

## **ESTUDIO DE LA ADECUACIÓN DEL SODAR PARA LA DETECCIÓN DE CIZALLADURA EN EL AEROPUERTO DE MELILLA.**

### **3ª Fase: Análisis de los Resultados.**

#### **INTRODUCCIÓN**

El Proyecto comenzó el 2 de Abril de 2007 con una duración inicial de 6 meses. La primera fase, que consistía en la instalación del equipo, se demoró bastante porque era necesaria su ubicación en un lugar que requería permisos de la autoridad competente, así como obras para el cableado. Esto, unido a que el ordenador portátil que controla el sodar había sufrido unos daños y hubo que repararlo, derivó en que el sodar no estuviera operativo hasta el 28 de Mayo de 2008. El transporte e instalación lo hizo Javier Mantero. Estuvo ayudado por Vicente Albero de Sistemas Básicos del CMT de Málaga.

Desde estas fechas el Sodar está haciendo mediciones casi ininterrumpidamente. El sodar se maneja, como hemos dicho, a través de un ordenador portátil con IP: 192.168.31.240. Este ordenador, desde el momento en que se enciende, pone en funcionamiento el sodar desde una hora inicial a otra final que se le fije, a través de un programa llamado fasRun (ver. 2.0.0-p54). Los datos que va generando se visualizan desde este mismo programa ya sea en formato gráfico o en forma de tablas de datos. Estos datos los pueden ver fácilmente las personas que hay en la OMA de Melilla.

Sobre el software que trae el Sodar habría que decir que es bastante pobre. No tiene un sistema de alertas que avise, por ejemplo, cuando la cizalladura pasa de un nivel fijado. Los módulos de visualización son demasiado simples y en algunos casos dan problemas para representar ciertos niveles de altura o ciertas horas. Se les pidió a la casa fabricante del Sodar nuevas versiones de los programas y nos las suministraron, pero no mejoran prácticamente en nada a las que teníamos. Tanto es así, que tuvimos que hacer un programa en Visual Basic para facilitar a los observadores de la OMA de Melilla su trabajo, porque sino sería bastante tedioso.

Los datos que resultan de las mediciones del sodar son guardados en unos ficheros con la clave del día correspondiente. Estos ficheros son de tres tipos, con extensiones: ram (unos 22 MB), mnd (~0,5 MB) y otro de extensión bck (~0,4 MB). Nosotros traemos cada día los ficheros del día anterior y los guardamos en un DVD, pero estamos pendientes de que Sistemas Básicos del Centro de Málaga automatice este proceso y pase los datos a un ordenador en el Centro, al cual tengamos acceso tanto EyD como el GPV.

El uso remoto de los datos por parte nuestra o de los predictores del GPV es un poco delicado. Los predictores tendrían que estar en contacto casi permanentemente con el PC que maneja el sodar. Esto podría interferir de manera importante en su funcionamiento, ya que el trabajo remoto con el PC es bastante lento, debido principalmente a las comunicaciones y a las características del ordenador asociado, y además si en ese momento está trabajando el observador u otra persona en la OMA de Melilla puede haber conflictos. La solución más lógica, a mi entender, sería hacer un trasvase del fichero con los datos, nada más termine el sodar de hacer una nueva

observación, a un ordenador en el CM. de Málaga y luego trabajar con ellos desde el ordenador designado.

Están trabajando en Sistemas Básicos, a través de Francisco Rodríguez Hurtado y Julio Solís, para poner un PC dedicado solamente al Sodar, que sirva para trasvasar los datos cada cierto tiempo y para el proceso de archivo de dichos datos, de forma se pudiera consultar sin interferir en el funcionamiento normal del aparato.

El sodar funciona actualmente haciendo mediciones entre las 8:30 y las 20 horas UTC, cada media hora. Podría quizás revisarse para ponerlo cada quince minutos, ya que, para ciertos fenómenos de mesoescala los intervalos sean muy grandes. Está configurado con unas frecuencias de medición, unas alturas y unos intervalos de corte y otros parámetros, que fijó Javier Mantero según lo que creía más conveniente para este tipo de mediciones, siendo básicamente las estándar para el Sodar. Nosotros no hemos cambiado nada en estos ajustes. Sería conveniente ir probando con otras frecuencias y configuraciones, pero el manual del sodar es bastante limitado y no tenemos documentos o estudios sobre estos parámetros.

El horario de apertura y cierre del sodar es adecuado para el funcionamiento del Aeropuerto de Melilla, aunque quizás no es el adecuado para estudios meteorológicos, que serían más completos si se dispusiese de mediciones nocturnas. Esto podría crear, por otra parte, molestias a las personas que viven o trabajan en las inmediaciones del aeropuerto, ya que el sodar emite sonidos de mucha intensidad y muy molestos (según personas que los han sufrido) que tienen un alcance de cerca de 1 Km o más.

### **OPERATIVIDAD DEL EQUIPO**

La operatividad técnica del equipo es bastante buena. Desde que se puso en funcionamiento, salvo los periodos de prueba, ha funcionado prácticamente todos los días. Los días que dejó de funcionar habrían sido menos si se hubiera tenido más soltura con el equipo. Si se hubiese reseteado el PC del sodar, probablemente, se habría puesto operativo de nuevo. De 84 días que se han contabilizado hasta el 28 de Agosto, solo en 5 de ellos el sodar no funcionó (uno de esos días funcionó hasta las 13:30).

Esta continuidad en el funcionamiento parece que es independiente de las condiciones meteorológicas y de la hora del día, aunque, según se desprende del estudio de los datos, cuando hay vientos moderados o fuertes el sodar deja de dar medidas de viento a partir de cierta altura, entre 150 y 300 m., de una manera continua o suministra datos aislados y posiblemente poco fiables en niveles altos. De cualquier forma, aunque las mediciones del sodar son hasta 1000 m. la mayor parte de las veces solo las hace de una manera continua hasta 500 m. o un poco menos, o sea que podríamos fijar el rango operativo entre 30 y 500 metros, aunque realmente las capas más bajas no las mide bien como veremos en el punto siguiente.

Estamos observando que el viento que mide el sodar en las primeras capas es más débil que el que realmente hay, según las observaciones en tierra. El sodar da un viento significativamente más flojo que los metar en superficie. Hay que irse por lo menos a 70 u 80 metros, o incluso más arriba en algunas situaciones, para que se vayan pareciendo las mediciones de tierra a las que da el sodar en niveles bajos. Por lo que habría que descartar las mediciones entre 30 y 70 metros. Esto podría ser debido a un

bloqueo o apantallamiento en la medición que hace el sodar, ya sea inherente al aparato o debido a objetos circundantes al sodar. Este apantallamiento se podría precisar más cambiando el sodar de sitio o tocando las configuraciones del aparato, para ver su origen. Dicho bloqueo parece variar en altura según la dirección e intensidad del viento, aunque hemos comprobado que este suceso aparece con viento de cualquier dirección (de componente Sur no lo podemos afirmar, ya que no lo tuvimos en el periodo de estudio). Este hecho también influye de modo muy importante en la cizalladura, ya que suele aparecer casi siempre una cizalladura importante en esa primera capa junto al suelo. La transición de la última capa con un viento muy débil (menos de 1 m/s) a la capa con un viento significativo marca una cizalladura que, en algunos casos es débil, generalmente moderada, e incluso en varios casos la ha dado como fuerte o muy fuerte. Esta cizalladura es ficticia o falsa, porque realmente, como demuestran las mediciones de tierra y los sondeos, existe viento importante en las capas inferiores.

Sobre la fiabilidad de los datos, hemos constatado que en algunas ocasiones (bastantes según nuestro parecer) hay discrepancias importantes con los datos de sondeos, tanto los de tierra (Gibraltar) como los sondeos desde aviones por la zona, que aterrizan o despegan en dicho aeropuerto. No hemos encontrado nunca ningún avión que haga sondeos en el aeropuerto de Melilla.

Las discrepancias son a veces en la dirección pero sobre todo en la velocidad del viento. El sodar tiende a detectar velocidades muy superiores a las que se reflejan en los sondeos próximos. (Véase el Análisis Meteorológico). Esto no ocurre siempre, pero si bastantes veces. Estas diferencias entre los sondeos y los registros del sodar, pudieran ser debidas a la distinta orografía y situación de las mediciones. Al ser las medidas en estratos atmosféricos muy bajos, dentro de la capa límite, puede que las condiciones sean distintas, pero aún así, en ocasiones parecen excesivas.

Estas dudas se resolverían si tuviésemos algún tipo de sondeo en Melilla. Sobre el punto anterior convendría hacer unas consideraciones. El tipo de aviones que aterrizan y despegan normalmente en Melilla son de mediano tamaño y no suelen tener instrumentación de medida de viento o de cizalladura. Las informaciones que nos dan son subjetivas y siempre dependientes de que el avión pase por zonas de cizalladura o turbulencias. La frecuencia de aviones es muy escasa, con unos 15 vuelos al día en verano. Como la misión principal de este estudio es la evaluación de los datos del sodar y la comparación o verificación con la información suministrada por los aviones, habría que resaltar que el Aeropuerto de Melilla quizás no es el más indicado para hacer este estudio. Un aeropuerto más importante, con más tráfico aéreo y con aviones más grandes y dotados de mejor instrumentación, haría mucho más fácil y fiable la comparación. Otro problema es que, cuando están en la zona del aeropuerto en situación de despegue o aterrizaje ya están situados a una altura baja menos de 200 o 300 metros, por lo que en caso de avisar de turbulencia o cizalladura lo harán a menos de estos metros.

Sobre las comunicaciones entre el Sodar y el Centro Meteorológico de Málaga no tenemos constancia de su fiabilidad, porque nosotros nos conectamos pocas veces y traemos los datos del día anterior. Cuando se ponga unas conexiones programadas cada cierto intervalo se podrán hacer estadísticas de estas incidencias.

**CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS SITUACIONES QUE PRODUCEN CIZALLADURA EN EL AEROPUERTO E IDONEIDAD DEL EQUIPO PARA DETECTARLAS.**

**Estudio de umbrales para cizalladura vertical.**

Empezamos considerando los umbrales que da la OACI para catalogar una cizalladura vertical como peligrosa para la navegación. Si aplicamos la clasificación aprobada en la 5ª Conferencia de Navegación Aérea, celebrada en Montreal en 1967 (OACI., 1987), podemos calificar la cizalladura vertical del viento como moderada, fuerte o muy fuerte según supere los 4, 8 o 12 kt por cada 100 ft, respectivamente. Si convertimos estos valores a las unidades que maneja el sodar, es decir  $s^{-1}$  para la cizalladura nos salen estos umbrales:

<b>cizalladura moderada</b>	<b>cizalladura fuerte</b>	<b>cizalladura muy fuerte</b>
<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,22</b>

Si tomamos estos umbrales tal cual estaríamos dando un número de avisos de cizalladura exageradamente altos, por ejemplo, el día 29 de Mayo de 2008 con un viento máximo de poniente de 11 Kts en los metar nos saldrían 339 casos de cizalladura moderada, 61 de fuerte y 51 de muy fuerte. Si cogiesemos los datos del sodar y estos umbrales, estaríamos dando muchísimos avisos de cizalladura todos los días.

Esto se explica porque las mediciones de cizalladura se realizan, tal como esta configurado el sodar ahora mismo, en cortes de 10 en 10 metros hasta los 200 metros de altura y de 20 en 20 de 200 a 1000 m. El sodar calcula, por lo tanto, la cizalladura en capas muy finas, 10 o 20 metros. Habría que hacer un cálculo en capas más profundas para que fuesen comparables a los umbrales de la OACI, como mínimo de 100 ft (30,5 m). Si hacemos un calculo de la cizalladura en estratos de 30 metros en vez de en capas de 10, los casos de cizalladura moderada se van reduciendo. Se han hecho pruebas con capas de de 30, 40 y 60 metros, quedándonos con el de 60 metros en primera aproximación. En el ejemplo del día 29 se reducirían los casos a 111 de cizalladura moderada y 17 de cizalladura fuerte.

El método a seguir ha sido buscar unos nuevos umbrales ajustados de forma que se obtengan un número parecido de casos a los que se obtienen con un cálculo de la cizalladura en capas de 60 metros. Estos nuevos umbrales (en  $s^{-1}$ ) que hemos tomado son (umbrales nº 1):

<b>cizalladura moderada</b>	<b>cizalladura fuerte</b>	<b>cizalladura muy fuerte</b>
<b>0,14</b>	<b>0,37</b>	<b>0,7</b>

Esta primera clasificación de la cizalladura parece que todavía no es la adecuada. Hasta el día presente con unos 35 días de estudio (hasta el 1 de Julio) en los cuales, con estos umbrales, siempre el sodar ha indicado cizalladura moderada, nunca se ha recibido una confirmación por parte de las tripulaciones de este fenómeno. Incluso en días con el viento casi en calma se obtienen datos de cizalladura moderada. El día 20 de Junio, por ejemplo, en el que el viento estuvo de dirección variable y flojo en superficie se obtuvieron 10 casos de cizalladura moderada en algún nivel. Esto nos hace pensar que

hay que promediar la cizalladura vertical en capas mayores para que sea equivalente a los umbrales de la OACI, y que sean significativos para la aviación.

La segunda clasificación se obtiene calculando la cizalladura en estratos de 100 metros. Se obtienen unos nuevos umbrales (en  $s^{-1}$ ) (umbrales nº 2):

<b>cizalladura moderada</b>	<b>cizalladura fuerte</b>	<b>cizalladura muy fuerte</b>
<b>0,29</b>	<b>0,65</b>	<b>0,9</b>

De los casos que teníamos con los umbrales nº 1 que eran para cada tipo de cizalladura

<b>4975</b>	<b>987</b>	<b>894</b>
-------------	------------	------------

hemos pasado a estos casos:

<b>430</b>	<b>48</b>	<b>13</b>
------------	-----------	-----------

que es un número mucho más razonable, aunque creemos que hay quizás un número excesivo de casos de cizalladura muy fuerte. En lo que sigue aplicaremos estos umbrales como los más adecuados, aunque esto siempre esta sujeto a revisión.

En el Anexo 1 hemos puesto el resumen final de los datos de la campaña, día por día, con el número de casos de cizalladura según tres criterios:

- La que hemos llamados *sin suavizar*, que es la cizalladura tal como la da el sodar.
- *Suavizado 100 metros*, que es la cizalladura calculada en capas de 100 metros de espesor.
- *Nuevos umbrales*, que son los que hemos cogido como los más convenientes, de forma que el número de casos sean parecidos al suavizado o promediado en 100 metros.

También esta puesto para cada día el viento dominante en superficie (obtenido de los metar). En color fucsia los días que hemos tenido algún tipo de confirmación por parte de las tripulaciones de las aeronaves.

### **Caracterización preliminar de las situaciones meteorológicas que producen cizalladura vertical.**

Según el estudio que hemos hecho entre los días 29 de Mayo al 28 de Agosto de 2008 (véanse el documento Análisis Meteorológico y el anexo 1), hemos dividido los días según el viento predominante en superficie, a través de los metar del Aeropuerto de Melilla, obteniendo:

<b>Viento</b>	<b>Componente Este</b>	<b>Componente Oeste</b>	<b>Variables</b>
	<b>35</b>	<b>31</b>	

Se ve de esta tabla, que hasta el momento y en esta época del año en concreto hay 31 casos de vientos del W en superficie, 35 de vientos del Este (flojos en general) y 15 que he catalogado como variables o calmas. Este resultado es consistente con la climatología de Melilla para estos meses (véase el Memorandum climatológico descriptivo del Aeropuerto de Melilla).

En estos días se dieron según nuestra clasificación, que hemos expuesto arriba, los siguientes casos de cizalladura:

Viento	Cizalladura moderada	Cizalladura fuerte	Cizalladura muy fuerte
	430	48	13

Los casos de cizalladura según la dirección:

Viento	Cizalladura moderada	Cizalladura fuerte	Cizalladura muy fuerte	TOTAL	TOTAL %
Componente E	108	6	2	116	23,6
Componente W	305	41	11	357	72,7
Flojos Variables	17	1	0	18	3,7

*Los vientos que más cizalladura dan, en nuestro periodo de estudio, son los de componente Oeste, generalmente oestes o noroestes.* Los vientos del Este también generan cizalladuras significativas, en menor porcentaje que los del oeste, aunque los vientos de componente Este en verano suelen ser débiles en general, mientras que los del Oeste suelen, en esta época, moderados a fuertes. Estos resultados concuerdan razonablemente bien con la climatología del lugar, véase abajo el ANEXO 2.

La tónica general en verano en Melilla es la estabilidad atmosférica. La situación del Mar de Alborán, entre la Península Ibérica y el Norte de África donde se producen importantes movimientos ascendentes en verano, fomenta descensos de aire sobre el, que dificultan la formación de tormentas sobre este y las costas que lo rodean. Como es lógico, lo ideal sería hacer estas estadísticas en otras épocas del año, con más inestabilidad atmosférica.

#### **Comparación con informes de las tripulaciones de los aviones.**

Hasta el momento hay 8 casos de cizalladura moderada o fuerte confirmadas por las tripulaciones. Estas confirmaciones de que existe cizalladura y turbulencia, así como su intensidad, están hechas de una manera subjetiva, porque los aviones que suelen ir a Melilla no tienen aparatos de medición de viento, como hemos comentado anteriormente.

Entre las que son consideradas débiles por la tripulación hay valores detectados en ese momento en el sodar de 0.154, 0.271, 0.182, 0.231, 0.224 , 0.465 y **0.598**. Este último valor corresponde a una cizalladura moderada según nuestra clasificación, aunque los pilotos la han catalogado como débil.

Hay un caso de cizalladura moderada, según los aviones, el 11 de Julio a las 15,30 que da 0.155 a 160 m., aunque en la media hora anterior da **0.527** a 680 m. así como **0.73** a 70 m., que será seguramente las que haya detectado el piloto.

El sodar ha detectado en todo el periodo experimental 491 casos de cizalladura, ya sea moderada, fuerte o muy fuerte (según nuestra clasificación) y sin embargo las tripulaciones han señalado un número muy pequeño en comparación. Este hecho pudiera ser debido al escaso número de vuelos que transitan Melilla o que no siempre el personal de los aviones transmite esta información a la torre o a Meteorología. También

podiera ser simplemente que los umbrales sean demasiado bajos y estemos exagerando el número de casos de cizalladura vertical.

***Quizás sea demasiado pronto todavía o no tengamos suficientes datos para dar la información que se obtiene del sodar como suficientemente contrastada para incluirla en los mensajes para la aviación (metar y taf).***

### **CONCLUSIONES:**

El comportamiento del Sodar, en cuanto a operatividad, es bueno o muy bueno. La mayor parte del tiempo ha estado funcionando, y las pocas veces que ha dejado de hacerlo se podría haber subsanado posiblemente. En cuanto al uso remoto de los datos en tiempo real, no lo vemos factible. Sería mucho más operativo el trasvase de datos cada cierto tiempo y automáticamente a un ordenador en el Centro Meteorológico de Málaga, al que accederían el personal de GPV, EyD o personas interesadas. Por las razones anteriores, y en espera de disponer del material adecuado, no se ha llegado a suministrar a los predictores del GPV los datos del Sodar.

Con la actual configuración del Sodar en cuanto a situación, por sus posibles alteraciones con edificios cercanos, así como en las frecuencias de los sonidos emitidos, las alturas e intervalos de medición, etc. la fiabilidad meteorológica aún no está suficientemente clara. Aunque el sodar en principio hace mediciones entre el suelo y 1000 metros, normalmente las mediciones a partir de 500 metros son escasas y aisladas. En situaciones de vientos fuertes hemos observado que, en muchas ocasiones, solo registra datos en las capas más bajas, menos de 300 metros. Además, hay un problema sistemático: Registra un viento muy débil por debajo de 70 u 80 metros (que en algunas situaciones llega hasta 120/130), aunque en superficie y según datos de sondeos haya vientos mucho mayores. Este bloqueo o apantallamiento provoca muchas veces una cizalladura falsa, con una intensidad que en ocasiones llega a moderada o fuerte.

En cuanto a comparación con sondeos, ya sean de globo o de aviones, hechos en sitios cercanos, Gibraltar o Málaga, se notan diferencias. Estas discrepancias, frecuentemente, son bastante importantes tanto en dirección de viento como, y sobre todo, en velocidad. Por otra parte, debido a la escasez y características de los vuelos en el aeropuerto de Melilla, hay muy pocas confirmaciones de casos de cizalladura por parte de tripulaciones de vuelo, por lo que tampoco se han podido contrastar convenientemente los umbrales obtenidos.

En nuestro estudio, correspondiente a los meses de Junio, Julio y Agosto, los resultados que se dan, en cuanto a casos de cizalladura, están de acuerdo a lo que se sabía por estudios anteriores: Los vientos que más cizalladura dan, en nuestro periodo de estudio, son los de componente Oeste, generalmente oestes o noroestes.

No tenemos suficientes datos, aún, para unas conclusiones definitivas sobre la validez y fiabilidad de los datos suministrados por el Sodar de Melilla, con las actuales configuraciones y situación. Sería aconsejable repetir el estudio en un aeropuerto con más tráfico y con aviones con instrumentación más completa. Además, deberían

probarse otras configuraciones del aparato para eliminar los problemas que se han mencionado anteriormente. Si fuese posible, vendría muy bien, un aeropuerto con un sondeo aerológico próximo para comparar los datos del Sodar.

26 de septiembre de 2008

El Coordinador de Proyecto:  
CARLOS JIMENEZ ALONSO

**ANEXO 1.-**  
**Resumen de Resultados de la campaña:**



Sodar Melilla											
Fecha	Sin suavizar			NUEVOS umbrales			Suavizado 100 mts				
	cizalladura moderada 0,08	cizalladura fuerte 0,15	cizalladura muy fuerte 0,22	cizalladura moderada 0,29	cizalladura fuerte 0,65	cizalladura muy fuerte 0,9	cizalladura moderada 0,08	cizalladura fuerte 0,15	cizalladura muy fuerte 0,22		
29/05/2008	339	61	51 w	29	1	0	26	1	0		
30/05/2008	289	55	50 w	28	2	0	32	0	0		
31/05/2008	197	55	49 w	26	5	0	14	0	0		
01/06/2008	402	94	90 W	41	3	0	72	0	0		
04/06/2008	73	9	2 e	1	1	0	0	0	0		
07/06/2008	1	1	0 e	0	0	0	Estuvo el sodar casi todo el día sin funcio				
12/06/2008	16	3	2 e	1	0	0	0	0	0		
13/06/2008	17	1	2 v	1	0	0	2	0	0		
14/06/2008	22	3	1 v	1	0	0	3	0	0		
15/06/2008	70	22	18 v/W	6	1	0	12	0	0		
16/06/2008	91	19	29 Wr	16	1	2	40	0	0		
17/06/2008	75	12	11 Wr	6	0	0	2	0	0		
18/06/2008	79	11	26 e	13	2	0	11	0	0		
19/06/2008	30	7	3 e	0	0	0	2	0	0		
20/06/2008	35	7	2 v	1	0	0	1	0	0		
21/06/2008	36	4	5 e	3	0	0	5	0	0		
22/06/2008	34	0	2 e	1	0	0	0	0	0		
23/06/2008	70	11	7 w	2	0	0	5	0	0		
24/06/2008	37	3	9 e	3	0	0	2	0	0		
25/06/2008	54	13	3 e	0	0	0	1	0	0		
26/06/2008	31	6	5 e	1	1	0	1	0	0		
27/06/2008	27	9	7 v	3	0	0	1	0	0		
28/06/2008	44	12	4 e	2	0	0	3	0	0		
29/06/2008	37	13	5 e	1	0	0	4	0	0		
30/06/2008	29	9	5 e	4	0	0	2	0	0		
01/07/2008	2	1	0 e/w	1	0	0	Estuvo el sodar casi todo el día sin funcio				
02/07/2008	38	4	3 V	0	0	0	3	0	0		
03/07/2008	61	22	33 W	20	1	1	25	0	0		
04/07/2008	27	1	4 e	4	0	0	5	0	0		
05/07/2008	82	11	12 W	5	0	0	8	0	0		
06/07/2008	16	4	6 W	3	0	2	4	0	0		
07/07/2008	69	22	13 W	5	2	1	11	0	0		
08/07/2008	38	9	8 e	2	0	0	3	0	0		
09/07/2008	27	2	1 e	0	0	0	0	0	0		
10/07/2008	26	7	3 e	1	0	0	1	0	0		
11/07/2008	57	21	22 W	9	5	0	42	0	0		
12/07/2008							Estuvo el sodar todo el día sin funcionar				
13/07/2008	39	10	8 Ne	6	0	0	3	0	0		
14/07/2008	57	7	7 NE	4	0	0	10	0	0		
15/07/2008	102	12	20 NE	12	1	2	10	0	0		
16/07/2008	40	11	6 v	1	1	0	0	0	0		
17/07/2008	44	5	6 e	3	0	0	0	0	0		
18/07/2008	69	16	5 e	5	0	0	4	0	0		
19/07/2008	59	3	6 e	4	0	0	0	0	0		
20/07/2008	66	7	6 w	2	0	0	4	0	0		
21/07/2008	43	12	6 e	3	0	0	5	0	0		
22/07/2008	52	6	11 e	4	0	0	5	0	0		
23/07/2008	33	11	6 e	3	0	0	3	0	0		
24/07/2008	84	11	20 w	8	0	0	27	0	0		
25/07/2008	19	6	6 Wr	2	1	1	6	0	0		
26/07/2008	52	15	20 Wr	11	1	2	28	0	0		
27/07/2008	73	27	26 W	16	3	0	18	0	0		
28/07/2008	64	22	26 W	13	3	0	27	0	0		
29/07/2008	28	13	3 v	0	0	0	2	0	0		
30/07/2008	32	6	5 e	4	0	0	3	0	0		
31/07/2008	65	12	7 e/w	4	0	0	7	0	0		
01/08/2008	27	8	9 W	3	3	2	8	0	0		
02/08/2008	57	4	4 v	1	0	0	0	0	0		
03/08/2008	63	12	8 e	3	0	0	0	0	0		
04/08/2008	17	6	5 v	3	0	0	0	0	0		
05/08/2008	29	3	3 v	0	0	0	1	0	0		
06/08/2008	32	3	4 v	0	0	0	0	0	0		
07/08/2008	45	10	10 W/s	5	4	0	7	0	0		
08/08/2008	84	19	23 W/w	9	0	0	13	0	0		
09/08/2008	19	4	5 e	2	0	0	2	0	0		
10/08/2008	21	3	4 v	2	0	0	0	0	0		

**ANEXO 2.-**  
**Melilla: Vientos críticos.**

*(Obtenido del Memorandum Climatológico Descriptivo del Aeropuerto de Melilla.  
(Joaquín Muñoz-J. Luís Suárez))*



***Situación general de Melilla.***

Los vientos entre 270 y 290 grados son la dirección más frecuente de los vientos de Componente Oeste que son los vientos que causan más problemas a los vuelos que intentan tomar tierra o despegar en este Aeropuerto. Son vientos más fuertes, con velocidades máximas muy altas y muy racheados, lo que provoca problemas en toda la zona entre el nordeste y el sureste del aeropuerto pero sobre todo en los aterrizajes que con estos vientos se hacen por la cabecera de pista 33. Además, por razones de espacio (ténganse en cuenta la proximidad de la frontera con Marruecos), la pista se construyó en una dirección (15/33) que hace que los vientos fuertes, con direcciones entre los 270 y 290 grados, sean siempre cruzados, lo cual aumentó las dificultades. Se ha representado asimismo dentro de un rectángulo la zona de cizalladura y/o turbulencia que más suele afectar a las aeronaves en la aproximación a la cabecera 33, que lógicamente será más amplia y más peligrosas cuando mayor sea la velocidad del viento.

Por contra, los Levantes rara vez ocasionan dificultades ya que son menos violentos y muy poco racheados. Si dan lugar, en cambio a episodios de nubosidad de estancamiento con techo por debajo de los límites y reducción de velocidad.



**Flecha:** vientos fuertes del 270 a 290 grados.

**Rectángulo:** zona de cizalladura y/o turbulencia que más suele afectar a las aeronaves en la aproximación a la cabecera 33, que lógicamente será más amplia y más peligrosas cuando mayor sea la velocidad del viento.