

Las lluvias intensas en Las Palmas de Gran Canaria el 21 de octubre de 2020

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ-FRANCO. AEMET, CANARIAS
jurodriguez@aemet.es

Introducción

En la tarde del día 21 de octubre de 2020 una tromba de agua anegaba la zona baja de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, ubicada en el litoral noreste de la isla. Este episodio de lluvias posee un doble interés meteorológico: por un lado, la inusual intensidad de las precipitaciones registradas en una zona densamente poblada y, por el otro, la baja predictibilidad del fenómeno por parte de los modelos de predicción numérica operativos. En las páginas siguientes hacemos un análisis del evento así como de los factores que potencialmente contribuyeron al desarrollo del mismo. El mes de octubre fue normal en el archipiélago en cuanto a precipitaciones, aunque cálido y algo más ventoso respecto del periodo de referencia 1981-2010 [1]. El inicio del mes estuvo marcado por valores negativos del índice de la NAO (North Atlantic Oscillation), registrándose un mínimo en los días previos al episodio aquí analizado. Entre los días 20 y 22 el forzamiento y la inestabilidad asociados a una amplia zona de bajas presiones al norte del archipiélago dieron lugar a precipitaciones generalizadas en las islas, motivando la emisión, para el martes 20, de avisos por Fenómeno Meteorológico Adverso (precipitaciones fuertes y rachas de viento muy fuertes) desde el Grupo de Predicción y Vigilancia (GPV) de Canarias de AEMET. Durante el miércoles 21 se registraron acumulaciones significativas en 6 horas, destacando los 64 mm recogidos en Las Palmas de Gran Canaria y los 50 mm en Agaete, ambas localidades en la isla de Gran Canaria, o los 30 mm recogidos en Agulo, en la isla de La Gomera. En particular, las precipitaciones ocurrieron en la capital grancanaria en forma de chubascos fuertes o muy fuertes que no fueron previs-

factor determinante de situaciones asociadas a precipitaciones intensas [5]. En las siguientes líneas se intentarán esclarecer los factores primordiales que entraron en juego en la generación de las precipitaciones que, con carácter fuerte a muy fuerte, afectaron de forma local a la vertiente norte de Gran Canaria y, en particular, a la capital grancanaria.

Análisis meteorológico

Entorno sinóptico

Durante los días previos al 21 de octubre existía un bloqueo en omega con dorsal situada al oeste de la península ibérica extendiéndose hasta la península escandinava y baja fría al suroeste de las islas británicas. La baja fría se desplazaba hacia el sur como resultado de esta configuración, siendo soportada desde el lunes 19 por una profunda y amplia vaguada que acabaría prolongándose a latitudes menores de 30° N. El análisis en superficie (no mostrado) sugería una situación compleja en el Atlántico medio, con numerosos vórtices y líneas de inestabilidad asociadas a la circulación subtropical, precursores del extenso sistema frontal asociado a la borrasca Barbara que afectaría significativamente al tiempo en las islas Canarias el martes 20.

Las capas atmosféricas medio/altas estaban dominadas el miércoles 21 por una amplia vaguada en el Atlántico oriental, existiendo en su seno varios vórtices y vaguadas secundarias con una dinámica muy activa. La extensa zona de bajas presiones situada al norte del archipiélago adveataba aire subtropical hacia la península ibérica, originando una banda frontal en el entorno de las islas Canarias que incorporaba humedad proveniente del huracán Epsilon, localizado en el Atlántico occidental. Esta nueva banda frontal estaría plenamente formada sobre el archipiélago a las 12 UTC del miércoles 21 (Figura 2), alejándose durante el día en dirección este. Por la noche sólo quedarían bajo ella las islas orientales. El archipiélago se situaba bajo la región de entrada del intenso chorro delantero de la vaguada en niveles altos (viento máximo superior a 100 kt, ver el panel superior de la Figura 2). Estábamos pues, ante un contexto dinámico que no suponía un impedimento a los movimientos atmosféricos ascendentes o incluso podía favorecerlos.



Figura 1: Precipitación máxima en 1 y en 24 horas registrada en las estaciones de San Cristóbal (C659H) y de Plaza de la Feria (C659M), Las Palmas de Gran Canaria, en el periodo 2002 - 2020

tos, siendo uno de los episodios más intensos de la serie completa de estaciones ubicadas en esta zona: observando la Figura 1 se comprueba que se trata del segundo evento con mayores acumulados en 24 horas y de los más intensos en 1 hora.

Aunque la fase negativa del índice NAO está relacionada con una mayor probabilidad de que perturbaciones atlánticas provenientes del norte puedan afectar a Canarias [2], no se trata del único

Mostramos en el panel inferior de la Figura 2 la imagen del satélite Meteosat-11 en el canal NIR16 (Near-Infrared 1.6 μm) del día 21 de octubre a las 12 UTC. En este canal con alta sensibilidad a la fase de la cima nubosa podemos discriminar claramente la banda frontal sobre el archipiélago y, al norte, la característica señal de la descarga fría postfrontal. La extensa banda frontal estaba formada en niveles medios por una masa de nubes de

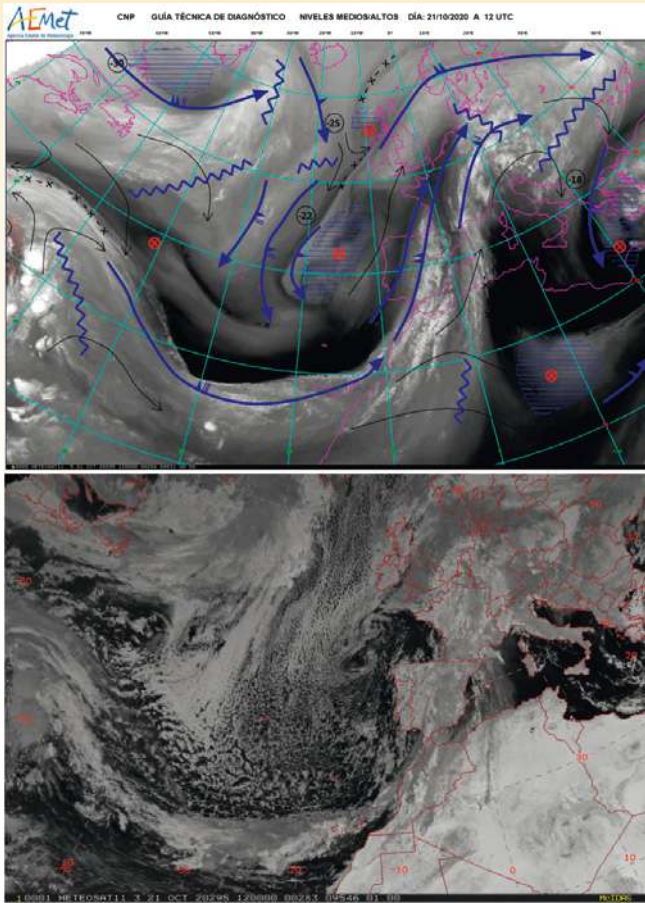


Figura 2: Diagnóstico de la atmósfera en niveles medios/altos (arriba) e imagen del satélite Meteosat-II en el canal NIR16 (abajo), ambos válidos para día 21 de octubre a las 12 UTC

origen subtropical (topes nubosos en estado líquido, zonas brillantes) coronada por nubes más altas formadas principalmente por cristales de hielo (zonas grises). La conjunción de dos grupos de nubes con diferente desarrollo vertical en el borde septentrional de esta masa nubosa sugiere que se trata de una zona con mayor dinamismo y donde cabría esperar, con mayor probabilidad, la ocurrencia de fenómenos meteorológicos significativos. Como complemento de la información proporcionada en la Figura 2 se incluye el radiosondeo lanzado a las 12 UTC desde la vecina isla de Tenerife (Figura 3). Destacamos las siguientes características: capa húmeda en un ambiente inestable en niveles bajos, hasta unos 2500 metros de altitud, relacionada con la descarga postfrontal tras el paso del frente frío el martes 20, estrato seco desde 2500 a 4500 m y finalmente la banda frontal húmeda

de niveles medios/altos representada en el sondeo como un estrato saturado hasta el nivel de 300 hPa. Tras el paso del frente frío el martes 20 el flujo tendía a dirección ONO, previéndose chubascos generalizados el miércoles 21 asociados a la descarga fría, en especial, en zonas favorables por el efecto de la orografía, principalmente en las vertientes norte de las islas montañosas. El mapa previsto de humedad relativa y de viento en 700 hPa (no mostrado) reforzaba esta posibilidad al señalar la existencia de una banda húmeda estacionaria durante la tarde – noche del miércoles 21 que, partiendo de Tenerife, se extendía hacia las islas orientales paralela a la vertiente norte de Gran Canaria. En esta configuración particularmente interesante el flujo interactúa con la orografía del archipiélago de una forma compleja generando estructuras turbulentas corriente abajo, en las que nos detendremos más adelante en este estudio.

Entorno mesoescalar y local

Desde la tarde del miércoles 21 a la madrugada del jueves 22 tuvieron lugar precipitaciones fuertes a muy fuertes en las fachadas norte de las islas de La Gomera y de Gran Canaria. Destaca el episodio ocurrido en el litoral noreste de Gran Canaria por



Figura 4: Precipitación registrada en las estaciones automáticas de AEMET durante las 24 horas previas a las 12 UTC del 22 de octubre de 2020

la tarde, con acumulados en 1 hora de 30 mm en Las Palmas de Gran Canaria y de 27 mm en el caso de Bañaderos. A diferencia de lo ocurrido el día anterior con el paso del frente frío, este episodio de precipitaciones intensas tuvo lugar de forma muy localizada que, al no ser bien previsto, no dio lugar a la emisión de avisos de precipitaciones fuertes por parte del GPV de Canarias. Una característica sobresaliente en la distribución de las lluvias mostrada en la Figura 4 es la heterogeneidad de los registros, con acumulados en fachadas norte de las islas de Gran Canaria y de La Gomera muy superiores a los observados en las vertientes norte del resto de las islas montañosas.

Según lo expuesto hasta ahora, el primer mecanismo que podríamos proponer para explicar las lluvias intensas observadas en el norte y noreste de Gran Canaria y en el norte de La Gomera sería un hipotético acoplamiento dinámico entre la masa de aire húmeda y potencialmente inestable existente en niveles bajos con la banda frontal en niveles medios. El acoplamiento entre los diferentes niveles atmosféricos sería activado fundamental-

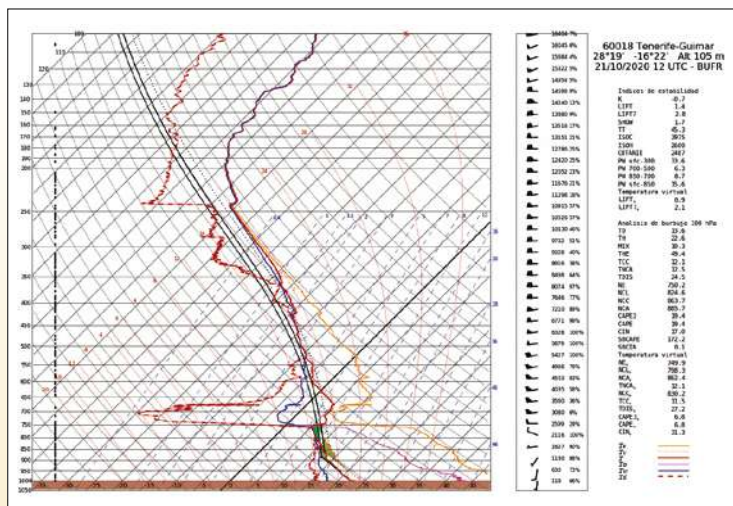


Figura 3: Sondeo observado (estación de Güimar, Tenerife), hora de lanzamiento: 21 de octubre, 12UTC.

mente por la orografía [3] y favorecido por el forzamiento frontal en niveles medios/altos. Sin embargo, este mecanismo afectaría de igual manera al resto de islas, en especial a La Palma y a Tenerife, ambas con un relieve acusado y expuestas al flujo del NO. Al no observar lluvias relevantes en estas islas concluimos que deben ser otros los mecanismos fundamentales en el desarrollo de la situación objeto de este estudio. Analizamos a continuación los datos de estaciones ubicadas en el norte y noreste de Gran Canaria así como las imágenes del radar de Canarias.

En la Figura 5 se muestran los registros de precipitación de las estaciones de Plaza de La Feria (litoral noreste) y de Teror-Osorio (600 m de altitud, vertiente norte), ambas en la isla de Gran Canaria, durante las 24 horas previas a las 10 UTC del jueves 22. En el caso de La Gomera la situación es similar, salvo por la ausencia de un episodio intenso comparable al ocurrido en el litoral noreste de Gran Canaria. Las series mostradas revelan la distribución de lluvias acaecidas el miércoles 21, con dos episodios diferenciados: el primero, más intenso y afectando al litoral noreste, ocurriendo por la tarde, y el segundo centrado sobre las 23 UTC y afectando en este caso a toda la vertiente norte. Nótese las diferentes escalas en ambos gráficos.

Exploramos a continuación dos productos del radar relativos a estos dos eventos: el producto básico de reflectividad PPI (*Plan Posi-*

tion Indicator) y el perfil vertical de viento obtenido con la técnica VAD (*Velocity Azimuth Display*). Este último se puede interpretar como un perfil promedio representativo en un radio de unos 25 km, siempre que podamos asumir un flujo uniforme dentro de este rango. Bajo esta condición de uniformidad, y puesto que se necesita tener ecos para calcular un dato VAD, podemos utilizar este producto como método alternativo en aquellos casos en que el producto estándar *echotops* no sea apropiado para estimar la profundidad de convección. En la Figura 6, columna izquierda, mostramos los datos correspondientes al episodio de lluvias intensas en el litoral noreste (escala temporal centrada en torno a las 19 UTC). Destaca la línea de estructuras convectivas poco profundas con reflectividades superiores a los 40 dBz y propagándose hacia el este con el flujo dominante (los trazos blancos

representan estimaciones del movimiento de los focos convectivos). Las características más notables del perfil de viento VAD (panel inferior izquierdo) son la ausencia de señal (capa de aire seco con origen en la tropopausa) y la intensa cizalladura del viento en un estrato comprendido entre 2500 a 4000 m, junto con el aparente giro anticiclónico con la altura en esta capa (advección cálida). Los datos mostrados en la columna derecha de la Figura 6 corresponden al episodio de lluvias ocurrido a lo largo de la vertiente norte de la isla (escala temporal centrada en torno a las 23 UTC). Se observa en este caso una línea de núcleos compactos móviles distribui-

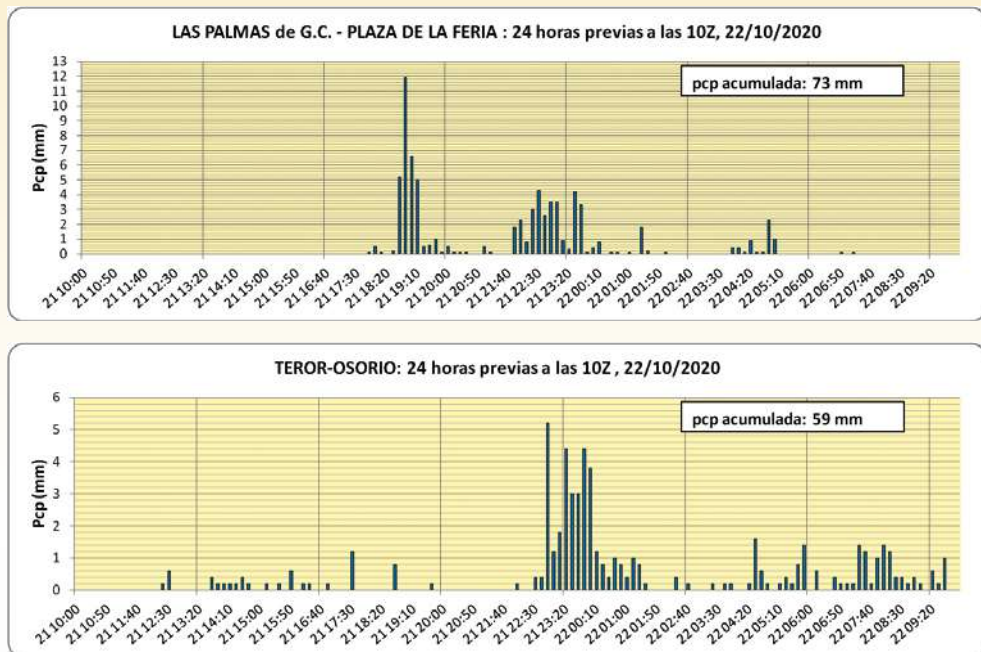


Figura 5: Precipitación registrada por dos estaciones automáticas ubicadas en Las Palmas de Gran Canaria (Plaza de La Feria) y en medianías norte (Teror-Osorio)

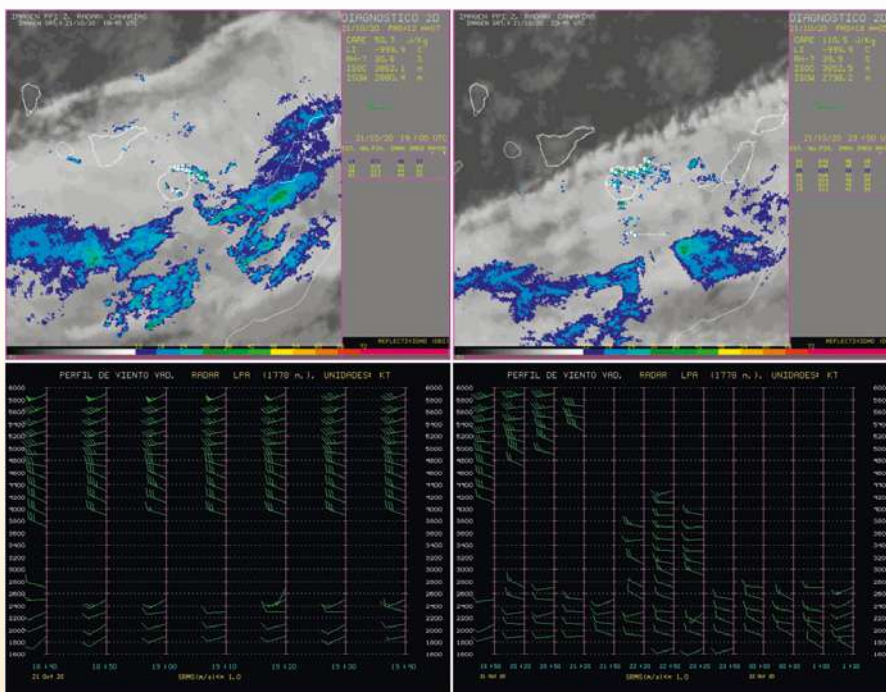


Figura 6: Datos del radar de Canarias, 21 de octubre de 2020, relativos a las lluvias intensas registradas en el litoral noreste (izquierda) y en la vertiente norte (derecha) de la isla de Gran Canaria. Se muestran en ambos casos la reflectividad (PPI, arriba) y el perfil de viento (VAD, abajo)

dos sobre un arco que cubre en parte toda la vertiente norte y en parte extendiéndose en dirección noreste más allá de los límites de la isla, también con reflectividades superiores a los 40 dBz. El perfil de vientos VAD en 6 horas (panel inferior derecho) muestra nubes convectivas con topes del orden de 4500 m impulsadas por el flujo general hacia el este. La altitud de los topes nubosos es similar a la observada en el caso del episodio de lluvias ocurrido en La Gomera también durante la noche (en torno a las 21 UTC). La profundidad máxima de convección observada (2500 y 4500 m en los episodios ocurridos durante la tarde y por la noche, respectivamente) supone otra objeción al argumento basado en el acoplamiento entre los niveles bajos y la banda frontal de niveles medios como causa principal de las precipitaciones intensas. Sin embargo, es razonable pensar que las probables precipitaciones débiles de tipo estratiforme originadas en las capas medias (ver Figura 6, paneles superiores) podrían contribuir a inestabilizar por enfriamiento (evaporación) el estrato seco entre altitudes de 2500 a 4000 m (ver también el sondeo aerológico de la Figura 3). Este mecanismo afectaría en mayor medida al segundo episodio. Existe otro proceso, este de naturaleza dinámica, que conviene contemplar y que está relacionado con la intensa cizalladura ver-

cer notar que este mecanismo resulta efectivo incluso en el seno de una masa de aire con estratificación estable [4].

Para finalizar, y con el objetivo de arrojar luz sobre todos los mecanismos que pudieron participar en el desarrollo del episodio de lluvias, nos centraremos en el campo de viento previsto. Mostramos en la Figura 7 los mapas de viento medio previstos por el modelo Harmonie-Arome en superficie y en el nivel de referencia 925 hPa, válidos para el 21 de octubre a las 15 UTC. Se observa en niveles bajos un flujo del NO con intensidades de unos 15 kt y con giro ciclónico en la mitad oriental, coincidente con el eje NE-SO de la vaguada existente en capas superiores. No hubo cambios significativos de intensidad en el periodo entre las 15 UTC y las 23 UTC. En cuanto a la dirección, las variaciones en este mismo periodo son también leves, girando ligeramente el viento en sentido horario para adquirir mayor peso la componente meridional por la tarde. Veremos en los siguientes párrafos que estas pequeñas variaciones en la dirección del viento son significativas. Destaca en la Figura 7 el predominio de la componente N en vertientes norte de las islas de La Gomera y de Gran Canaria por efecto de la orografía de las islas vecinas de La Palma y de Tenerife. En el nivel de referencia de 850 hPa (no mostrado) se observa un patrón similar, si bien la componente norte no aparece tan definida.

La diferente distribución espacial de los núcleos convectivos móviles que se observan en las imágenes del radar (Figura 6) está relacionada con el patrón de vientos en capas bajas: conforme a la variación en dirección del viento explicada en el párrafo anterior, la estrecha línea de núcleos paralela a la costa norte de la isla de Gran Canaria se debe a un mayor peso de la componente zonal por la tarde en niveles por encima de 925 hPa (Figura 6, izquierda). Estos núcleos, junto con las intensidades máximas de precipitación registradas, sugieren la existencia de una línea convectiva originada en la convergencia del flujo general (componente O - NO) con vientos flojos canalizados por la orografía de la mitad norte de la isla (componente O - SO). A este efecto puramente mecánico podemos sumar otro de naturaleza dinámica relacionado con el eje de giro ciclónico observado en la mitad oriental, reflejo de la vaguada secundaria en niveles medio/altos. Por la noche, cuando la componente N del flujo general es la predominante y ya con el eje de la vaguada secundaria alejándose hacia el este, el forzamiento orográfico sería el actor relevante y las precipitaciones más importantes tendrían lugar en la vertiente norte de la isla. A esto hemos de sumar que el paso de la banda húmeda de niveles medios-altos contribuye a la posible inestabilización de los estratos superiores por

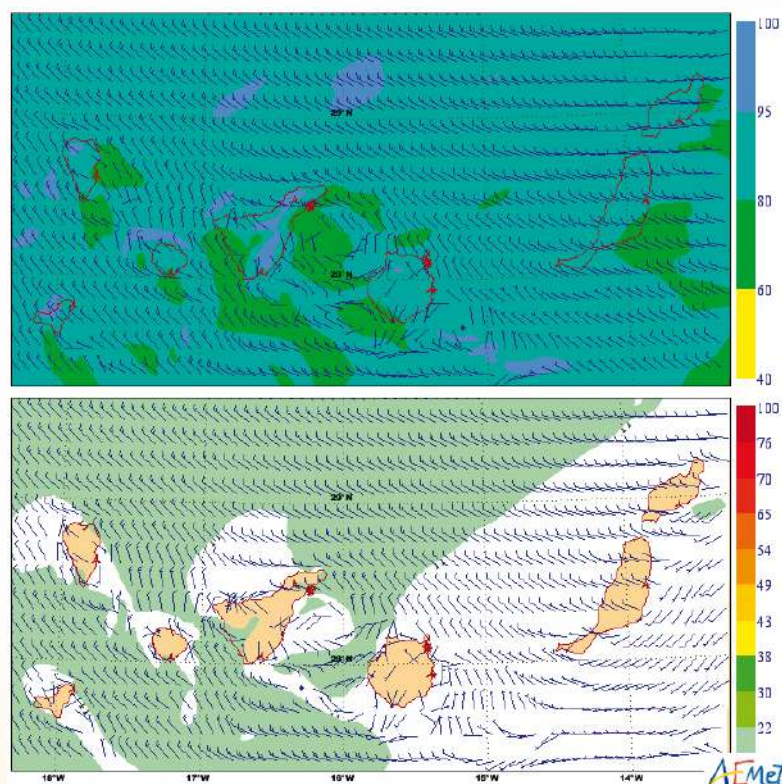


Figura 7: Viento y humedad relativa en el nivel 925 hPa (arriba) y viento medio en superficie (abajo) previstos por el modelo Harmonie-Arome, pasada de las 12 UTC del día 21 de octubre de 2020 previsto para las 15 UTC (H+3)

enfriamiento en el proceso de evaporación de la precipitación, como se apunta en párrafos anteriores, de modo que por la noche la estructura térmica en niveles medios sería ligeramente más inestable que por la tarde.

Otra característica notable de los mapas de viento de la Figura 7 son los vórtices o remolinos turbulentos con líneas de convergencia bien definidas a sotavento de todas las islas montañosas.

En el nivel de referencia de 850 hPa (no mostrado) se observa un patrón similar, si bien la componente norte no aparece tan definida.

En el nivel de referencia de 850 hPa (no mostrado) se observa un patrón similar, si bien la componente norte no aparece tan definida.



En particular, destacan las generadas por La Palma y Tenerife, modificando corriente abajo el patrón de vientos en las islas de La Gomera y de Gran Canaria. Ligeras variaciones en la dirección y en la intensidad del viento sinóptico son suficientes para inducir cambios significativos en la circulación de estas células turbulentas corriente abajo de los obstáculos orográficos, de modo que a mayor peso de la componente norte en el viento menor es la influencia de la “sombra” de islas como La Palma o Tenerife sobre La Gomera y Gran Canaria, respectivamente. El campo de precipitación previsto por el modelo Harmonie-Arome reproduce bien un patrón coherente con estas zonas de convergencia, aunque claramente subestima las intensidades de precipitación asociadas (Figura 8).

los obstáculos orográficos y que en condiciones favorables puede desencadenar la formación de nubes convectivas que potencialmente podría dar lugar a precipitaciones intensas. Es en este contexto donde la relativa cercanía de las islas entre sí resulta ser un factor de riesgo importante: son conocidos los efectos de La Palma sobre la isla de El Hierro en configuración de norte, o los de Tenerife sobre la isla de Gran Canaria con vientos del noroeste o incluso la isla de Fuerteventura, en una situación de flujo del suroeste, puede llegar a desencadenar convergencias con potencial de impacto en la vecina isla de Lanzarote. Además, a nivel local existen efectos relacionados con la canalización orográfica del flujo que pueden producir la aparición de líneas de convergencia, en especial, en las islas mayores.

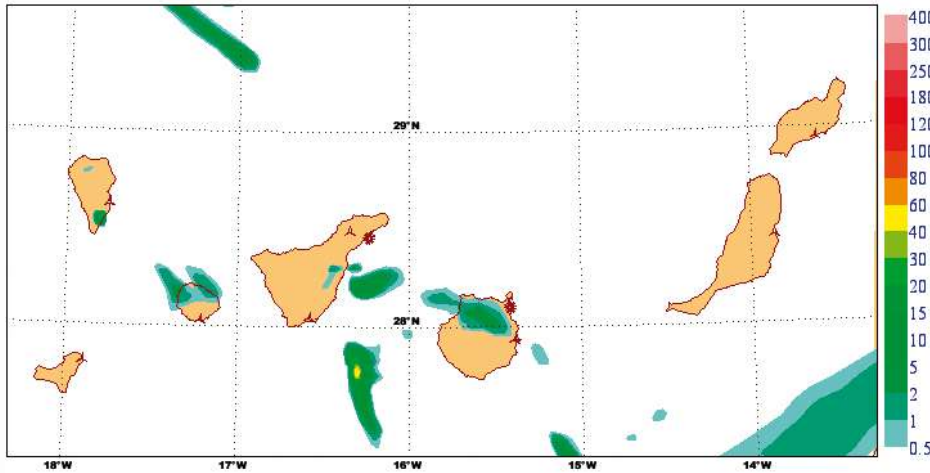


Figura 8: Precipitación total en las 3 horas anteriores prevista por el modelo Harmonie-Arome, válida el 21 de octubre de 2020 a las 21 UTC

Existen además otros procesos dinámicos que conviene tener en cuenta y en los que indirectamente también interviene la orografía de las islas: como ejemplo, podemos mencionar la intensificación de la precipitación por mezcla turbulenta en estratos con fuerte cizalladura. Este mecanismo es más frecuente bajo determinadas condiciones de viento en las vertientes a barlovento por efecto simultáneo del bloqueo del flujo en niveles bajos y su intensificación en niveles altos.

A partir de los registros de precipitación disponibles durante el periodo comprendido entre los años 2002 y 2020 podemos averiguar que los acumulados en 1 y en 24 horas más intensos afectando al litoral noreste de Gran Canaria ocurrieron en los meses de octubre y noviembre, con la excepción del año 2007, que tuvieron lugar en el mes de marzo.

Conclusiones

Durante la tarde del 21 de octubre de 2020 tuvo lugar un episodio de lluvias intensas no bien previsto en la capital de la provincia de Las Palmas, ubicada en el litoral noreste de la isla de Gran Canaria. La heterogeneidad en los registros de precipitación en las vertientes norte de las islas montañosas sugiere que un entorno sinóptico favorable, aunque siendo siempre un elemento importante, no es el único factor determinante de situaciones asociadas a precipitaciones intensas. En este estudio se han identificado múltiples factores que potencialmente intervienen en el desarrollo de este tipo de fenómenos, quedando demostrada la complejidad de tales eventos y explicando, al menos parcialmente, la dificultad por parte de los modelos de predicción numérica para simular bien estos chubascos. El caso de las islas Canarias es particularmente complejo, dada la abrupta orografía y la cercanía relativa de las islas entre sí. El papel fundamental desempeñado por la orografía se manifiesta de múltiples maneras. Además de los efectos obvios como el forzamiento orográfico, es necesario tener en cuenta la generación de células turbulentas propagándose corriente abajo de

Como trabajo futuro queda contrastar los resultados obtenidos con el análisis de situaciones pasadas similares, en especial considerando que estos fenómenos meteorológicos excepcionales tienen siempre un potencial de alto impacto en un territorio tan densamente poblado como son las islas.

Referencias

- [1] Resumen Climatológico de Canarias – Octubre 2020
- [2] García Herrera, R., Gallego Puyol, D., Hernandez Martin, E., Gimeno Presa, L., Ribera Rodriguez, P. (2001): Influence of the North Atlantic oscillation on the Canary Islands precipitation. *Journal of Climate*, 14, 3889-3903.
- [3] Houze, R. A. (2012): Orographic effects on precipitating clouds, *Rev. Geophys.*, 50, RG1001, doi: 10.1029/2011RG000365.
- [4] Houze, R. A. and Medina, S. (2005): Turbulence as a Mechanism for Orographic Precipitation Enhancement, *Journal of Atmospheric Sciences*, 62, doi: 10.1175/JAS3555.1.
- [5] Tarife Méndez, R., Hernández Barrera, S., Gámiz-Fortis, S.R., Castro-Díez, Y., Esteban-Parra, M.J. (2016): Análisis de los extremos pluviométricos en las islas canarias y su relación con el índice NAO. VIII Congreso Internacional Asociación Española de Climatología.