

ESTIMACIÓN DE LA OCURRENCIA DE SITUACIONES DE VIENTO FUERTE DESDE 1990 A PARTIR DE REANÁLISIS

José Antonio López Díaz
Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
jlopezd@aemet.es

1. INTRODUCCIÓN Y DATOS

Las situaciones de viento fuerte de carácter extremo, caracterizadas por rachas máximas superiores a 120 km/h, configuran uno de los casos de tempestad ciclónica atípica (TCA) contemplados en el Reglamento del Seguro de Riesgos Extraordinarios. Por este motivo la AEMET tiene que elaborar informes a petición del Consorcio de Compensación de Seguros delimitando dichas TCAs. En el contexto del desarrollo de mejoras metodológicas en las técnicas empleadas para describir las TCAs, surge la cuestión de caracterizar su frecuencia de ocurrencia a lo largo de un tiempo lo suficientemente largo para permitir un análisis climatológico. Esto permitirá hacer estimaciones económicas del costo/ahorro que puede suponer un cambio en la metodología de descripción de dichas TCAs para el Consorcio.

Con los datos de observación disponibles, un problema al hacer este análisis es que la densidad de estaciones con medida de viento ha variado de forma rápida en los últimos años debido principalmente a la introducción de estaciones automáticas. Otro problema son las lagunas en las series de observaciones: así para el periodo 2010-2012 existen en el Banco de Datos de la AEMET 638 estaciones con dato de racha máxima, pero el número de las que tienen más de 1000 registros diarios en dicho periodo no llega a 400. En el año 2000 el número de estaciones con racha máxima de viento diaria era de alrededor de 180.

Por las razones anteriores se decidió recurrir a datos del reanálisis ERAInterim del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio para intentar extrapolar, a partir de los datos de frecuencia de TCAs normales y de las más grandes (en adelante TCAX) en el periodo reciente, su frecuencia desde 1990. De especial interés es estudiar la frecuencia de estas últimas TCAs de gran extensión, pues los daños que acarrear pueden fácilmente superar a las del resto de las TCAs juntas en un año dado.

Se han probado varias posibilidades para intentar estimar lo mejor posible la ocurrencia de TCA y TCAX a partir de los datos de racha máxima de viento del reanálisis en rejilla de $0.75^\circ \times 0.75^\circ$. Como periodo de verificación se ha tomado 2012 y parte de 2013 por disponerse de datos de ocurrencias

de TCAs y TCAXs (con el criterio de superación del umbral de 120 km/h) contrastadas con las peticiones del Consorcio de Compensación de Seguros.

2. DESARROLLO DEL CRITERIO PARA ASIGNAR A UN DÍA TCA CON DATOS DEL REANÁLISIS

2.1 Intentos previos

En principio existen muchas posibilidades para diseñar un criterio con el que decidir, con solo datos de reanálisis en puntos de rejilla de racha máxima en 24 horas, cuando un día determinado corresponde a situación de TCA y cuando no. No hay que olvidar que la situación de TCA se define en función de las observaciones de racha máxima, y los datos del reanálisis en punto de rejilla de racha máxima se diferencian de las observaciones puntuales por dos motivos principales: en primer lugar corresponden a estimaciones provenientes de un modelo de predicción y en segundo lugar en cada punto de alguna forma se promedia la estimación del modelo sobre el rectángulo centrado en ese punto.

Por tanto es de esperar que no exista un criterio a priori natural, sino que haya que probar varias posibilidades y valorar su grado de acuerdo o desacuerdo con los datos. Una primera posibilidad estriba en buscar criterios que usen solo los datos del reanálisis, con umbrales absolutos o relativos.

Se probó a seleccionar los días en que la racha media (sobre todos los puntos de rejilla en Península y Baleares, como en lo sucesivo) fuera alta, fijando el umbral de forma que sobre el periodo de prueba el número de días estimado coincidiera con el de TCAs observado, pero el ajuste para las fechas fue pobre. Algo similar sucede trabajando con la racha máxima del día.

Podemos también intentar refinar lo anterior a base de dividir el dominio en partes, como por ejemplo cuatro cuadrantes, y buscar criterios que combinen resultados de cada cuadrante, pero esto tampoco condujo a buenos resultados.

Por último se probó a buscar criterios basados de la superación por un número de puntos de rejilla

mínimo dado de un umbral determinado. Este tipo de métodos ofrecen múltiples posibilidades, dado que hay que libertad tanto para decidir el umbral que debe superarse en cada punto de rejilla (a su vez fijo o variable con el punto de rejilla) y el número de puntos mínimo en que se debe superar. Para esta gama de métodos el enfoque genérico adoptado consistió en determinar en primer lugar el número mínimo de superaciones del umbral con la condición de que el total de días estimados de TCA en el periodo de prueba se aproximara al observado.

Se comenzó con umbrales basados exclusivamente en los datos del reanálisis, como percentiles globales (sobre todos los puntos) altos, o percentiles en cada punto de rejilla, pero no parecieron ofrecer resultados satisfactorios.

2.2 Asignación de superaciones de umbral a puntos rejilla

El método que se seleccionó finalmente para fijar el umbral de cada punto de rejilla tiene en cuenta las observaciones de las estaciones próximas. Pero el umbral de cada punto rejilla se determina de forma que se produzca un número de superaciones en ese punto de rejilla durante el periodo de prueba que sea función del número de superaciones en ese mismo periodo de un umbral fijo, que fue 100 km/h, en los puntos de observación próximos. De esta forma se busca correlacionar las superaciones de umbral de puntos rejilla con las de las observaciones.

Para asignar superaciones del umbral fijo en las observaciones a puntos rejilla una primera posibilidad natural consiste en:

- asignar a cada observatorio su punto rejilla más próximo
- a cada punto de rejilla asignar una superación si hay al menos un observatorio, de entre los que le corresponden según a), con superación

Pero un problema con este procedimiento es que el número de observatorios que corresponden a cada punto de rejilla es muy variable, debido a las importantes variaciones de la densidad local de la red. Esto se corrigió repartiendo cada superación en observatorio entre los 4 puntos de rejilla más próximos (por inverso distancia). Luego en cada día si la suma de pesos correspondientes a las superaciones de ese día supera 1 se considera ese día de superación. En la figura 1 se han planteado las superaciones del umbral 100 km/h halladas.

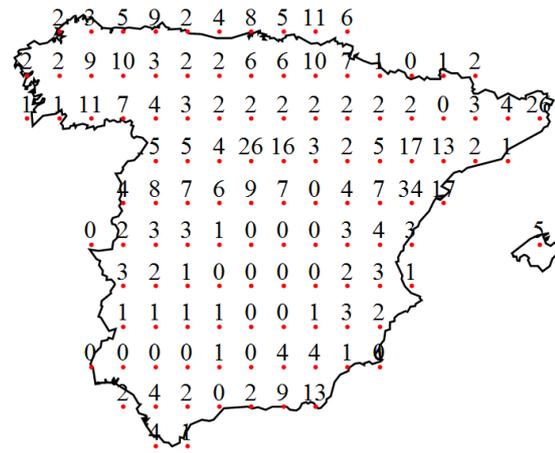


Fig. 1 – Número de superaciones del umbral 100 km/h en periodo ene-2010/mar-2013 asignadas a cada punto de la rejilla de reanálisis

2.3 Parámetros del método

Si para un punto rejilla p el número de superaciones calculado antes lo designamos $S(p)$, podemos hallar ahora el umbral $U(p)$ tal que en el periodo de prueba el número total de superaciones de ese umbral con datos del reanálisis coincida con $S(p)$. Podemos generalizar lo anterior definiendo, para distintos números F , umbrales en cada punto rejilla $U(F, p)$ para los que el número de superaciones sea $F * S(p)$. Si fijamos ahora otro número entero Q , el criterio para decidir TCA sería que en ese día al menos Q puntos rejilla superen el umbral $U(F, p)$. Por tanto tenemos dos parámetros F y Q con los que buscar el mejor ajuste a las TCAs observadas en el periodo de prueba. Al igual que para las observaciones, los días seguidos con TCA se agrupan en una única TCA.

Para valorar la calidad de cada combinación de F y Q se han considerado 4 estadísticos:

- cociente entre número TCAs estimadas y observadas (%)
- cociente entre número días con TCA estimados y observados (%)
- porcentaje de TCAs observadas con algún día entre los estimados
- porcentaje de TCAs estimadas con algún día entre los observados

Los dos primeros miden el grado de concordancia de las TCAs estimadas con las observadas en parámetros globales, los dos últimos el grado de concordancia en las fechas.

Las combinaciones de F y Q realizadas se reflejan en la tabla 1 para las TCAs ordinarias. En rojo se consigna la combinación que dio globalmente mejor resultado y que se usó finalmente para la estimación final de este tipo de TCA. Análogamente la tabla 2

recoge los resultados con las TCAs muy grandes y la combinación finalmente elegida en rojo. Hay que decir que para estas TCAs especialmente grandes se vio que agrupando en una TCA los días que distaban menos de 2 días se obtuvieron los mejores resultados, que son los de la fila en rojo.

F	Q	# TCA	# días	O en E	E en O
1,0	1	237	171	95	38
0,5	1	179	106	89	53
0,3	1	137	78	79	62
1,0	2	189	122	84	47
0,8	2	179	100	84	50
0,5	2	142	73	79	63
1,0	3	163	88	84	58
0,8	3	137	73	74	62
0,6	3	121	61	68	65
1,0	4	142	78	74	59
0,8	4	126	63	74	67
1,0	5	121	67	74	70
1,0	6	116	61	68	68
1,2	6	126	71	74	67

Tabla 1 – Pruebas del método para ajuste de TCA ordinaria con el método. Para el significado de los símbolos ver texto, las 2 primeras cols. son parámetros variables, las 4 cols siguientes dan los estadísticos descritos en el texto. En rojo parámetros finalmente seleccionados.

F	Q	# TCA	# días	O en E	E en O
0,1	1	400	175	100	25
0,1	3	167	75	67	40
0,2	8	133	62	100	75
(*2)	(*8)	100	62	100	100

Tabla 2 – Como en la tabla 1 para las TCAs grandes. Para la última fila se agruparon días próximos en una TCA única si distaban menos de 2 días, para el resto 1 día.

En resumen, los pasos seguidos para la elección final del procedimiento de estimación de TCAs a partir de datos de reanálisis son:

- En cada punto de observación se determinan los días en que se supera el umbral de 100 km/h de racha máxima de viento a lo largo del periodo de prueba ene-2010/mar-2013
- A cada punto de la rejilla del reanálisis sobre territorio nacional (Pen + Bal) se le asigna un número total ponderado (por la distancia) de días en que se ha superado el umbral de 100 km/h en las observaciones.
- Se fija una fracción F de ese número de superaciones, y se determina para cada punto de rejilla el umbral de viento del reanálisis que aproxima un número de excedencias similar a la fracción dada.

- Se fija un número de superaciones Q en la rejilla mínimo y se considera día de TCA estimado si se dan al menos esas superaciones en puntos de rejilla.
- Se hace una búsqueda empírica de F y Q que dan mejor ajuste entre TCA y TCAX estimada y observada en el periodo de prueba.
- Una vez encontrada la fracción y número de superaciones en rejilla mínimo óptimos se extrapola el criterio desde 1990 para estimar los días en que se ha dado TCA/TCAX.

CLIMATOLOGÍA DE LAS SITUACIONES DE VIENTO MUY FUERTE

En las figuras 1 y 2 se muestra la distribución por meses de TCAs y TCAXs respectivamente encontrada por este método. Para las TCAs vemos que son enero y febrero los meses de mayor concentración, pero que todo el periodo oct-abr es propenso a este tipo de suceso. La distribución mensual de las TCAs especialmente fuertes es más irregular, con una llamativa preponderancia relativa del mes de marzo.

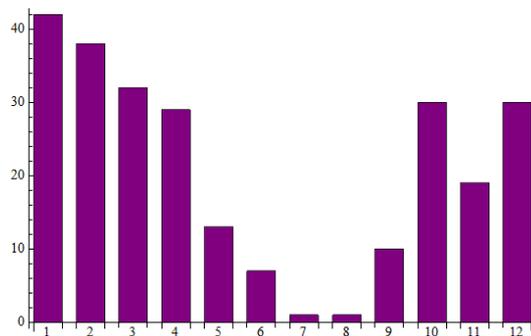


Fig. 1 - Número de TCAs cada mes del año estimado con reanálisis para el periodo 1990-2012

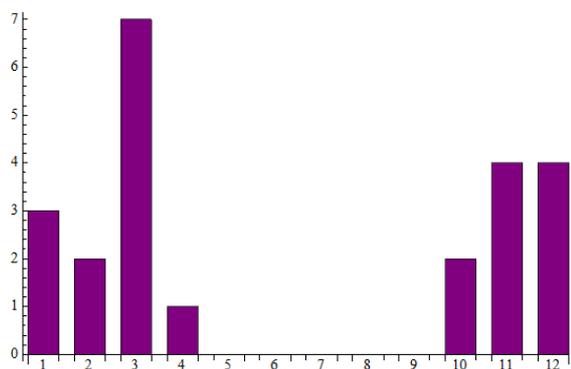


Fig. 2 - Número de TCAs especialmente fuertes cada mes del año estimado con reanálisis para el periodo 1990-2012

El análisis de la evolución del número de TCAs y TCAXs a lo largo de los años del periodo estudiado 1990-2012 se muestra en las figuras 3 y 4. Las TCAs normales se mueven alrededor de una media de 11

por año, con una oscilación interanual importante, la desviación típica de la serie es próxima a 3.

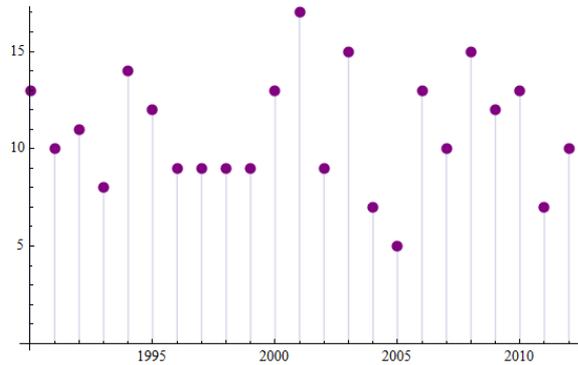


Fig. 3 - Número de TCAs cada año estimado con reanálisis para el periodo 1990-2012

Como cabe esperar *a priori*, el carácter más extremado de las TCAs especialmente fuertes hace que su ocurrencia sea mucho más irregular: el valor medio es de una por año, con una desviación típica algo mayor que 1. Hubo un año, el 2001, que según este método registró cuatro TCAs muy extensas, mientras que en nueve años del periodo analizado no hubo este tipo de evento extremo.

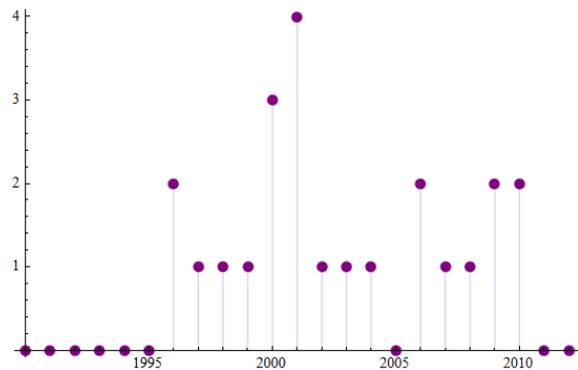


Fig. 4 - Número de TCAs especialmente fuertes cada año estimado con reanálisis para el periodo 1990-2012

Por último la estructura temporal detallada del fenómeno se refleja de forma sumaria en los cronogramas de las figuras 5 (para TCA normal) y 6 (para TCA muy grande).

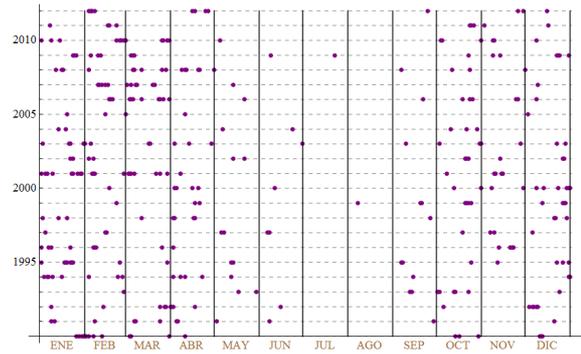


Fig. 5 - Cronograma de días de TCA periodo 1990-2012

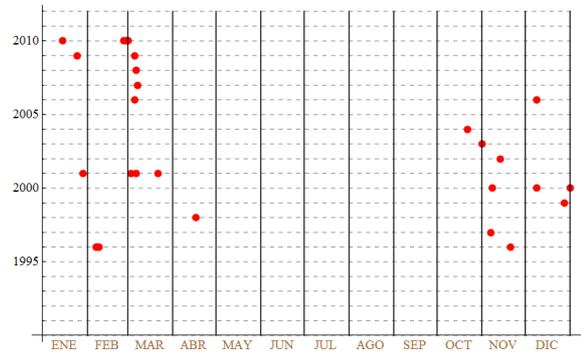


Fig. 6 - Cronograma días de TCA especialmente grande en el periodo 1990-2012