

ANÁLISIS DEL VIENTO Y LA NIEBLA EN EL AEROPUERTO DE LOS RODEOS (TENERIFE). CAMBIOS Y TENDENCIAS.

Víctor M. ROMEO¹, M^a Victoria MARZOL²

1 Graduado en Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de La Laguna.

2 Dpto. de Geografía e H^a. Universidad de La Laguna.

vmromeo@ull.edu.es, mmarzol@ull.es

RESUMEN

El aeropuerto Tenerife Norte - Los Rodeos se encuentra localizado en el Nordeste de la isla de Tenerife, en una zona relativamente llana expuesta a los vientos alisios dominantes. La nubosidad que acompaña a estos vientos del NE, que por la orografía de la zona modifican su dirección habitual convirtiéndose en vientos del NO, queda retenida en la fachada norte de la isla, provocando que en un número significativo de días al año, el aeropuerto esté cubierto por la niebla, lo que afecta de una forma muy importante a su operatividad.

El objetivo del trabajo es caracterizar el régimen de vientos y de la niebla en el aeropuerto de Tenerife Norte - Los Rodeos durante los últimos trece años (2000-2012), y comprobar si se han producido cambios significativos en ambas variables climáticas con respecto a los periodos normales de 1961-1990 y 1971-2000.

Palabras claves: Niebla, alisios, viento, mar de nubes, aeropuerto, Tenerife, islas Canarias.

ABSTRACT

The Tenerife North Airport - Los Rodeos is located in the northeast of the island of Tenerife, in a relatively flat area exposed to the prevailing trade winds. The cloudiness (type?) That accompanies these NE winds, which by the topography of the area change their usual direction winds becoming NO, is retained in the north facade of the island, causing a significant number of days a year, the airport is covered by fog, affecting a very important way to its operation. The objective of this work is to characterize the wind regime and fog at the airport in Tenerife Norte - Los Rodeos during the last thirteen years (2000-2012), and see if there have been significant changes in both climate variables with respect to normal periods of 1961-1990 and 1971-2000.

Key words: Fog, alisios, wind, sea of clouds, airport, Tenerife, Canary Islands.

1. INTRODUCCIÓN

Conocer el comportamiento y con ello, realizar una caracterización del régimen de vientos en un determinado punto de las Islas Canarias, además de tener una gran importancia a nivel climático, presenta dos grandes problemas: por un lado el escaso número de estaciones que lo miden, y por otro la imposibilidad de generar datos a amplios territorios como consecuencia de los contrastes orográficos tan marcados. A estas dificultades hay que añadir la complejidad de trabajar con un elemento, que a diferencia de otras variables climáticas, viene determinado por

dos parámetros en lugar de uno: dirección y velocidad. A pesar de ser unas islas en las que su influencia tiene un carácter determinante en su clima, su vegetación y en la sociedad, son muy pocos los estudios publicados sobre el viento en esta zona, si se compara con otras variables como pueden ser la temperatura y precipitación. Existen diferentes perspectivas que abordan el estudio del viento. Las más comunes son a nivel climático (FONT TULLOT, 1951; MARZOL, 1993; DORTA, 1996), aprovechamiento del potencial eólico con energías renovables (CASTRO y GALANTE, 1990; MEDINA PADRÓN, 1997;), y como riesgo natural (OLCINA CANTOS, 2006;). En este caso se trabaja desde una perspectiva diferente, caracterizar el régimen de vientos y nieblas en una zona en concreto utilizando como referencia un aeropuerto y las incidencias que se derivan en el transporte aéreo. El primer antecedente y que sirve como base para este trabajo, es el análisis del régimen de vientos y la niebla en los Rodeos que hizo FONT TULLOT (1945). En 1969, HUETZ de LEMPS en su libro sobre el clima de Canarias, compara el viento en los meses de enero y julio en Los Rodeos y deja claro el predominio de los vientos del NW frente a los de la dirección opuesta SE. Con posterioridad, las publicaciones de la Aemet (Agencia Estatal de Meteorología) de los observatorios meteorológicos, en la referida a la estación de Los Rodeos, únicamente se aporta información de la niebla. Se han encontrado referencias al viento en este sector de la isla de Tenerife en el Plan Director del Aeropuerto de Los Rodeos (2001) y en el Mapa Estratégico de Ruido (2007) que incluyen un análisis sobre la frecuencia, dirección y velocidad media del viento, en los periodos 1988-1998 y 1996-2005, respectivamente. A nivel nacional, son varios los trabajos que relacionan al menos una de las variables climáticas analizadas en este estudio y la incidencia que tiene en los aeropuertos de Sevilla, Madrid y Pamplona (MARÍN DOMÍNGUEZ, 1989; CASTEJÓN y GARCÍA-LEGAZ, 1996; PEJENAUTE GOÑI, 2006). En definitiva, es bien conocida la dinámica del viento y la niebla en el pasillo de Los Rodeos y sin embargo son muy pocas las publicaciones al respecto.

El área de estudio se localiza en Nordeste de Tenerife, en torno a los 600 metros de altitud en una de las escasas zonas relativamente llanas de la isla, los llanos de los Rodeos. Estos terrenos, de pendientes suaves, con un marcado uso agrario, ubicados próximos a los dos núcleos de población más importantes, Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de La Laguna, fueron elegidos a mediados del siglo pasado para situar uno de los dos aeropuertos con los que cuenta la isla. La llanura central se encuentra flanqueada al Este por los montes del macizo de Anaga y al Oeste por las estribaciones de la Dorsal de Pedro Gil. Tanto hacia el Norte como al Sur, la pendiente desciende de forma continua y pronunciada hasta el océano, sin accidentes geográficos que corten la homogeneidad del paisaje. Esto unido a las elevaciones situadas a ambos lados, hacen que esta zona adquiera la forma de un pasillo alargado, más que la de un valle. La canalización de los vientos alisios por este pasillo, ocasiona la modificación de su dirección habitual, pasando a ser vientos del Noroeste. Esta exposición a los vientos dominantes y la altitud a la que se encuentran estos terrenos, genera uno de los mayores problemas que afecta directamente a la operatividad del aeropuerto: la niebla. La falta de visibilidad por niebla, de radiación, advectiva o por nubosidad baja, es una de las causas más frecuentes de la interrupción del tráfico aéreo en muchos aeropuertos del mundo que ocasiona importantes pérdidas económicas y trastornos a los viajeros, y en ocasiones fatales accidentes con pérdidas humanas (FEDOROVA, 2001. 2010; WEYMOUTH, *et al.*, 2007; VAN SCHALKWYK y DYSON, 2013). La niebla fue el origen del mayor accidente aéreo ocurrido hasta el momento, precisamente en Los Rodeos el día 27 de marzo de 1977 en el que murieron 583 personas debido a la colisión de dos Boeing 747. La presencia de niebla en este aeropuerto está asociada, además de a la suave orografía donde se halla la pista, la altitud, la proximidad a la costa y a la exposición a los vientos húmedos del Atlántico, al flujo de vientos del primer cuadrante y a una

inversión térmica que comprime la nubosidad del mar de nubes y la convierte en una niebla de advección discurriendo al ras de la propia pista.

El trabajo que se presenta busca demostrar con datos lo que ya se conoce del viento y de la niebla en ese lugar. El relieve tan particular del pasillo de Los Rodeos hace que los cambios de tiempo – de alisio a tiempo sur y viceversa-, se perciban con claridad y rapidez en ese observatorio, de ahí la importancia de conocer cuál es su dinámica. El trabajo se estructura en tres partes, en la primera se analizan las características del viento en los últimos trece años, en la segunda parte se comparan los resultados obtenidos con los de los períodos 1961-1990 y 1971-2000, y en la tercera se analizan y comparan los valores de los días de niebla en la 2000-2012.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

El estudio de las características del viento en el pasillo natural de Los Rodeos se realiza mediante el análisis estadístico de sus dos variables: dirección y velocidad. En lo que respecta a la dirección se utiliza la rosa de vientos de 16 rumbos y en el caso de la velocidad se emplea la escala Beaufort según los umbrales que establece la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en la Guía del Sistema Mundial de Observación de 2010, actualizada en 2012 (OMM - n° 488). Los datos del viento y de la niebla analizados proceden de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet) y corresponden a la estación meteorológica situada en la cabecera 30 de la pista del Aeropuerto Tenerife Norte – Los Rodeos (16°19'62"N, 28°28'39"O, 632 m.s.n.m.). El período temporal estudiado es de 13 años (2000-2013) y se trabajan las observaciones a cuatro horas del día (00:00, 07:00, 13:00 y 18:00) para el viento. En total, se contabilizan 4.749 días con 18.996 registros, de los que se descartan 46 (el 0,2%), 39 de ellos porque la dirección del viento presenta una componente variable y 7 registros por la ausencia de datos. En definitiva, la base de datos analizada es de 18.950 registros. En el caso de la niebla, es importante aclarar que se contabiliza como día de niebla, cualquier día en el que en algún momento exista la presencia de este fenómeno. El análisis temporal de la variación de la niebla se realiza del período 1951-2013. En el año 1971 se produce un cambio de ubicación de la estación meteorológica desde la cabecera norte de la pista, más afectada por la niebla, a la cabecera sur de la misma con una situación de cierto sotavento. Por ese motivo, se estudia la evolución de este meteoro en dos períodos, de 1971 a 2000 y de 2000 a 2012. El hecho de que el período de 1951 a 1970 registre un mayor número de días con niebla con respecto a los treinta años siguientes, de 1971 a 2000, no es fruto de una tendencia negativa sino del traslado de la estación meteorológica a una zona a partir de la cual la niebla advectiva que afecta a la pista del aeropuerto se diluye. Por el mismo motivo, no es adecuado comparar los valores de la niebla de los últimos trece años, 2000-2012, con el período normal de 1961-1990.

3. CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN DE VIENTOS Y LA NIEBLA EN LOS RODEOS (2000-2012).

3.1. Dirección media mensual y anual del viento

Al analizar la frecuencia relativa de cada dirección del viento, utilizando para ello todas las observaciones del periodo estudiado, lo primero que destaca es el predominio claro de los vientos del cuarto cuadrante puesto que los vientos del oeste hasta el noroeste representan el 68% del total de las observaciones. Aunque todas sus direcciones alcanzan valores elevados, sobresale la asiduidad de las componentes NW y WNW (tabla 1). Opuestos a esos vientos dominantes, y sólo con una frecuencia en torno al 20%, se encuentran los del segundo

cuadrante. En cuanto a los vientos de los dos cuadrantes restantes, su incidencia es muy escasa puesto que su frecuencia apenas supera el 10%.

FRECUENCIA MEDIA DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LOS RODEOS (2000-2012)																
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
3,9	0,9	0,4	0,5	2,3	6,0	6,4	5,2	2,9	0,5	0,4	1,2	11,9	21,4	23,1	11,2	1,9

Tabla 1: FRECUENCIA (%) MEDIA DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LOS RODEOS, A LAS 00, 07, 13 Y 18 HORAS (2000-2012). FUENTE: AEMET.

El comportamiento del viento en Los Rodeos tiene una dualidad muy bien diferenciada. Durante seis meses, -de abril a septiembre-, dominan los vientos del NW, siendo más frecuente en las horas de la tarde, mientras que en los otros seis meses, -de octubre a marzo-, esa dirección se comparte, en muchas ocasiones casi al 50%, con los vientos del SE, que son más frecuentes al mediodía. Estacionalmente también se observan claras diferencias puesto que en invierno hay una dualidad de los cuadrantes segundo y cuarto, con frecuencias similares de ambos; en cambio, desde mediados de primavera hasta comienzos del otoño los vientos del SE van perdiendo relevancia en favor de los del NW, que se convierten en los más importantes con diferencia. Esta dirección llega a suponer el 40 y 43% de los días en mayo y junio al atardecer, hora en la que alcanzan la mayor asiduidad. Con la llegada del otoño se produce un cambio en el comportamiento y a partir de septiembre los vientos del SE vuelven a ser significativos hasta hacerse igual de frecuentes que los del NW a comienzos del año.

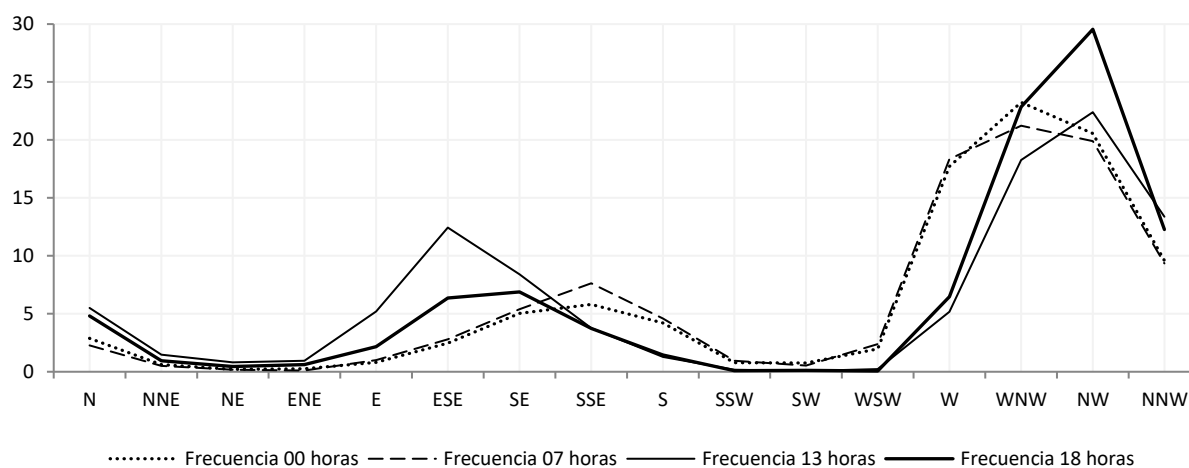


Fig. 1- FRECUENCIA (%) MEDIA ANUAL DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO A CUATRO HORAS DEL DÍA EN LOS RODEOS (2000 - 2012). FUENTE: AEMET.

El gráfico de los porcentajes de las frecuencias medias anuales, calculados sobre el total de las observaciones de cada hora (Fig. 1) ratifica, por una lado, el dominio de los vientos del cuarto cuadrante a lo largo de todo el año, con un pico máximo a las seis de la tarde, y, por otro, que los vientos del segundo cuadrante constituyen la segunda componente dominante. El resto de las direcciones son muy infrecuentes en este lugar.

3.2. Velocidad media mensual y anual del viento de Los Rodeos en el período 2000 - 2012

En el análisis de las frecuencias absolutas y relativas de la velocidad del viento del total de los datos a cuatro horas (00, 07, 13 y 18 h), utilizando los umbrales de la escala de Beaufort, se concluye que el 78% de los vientos son inferiores al grado 4 de dicha escala, lo que supone que no se superan los 28 km/h. Si el umbral se pone en el grado 5, es decir vientos con velocidades inferiores a 38 km/h, se puede decir que el 95% de los vientos en el pasillo de Los Rodeos tuvieron, durante los últimos trece años, una velocidad de floja a moderada. Las frecuencias más altas se corresponden con los grados 3 y 4, lo que significa que más de la mitad de las observaciones tienen una velocidad entre los 12 y los 28 Km/h, valores habituales de los vientos alisios. En cuatro ocasiones el viento ha superado el grado 8 de la escala de Beaufort, catalogado como temporal (02/04/2000, 09/04/2002, 10/04/2002 y 29/11/2005). Los periodos de calmas son relativamente escasos sólo el 1,9% de la serie.

En cuanto a la velocidad media anual a las cuatro horas (Fig. 2), los vientos del cuarto cuadrante (de oeste a norte) poseen una velocidad cercana a los 25 km/h durante todo el año. En el caso de vientos del segundo cuadrante (de este a sur) su velocidad es de 10 a 15 km/h, siendo al mediodía cuando alcanza la mayor intensidad.

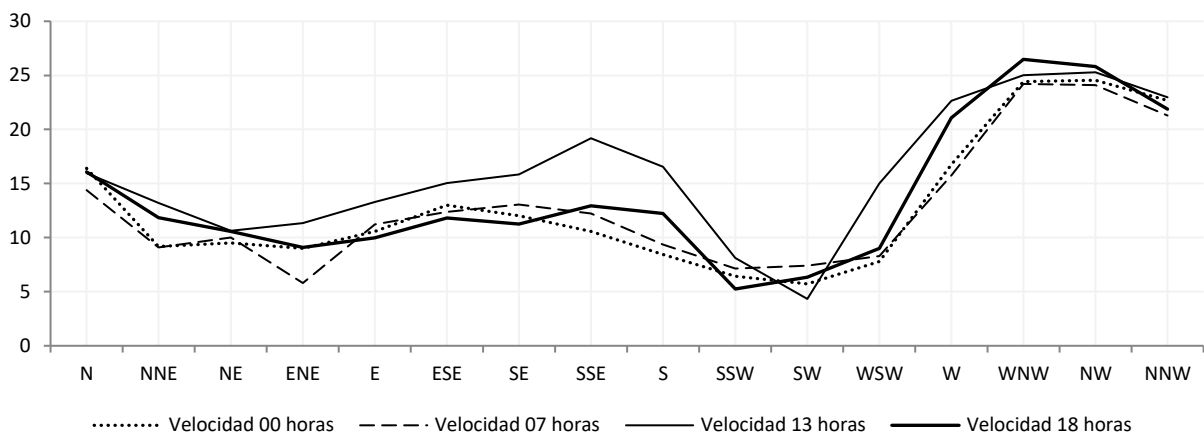


Fig. 2- VELOCIDAD (KM/H) MEDIA ANUAL DEL VIENTO A CUATRO HORAS DEL DÍA EN LOS RODEOS (2000 - 2012). FUENTE: AEMET.

Estacionalmente a principios del invierno (diciembre) el viento del NW posee una velocidad media cercana a los 20 km/h, en enero empieza a aumentar hasta situarse entre 20 y 25 km/h en marzo. Durante la primavera se mantiene en torno a los 25 km/h, incrementándose por encima de ese valor durante todo el verano, incluso superando los 30 km/h en julio, siendo este mes y las el más ventoso. Con la llegada del otoño comienza a descender paulatinamente la velocidad del viento del NW hasta llegar a ser de 20 km/h en noviembre.

Al comparar las rosas de la dirección y velocidad del viento medias anuales a cada hora, se extrae una idea aproximada de cómo varía el viento a lo largo del día. Por la noche, hay un predominio claro de vientos del WNW, con una velocidad media que se acerca a los 25 km/h. Al amanecer, el alisio reduce ligeramente su frecuencia y velocidad media, mientras que los vientos del SSE aumentan sobre todo su constancia. En el mediodía los del WNW rolan al NW y los SSE al ESE, incrementándose la velocidad de ambos con respecto a lo que ocurre a las 7 de la mañana. Finalmente, al atardecer la tendencia se invierte y son los vientos del NW los

más frecuentes, ya que casi el 30% de los días tienen esa dirección. En cuanto a la calmas alcanzan sus valores más elevados por la noche, coincidiendo con la menor intensidad del alisio.

3.3. Comparación de los rasgos del viento en el periodo 2000-2012 con los valores normales 1961-1990 y 1971-2000.

Al comparar los valores de los tres periodos (Fig. 3), no se aprecian diferencias significativas puesto que el predominio de los vientos del cuarto cuadrante frente a los del segundo cuadrante es absoluto en todas las series, repitiéndose una presencia prácticamente nula de los procedentes de los otros dos cuadrantes.

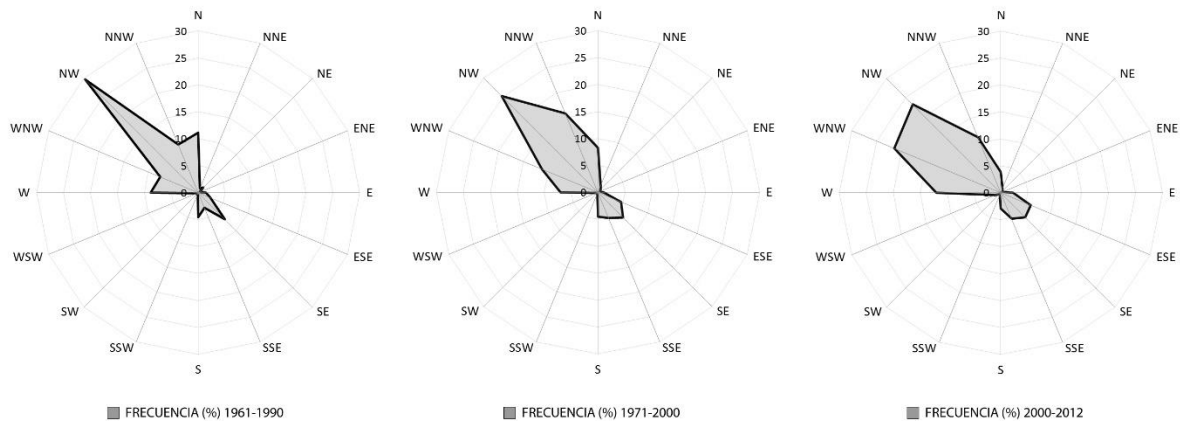


Fig. 3- FRECUENCIA (%) POR DIRECCIÓN EN LOS RODEOS (1961-1990, 1971-2000, 2000-2012). FUENTE: AEMET.

Ahora bien, al profundizar en el análisis sí existen diferencias:

1. El alisio, con vientos del N al W, en el periodo analizado ha sido más frecuente que en las series de 1961-1990 y 1971-2000 que presentan valores similares, el 71,5% frente al 66,9% y 67,7 respectivamente.
2. Los vientos del segundo cuadrante, del E al S, también han sido más frecuentes en los últimos trece años, el 22,8% frente al 18,4% y 21,8% respectivamente. Por tanto, la incidencia de las dos direcciones dominantes del viento en Los Rodeos ha aumentado en los últimos años, siguiendo en ambos casos la misma evolución, los valores más bajos se corresponden con la serie más antigua, aumentan en la serie central y alcanzan los registros máximos en la serie más reciente.
3. En el caso de las calmas ocurre justo lo contrario, la frecuencia se ha reducido drásticamente del 11%, en la treintena 1961-1990, al 7,3% en el periodo 1971-2000, y finalmente apenas al 2% en los primeros años de este siglo.
4. También se ha producido un cambio significativo de dirección durante los días con régimen de alisios, ya que en la serie normal se aprecia una frecuencia altísima, en torno al 30% del viento del NW, mientras que en la serie 2000-2012 esa dirección reduce su frecuencia un 7%; igualmente, las del W y NNW aumentan notablemente. En definitiva parece que el alisio durante los últimos años ha rolado al WNW.
5. En cuanto a las velocidades medias no se aprecian diferencias significativas entre los tres periodos. Lo más destacable es que en el periodo 2000-2012 la velocidad de los vientos del cuarto cuadrante aumenta respecto a la de 1961-1990, pero disminuye en casi todas sus direcciones al compararlo con los datos de 1971-2000.

3.4. Frecuencia de los días de niebla en Los Rodeos

En los días en los que el régimen de los alisios es el dominante, es muy frecuente que las fachadas de las islas abiertas al Norte se vean cubiertas por un manto de nubes. Al ser un fenómeno asociado a los vientos del NW es interesante ver su evolución en ambos periodos, para comprobar si existen diferencias y si éstas son coherentes con los resultados obtenidos anteriormente. En Los Rodeos la niebla está presente una media de 82 días al año, es decir uno de cada cuatro días el aeropuerto está cubierto por la niebla en algún momento del día. Al analizar su frecuencia anual se observa que no existe tendencia en ninguno de los tres períodos establecidos (Fig. 4).

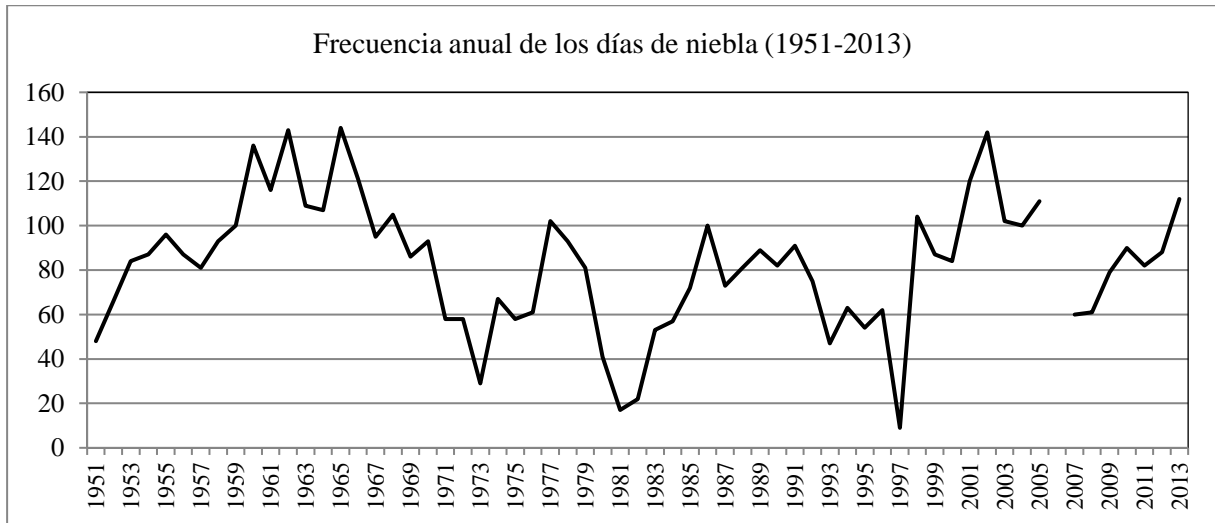


Fig. 4: FRECUENCIA ANUAL DE LOS DÍAS DE NIEBLA EN EL AEROPUERTO DE LOS RODEOS DESDE 1951 HASTA 2013.

En los últimos trece años el aeropuerto de Los Rodeos ha estado afectado por la niebla con mayor frecuencia de lo habitual, sobre todo en los meses de junio y noviembre -5 días más por mes- y mayo y agosto con 3 días más de niebla respectivamente. Por ese motivo los mayores cambios se producen en verano y otoño (Fig. 5).

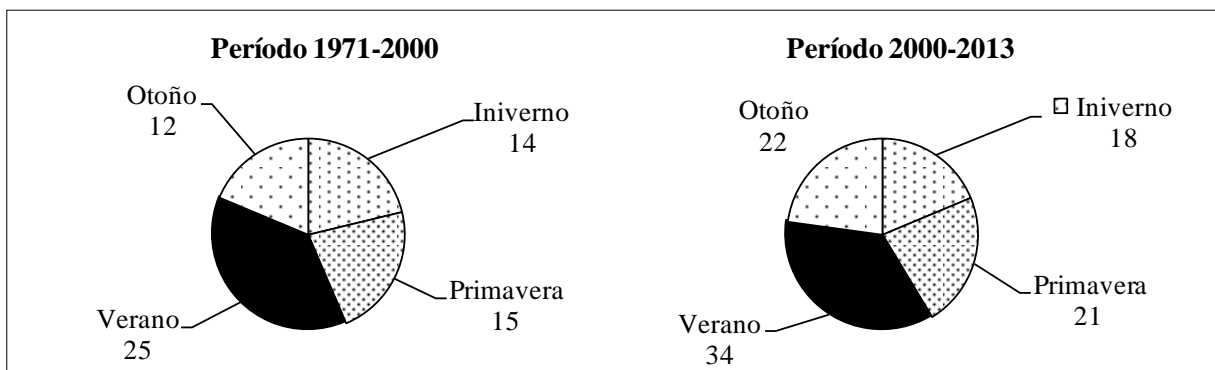


Fig. 5: N°. DE DÍAS CON NIEBLA EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES DEL AÑO EN EL AEROPUERTO DE LOS RODEOS.

4. EJEMPLO DE LA DUALIDAD DEL VIENTO EN LOS RODEOS: LO OCURRIDO DURANTE LA SEGUNDA QUINCENA DE ABRIL DE 2013.

Como ya se ha replicado, en el pasillo de Los Rodeos existe un régimen de vientos en el que se alternan, de forma casi exclusiva, dos componentes, el NW y el SE. El predominio de una u otra componente, va a marcar el tipo de tiempo dominante, no sólo en esta parte, sino en toda la isla. El régimen de alisos se caracteriza por una humedad relativa elevada, una temperatura suave y una considerable nubosidad; por el contrario bajo la influencia del tiempo sur, la humedad relativa es baja, la temperatura alta o muy alta y el número de horas de sol al día suele ser muy elevado.

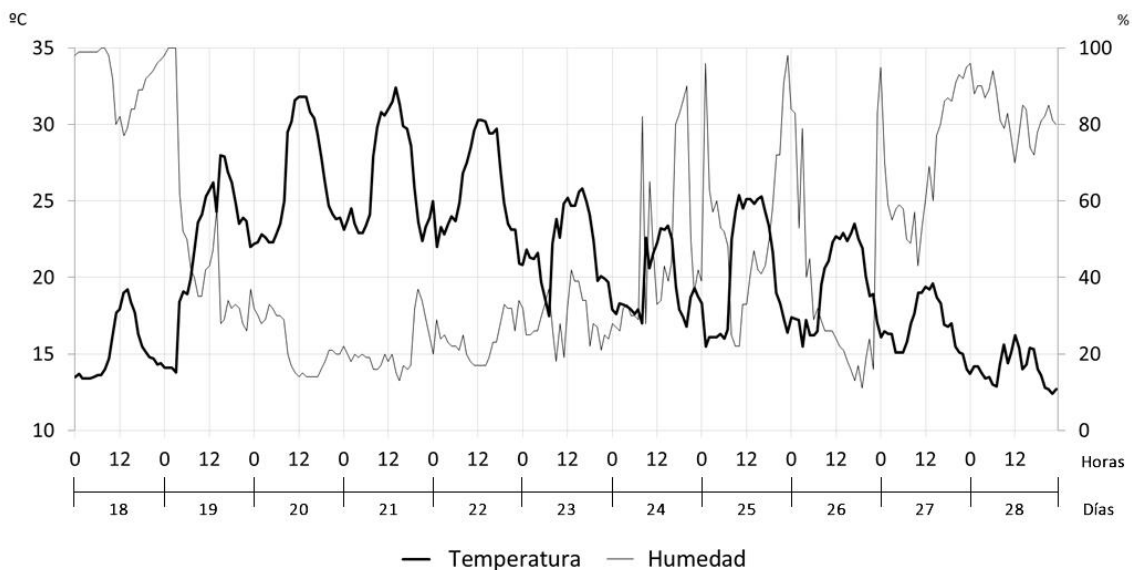


Fig. 6- Evolución de la humedad relativa y la temperatura horaria desde el día 18 al 28 de abril de 2013 en Los Rodeos. Fuente: Aemet. Elaboración propia.

Como se aprecia en la Fig.6, durante la segunda quincena del mes de abril de 2013 se produjeron sucesivos episodios que alternaron entre los vientos del NW y del SE. Este magnífico ejemplo permite explicar los dos tipos de tiempo más comunes en las islas, y cómo cambian las condiciones atmosféricas en Los Rodeos. El día 18 el tiempo estaba marcado por la influencia del régimen de los alisos con temperaturas suaves que no rebasaban los 20°C en las horas centrales del día y una humedad relativa, del 100% en las horas del atardecer. A partir del 19 se produce un cambio radical en las condiciones. Los vientos húmedos y frescos del NW son sustituidos por otros cálidos y secos del SE. Así la temperatura se eleva hasta los 28°C durante el mediodía y la humedad relativa desciende por debajo del 40%. En los siguientes días se mantiene esta situación de temperaturas muy altas que superan los 30° en las horas centrales del día y humedad muy baja, típica de los días de tiempo sur. A partir del 27 y sobre todo, el día 28, el régimen de los alisos vuelve a “entrar” como se puede ver por los valores de temperatura y humedad relativa alcanzados. En medio de estas dos condiciones atmosféricas opuestas, encontramos los días que van del 23 al 27, que representan la transición de uno a otro tipo de tiempo, reuniendo rasgos de ambos.

Otra característica que refleja el predominio de un tiempo u otro, es el grado de la insolación y los mapas del tiempo. En el primer caso, en los días de aliso la insolación suele ser menor que

en los de tiempo sur, debido a la aparición del manto de estratocúmulos que cubre la vertiente norte de las islas y que muy probablemente afectará al aeropuertos de Los Rodeos en forma de niebla; así, el 18 de abril, bajo influencia de vientos del NW, el porcentaje de insolación fue del 52%, muy inferior al 88% que se alcanzó el día 20 cuando predominaban los vientos del SE. En los mapas del tiempo (Fig. 7), se observa que el día 18 el anticiclón de las Azores se encuentra en torno a los 40° de latitud Norte, predominando los vientos del NE sobre Canarias; en cambio la situación del día 20, muestra un centro de bajas presiones muy próximo al archipiélago, que propicia la entrada de los vientos del SE.

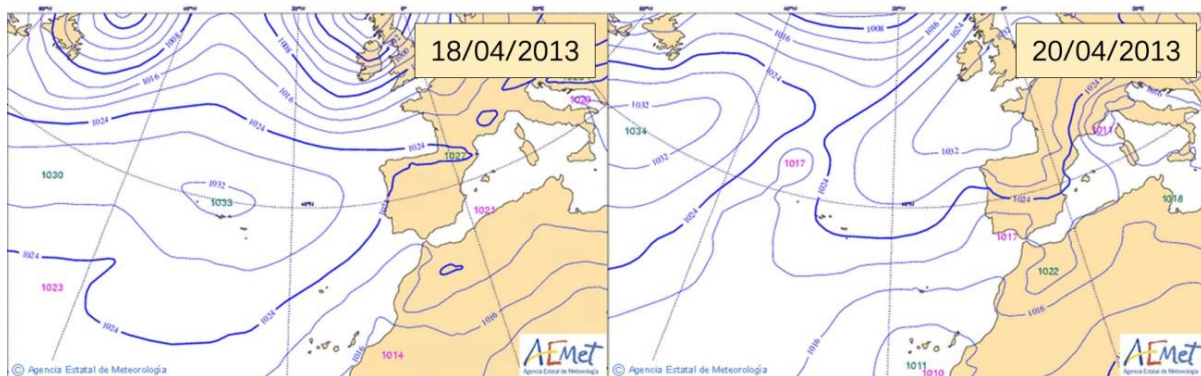


Fig. 7- Mapas sinópticos de la presión en superficie (hPa), a las 00 horas los día 18 y 20 de abril de 2013. Fuente: Aemet.

6. CONCLUSIONES.

A tenor de los resultados obtenidos en el periodo analizado, queda claro que hay dos rasgos principales que definen el régimen de vientos en la zona del pasillo de Los Rodeos. El primero de ellos es la influencia durante casi todo el año de los vientos alisios del NE, que en este sector de la isla, debido a la orografía, se canalizan y se convierten en vientos del NW. Dominantes en la mayoría de los meses, alcanzan sus picos máximos de frecuencia y velocidad en los meses de primavera y verano.

El segundo rasgo definitorio, es la dualidad existente entre los vientos del cuarto y segundo cuadrante, y la casi nula presencia de vientos de los otros cuadrantes. Los meses en los que desciende la presencia de los alisios son los vientos del SE los que ganan relevancia, llegando incluso a sobrepasar en frecuencia e intensidad a los vientos del NW en determinados momentos del año.

Al comparar la serie 2000-2012 con los periodos 1961-1990 y 1971-2000, se concluye que ha habido cierta variación en el comportamiento del viento. Quizá lo más llamativo sea que la frecuencia del alisio ha aumentado en estos trece años con respecto a las series normales, y que la dirección predominante del NW ha rolado al WNW. En el caso de los vientos del SE, ocurre algo similar pero a una escala menor ya que las modificaciones son menos acusadas. De ello no sólo se extrae la conclusión de que el régimen de vientos en el pasillo de Los Rodeos es cada vez más marcado por las direcciones ya mencionadas, sino que unido al descenso de las calmas, se puede interpretar como que cada vez hay más episodios de viento y menos periodos de calma.

Por último, se confirma que la frecuencia del alisio no sólo se mantiene sino que aumenta, como se aprecia también en el incremento de los días de niebla en el periodo 2000-2012 al compararlo con los datos de la serie 1971-2000. A este respecto, el nuevo sistema instrumental de ayuda al aterrizaje (ILS, por sus siglas en inglés), que el organismo estatal Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena) ha instalado en el aeropuerto Tenerife Norte – Los Rodeos, facilitará las operaciones de aproximación, despegue y rodadura en condiciones de baja visibilidad. Dicho sistema de señales electrónicas, que estará operativo a mitad de 2015, permite al piloto realizar la aproximación a la pista aunque no disponga de contacto visual, con esto se reducirán de forma considerable las cancelaciones, desvíos y retrasos generados en este aeropuerto por la presencia de nubes bajas o niebla.

7. REFERENCIAS.

- Bullón, F. (2001). *Meteorología del aeropuerto de La Palma*. CMT de Canarias Occidental.
- Cuadrat, J. M.; Pita, M. F. (1997). *Climatología*. Cátedra, Madrid.
- Fedorova, N. (2001). Investigation of radiation fog formation on the South coast of Brazil. *2nd International Conference on Fog and Fog Collection*. St. John's, Canadá, pp. 395-398.
- Fedorova, N. (2010) Dangerous fog analyses and forecast in the Maceio airport, Brasi. *5th International Conference on Fog Collection and Dew*. Munster, Alemania, pp. 7-10.
- Font Tullot, I. (1945). *Resumen del régimen de vientos y nieblas en el aeropuerto de Tenerife*. Cabildo Insular de Tenerife.
- Font Tuttot, I. (1956). *El tiempo atmosférico en las Islas Canarias*. S.N.M. Serie A (memorias nº 26), Madrid.
- Huetz de Lemps, A. (1969). *Le Climat des Îles Canaries*. S.E.D.E.S. París.
- INM. (1997). *Valores normales y estadísticos de estaciones principales (1961-1990): Observatorio Meteorológico de Los Rodeos*. Madrid
- Ministerio de Fomento, AENA. (2001). *Plan Director del Aeropuerto de Tenerife Norte*. Madrid.
- OMM. (2010). *Guía del Sistema Mundial de Observación*. OMM-Nº 488, Ginebra.
- Pejenaute, J. M. (2006). *Las nieblas y el tráfico aéreo en el aeropuerto de Pamplona*. V Congreso AEC. Clima, Sociedad y Medio Ambiente. Zaragoza.
- Van Schalkwyk, L. y Dyson, L. (2013). Climatological characteristics of fog at Cape Town International Airport. *Weather and Forecasting*, 28, pp. 631-646.
- Weymouth, G.; Bonch, T.; Newham, P.; Bally, J.; Potts, R.; Nicholson, A.; Korb, K. (2007) Dealing with uncertainty in fog forecasting for major airports in Australia. *Fourth International Conference on Fog, Fog Collection and Dew*. La Serena, Chile, pp-73-76.