup>2</sup>, en las cuales la alerta es materialmente imposible (AYALA-CARCEDO, 1993). Son además origen de cuantiosas pérdidas económicas en el sector agrario y en las infraestructuras y pueden dar lugar a numerosas muertes como las 300 víctimas ocurridas en Canarias por el temporal del 7 de noviembre de

1826, las 25 en Tenerife por trece episodios en la segunda mitad del siglo XX y las 12 personas en su capital el 22 de marzo de 2002, los 125 muertos de Povoação (San Miguel) durante cuatro eventos acaecidos entre 1774 y 1896, o los 2 fallecidos en Varzea (Santiago) el 23 de agosto de 2005.

El conocimiento detallado del régimen de la precipitación es útil no sólo para la gestión de los recursos hídricos de las islas, especialmente de Tenerife y Santiago con graves déficits de agua, sino también para la planificación territorial y la previsión de sus efectos en la población y el territorio. Además, interesa al tratarse de islas emplazadas en zonas climáticas contrastadas –de templada a tropical- cuya circulación atmosférica está regida por el anticiclón atlántico subtropical (DORTA *et al.*, 1993; FERREIRA, 1980), si bien el origen de las precipitaciones es diferente: en Azores, Madeira y Canarias se deben a los sistemas frontales, fundamentalmente invernales, del Frente Polar, alimentados por mecanismos convectivos a mesoescala fruto de la influencia mecánica del relieve insular (AZEVEDO *et al.*, 1999 y 2001; MARZOL *et al.*, 1988 y 2006; PRADA *et al.*, 2003); en Cabo Verde, resultan de las depresiones térmicas estivales que acompañan al ascenso latitudinal de la ZCIT (CORREIA,1998).

## 2. ÁREA DE ESTUDIO, FUENTES Y METODOLOGÍA

El ámbito de análisis son cuatro de las veintinueve islas integrantes de los archipiélagos macaronésicos, que se extienden en el Atlántico oriental entre los 14° y 39° N y en los que viven alrededor de tres millones de personas y reciben una media anual de once millones de turistas. Ante la imposibilidad de examinar la pluviosidad de la totalidad de las islas, la elección de Terceira, Madeira, Tenerife y Santiago responde a su contrastada superficie, forma, altitud y orientación de sus relieves a los vientos húmedos (figura 1).

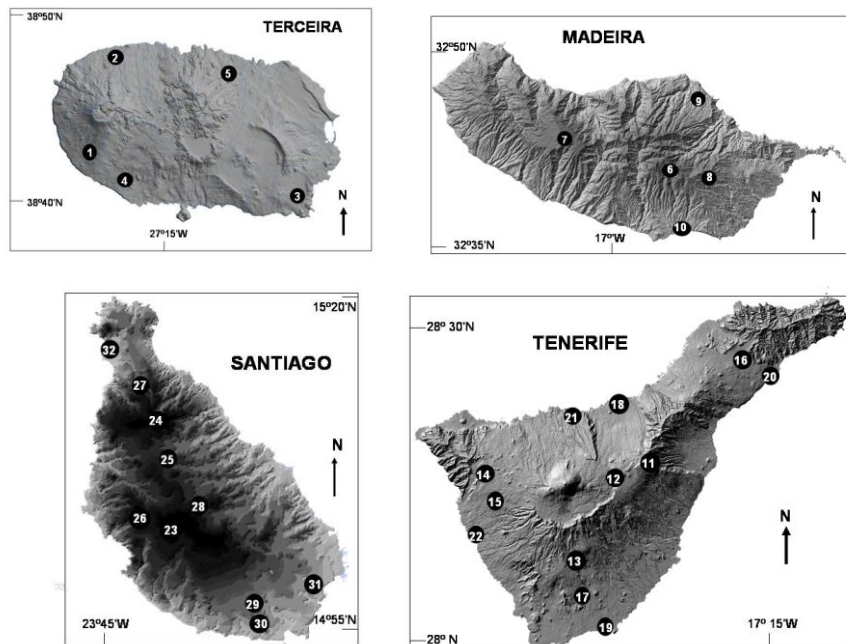


Fig.1: Islas estudiadas y localización de las estaciones pluviométricas utilizadas en el estudio. La numeración corresponde a las localidades indicadas en la tabla 1.

LOS RIESGOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LAS ISLAS DE LA MACARONESIA (AZORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE)

La caracterización de la precipitación diaria, del período 1980-2004, se efectúa con los datos de 32 localidades (Fig.1 y tabla 1) procedentes de los Institutos Nacionales de Meteorología de España, Portugal y Cabo Verde. Las series seleccionadas son largas y fiables y proporcionan una información válida que se puede generalizar al conjunto de las islas.

ISLAS	ESTACIONES		Altitud m	O	P mm	D <sub>p</sub> %	C.V. %
Terceira 38° N	1	Santa Bárbara	197	SW	1235,3	42	19
	2	Altares	166	NW	1260,0	46	28
	3	Sao Sebastiao	154	SE	1233,3	49	22
	4	Sao Bartolomeu	153	SW	1218,7	46	26
	5	Agualva	140	NNE	1633,3	37	19
Madeira 32° N	6	Areiro	1.610	cumbre	2745,9	49	33
	7	Bica de Cana	1.584	cumbre	2761,5	44	32
	8	Santo da Serra	688	SE	2040,9	46	32
	9	Santana	414	NE	1338,7	42	26
	10	Funchal	66	S	613,2	24	28
Tenerife 28° N	11	Izaña	2.364	cumbre	461,7	11	49
	12	Cañadas-El Portillo	2.118	cumbre	378,8	4	45
	13	Vilaflor	1.378	SE	418,4	6	49
	14	Santiago del Teide	940	SW	497,3	15	42
	15	Chio	715	SW	285,4	7	42
	16	La Laguna	616	cumbre	592,6	26	29
	17	San Miguel de Abona	590	SE	194,8	4	46
	18	Puerto de la Cruz	120	N	346,8	12	28
	19	Reina Sofia	64	SE	126,1	6	56
	20	Santa Cruz de Tenerife	60	SE	244,0	16	39
	21	San Juan de la Rambla	47	N	281,7	14	27
	22	Playa San Juan	30	SW	125,7	4	51
Santiago 15° N	23	Curralinho	818	SW	431,8	5	41
	24	Serra Malagueta	765	Cumbre	575,7	6	35
	25	Assomada Portaozinho	550	Interior	374,2	6	35
	26	Varzea Santana	320	SW	362,2	4	43
	27	Achada Moerao	288	N	322,2	3	56
	28	Montanha Banana	215	Interior	222,1	4	67
	29	Trindade	204	SW	197,5	3	59
	30	S.Martinho Pequeno	152	SW	191,9	3	68
	31	Sao Francisco	89	SE	202,2	5	54
	32	Chao Bom	16	NW	227,1	4	64

ELABORACIÓN PROPIA. O: Orientación. P: Lluvia media anual. D<sub>p</sub>: % días con lluvia. C.V.: C. de variación

Tabla 1: PLUVIOSIDAD MEDIA DE TERCEIRA (AZORES), MADEIRA (MADEIRA), TENERIFE (CANARIAS) Y SANTIAGO (CABO VERDE) (1980-2004).

Con el fin de establecer los rasgos de la pluviosidad y de valorar la incidencia de las lluvias de mayor intensidad se han determinado el número anual de rachas lluviosas y su longitud según duración de 1, 2... hasta más de 7 días consecutivos; la cantidad de agua registrada en cada

uno de los episodios según su duración; los coeficientes de variación, de persistencia, de concentración y los períodos de retorno de Gumbel.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. La intensidad de la precipitación

La pluviosidad media anual en la Macaronesia oscila entre los 3.000 mm de Azores y Madeira hasta menos de los 200 mm/año de Cabo Verde y los sectores meridionales de Canarias. Esos volúmenes se recogen a lo largo del 49% de los días del año en los dos primeros archipiélagos, mientras que sólo en el 5% en Cabo Verde (tabla 1). Como se observa en la figura 2, en las cuatro islas las precipitaciones más frecuentes tienen una intensidad inferior a 50 mm en 24 horas, al constituir el 90% de los días lluviosos.

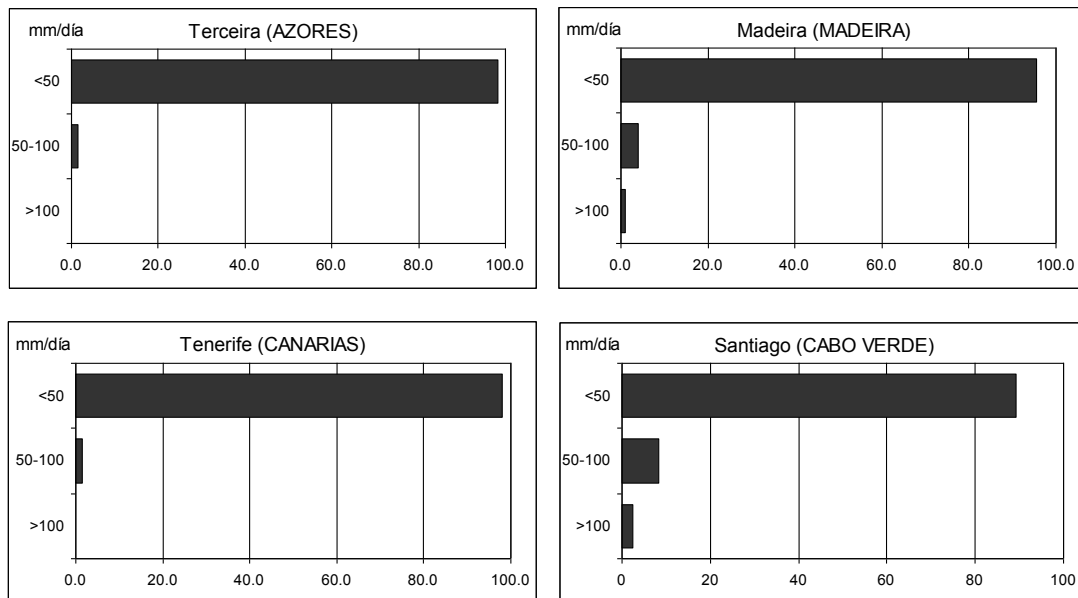


Fig. 2: Distribución de la precipitación diaria según tres intervalos de intensidad en las islas de Terceira, Madeira, Tenerife y Santiago (1980-2004). En %.

Frente a ello, las que superan ese umbral, aun siendo las más peligrosas por sus efectos en el territorio, sólo representan el 1,7% en Terceira, el 4,9% en Madeira, el 1,8% en Tenerife y el 10,8% en Santiago. Aunque estos valores son en general bajos, ocultan fuertes variaciones intransulares en función de la altitud y orientación. Por ejemplo, en Funchal, situada en la costa sur de Madeira, los días lluviosos con más de 50 mm/24 h se reducen al 1% del total de días con precipitación, mientras que en Bica de Cana, a 1.584 m de altitud, aumentan al 7%. En Tenerife, amplios sectores litorales no registran precipitaciones de tal intensidad en los últimos 25 años, pero en Vilaflor, en el SE y a 1.378 m, alcanzan el 9%. En Santiago el contraste es aun más expresivo si se compara la costa SE (Sao Francisco) y la cumbre (Serra Malagueta) con porcentajes de 5% a 14% respectivamente. En Terceira las diferencias en la frecuencia de este tipo de lluvias obedecen, dada su escasa altitud, a la orientación: Agualva, en el NE con el 3% de los días frente a Sao Sebastiao, en el SE con el 1%.

LOS RIESGOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LAS ISLAS DE LA MACARONESIA (AZORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE)

ISLAS	ESTACIONES	I <sub>DIA</sub> %	% de días según la intensidad de la lluvia						
			> 100	50 100	30,1 49,9	15,1 30,0	5,1 15,0	2,5 5,0	0,1 2,4
TERCEIRA	Santa Bárbara	6	0	1	3	11	29	21	35
	Altares	7	1	1	3	9	24	17	45
	Sao Sebastiao	6	0	1	3	8	24	18	46
	Sao Bartolomeu	6	0	1	3	9	25	18	44
	Agualva	6	0	3	6	15	32	20	24
MADEIRA	Areeiro	7	2	6	5	10	25	17	36
	Bica de Cana	6	1	6	8	14	26	17	28
	Santo da Serra	7	1	4	6	11	26	15	37
	Santana	8	0	2	3	10	24	18	43
	Funchal	11	0	1	3	10	21	14	51
TENERIFE	Izaña	20	1	1	4	10	24	17	43
	Cañadas-El Portillo	22	1	8	13	31	37	7	3
	Vilaflor	26	2	7	6	12	21	16	36
	Santiago del Teide	15	0	3	5	9	22	17	44
	La Laguna	9	0	1	2	7	21	16	53
	S. Miguel de Abona	26	1	4	7	21	29	19	19
	Puerto de la Cruz	16	0	1	3	9	31	22	34
	Reina Sofia	30	0	1	2	6	18	19	53
	Santa Cruz de Tenerife	19	0	1	1	4	12	11	71
	S. Juan de la Rambla	14	0	0	3	8	22	20	47
	Playa San Juan	30	0	2	3	12	26	22	35
SANTIAGO	Currálinho	26	2	10	11	18	36	14	9
	Serra Malagueta	25	4	10	13	21	33	14	5
	Assomada Portaozinho	24	2	8	10	18	25	15	22
	Varzea de Santana	24	2	12	12	22	29	15	8
	Achada Mourao	42	8	14	16	24	30	7	1
	Montanha Banana	35	2	8	6	17	31	17	19
	Trindade	35	1	5	10	18	32	11	23
	Sao Martinho Pequeno	39	2	6	10	14	39	16	13
	Sao Francisco	31	1	4	6	12	27	16	34
Chao Bom	30	2	7	7	15	27	14	28	

ELABORACIÓN PROPIA. I<sub>DIA</sub>: % de la lluvia anual caída en el día más lluvioso del año.

Tabla 2: INTERVALOS DE INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN TERCEIRA, MADEIRA, TENERIFE Y SANTIAGO (1980-2004).

Puesto que los días con intensidad inferior a 50 mm/día suponen un elevado porcentaje en la precipitación de las islas, se ha considerado necesario distinguir los intervalos que matizan el tipo de lluvias (Marzol, 1988) entre las muy débiles (0,1 a 2,4 mm), débiles (2,5 a 5,0 mm), moderadas (5,1 a 15,0 mm), moderadas a fuertes (15,1 a 40,0 mm) y fuertes (30,1 a 49,9 mm). Esa división indica que las lluvias moderadas tienen una importancia similar en el conjunto de las estaciones, suponiendo el 26% del total de días de lluvia (tabla 2); que las débiles y muy débiles son poco significativas en Santiago frente a intervalos de mayor intensidad; y que en Madeira y Tenerife, las cumbres y las vertientes meridionales tienen un

mayor porcentaje de días con lluvias moderadas-fuertes e intensas, a la vez que en las costas y las vertientes septentrionales priman las lluvias de menor intensidad.

### 3.2. La duración y frecuencia de las rachas lluviosas

La duración media de las secuencias lluviosas, calculada a partir del cociente entre el n° de días de lluvia y el n° de rachas, es de tres a cuatro días en Terceira y Madeira, reduciéndose a uno o dos en Tenerife y Santiago. Sin embargo, ese valor no evidencia la existencia de un claro modelo en cuanto a la duración de los episodios lluviosos. En este sentido, del 36% al 62% de las secuencias lluviosas se produce en un solo día, durante el cual se contabiliza del 5% al 39% de la precipitación anual según las islas (fig.3); en cambio, las rachas de mayor duración, más de una semana lloviendo de forma ininterrumpida, tienen un peso apreciable tanto por su frecuencia como por la cantidad de agua recogida. Así ocurre en Madeira (9% y 40% respectivamente), disminuyendo su importancia en Terceira (4% y 23%) y aún más en Tenerife (1% y 6%). En Santiago este tipo de episodio lluvioso es prácticamente desconocido, pues en los 25 años y diez localidades analizadas se reducen a cinco. Utilizando regresiones polinómicas de orden 2, los diagramas de la figura 3 muestran que hay una correlación significativa en la duración de la racha y en el volumen de agua contabilizado.

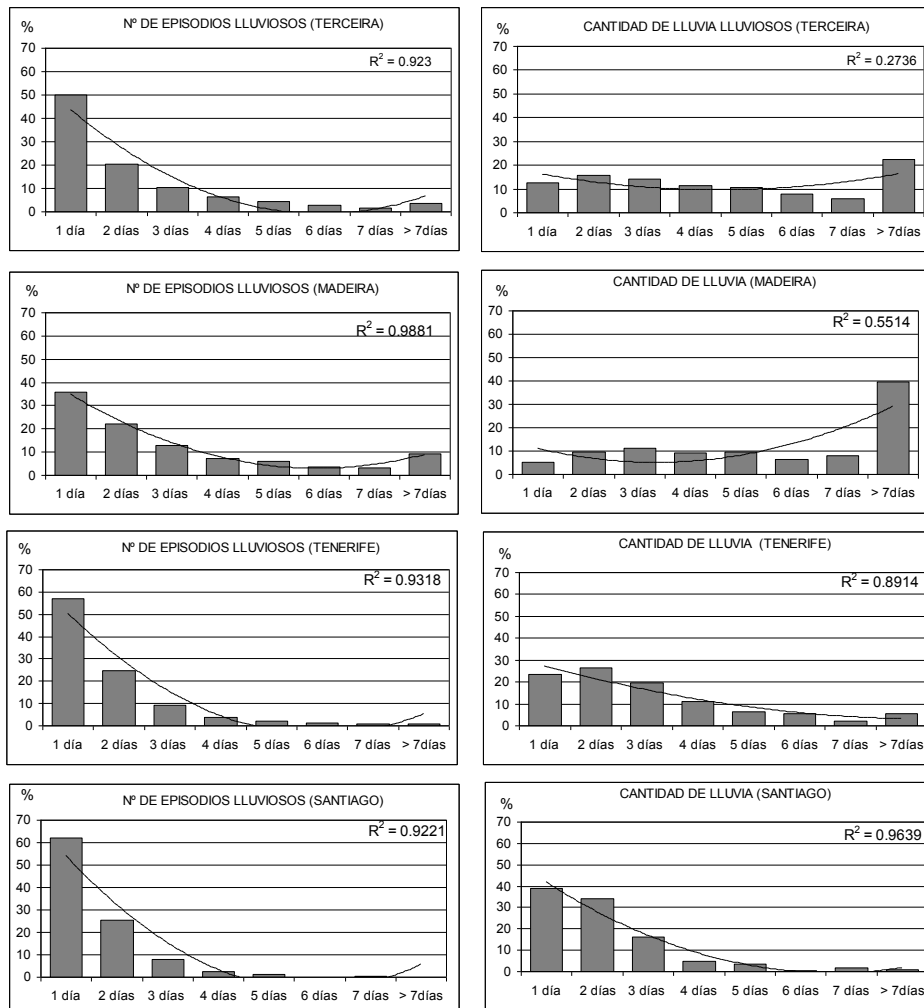


Fig.3: Relación entre la duración de los episodios lluviosos y la cantidad de lluvia en las islas de Terceira, Madeira, Tenerife y Santiago (1980-2004).

LOS RIESGOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LAS ISLAS DE LA MACARONESIA (AZORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE)

La racha de precipitación de mayor duración en el período estudiado se registra en Bica de Cana, con 41 días consecutivos en los que se recogen más de 1.000 litros/m<sup>2</sup>. La tabla 3 refleja dos rasgos característicos de estas rachas, como son que la concentración de la lluvia aumenta en sentido inverso a la latitud y que el total mensual se limita a uno o dos episodios lluviosos en Santiago y Tenerife, llegando a seis en Madeira y Terceira.

ISLA	LOCALIDAD	DÍAS	FECHA	mm	% AÑO	% MES
Terceira	Altares	31	29-12-1995 al 28-1-1996	180,2	17	89
Madeira	Bica de Cana	41	29-11-1996 al 8-1-1997	1070,9	21	84
Tenerife	S/C de Tenerife	17	20-2 al 7-3-1988	102,8	43	93
Santiago	Serra Malagueta	10	20 al 29-8-1997	389,1	69	100

Tabla 3: «RECORDS» DE LA DURACIÓN DE LAS SECUENCIAS LLUVIOSAS MÁS LARGAS EN CADA ISLA (1980-2004).

La relación entre las rachas de precipitación de un día aislado y la concentración de la misma también es inversa a la latitud. Así, en Azores y Madeira en el día más lluvioso del año cae alrededor del 10% de la precipitación anual, que siempre supera los 1000 e incluso 2000 mm, mientras que en Canarias y Cabo Verde en ese día puede contabilizarse más del 50% de la total anual. Incide en esta característica el que en todas las rachas lluviosas, cortas y largas, el porcentaje de agua es muy acusado con respecto al total mensual (tablas 3 y 4).



Fig. 4: Deslizamiento de tierras en el sur de Madeira y puentes de la Ribeira de Faial, en el norte de la isla. El antiguo fue destruido por el agua en marzo de 1984 tras una racha lluviosa de 18 días y un total de 845,1 mm; tres de los días registraron una intensidad > a 100 mm.

Los efectos de la duración e intensidad de la secuencia lluviosa varían de modo sensible en el territorio. Es así desde el momento en que el suelo saturado de agua, tras muchos días lloviendo, acaba por provocar deslizamientos cuyas secuelas y proporciones se agravan por las fuertes pendientes (figura 4). Frente a ello, la torrencialidad de los chubascos comporta un paroxismo pluviométrico en el que la capacidad erosiva y de arrastre de las aguas se traduce en importantes modificaciones y daños espaciales (Marzol *et al.*, 2002 y 2005) (figuras 5 y 7).

ISLA	LOCALIDAD	DÍA	FECHA	mm	% AÑO	% MES
Terceira	Sao Bartolomeu	1	11-3-2001	300,2	13	29
Madeira	Santo da Serra	1	6-10-1996	288,3	10	99
Tenerife	Izaña	1	17-3-1993	337,0	53	95
Santiago	Serra Malagueta	1	12-9-1983	302,4	76	97

Tabla 4: «RECORDS» DE LA CANTIDAD DE AGUA RECOGIDA EL DÍA MÁS LLUVIOSO EN CADA ISLA (1980-2004)



Fig. 5: Imágenes obtenidas en julio de 1995 y marzo de 2005 de un puente en el SE de Santiago (Cabo Verde) arrastrado por las aguas y vuelto a levantar años más tarde.

### 3.3. Las precipitaciones “máximas”

El uso del concepto “máximo” habitualmente se restringe a las efemérides meteorológicas de una estación. Sin embargo, en opinión de Trzpit (2001), debe vincularse con el de “período de retorno” para descartar o no el carácter periódico de esos valores extremos. Si se comprueba que la abundancia de la lluvia tiene relación con su frecuencia, será posible establecer los momentos más proclives a que ese fenómeno extremo se produzca en un territorio. La figura 6 recoge en qué momento del año se registran los records pluviométricos correspondientes a los tres días más lluviosos del período estudiado en cada localidad; con ello se pone de manifiesto la enorme disimetría existente en la distribución temporal de esos valores máximos así como las diferencias entre islas. La mayor probabilidad de que se registren lluvias torrenciales en Azores corresponde al otoño (53%) y a la primavera (27%), siendo aun mayor en Madeira con el 53% y 40% respectivamente.

## CONCLUSIONES

Las islas de la Macaronesia son vulnerables a las precipitaciones excepcionales que se manifiestan en dos tipos de episodios: los cortos con efectos inmediatos y los prolongados con daños desfasados en el tiempo. Mientras que los primeros son más probables en Canarias y Cabo Verde, sobre todo en las vertientes meridionales y áreas de mayor altitud, los segundos son frecuentes en Azores y Madeira. En cuanto a las repercusiones en el territorio, los cortos y violentos causan importantes abarrancamientos y arrastres y son responsables de la erosión de amplios sectores de las islas mientras que los dilatados y desfasados provocan deslizamientos e inundaciones, debido a la saturación del suelo después de muchos días lloviendo.



LOS RIESGOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LAS ISLAS DE LA MACARONESIA (AZORES, MADEIRA, CANARIAS Y CABO VERDE)

	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			1° mm/día	2° mm/día	3° mm/día
Santa Bárbara												119.0	100.6	100.3	
Altares												200.0	121.2	112.0	
Sao Sebastiao												157.7	122.0	109.3	
Sao Bartolomeu												300.0	133.5	120.2	
Aqualva												130.9	130.1	120.0	
Areiro												215.0	210.0	193.6	
Bica de Cana												245.9	219.5	212.3	
Santo da Serra												288.3	247.5	204.3	
Santana												231.0	207.0	194.0	
Funchal												97.7	94.7	91.7	
Izaña												337.0	141.0	118.0	
Cañadas-El Portillo												220.0	158.0	154.0	
Vilaflor												182.4	154.0	153.0	
Santiago del Teide												130.3	115.2	112.5	
Chio												110.0	107.0	103.0	
La Laguna												101.7	101.2	86.1	
San Miguel de Abona												130.0	104.5	99.0	
Puerto de la Cruz												155.0	79.5	74.0	
Reina Sofia												136.0	96.5	61.0	
Santa Cruz de Tenerife												232.6	103.8	82.7	
San Juan de la Rambla												80.0	70.0	49.0	
Playa San Juan												88.0	74.0	58.0	
Curralinho												215.0	199.0	167.5	
Serra Malagueta												302.4	300.0	208.0	
Assomada Portaozinho												207.5	163.7	160.0	
Varzea Santana												142.0	113.2	113.0	
Achada Moerao												235.0	176.3	162.5	
Montanha Banana												220.0	140.0	130.0	
Trindade												160.0	99.9	89.0	
S.Martinho Pequeno												170.2	122.4	118.6	
Sao Francisco												126.0	120.0	112.3	
Chao Bom												175.3	140.0	110.3	

1° máximo
  2° máximo
  3° máximo

Fig. 6: Calendario de las lluvias torrenciales en las islas de la Macaronesia. El valor de las tres últimas columnas corresponde a los tres máximos registrados en el período 1980-2004.



Fig. 7: El 7 de abril de 1977 una tromba de agua ( $344,5 \text{ l/m}^2$ ) sobre el NE de Tenerife hizo que el bco. de San Juan, con una cuenca de  $1,04 \text{ km}^2$  y un cauce de sólo  $2,7 \text{ km}$  de longitud con un 28% de desnivel, arrastrara más de  $40.000 \text{ m}^3$  de material. Las imágenes muestran que las soluciones dadas a su desembocadura incrementan su vulnerabilidad ante un próximo paroxismo pluviométrico

Los períodos de retorno de Gumbel confirman la frecuencia de los chubascos con intensidades superiores a 100 mm/24 h y su importancia en la planificación y gestión del medio ya que se producen, como mínimo, cada 5 años en el conjunto de Terceira y Santiago y en las cumbres y sectores elevados de las vertientes meridionales de Madeira y Tenerife. Aunque la intensidad de estas lluvias comporta siempre modificaciones en el territorio, no debe olvidarse que las de 50 mm/día también son susceptibles de provocar alteraciones ambientales de magnitud a veces no despreciable, máxime cuando acontecen al menos cada dos años. La incidencia de ambos tipos de chubascos intensos se acrecienta porque todas las cuencas hídricas de las islas son inferiores a 71 km<sup>2</sup>.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realiza con fondos FEDER del proyecto de investigación *Modelización climática de islas montañosas subtropicales: Tenerife* CLIMAAT Y CLIMAAT II (INTERREG III-B) MAC 2.3/A.3 y 03/MAC 2.3/A.5.

## REFERENCIAS

- AYALA-CARCEDO, F. (1993). "Estrategias para la reducción de desastres naturales". *Investigación y Ciencia*, 200, pp. 6-13.
- AZEVEDO, de E.B., PEREIRA, L., ITIER, B. (1999). "Modeling the local Climate in island environments: Water Balance Applications". *Agricultural Water Management* 40, pp. 393-403.
- AZEVEDO, de E.B., 2001. "Condicionantes Dinâmicas do Clima do Arquipélago dos Açores, Elementos Para o seu Estudo". *Açoreana. Boletim da Sociedade de Estudos Açoreanos "Afonso Chaves"* 9 (3), pp. 309-317.
- CORREIA, E. (1998). "Sobre a variabilidade da precipitação e o «Tempo das Águas» em Cabo Verde". *García de Orta*, 16 (1-2), pp. 49-61.
- DORTA, P., MARZOL, M<sup>a</sup>V., VALLADARES, P. (1993). "Localisation et fréquence des cellules de pression dans l'Atlantique Nord, l'Europe Occidentale et le nord de l'Afrique (1983-1992)". *Publications de l'A.I.C.*, 6, pp. 452-466.
- FERREIRA, D.B. (1980). *Contribuição à l'étude des vents et de l'humidité dans les îles centrales de l'archipel des Açores*. Centro de Estudos Geográficos. Lisboa.
- HAROUN, R. (2006). *Canarias por una costa viva 2002-2004*. Proyecto de investigación. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- MARZOL, M<sup>a</sup>V. (1988). *La lluvia un recurso natural para Canarias*. Servicio de publicaciones de la Caja de Ahorros. Santa Cruz de Tenerife
- MARZOL, M<sup>a</sup> V. (2002). "Lluvias e inundaciones en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife". *Publicaciones de la A.E.C.* Serie A, nº 3, pp. 461-470.
- MARZOL, M<sup>a</sup> V., YANES, A., ROMERO, C. (2005). "Las precipitaciones torrenciales en la isla de Tenerife (Islas Canarias)". *4º simposio de Meteorología e Geofísica da A.P.M.G.*, pp. 229-234.
- MARZOL, M<sup>a</sup> V., YANES, A., ROMERO, C., AZEVEDO, E., PRADA, S., MARTINS, A. (2006). "Caractéristiques des précipitations dans les îles de la Macaronésie (Les Açores, La Madère, Les Canaries et le Cap Vert)". *Publications de l'A.I.C.*, 17. En prensa.
- PRADA, S., GASPAS, M., SILVA, M., CRUZ, J., PORTELA, M., HORA, G. (2003) Recursos hídricos da Ilha da Madeira. Comunicações Do Instituto Geológico e Mineiro, tomo 90, pp. 125-142.
- TRZPIT, J. (2001). "À l'origine des grands abats d'eau diluviens". En: PROSPER-LAGET, V. (Dir.) *Eaux sauvages eaux domestiqués*. Université de Provence, pp. 25-39.