



Precipitaciones orográficas en Los Ajaches

DAVID SUÁREZ-MOLINA (DSUAREZM@AEMET.ES) AEMET, CANARIAS

Introducción

El topónimo Los Ajaches, puede que tenga en su origen la referencia al personaje aborigen Ache, el que fuera hermano del último rey de los majos Guardarfria^[1]. Es posible que según las transcripciones antiguas, los guanches denominaran a las elevaciones mayores Hacha y Hache. Hay que tener en cuenta que la mayor elevación de la isla de Lanzarote se encuentra en las Peñas del Chache y parece indudable el origen guanche debido a la similitud fonética con otras localizaciones de la isla como Tinache y Tinaguache.

Los Ajaches, constituyen un macizo volcánico de unos 7.5 kilómetros de longitud y una superficie de 3009 hectáreas y con cimas de hasta 560 metros de altitud. Situado en el municipio de Yaiza (sur de Lanzarote), fue declarado en 1987 paraje natural de interés nacional y en 1994 monumento natural^[2].

Desde la perspectiva de la meteorología cuando se hace referencia a la complejidad del relieve canario, no se suele prestar atención a Lanzarote y Fuerteventura. Sin embargo, como veremos en las siguientes líneas, a pesar de la escasa altitud, el relieve tiene una indudable influencia en la precipitación en la isla de Lanzarote.

Clima de Lanzarote

La variedad climática predominante de Lanzarote es según la clasificación de Köppen el de desierto cálido BWh^[3]. Los valores climatológicos normales (figura 2 izquierda)^[4] del aeropuerto de Lanzarote (denominado desde diciembre de 2018 aeropuerto de César Manrique) muestran una temperatura media



Figura 1. Fotografías tomadas desde el aeropuerto de César Manrique (Lanzarote), durante un episodio de precipitación orográfica (26 de marzo de 2019). Arriba: se aprecia cortina de precipitación sobre el mar (al este del aeropuerto). Abajo: Desarrollo nuboso detrás de la torre de control (al sur de la isla) sobre el macizo de Los Ajaches. (Fuente Iñaki Egea, Observador Aeronáutico)

anual de 21.1 °C, con una precipitación media anual ligeramente superior a 100 mm, 19 días de lluvia (mayor o igual a 1 mm) y con 2.1 días de tormenta.

El número medio anual de días con precipitación mayor o igual a 10 mm se sitúa entre 1 y 10, mientras que las precipitaciones iguales o superiores a 30 mm se producen de media con una frecuencia inferior a 1 día por año^[5]. Analizando la serie temporal (desde 1973 hasta 2019) del aeropuerto de Lanzarote se observa que el máximo diario de precipitación (figura 2 derecha) ha sido 71.5 mm, mientras que el promedio de la precipitación máxima diaria durante todo el periodo es 23.73 mm.

Modelo conceptual

Debido a la escasa pluviosidad de la isla con un régimen pluviométrico irregular, donde las lluvias suelen ser esporádicas e insuficientes, en ocasiones se producen precipitaciones intensas de breve duración que pueden originar de forma local inundaciones. Existe un tipo de situación que merece la pena conocer

Figura 2. Izquierda) Valores normales de precipitación (barras azules) y temperatura (línea roja) mensual del aeropuerto de Lanzarote (periodo de referencia 1981-2010). Derecha) Precipitación máxima diaria por año en el aeropuerto de Lanzarote (durante el periodo 1973-2019) (elaboración propia. Fuente de datos AEMET).

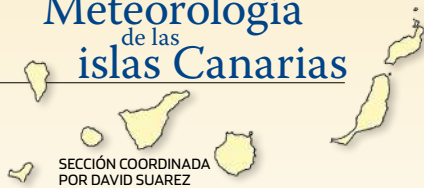
^[1]<http://toplanzarote.ulpgc.es/toponimo.php?id=796>

^[2]<https://www.ilanzarote.net/monumento-natural-de-los-ajaches/>

^[3]http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/2Atlas_climatologico/Atlas_Clima_Macaronesia___Baja.pdf

^[4]<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=C0290&k=351>

^[5]<http://www.eumetrain.org/satmanu/CM4SH/Argentina/Zonda/print.htm>



ya que puede generar registros de precipitación importantes en la isla de Lanzarote. En este tipo de escenarios el macizo de Los Ajaches es actor principal, pues su presencia es esencial como mecanismo generador y/o amplificador de las precipitaciones.

La modificación de la precipitación debido a la interacción del flujo húmedo con la topografía se denomina precipitación orográfica^[6]. Los factores fundamentales que gobiernan la precipitación orográfica son del tipo microfísicos, dinámicos y termodinámicos^[7]. Estos factores combinados con la geometría del terreno afectan a la precipitación sobre terrenos montañosos.

Cuando una parcela de aire se aproxima a una montaña, esta puede rodear o sobrepasar el obstáculo. Qué ocurra uno o lo otro depende de la altura de la parcela respecto a la montaña, la pendiente y dimensión del obstáculo, la estabilidad estática y de la intensidad que posea el viento que sopla sobre la montaña.

En el caso de Los Ajaches, se produce un bloqueo parcial del flujo y se origina lo que se conoce como un salto hidráulico (del inglés, hydraulic jump). Desde el punto de vista teórico, el comportamiento de los saltos hidráulicos se puede explicar intuitivamente haciendo uso de la teoría de aguas profundas. Esta teoría asume flujo hidrostático de un fluido homogéneo confinado entre una superficie libre y la barrera que sobrepasa. Esta aproximación conduce a un balance entre la advección no lineal y el gradiente de presión causado por los cambios de espesor del fluido y la fuerza gravitacional. Mediante su aplicación se llega a la siguiente ecuación (se invita al lector a descubrir todo el desarrollo teórico en [8], ya que se escapa del alcance de este artículo), que nos permite a través del número de Froude identificar distintos regímenes de flujo:

$$(1-Fr^2) \frac{\partial D}{\partial x} = - \frac{\partial h_t}{\partial x}$$

Donde Fr es el número de Froude, D es la profundidad entre la superficie libre y la altura del terreno (h_t). Si el número de Froude es mayor que uno el flujo se denomina supercrítico (fi-

gura 3 a) y el mínimo en la velocidad del viento se produce en la parte superior de la montaña. Si es menor que 1 el flujo es subcrítico (figura 3 b) y el máximo de viento se alcanza en la cima de la montaña.

La transición de un flujo subcrítico a un flujo supercrítico produce que la velocidad del viento a sotavento sea superior a su valor original en la cara de barlovento. Debido al ajuste de flujo supercrítico a flujo subcrítico en la pendiente de sotavento, se produce un salto hidráulico cerca de la base del obstáculo (figura 3 c). El retorno al equilibrio en forma de un salto hidráulico puede producir una nube precipitante (figura 3 d) corriente abajo del macizo^[8].

En la figura 4 se muestra el modelo conceptual arriba explicado para el caso particular de Los Ajaches y con un flujo del noroeste. Este tipo de situaciones en combinación con vaguadas o depresiones aisladas en niveles altos (danas) pueden generar precipitaciones localmente intensas. Además de las precipitaciones, asociado a los saltos hidráulicos pueden aparecer man-

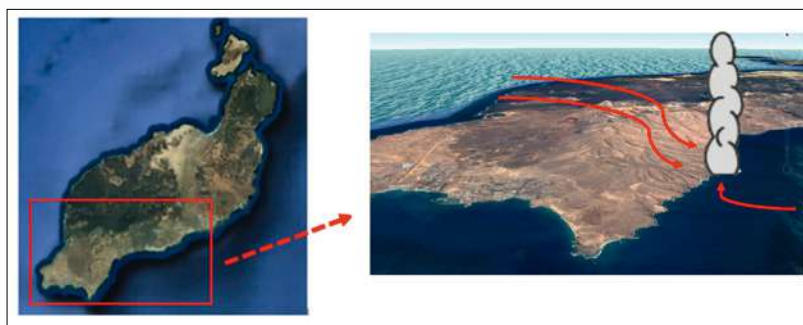


Figura 4. Izquierda: Lanzarote. Derecha: zoom centrado sobre el área de Los Ajaches. Modelo conceptual del salto hidráulico para flujo del noroeste (fuente elaboración propia sobre imágenes Google Earth)

gas o trombas marinas^[9]. De hecho, el día 26 de marzo de 2019 (en la figura 1 aparecen fotografías de la nubosidad durante ese episodio), fue notificado mediante el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS) una tromba marina captada por pasajeros de un avión mientras sobrevolaban Lanzarote (vea el vídeo de este fenómeno en : <https://www.laprovincia.es/lanzarote/2019/03/26/borrasca-impresiona-manga-marina-aguas/1160074.html>) .

Situación paradigma de precipitación por salto hidráulico

Existen numerosos ejemplos de situaciones de precipitación generadas por un salto hidráulico. A continuación se describirá una situación reciente, que acaeció el día 18 de abril del presente año. En cues-

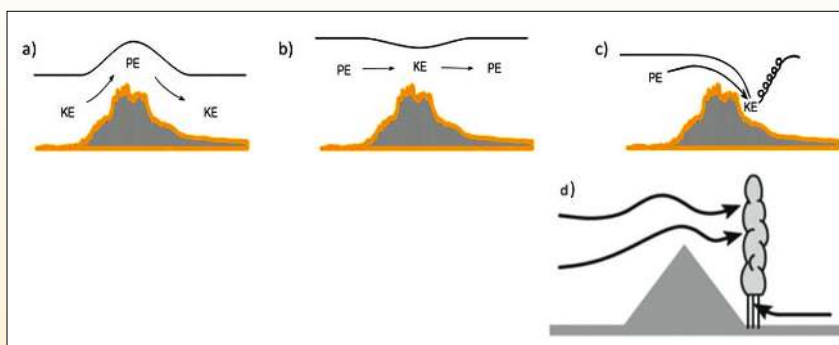


Figura 3. Flujo sobre un obstáculo (sombreado gris) para el caso simplificado de una única capa de fluido con superficie libre (línea negra) a) Flujo supercrítico ($Fr > 1$) b) Flujo subcrítico ($Fr < 1$) c) Flujo supercrítico a sotavento con ajuste a flujo subcrítico que produce un salto hidráulico d) Nube precipitante a sotavento del obstáculo. (Fuente a,b,c [5] y d [7])

^[6]Chow, F. K., De Wekker, S. F. J., & Snyder, B. J. (Eds.). (2013). Mountain Weather Research and Forecasting. Springer Atmospheric Sciences. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4098-3>

^[7]Houze, R. A., Jr. (2012). Orographic effects on precipitating clouds, Rev. Geophys., 50, RG1001, doi:10.1029/2011RG000365

^[8]Markowski, P., & Richardson, Y. (2010). Mesoscale Meteorology in Midlatitudes. John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470682104>.

^[9]Sánchez-Laulhé J.M., Pérez-Rubín J., Arús J. (2017) Las Trombas Marinas de Sant Feliu de Guíxols (2/IX/1965) y Málaga (8/III/1971) entre la más mediáticas del siglo XX. Segunda parte. Tiempo y Clima 57 (<https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/1321/1366>)

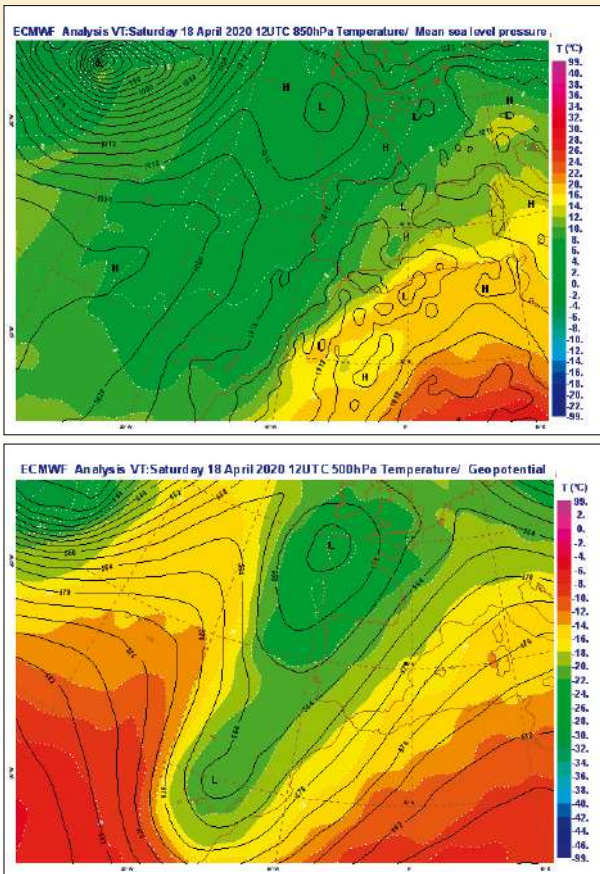


Figura 5. Análisis del modelo IFS-HRES del ECMWF, para el 18 de abril 2020 a las 12 UTC. Izquierda: Presión a nivel del mar en hPa (contornos negros) y temperatura (en °C) en el nivel de 850hPa en colores. Derecha: Geopotencial (contornos negros) y temperatura en el nivel de 500 hPa (en °C).

ción de un par de horas se registraron en la estación del Consejo Insular de Aguas del Cabildo de Lanzarote 25.4 mm (situada en Arrecife, capital de Lanzarote), una cantidad nada desdeñable si tenemos en cuenta las características pluviométricas de la isla y unos 14 mm en la estación del aeropuerto de Lanzarote.

El análisis para el día 18 de abril 2020 a las 12 UTC, del modelo HRES-IFS del ECMWF, muestra el entorno sinóptico de la situación (figura 5). Canarias estaba bajo la influencia del anticiclón (figura 5 arriba) situado al oeste del archipiélago con un flujo de componente norte débil. En 500 hPa (figura 5 abajo), una vaguada de onda corta con su eje orientado sudoeste-nordeste se situaba sobre las islas.

Desde el punto de vista mesoescalar, el flujo sobre la isla de Lanzarote era del noroeste y la localización del salto hidráulico es aparente como un máximo de convergencia (figura 6) a sotavento del macizo de Los Ajaches.

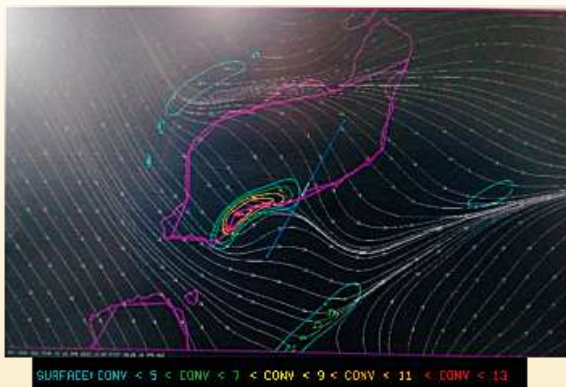
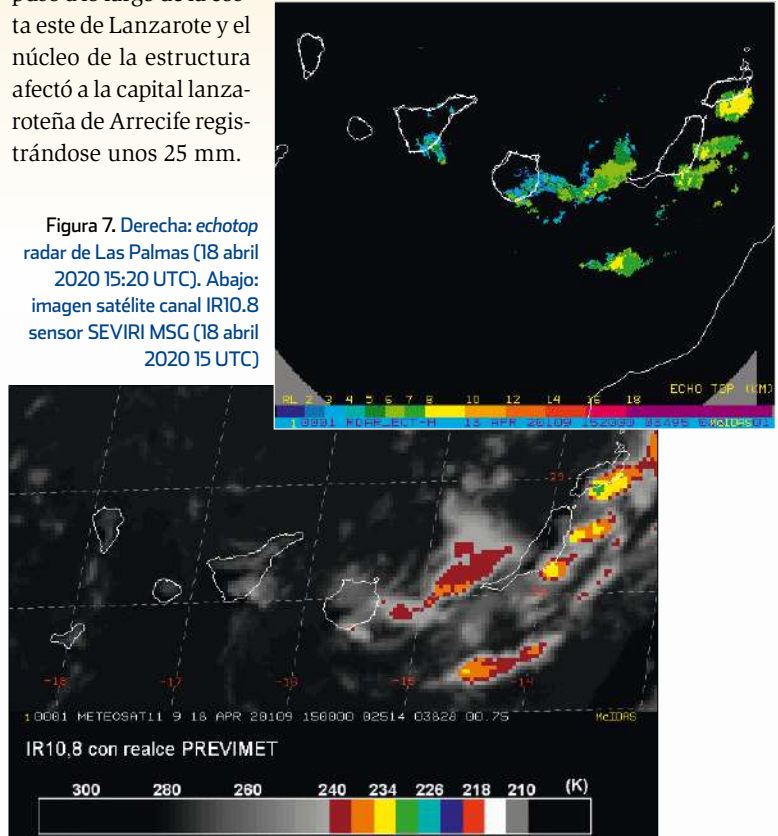


Figura 6. Líneas de corriente (líneas blancas) y convergencia en superficie (colores), para el día 18 de abril a las 16 UTC. Modelo Harmonie-Arome (fuente AEMET).

Como se observa en la figura 7 (izquierda), proveniente del radar de Las Palmas la altura de los ecos más elevados (echotop) con una reflectividad superior a 12 decibelios (dBZ) alcanzó los 8-10 kilómetros. La cima de la célula convectiva (figura 7 abajo) exhibió una temperatura en torno a -40°C. La nubosidad se dispuso a lo largo de la costa este de Lanzarote y el núcleo de la estructura afectó a la capital lanzaroteña de Arrecife registrándose unos 25 mm.

Figura 7. Derecha: *echotop* radar de Las Palmas (18 abril 2020 15:20 UTC). Abajo: imagen satélite canal IR10.8 sensor SEVIRI MSG (18 abril 2020 15 UTC)



Impacto social y económico

A pesar del plácido clima de Lanzarote, según datos del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) durante el periodo 1996-2017 se estiman que los daños en los bienes por siniestros declarados debidos solamente a inundaciones es aproximadamente 3 millones de euros.

Las situaciones de precipitaciones localmente intensas, pese a que la intensidad máxima horaria no alcance o supere los umbrales de los avisos establecidos en el Plan Meteoaleta de AEMET, tienen un impacto notable en la población de Lanzarote. Sirva como ejemplo que debido a las precipitaciones registradas durante el evento que se ha expuesto en el apartado anterior, se produjo la inundación de calles en el centro de la ciudad. En el siguiente link se puede leer la noticia y ver un video de lo acontecido.

<https://www.laprovincia.es/lanzarote/2020/04/18/fuertes-precipitaciones-provocan-inundaciones/1275716.html>

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a Iñaki Egea (Observador del aeropuerto de Lanzarote) por la información que me ha suministrado y por su enorme entusiasmo, que me ha servido como motivación para escribir este artículo y mejorar mis conocimientos sobre la meteorología de Lanzarote.

Agradecimientos al CCS por los datos económicos suministrados.