

Guía Meteorológica de Aeródromo: Gran Canaria



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Textos: Olga Suárez Bravo de Laguna y Alejandro Méndez Frades

Revisión: María Rosa Pons Reynés y David Suárez Molina

Ilustración de la portada: Julio Aristizábal Arteaga

Edita:

© Ministerio para la Transición Ecológica
Agencia Estatal de Meteorología
Oficina Programa Cielo Único. Unidad de Meteorología Aeronáutica
Madrid, 2019

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 639-18-067-3

<https://doi.org/10.31978/639-18-067-3.GCLP>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
C/ Leonardo Prieto Castro, 8
28040 Madrid
<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



@Aemet_Canarias



<https://www.facebook.com/AgenciaEstatalMeteorologia>

Contenido

1.	Introducción	5
2.	Situación geográfica.....	7
3.	Fenómenos de impacto e impactos	9
3.1.	CALIMA	9
3.2.	CIZALLADURA.....	12
4.	Resumen	24
5.	Summary.....	25
6.	Referencias.....	26
7.	Agradecimientos	27

I. Introducción

Una guía meteorológica de aeródromo es un informe técnico en el que se recogen todos los fenómenos meteorológicos que potencialmente son adversos para el desarrollo y regularidad de las operaciones que se llevan a cabo en un determinado aeródromo. El principal objetivo es concienciar a los usuarios aeronáuticos de los riesgos que entraña la fenomenología atmosférica, además de servir de instrumento de asesoramiento en la planificación y toma de decisiones.

1.1. El impacto de la meteorología en un aeródromo

El impacto de las condiciones meteorológicas sobre un aeródromo requiere el conocimiento previo de los siguientes conceptos:

- **Fenómeno de impacto:** hecho observable en la atmósfera que potencialmente es adverso en un determinado aeródromo. Representa un nivel de amenaza meteorológica en el marco operativo aeronáutico.
- **Vulnerabilidad:** sensibilidad o predisposición de un aeródromo a ser afectado por la ocurrencia de un fenómeno de impacto.
- **Impacto:** alteración del entorno socioeconómico de un aeródromo como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno meteorológico.

La valoración objetiva del impacto asociado a un fenómeno meteorológico en un aeródromo no solo depende de sus características propias sino que es necesaria la consideración de condicionantes externos. Así, se puede establecer:

$$\text{Impacto} = \text{Fenómeno de impacto} \times \text{Vulnerabilidad}$$

A continuación se muestra un ejemplo de cada uno de los citados términos:

- Fenómeno de impacto: brisa de montaña, tormenta, niebla, etc.
- Vulnerabilidad: el volumen de tráfico en el aeródromo o su dotación tecnológica.
- Impacto: cambios de configuración, aterrizajes frustrados, desvíos a otros aeródromos, etc.

Hay que tener en cuenta que el impacto en la seguridad operacional («safety») ha disminuido en los últimos años, gracias en parte a la mejor dotación tecnológica de las aeronaves y a una mayor sofisticación del sector aeronáutico desde el punto de vista normativo y procedimental. La consideración de escenarios y técnicas permiten gestionar situaciones de riesgo con mayor solvencia.

1.2. Aplicación para el caso del aeropuerto de Gran Canaria

En la *figura 1* se detalla el diagrama Ishikawa para el aeropuerto de Gran Canaria (en adelante, GCLP). Este esquema permite mostrar, de forma sintética y jerarquizada, cómo los fenómenos meteorológicos de impacto (*factores causales*), acompañados de sus ingredientes (*causas secundarias*), convergen hacia los impactos observados en el aeródromo (*efectos*).

El objetivo será estudiar un aeródromo en un contexto meteorológico orientado a impactos de modo que, a partir de la *información meteorológica* se extraerá el *conocimiento meteorológico* que es de interés para los usuarios aeronáuticos. Para ello, será crucial la identificación adecuada de los fenómenos de impacto (*variables independientes*) que potencialmente tienen incidencia en el entorno operativo del aeródromo objeto de estudio (*variables dependientes*).

Este diagrama *causa- efecto* permitirá, además:

- Obtener una visión global de un aeródromo en un contexto meteorológico orientado a impactos.
- Identificar los ingredientes que intervienen en cada uno de los fenómenos de impacto considerados.
- Mostrar los impactos específicos que se producen en un aeródromo.
- Diferentes fenómenos meteorológicos pueden producir el mismo impacto. De esta forma, la relación causa-efecto no es unívoca.

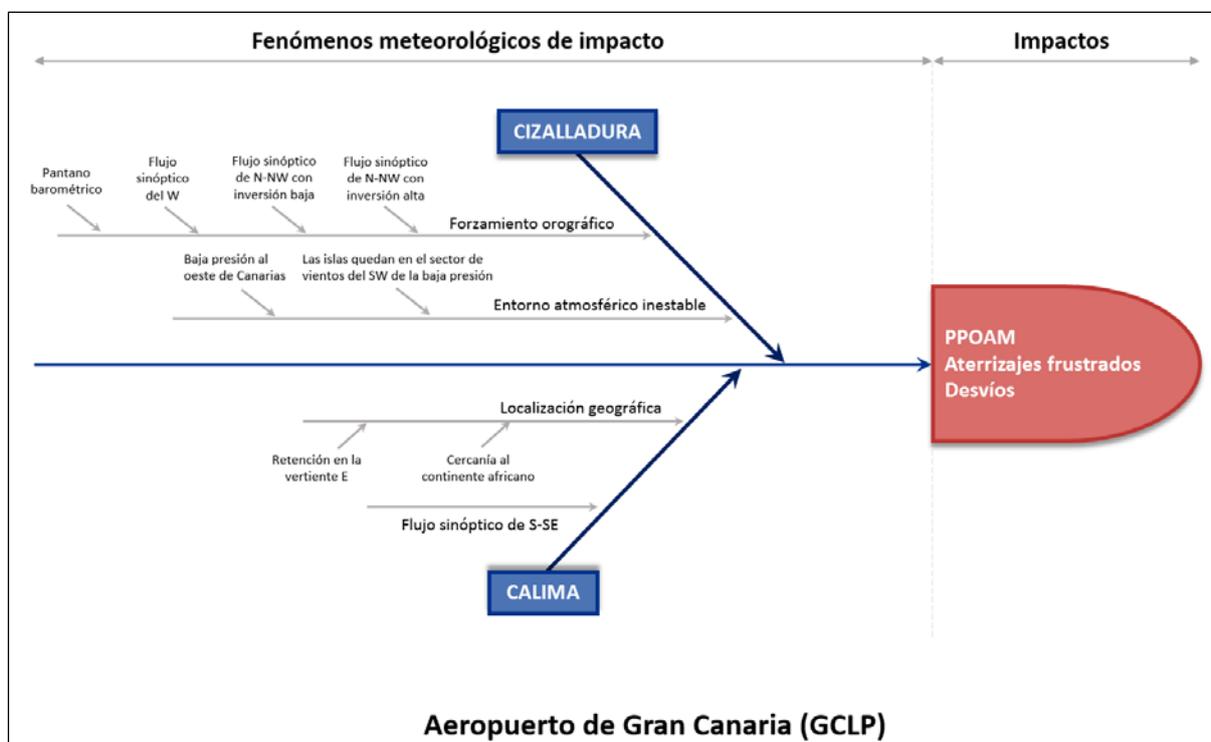


Figura 1. Diagrama de Ishikawa para GCLP: la identificación de los fenómenos meteorológicos de impacto exige un conocimiento detallado del entorno meteorológico en el que se encuentra embebido. Ello posibilitará establecer su relación con los impactos observados en su marco operativo.

2. Situación geográfica

GCLP se encuentra enclavado en la costa este de la isla de Gran Canaria, en la bahía de Gando, a 22 kilómetros al sur de Las Palmas de Gran Canaria.

A una distancia aproximada entre 28 kilómetros se encuentra el punto más alto de la isla Pico de las Nieves, con una altitud de 1956 metros (figura 2).

Al oeste del aeropuerto, se localiza un entorno montañoso que cuenta con multitud de barrancos que discurren desde las zonas altas hasta las zonas costeras, constituyendo un factor fundamental en las variaciones que puede sufrir el viento con respecto al flujo sinóptico incidente, lo que puede afectar en última instancia a las aeronaves que se aproximan a GCLP.

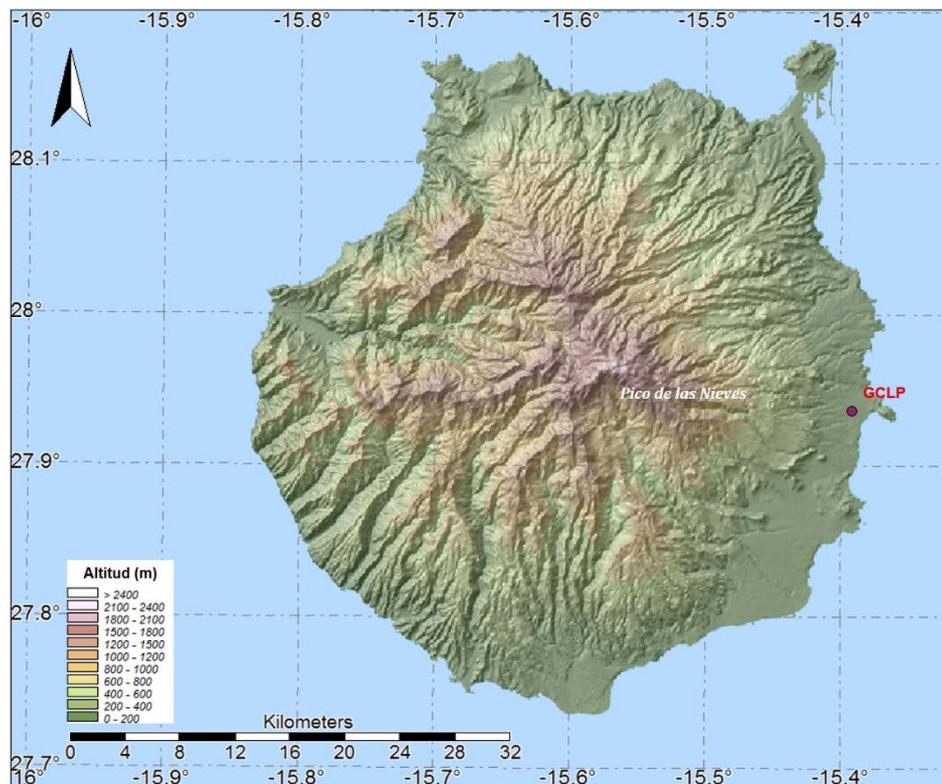


Figura 2. Situación geográfica de GCLP: el aeródromo se localiza en el punto representado.
 Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

La **tabla 1** muestra los datos geográficos de GCLP.

Datos geográficos		
Nombre del aeródromo	Gran Canaria	
Indicativo	OACI	GCLP
	IATA	LPA
Latitud	27° 55' 55'' N	
Longitud	15° 23' 12'' W	
Elevación	24 m / 77 ft	

Tabla 1

En las **figuras 3 y 4** se muestran que la orientación de las pistas en GCLP es de suroeste-nordeste (hay dos paralelas: 03L/21R y 03R/21L). Destaca, además la cercanía a la costa. El METAR se elabora en la cabecera 03.

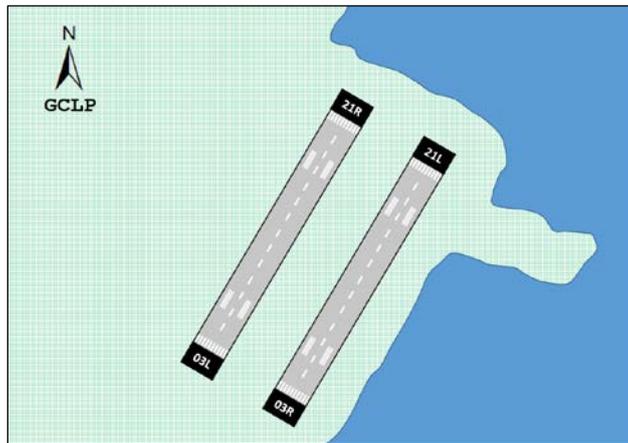


Figura 3. Orientación de las pistas en GCLP. Destaca su cercanía a la costa.

Por otra parte, las dos posibles configuraciones de operación, que posibilitan que los aterrizajes y despegues se lleven a cabo con viento de cara, son las mostradas en la **figura 4**. En efecto:

- Configuración norte: aterrizajes y despegue por la cabecera 03.
- Configuración sur: aterrizajes y despegue por la cabecera 21.

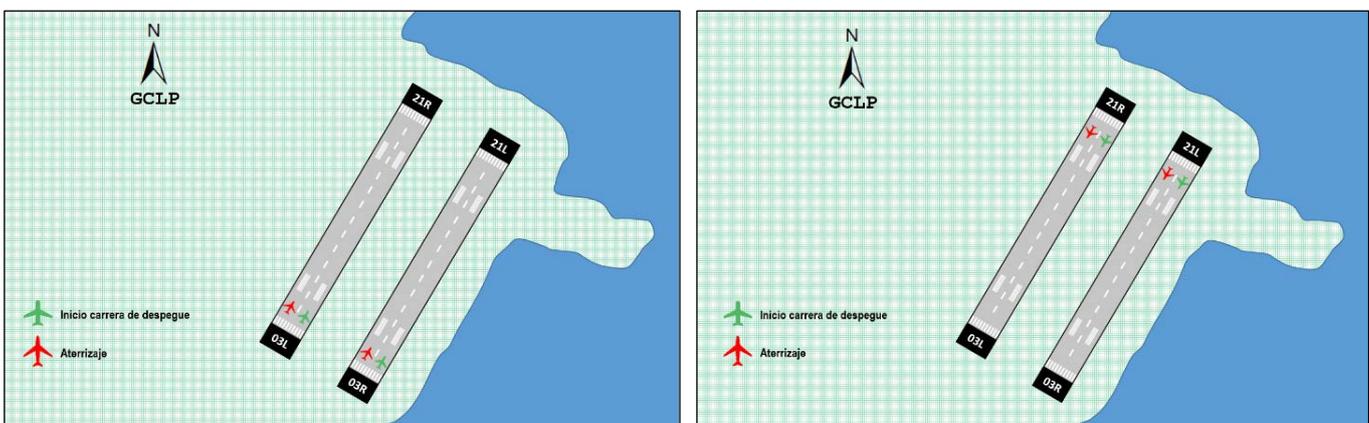


Figura 4. Configuraciones posibles en GCLP. A la izquierda, configuración norte. A la derecha, configuración sur. Los colores verde y rojo denotan las aeronaves que despegan y aterrizan, respectivamente.

3. Fenómenos de impacto e impactos

3.1. CALIMA

La visibilidad meteorológica es la distancia máxima a la que un determinado objeto puede ser visto y reconocido contra el horizonte por un observador, sin que intervenga un procedimiento de iluminación. En relación con la visibilidad horizontal, se define el alcance visual en pista, RVR (en inglés: *Runway Visual Range*), como la máxima distancia horizontal a la que el piloto de una aeronave puede observar las marcas o señales luminosas que delimita la pista o que señalan su eje.

Por lo general, fenómenos meteorológicos tales como la niebla, la calima o la tormenta son precursores de la reducción de visibilidad.

3.1.1. Fenómeno de impacto en la visibilidad: calima

La calima es un litometeoro que consiste en un conjunto de partículas sólidas (no acuosas) extremadamente pequeñas que dispersan la luz, dando al cielo una apariencia opalescente. Este efecto se realiza cuando aumenta la concentración.

El término calima se utiliza cuando coinciden una visibilidad reducida y una humedad relativa inferior al 70%.

Lo que diferencia la bruma de la calima es el grado de humedad.

3.1.2. La calima en GCLP

La proximidad de las islas Canarias al continente africano genera en distintas épocas del año irrupciones de aire seco y turbio de SE, E o incluso del NE, procedente del Sahara. Estas situaciones generan reducciones de visibilidad que, de forma ocasional, pueden afectar a la operatividad de GCLP.

Su grado de afectación es diferente, según se trate del periodo invernal o veraniego. Durante los meses de invierno, la reducción de visibilidad se produce en superficie, motivo por el cual aparece reflejada en los boletines aeronáuticos METAR, SPECI o TAF. Su impacto en la operatividad suele ser mínimo, salvo excepciones como la situación acaecida el día 6-1-2002 en la que la visibilidad llegó a ser inferior a 50 metros entre las 16.00 UTC y 16.30 UTC, no llegando a superar los 1000 metros en un periodo de 12 horas. Esta situación

suele estar generada por el establecimiento de un anticiclón en Europa y norte de África y una baja presión al sur de Canarias que afectaría a la costa occidental del continente africano (Suárez et al., 2018).

Por otra parte, en verano, la reducción de visibilidad no se refleja en superficie dado que la intrusión de polvo se presenta en altura, concretamente entre los niveles isobáricos de 850 hPa y 700 hPa. En este caso, la aproximación a GCLP es la que se ve afectada, de modo que el piloto puede que no tenga visión de la pista mientras atraviesa la capa de polvo entre dichos niveles. Esta situación no aparece reflejada en los boletines METAR y TAF ya que la visibilidad que mide el observador desde la Oficina Meteorológica del Aeródromo (OMA) es superior a la visibilidad oblicua que ve el piloto desde la aeronave (figura 5). Por lo general, la formación de una baja térmica en el continente africano y un anticiclón centrado en Azores constituye un precursor de este escenario (Suárez et al., 2018).

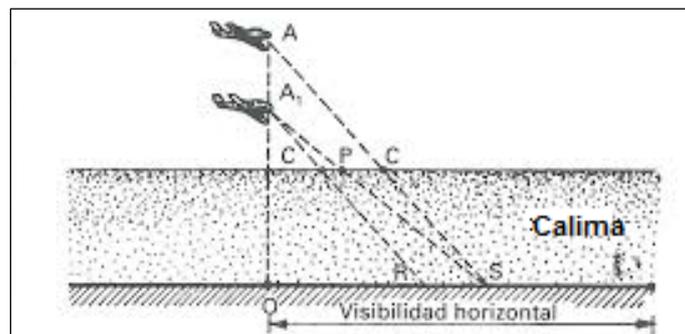


Figura 5. Impacto de la calima en una aeronave, en aproximación a GCLP. Fuente: Meteorología aplicada a la aviación (Ledesma et al., 1984).

3.1.3. Impacto de la calima en GCLP

La información cifrada en el METAR o SPECI puede dar una idea del impacto de la calima en GCLP. En particular, se han estudiado los 88016 mensajes emitidos en el periodo 2013-2017.

De todos ellos, el número total de mensajes que incluyen la clave HZ cuando la visibilidad predominante es menor o igual a 5000 metros, supone solamente un 0.38 % del total.

En la tabla 2 se muestran los mensajes METAR y SPECI en los que se cifra HZ categorizados por tres intervalos concretos.

Mensajes METAR/ SPECI con visibilidad predominante ≤ 5000 m por calima (HZ) (Periodo 2013-2017)		
Visibilidad predominante	Número de mensajes	%
5000 m \geq Vis > 3000 m	202	61
3000 m \geq Vis > 1500 m	113	34
Vis \leq 1500 m	16 (*)	5

(*) Estos 16 mensajes corresponden a un mismo día (25-12-2016).

Tabla 2

La calima constituye un fenómeno de impacto que apenas tiene afectación en la operatividad de GCLP. Hasta la fecha, no se han registrado frustradas por reducciones de visibilidad por calima. A lo sumo, se ha activado un Procedimiento de Paralización de Operaciones en el Área de Maniobras (PPOAM), que es un cambio táctico adoptado por el gestor aeroportuario cuando se superan determinados valores umbrales de RVR o de visibilidad que implica la paralización de las operaciones en el lado aire.

La [tabla 3](#) recoge el número de días con calima que registró el METAR elaborado en la OMA de GCLP en un periodo de cinco años (2013-2017), categorizado por meses y años. En promedio, hay entre 4 y 5 días al año en los que GCLP está afectado.

Número días con calima cifrada en el METAR (periodo 2013-2017)						
	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Enero	-	-	2	-	1	3
Febrero	2	-	-	-	-	2
Marzo	-	-	1	-	-	1
Abril	2	-	-	-	-	2
Mayo	-	-	-	-	-	-
Junio	-	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	1	1
Septiembre	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	2	2
Noviembre	-	-	-	-	-	-
Diciembre	2	3	3	2	1	11
TOTAL año	6	3	6	2	5	22

Tabla 3

La mitad de los eventos de reducción de visibilidad por calima se han producido en el mes de diciembre, ya que durante el invierno las irrupciones de polvo tienen lugar en niveles bajos.

En la [tabla 4](#) se muestra un resumen de este apartado.

La calima en GCLP		
Variación estacional	Invierno: reducción visibilidad en superficie	Altas presiones en Europa y norte de África Bajas presiones al sur de Canarias, que afectarían a la costa occidental de África
	Verano: reducción de la visibilidad en altura	Altas presiones en Azores Baja térmica en África
Ingredientes	Polvo: el continente africano es un manantial de material particulado	
	Viento: medio de transporte	

Tabla 4

3.2. CIZALLADURA

La cizalladura es el cambio en la dirección y/o intensidad del viento en un plano y en una distancia espacial. Se produce cuando capas de aire adyacentes tienen una acusada diferencia entre sus velocidades respectivas.

3.2.1. Importancia

La cizalladura puede presentarse en todos los niveles de la atmósfera, siendo especialmente importante cuando se detecta por debajo de los 2000 ft (cizalladura a baja altura o *Low Level Windshear LLWS*) ya que es donde las aeronaves llevan a cabo las operaciones de aproximación y ascenso del aeródromo. En estas fases del vuelo la velocidad y la altura de las aeronaves se acercan a valores críticos, por lo que el margen de maniobra para que el piloto pueda corregir la trayectoria es menor.

3.2.2. La cizalladura en GCLP

Como ya se comentó en la primera sección, la orientación de las pistas es nordeste-suroeste. Así, las dos formas de aproximación a GCLP son por la cabecera 03 y por la cabecera 21 (figura 4).

La cabecera 03 es la más empleada debido a la preponderancia de los vientos alisios. Por otra parte, la cabecera 21 tan sólo se utiliza en situaciones de S-SW a fin de evitar vientos en cola en la aproximación que podrían afectar a las maniobras de aterrizaje.

El entorno meteorológico de Gran Canaria está gobernado fundamentalmente por la posición e intensidad del anticiclón de las Azores y por la orografía ya que, su contorno irregular, el elevado gradiente altitudinal y la multitud de cañadas y barrancos orientados hacia la costa posibilitan que cualquier flujo sinóptico incidente la bordee en primera instancia, lo que provoca una intensificación en los flancos este y oeste, quedando fuera de su influencia las vertientes a sotavento. También cabe la posibilidad de ascensos forzados y canalizaciones.

La tabla 5 resume cuales son los principales precursores de la presencia de cizalladura en la aproximación a GCLP.

La cizalladura en GCLP	Precusores
	<p>Forzamiento orográfico: es el más frecuente. Efectos de canalización por barrancos y circunvalación del contorno de la isla</p> <p>Entorno atmosférico inestable: asociado una baja presión situada al oeste de Canarias. Entorno favorable a la convección</p>

Tabla 5

3.2.2.1. La orografía como precursora de la presencia de cizalladura en GCLP

El principal efecto de la orografía es la perturbación del flujo sinóptico incidente debido a los efectos de canalización a través de los barrancos o la circunvalación a lo largo del contorno de la isla.

▪ **Perturbación del flujo sinóptico del N-NW: inversión alta y baja**

Inversión baja: la figura 6 muestra una situación en la que un flujo de N-NW incide sobre Gran Canaria con una inversión en niveles bajos que actúa como tapadera, impidiendo que éste remonte el obstáculo y, por consiguiente, intensificándolo en los niveles más bajos. El resultado es la formación del típico mar de nubes a barlovento debido al ascenso orográfico del flujo por la vertiente norte donde queda retenido. A medida que avanza el día, éste tiende a disiparse por calentamiento diabático.

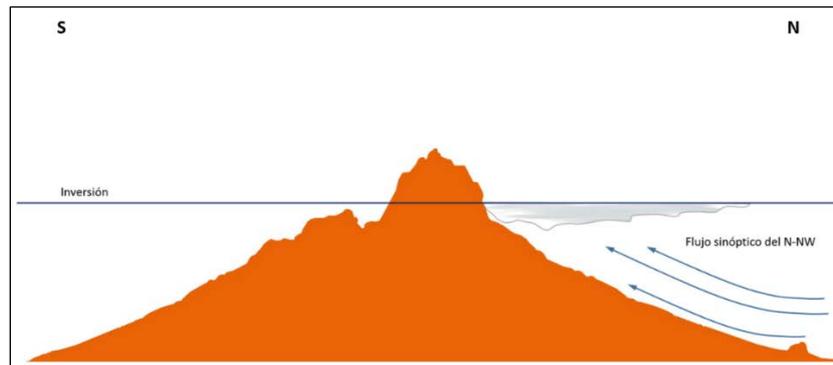


Figura 6. Modelo conceptual de la formación del mar de nubes con inversión baja en Gran Canaria (corte transversal norte-sur).

Un ejemplo de esta situación es la del día 11-4-2018 (figura 7), en la que el anticiclón de las Azores se localiza en el océano Atlántico con su eje orientado norte-sur posibilitando que sobre el archipiélago canario incida un viento sinóptico de N-NW. La inversión baja («flujo más horizontal») y el forzamiento orográfico («la isla se comporta como un obstáculo») serán las causas de la formación de una línea de convergencia o «corte» en el flanco este que afectaría a la aproximación por la cabecera 03, que es la operativa.

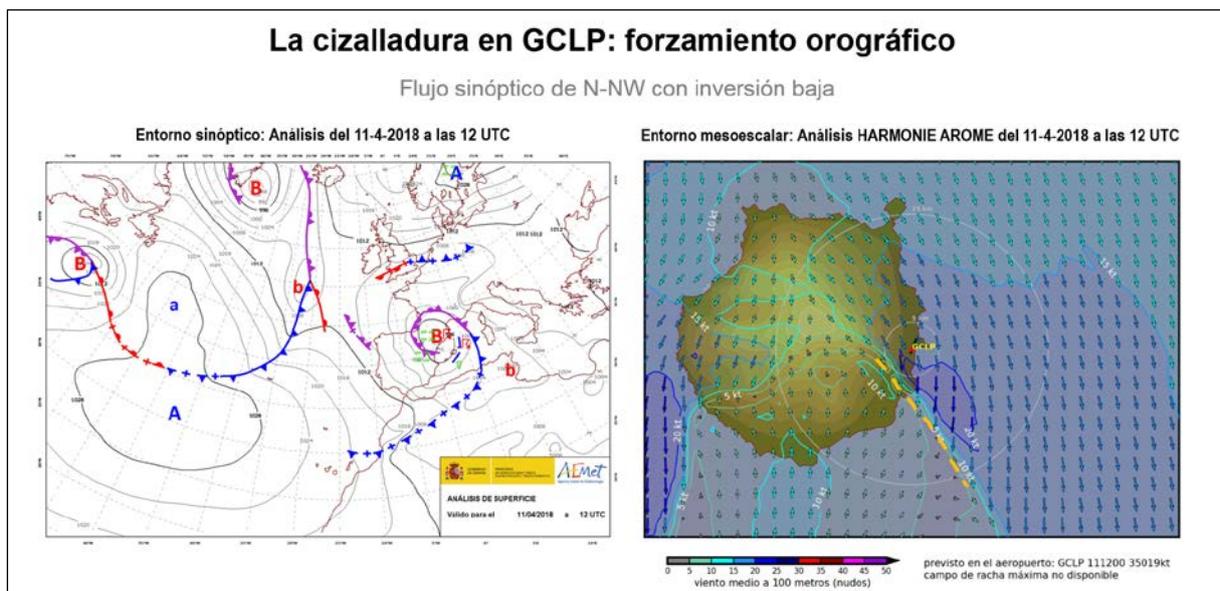


Figura 7. La importancia del forzamiento orográfico en la presencia de cizalladura en GCLP: flujo sinóptico de N-NW con inversión baja. Situación del 11-4-2018. En amarillo discontinuo se denota la línea de convergencia.

Inversión alta: en este escenario, una parte del flujo sinóptico circunvala la isla por su contorno y la otra la remonta, lo que puede dar lugar a descendencias a sotavento y, en última instancia, a la formación de una línea de convergencia menos acusada que en la inversión baja ya que el flujo es menos intenso que en el caso anterior. Además, cabría la posibilidad de la formación de ondas de montaña, aunque este efecto es poco frecuente ya que la isla no constituye una cadena montañosa y sí una elevación central (**figura 8**).

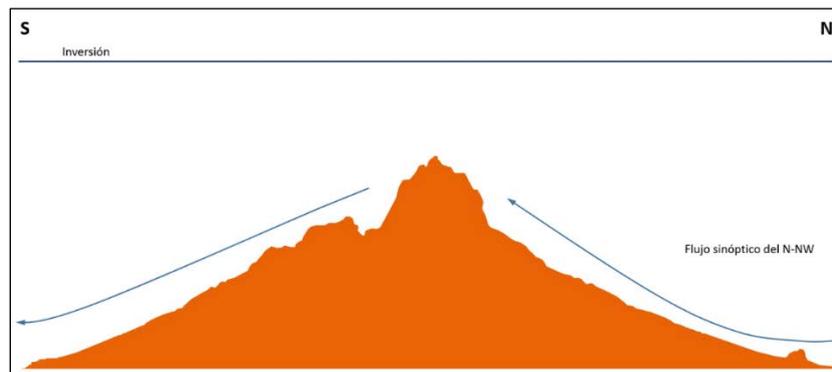


Figura 8. Modelo conceptual de la interacción de los alisios y Gran Canaria cuando la inversión está alta (corte transversal norte-sur).

El descenso a sotavento se canaliza a lo largo de los distintos barrancos y cañadas que discurren desde la cumbre más alta de la isla (Pico de las Nieves, 1956 m). De esta forma, su desembocadura en las inmediaciones de las sendas de aproximación por ambas cabeceras de GCLP puede suponer un entorno favorable a la intensificación de cizalladura (**figuras 9 y 10**).



Figura 9. Las numerosas cañadas y barrancos que parten desde el pico de las Nieves (1956 m) constituyen un elemento muy a tener en cuenta en las sendas de aproximación a GCLP. En rojo se denotan los puntos que son más vulnerables: la aproximación por la cabecera 03 está afectada por los barrancos de Tirajana y de Guayadeque, mientras que la aproximación por la cabecera 21 lo está por el de Silva. Imagen: adaptado de Google Earth.

La **figura 11** es complementaria de la **10**, con la diferencia de que aquí se han proyectado las áreas más vulnerables sobre el cono de aproximación. La aproximación por la cabecera 03 está potencialmente más afectada que por la cabecera 21.

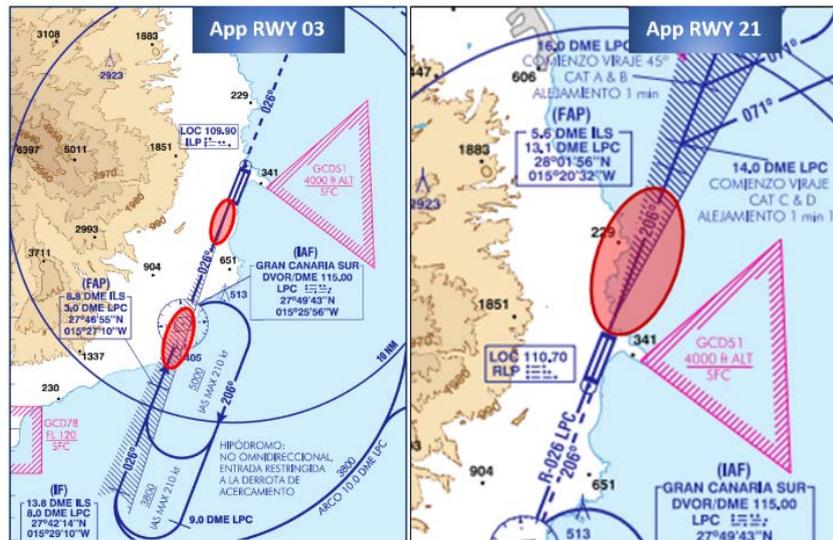


Figura 10. Identificación con una elipse roja de las áreas más vulnerables en la aproximación a la cabecera 03 y la 21 de GCLP. A la izquierda se muestra cómo el cono de aproximación por la 03 está afectada por dos barrancos, a diferencia de la aproximación por la 21 que lo está solamente por uno (derecha). Fuente: adaptado de ENAIRE.

La situación del día 23-4-2018 (figura 11) muestra el anticiclón de las Azores localizado en la cuenca atlántica y una baja presión en las inmediaciones del archipiélago canario que reforzaría ese flujo sinóptico de N-NW incidente.

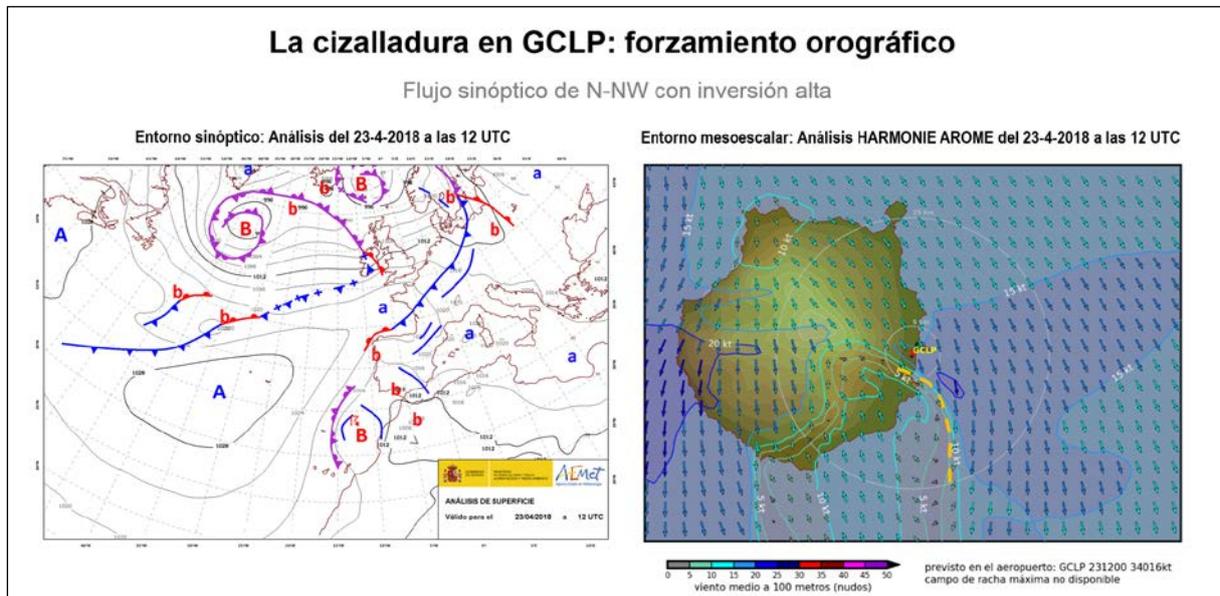


Figura 11. La importancia del forzamiento orográfico en la presencia de cizalladura en GCLP: flujo sinóptico de N-NW con inversión alta. Situación del 23-4-2018. En amarillo discontinuo se denota la línea de convergencia.

El modelo conceptual de la figura 12 resume cualitativamente ambos casos.

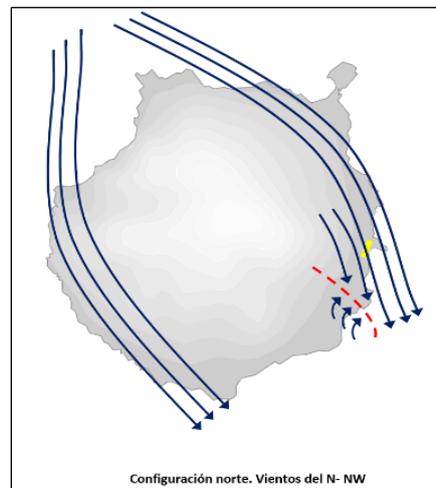


Figura 12. Modelo conceptual de comportamiento de viento en Gran Canaria en una situación de vientos de N-NW. En amarillo se denota la pista de GCLP y en rojo la línea de convergencia.

- **Perturbación del flujo sinóptico del W**

Cuando un flujo sinóptico del W incide sobre Gran Canaria y seguidamente la bordea por ambos lados de su contorno, podría producirse una convergencia a sotavento, precisamente donde se localiza GCLP. En este caso, el anemómetro de la cabecera 03 marcaría un viento de S-SW y el de la cabecera 21 uno de N-NW. Se trata de una situación poco frecuente. La [figura 13](#) es un ejemplo de esta situación.

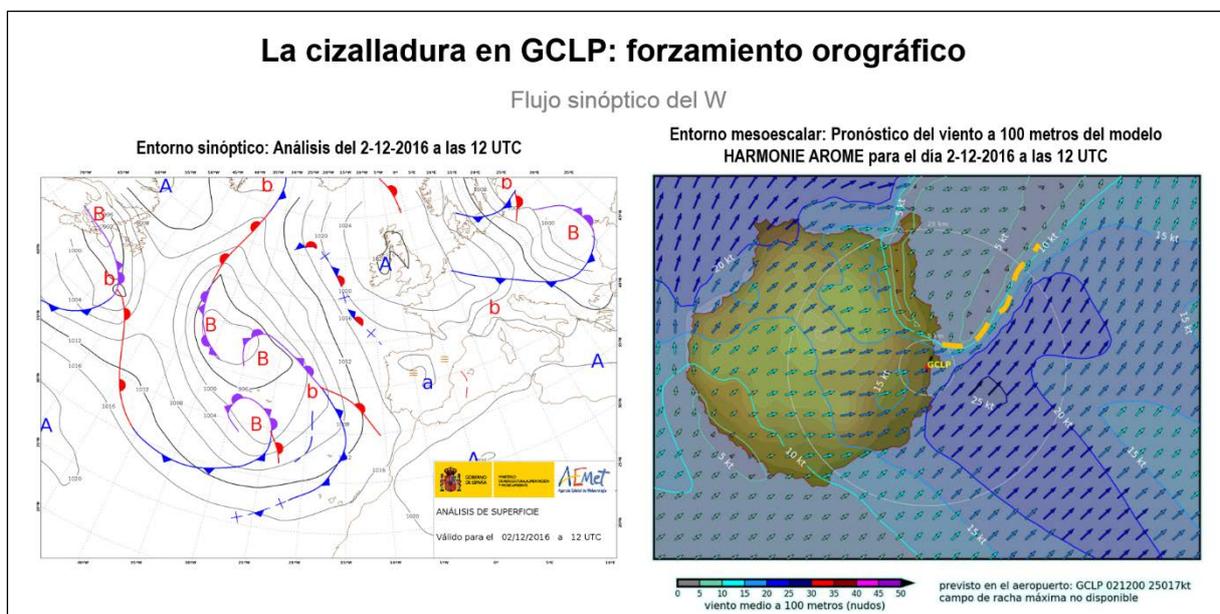


Figura 13. La importancia del forzamiento orográfico en la presencia de cizalladura en GCLP: flujo sinóptico del W. Situación del 2-12-2018. En amarillo discontinuo se denota la línea de convergencia.

▪ **Régimen de brisas**

En este caso, el flujo sinóptico sería débil y el calentamiento diurno podría favorecer el establecimiento de un régimen de brisas.

Cabe la posibilidad de que la brisa, al ser perpendicular a la costa, genere una zona de convergencia en el aeródromo con viento en cola en ambas cabeceras. En este caso, la aeronave experimentaría una cizalladura negativa al aproximarse por cualquiera de las cabeceras ya que aumentaría la componente de viento en cola al entrar en la zona de influencia de la brisa (figura 14).



Figura 14. La influencia de la brisa en la aproximación a GCLP por ambas cabeceras. Imagen: adaptada de Google Earth.

Por otra parte, en la figura 15 se ilustra un caso particular de este escenario: el avión experimenta un flujo débil de componente N en su aproximación por la cabecera 03, que pasa a ser de componente S (por tanto, viento en cola) al llegar a las proximidades del aeródromo donde sí se perciben los efectos de la brisa.



Figura 15. Aproximación a la cabecera 03 de GCLP con viento de N y brisa. Imagen: adaptada de Google Earth.

3.2.2.2. La inestabilidad atmosférica como precursora de la presencia de cizalladura en GLCP

El marco sinóptico de este escenario estaría caracterizado por una baja presión situada al oeste-noroeste de las islas Canarias, lo que posibilitaría que éstas se localizasen en el sector de vientos del tercer cuadrante. Suelen tener lugar en otoño e invierno. La **figura 16** muestra una situación de este tipo que tuvo lugar el 28-2-2018 y en la que se registraron 21 aterrizajes frustrados.

En este caso, la cizalladura está causada por un efecto combinado del dinamismo asociado a la baja presión y la orografía de la isla. El ambiente inestable ayuda a que, parte del flujo rodee isla y otra la remonte, creando a sotavento una zona de menor intensidad de viento, lo que implica la formación de una región de cizalladura al norte de GLCP.

Estas situaciones altamente inestables constituyen las de mayor impacto en la operatividad de GLCP. En este caso, la aproximación por la cabecera 21 sería la afectada ya que, en estas condiciones de viento de SW en superficie, es la operativa.

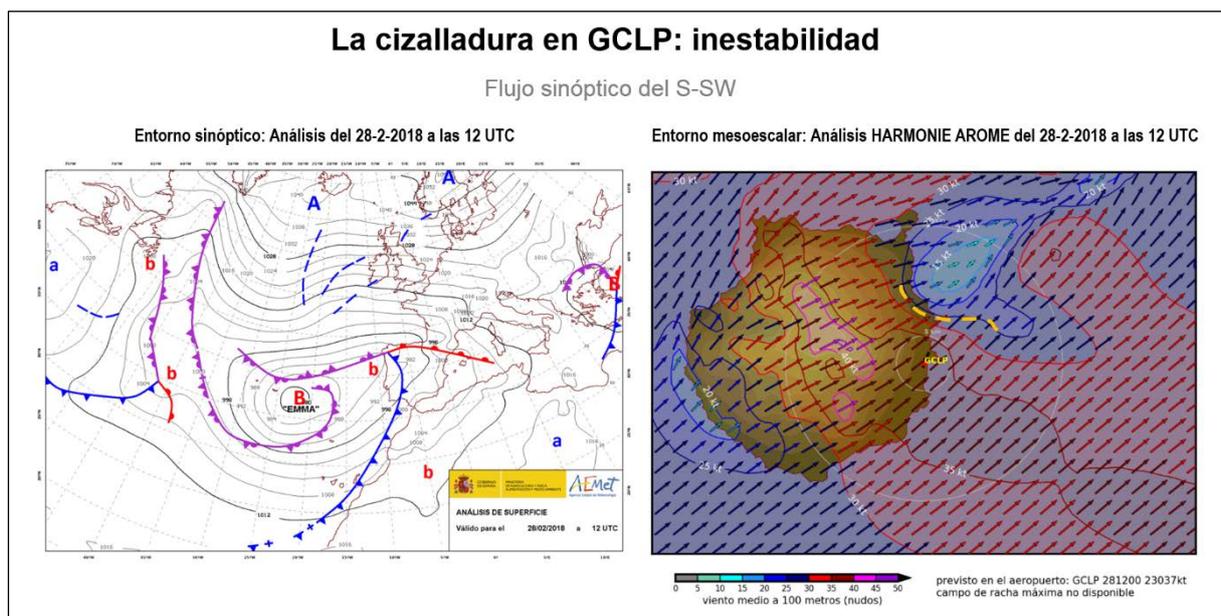


Figura 16. La importancia del forzamiento orográfico en la presencia de cizalladura en GLCP: flujo sinóptico de S-SW. Situación del 28-2-2018. En amarillo discontinuo se denota la línea de convergencia.

La **figura 17** resume conceptualmente lo anteriormente descrito.

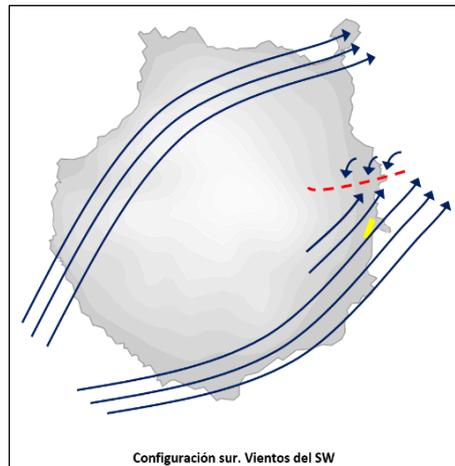


Figura 17. Modelo conceptual de comportamiento de viento en Gran Canaria en una situación de vientos de S-SW. En amarillo se denota la pista de GCLP y en rojo la línea de convergencia.

3.2.2.3. Recapitulación

Las [tablas 6](#) y [7](#) resumen la importancia de la orografía en la presencia de cizalladura en GCLP, además de relacionarla con los escenarios atmosféricos precursores y su correspondiente impacto.

El papel de la orografía como precursora de un entorno favorable a la presencia de cizalladura en GCLP	
Input (viento sinóptico)	Output (viento mesoescalar, GCLP)
N-NW	Componente N (350°-010°)
W	S-SW en la cabecera 03 y N-NE en la cabecera 21
SW (ambiente inestable)	SW

Tabla 6

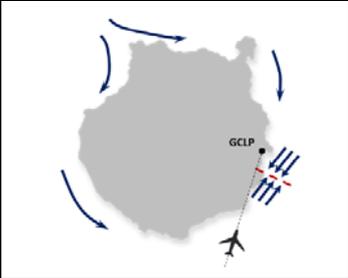
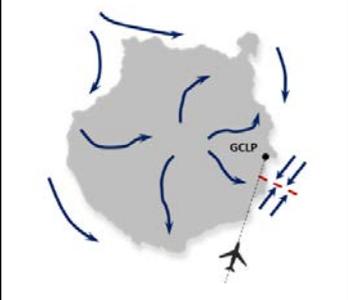
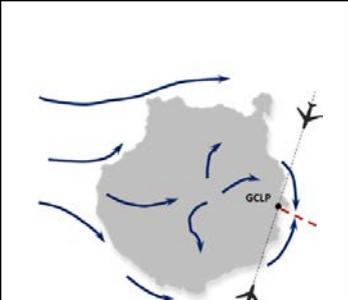
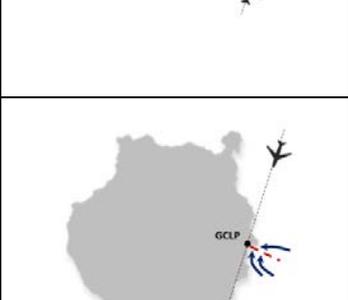
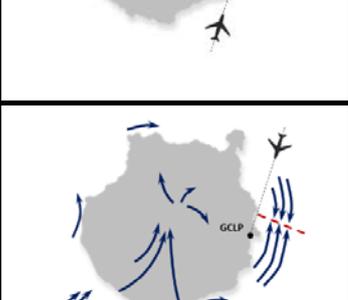
Escenarios atmosféricos e impactos		
Forzamiento orográfico (Matización del flujo sinóptico incidente)	Flujo sinóptico N-NW	<p>Inversión baja: el flujo sinóptico incidente rodea la isla por su contorno ⇒ intensificación en el flanco este ⇒ formación de una línea de convergencia al sur de GCLP, en la trayectoria de la senda de planeo ⇒ afectación a la aproximación por la cabecera 03: cizalladura positiva ⇒ viento en cola a viento en cara</p> 
	Flujo sinóptico N-NW	<p>Inversión alta: parte del flujo sinóptico remonta la isla y la otra la rodea por su contorno ⇒ formación de una línea de convergencia al sur de GCLP, menos acusada que en el anterior supuesto ⇒ afectación a la aproximación por la cabecera 03: cizalladura positiva menor que en el caso anterior ⇒ viento en cola a viento en cara</p> 
	Flujo sinóptico del W	<p>El flujo sinóptico rodea la isla por su contorno ⇒ formación de una línea de convergencia en el mismo aeropuerto ⇒ cabecera 03: viento del S-SW y cabecera 21: viento del N-NE ⇒ presencia de cizalladura entre pistas o en las cercanías de GCLP ⇒ afectación a la aproximación por las cabeceras 03 y 21 El METAR puede no ser suficiente para caracterizar el viento en el aeródromo</p> 
	Régimen de brisas	<p>Condiciones favorables para la formación de brisa ⇒ viento con una componente en cola en ambas cabeceras ⇒ afectación a la aproximación por las cabeceras 03 y 21: cizalladura negativa ⇒ aumento del viento en cola El METAR puede no ser suficiente para caracterizar el viento en el aeródromo</p> 
Ambiente atmosférico inestable	<p>El efecto combinado de la orografía y la inestabilidad asociada a la baja presión (ausencia de inversión) ⇒ se realza la capacidad del flujo incidente para remontar la isla ⇒ canalización por barrancos ⇒ formación de una línea de convergencia al norte de GCLP ⇒ afectación a la aproximación por la cabecera 21: cizalladura positiva ⇒ aumento del viento de cara</p> 	

Tabla 7

3.2.3. El impacto de la cizalladura en GCLP

En la **tabla 8** se muestra un resumen estadístico de los mensajes ATIS que reportan cizalladura (*windshear*, WS) o viento en cola (*tailwind*, TW) a lo largo del periodo comprendido entre enero de 2015 y mayo de 2018, organizados según la dirección del viento medida en la cabecera de pista que está operativa. Hay que tener en cuenta que el viento en cola es un caso particular de cizalladura.

Hay que tener en cuenta que los mensajes ATIS comunican el viento observado en superficie en la cabecera que está operativa mientras que en el METAR se cifra el viento observado en superficie en una cabecera fija del aeródromo, que ya está establecida previamente siendo la 03.

	Dirección (grados)	WS por dirección (%)	WS por cuadrante (%)	TW por dirección (%)	TW por cuadrante (%)
I cuadrante	360	22	73	5	31
	10	27		6	
	20	12		7	
	30	7		7	
	40	1		2	
	50	1		1	
	60	1		1	
	70	1		1	
	80	1	1		
II cuadrante	90	0	2	1	17
	10	0		1	
	110	0		1	
	120	0		1	
	130	0		1	
	140	0		2	
	150	0		4	
	160	1		4	
170	1	2			
III cuadrante	180	1	7	1	14
	190	1		1	
	200	2		1	
	210	1		2	
	220	1		2	
	230	1		1	
	240	0		2	
	250	0		2	
260	0	2			
IV cuadrante	270	0	18	1	17
	280	0		1	
	290	0		0	
	300	0		1	
	310	0		2	
	320	1		2	
	330	2		2	
	340	4		3	
350	11	5			

Tabla 8. Cizalladura (WS) en mensajes ATIS en el periodo de enero 2015 a mayo de 2018. El grueso de los mensajes WS reportados por los pilotos señalan que las situaciones de N-NW

son las más favorables a crear un entorno de cizalladura en la aproximación a GCLP. Fuente: datos proporcionados por la Torre de Control de GCLP.

Como puede observarse, las direcciones del viento que se asocian con episodios de cizalladura corresponden principalmente al I cuadrante (73 %) y al IV cuadrante (18 %). Así, las más habituales son las situaciones de componente N (direcciones comprendidas entre 30° y 330° en azul en la [tabla 8](#)) ya que suponen un 85 %, mientras que las de S-SW (direcciones comprendidas entre 160° y 230°, denotadas en amarillo) solamente representan el 9 % del total de escenarios de cizalladura en GCLP. Por último, cabe destacar que los vientos cuya dirección se encuentra entre 240° y 310° no suelen asociarse a situaciones de cizalladura.

Con relación a los mensajes ATIS que contienen viento en cola (*tail wind*, TW), se concluye que la mayoría de ellos tienen lugar con vientos cuya dirección se ubica en el I cuadrante. En muchos casos, cabe la posibilidad de que el piloto reporte ambas cosas: cizalladura y viento en cola. Ello suele ocurrir cuando en la misma trayectoria de aproximación a GCLP, una aeronave detecta viento en cola y, tras cruzar la línea de cizalladura, encontrarse con viento en cara. La secuencia completa correspondería a una situación de *cizalladura positiva*. En este caso, la línea de corte estaría formada por la convergencia de un viento flojo de S-SW y otro de componente N-NW.

Por otra parte, atendiendo a los aterrizajes frustrados en GCLP, la [figura 18](#) muestra los resultados del periodo comprendido entre abril de 2015 y mayo de 2018. De aquí puede concluirse que las situaciones de S-SW, a pesar de ser las menos frecuentes, son las que mayor impacto tienen en la operatividad de GCLP. Los máximos bien marcados corresponden precisamente a situaciones en las que se registraron un gran número de frustradas. Concretamente son: 26-4-2017 (14 frustradas), 5-11-2016 (13 frustradas) y 28-2-2018 (21 frustradas), casos que se corresponden con un flujo de S-SW.

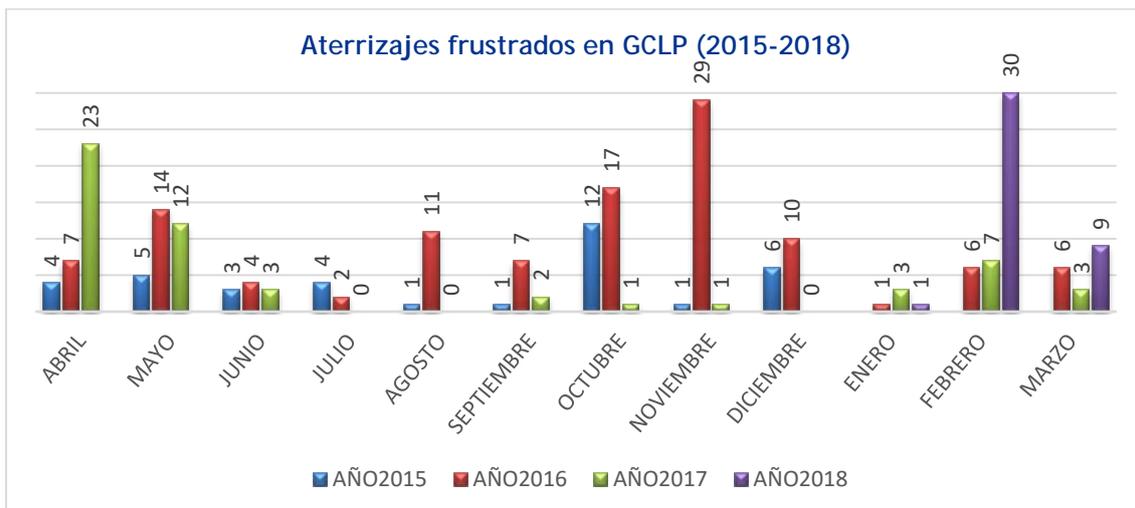


Figura 18. Número de frustradas registradas entre abril de 2015 y marzo de 2018 en GCLP, categorizadas por meses. Las situaciones de S-SW, sin ser las más frecuentes son las que tienen mayor impacto en la operatividad de GCLP. Fuente: AENA.

Además, a pesar de que la mayor parte de las operaciones frustradas tienen lugar cuando la cabecera 03 está operativa, la cabecera 21 es más vulnerable ya que solamente está

operativa un 7 % del periodo considerado (figura 19). Es importante resaltar que el grado de vulnerabilidad tiene que medirse en relación al tiempo que se encuentra operativa.



Figura 19. Categorización del número de operaciones frustradas por cabecera de pista a lo largo del periodo comprendido entre abril de 2015 y mayo de 2018. Aunque el número de frustradas es menor, la cabecera 21 es la más vulnerable por la cizalladura. Fuente: AENA.

4. Resumen

Los fenómenos meteorológicos más relevantes en GCLP, según su impacto en el marco operativo del aeródromo son la calima y la cizalladura.

En primer lugar, el efecto más inmediato de la calima es la reducción de la visibilidad. Aunque no ha provocado, hasta la fecha, ningún aterrizaje frustrado, hay que considerarla en el presente trabajo. Por término medio, hay 22 eventos anuales de calima en GCLP de los cuales, aproximadamente la mitad tienen lugar en diciembre. La cercanía de la isla al continente africano y el establecimiento de un entorno sinóptico adecuado constituyen sus dos principales precursores.

En segundo lugar, la presencia de cizalladura en GCLP está principalmente impulsada por el forzamiento orográfico o un ambiente atmosférico inestable. En el primer caso, la particular orografía de la isla posibilita la canalización y posterior aceleración del flujo incidente mientras que en el segundo, la inestabilidad atmosférica combinada con la orografía realza la capacidad del flujo para canalizarse y, en última instancia, formar una línea de convergencia en la aproximación al aeropuerto. Este segundo escenario es el menos frecuente pero el de mayor impacto, habida cuenta del número de aterrizajes frustrados registrados.

5. Summary

The most important meteorological phenomena in GCLP, according to their impact on the operational framework of the aerodrome, are haze and windshear.

Firstly, the most immediate effect of haze occurrence is the reduction of visibility. Although, to date, no missed approaches have been registered, it must be considered in the present study. On average, there are 22 haze events per year in GCLP, approximately half of them occurring in December. The proximity of the island to the African continent and an adequate synoptic configuration are its two main forerunners.

Secondly, the presence of windshear in GCLP is mainly driven by orographic forcing or unstable atmospheric environment. In the first case, the particular orography of the island channels -and therefore accelerates- the incident flow while in the second case, the atmospheric instability combined with the orography enhances the channeling of the flow and, ultimately, forms a convergence line in the approach to the airport. This second scenario is the least frequent but has the greatest impact, given the number of missed approaches recorded.

6. Referencias

Ledesma Jimeno, M.; Baleriola Martínez, G. (1984): **Meteorología aplicada a la aviación**, Editorial Thomson Paraninfo, 540 pp.

Suárez Molina, D.; Fernández Monistrol, J. A.; Uriel González A. E. (2018): **Catálogo-guía de fenómenos meteorológicos que afectan a la isla de Gran Canaria**, Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid, 101 pp.

7. Agradecimientos

Torre de Control del aeropuerto de Gran Canaria (ENAIRE).

Fernando Vega González, piloto comercial de la compañía *Vueling*.

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA
Leonardo Prieto Castro 8
28040 Madrid (España)

