

# VERIFICACIÓN DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS

Sonsoles Gómez-Guillamón Fernández

Servicio Nacional de Predicción. INM

## RESUMEN

Se presenta la verificación correspondiente a los años 1997 a 2000, de las predicciones que sobre fenómenos meteorológicos adversos se realizan en el INM, en el marco del Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos. Se describen las características de esta verificación y se presentan algunos resultados, incluyendo climatología de los fenómenos adversos ocurridos en esos años, estadísticas de los diferentes tipos de boletines emitidos y gráficas de diversos índices de verificación. Se pone de manifiesto la mejoría que se ha ido produciendo en estos años en la mayoría de estos índices, así como que algunos fenómenos ocurren demasiado frecuentemente, lo que indica que tienen umbrales quizá demasiado bajos.

### 1. Introducción

La predicción y vigilancia de los fenómenos meteorológicos adversos es una prioridad en la mayoría de los Servicios Meteorológicos y también en el de España. Hasta diciembre de 1996 las predicciones específicas de fenómenos adversos se atendían en el INM en el marco de las campañas PREVIMET (Predicción y Vigilancia Meteorológica), las cuales iban orientadas a fenómenos específicos (lluvias intensas mediterráneas, galernas cantábricas, nevadas) en determinadas épocas del año y en áreas concretas, donde esos fenómenos son más frecuentes. El 1 de diciembre de 1996 entró en vigor el Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos (PNPVFMA), que pretendía responder de forma integral (todos los fenómenos, todas las zonas, todas las regiones) a las necesidades de información que sobre fenómenos adversos requerían especialmente las autoridades de Protección Civil. Desde esa fecha se han venido verificando las predicciones de estos fenómenos.

El conocimiento de la calidad de estas predicciones es fundamental, tanto para los usuarios, de forma que puedan tomar decisiones más calibradas, como para el INM, para ayudar en un mejoramiento de estos importantes productos.

### 2. Características de la verificación

Los *predictandos* para esta verificación son los llamados fenómenos (meteorológicos) adversos unitarios (*fau*): superación o no de los umbrales establecidos en el PNPVFMA para cada tipo de fenómeno, referida a una provincia y a un día natural.

En concreto, se han considerado en esta verificación los siguientes fenómenos adversos:

En toda España: lluvia (L), viento (V), nieve (N) y olas de frío (F).

Solo en las Comunidades en las que se contemplaban en el Plan: viento y oleaje en zonas costeras (M), olas de calor (C), tormentas (T), nieblas (B), risagas (R), y deshielos (D).

Las **observaciones verificantes** son la ocurrencia o no del *fau* (en cada provincia y día) y se obtienen en cada GPV.

Las **predicciones** de estos fenómenos se dan con una probabilidad asociada, dividida en las siguientes clases:

*No*: no se ha previsto el fenómeno adverso (su probabilidad es inferior al 10%)

*Posible*: se ha previsto con probabilidad 10%-40%

*Probable*: se ha previsto con probabilidad 40%-70%

*Seguro*: se ha previsto con probabilidad >70%

Además se realiza también una verificación suponiendo las predicciones como categóricas, es decir, sin tener en cuenta la probabilidad asociada.

**Tipo de verificación:** absoluta, no comparativa. Por tanto, los resultados de distintas Comunidades Autónomas no son comparables ya que se han realizado sobre fenómenos independientes, con distinta climatología, distintos umbrales, etc.

### 3. Base de datos y operatividad de la verificación

Existe una base de datos para esta verificación, con información desde el 1 de diciembre de 1996. Está elaborada en Lotus. Cada registro consta de los siguientes campos: N° de aviso, Comunidad Autónoma, Provincia, Tipo (observación, muy corto, corto o medio plazo), Subtipo (si es ordinario o no), Fecha de validez, Fenómeno, Probabilidad, Actualización, Fin de episodio, Anulación y Máximo observado.

A partir de los boletines del Plan se va rellenando manualmente la Base de Datos, que se completa cuando llegan las observaciones verificantes de los GPVs

Se han preparado varias “macros” que se ejecutan mensualmente y se obtienen una serie de índices, tablas y gráficos de resultados.

Se dispone de los resultados por trimestres y por años, para ámbitos nacional y para cada Comunidad Autónoma, diferenciando tres periodos de predicción: muy corto plazo (para hoy), corto plazo (para mañana) y medio plazo (pasado mañana) y para cada tipo de fenómeno o todos en conjunto.

Todo ello está disponible en “html” y se han colocado en la Intranet del INM los resultados nacionales.

### 4. Climatología de los fenómenos meteorológicos adversos

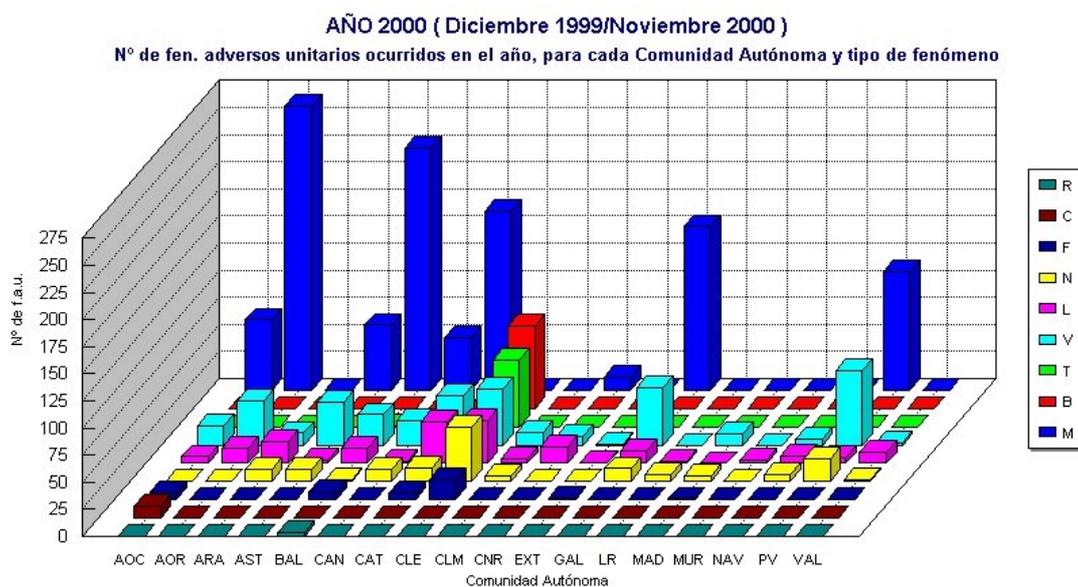


Figura 1: Número de fenómenos adversos unitarios ocurridos en el año 2000, para cada Comunidad Autónoma y tipo de fenómeno.

Se ve que el fenómeno mar (M) es el más frecuente en muchas Comunidades, incluso a veces mucho más que todos los demás juntos, lo cual puede indicar que tiene un umbral demasiado bajo. En algunas Comunidades, como Castilla y León, hay más diversidad en los tipos de fenómenos que se presentan (es la Comunidad más extensa).

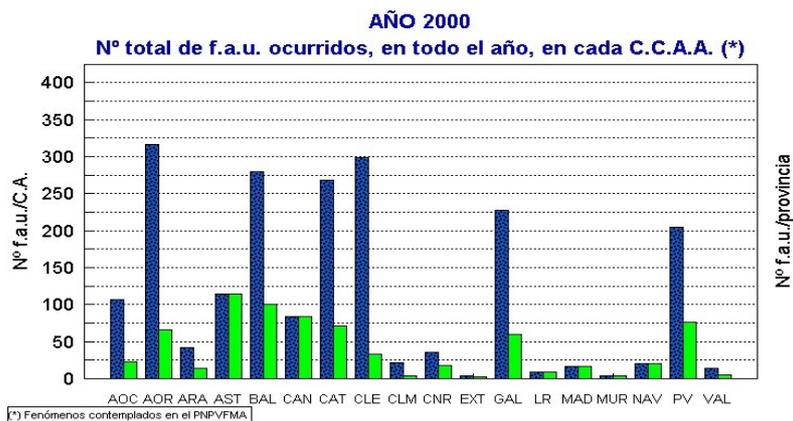


Figura 2: Número total de fenómenos adversos unitarios ocurridos en el año 2000 en cada Comunidad Autónoma. En verde, el número medio por provincia.

Se puede ver como el número medio de fau ocurridos por provincias es mayor en las regiones cantábricas y en algunas del Mediterráneo.

Las figuras 1 y 2 son muy semejantes en los años anteriores, 1997, 1998 y 1999, con la salvedad de que en el año 1999 el número de fenómenos adversos unitarios ocurridos fue mayor que en los años restantes.

## 5. Predicciones emitidas

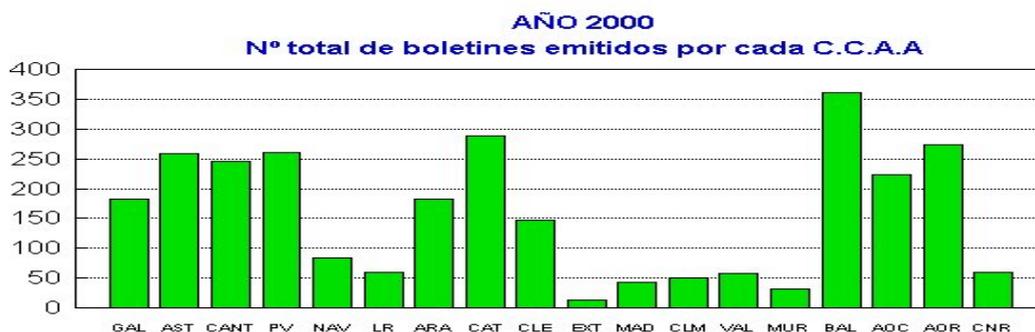


Figura 3: Nº boletines emitidos por C.A.

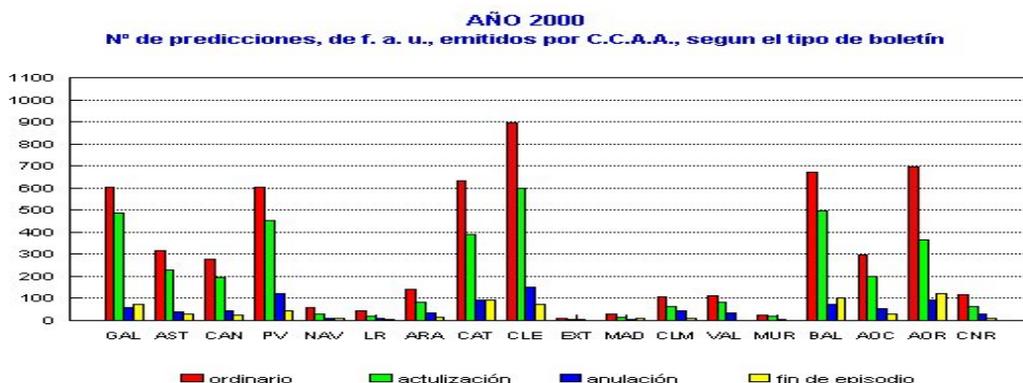


Figura 4: Predicciones de fau emitidas por Comunidad Autónoma y según tipo de boletín

En la figura 3 vemos que las Comunidades que han emitido más boletines se corresponden con aquellas en las que ocurren más fenómenos adversos. En la figura 4 se pueden ver que los boletines ordinarios son los más frecuentes aunque hay también un número importante de actualizaciones y menor de anulaciones y fines de episodio. Estas gráficas son similares en los años anteriores.

## 6. Verificación Probabilística

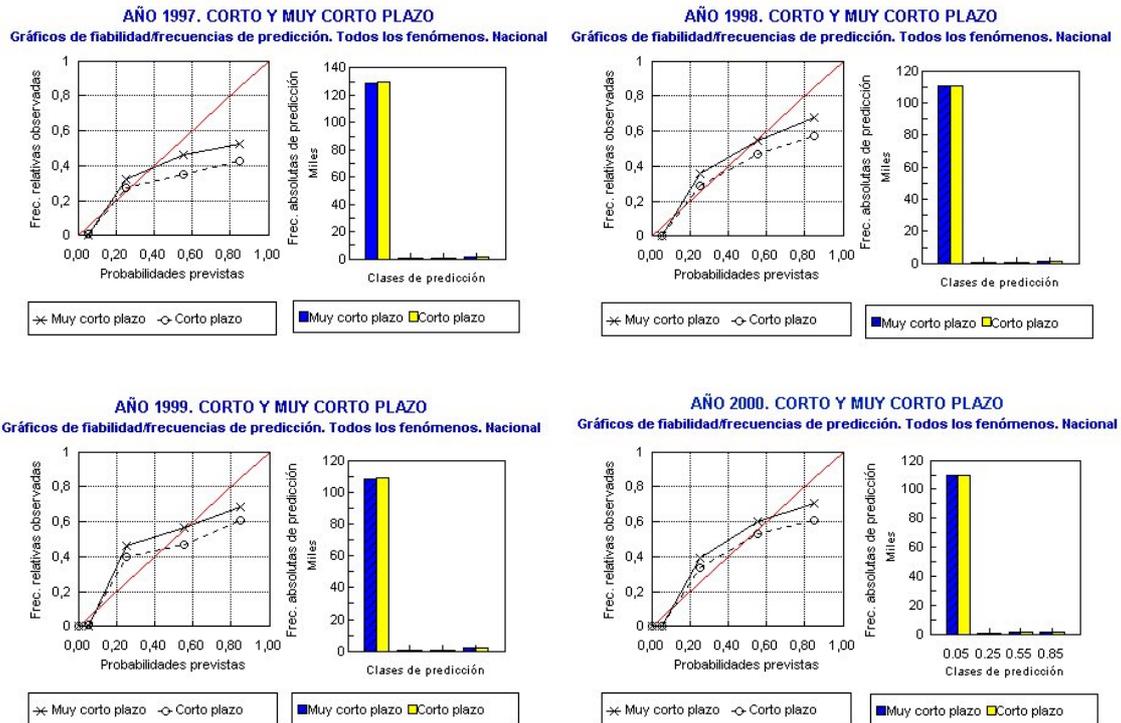


Figura 5: gráficos de fiabilidad de los años 1997, 1998, 1999 y 2000. Nacional. Todos los fenómenos

En estos gráficos se puede ver que la **resolución** (grado en que distintas clases de probabilidad dan lugar a distintas frecuencias observacionales) era baja en 1997, la curva era casi horizontal, pero ha mejorado en los años siguientes.

Respecto a la **fiabilidad** (correspondencia entre la clase de probabilidad con que se predice y la frecuencia real de ocurrencia del fenómeno adverso) se observa que en los cuatro años la clase *posible* ( $x=0,25$ ) está ligeramente (salvo en el 99) por encima de la diagonal lo que implica que el fenómeno adverso ocurre más frecuentemente que su probabilidad asignada; la clase *probable* tiene una muy buena fiabilidad, mientras que la clase *seguro* aumenta su fiabilidad de forma clara desde el 97 hasta el 2000.

En los diagramas de barras, a la derecha, se observa que la clase de probabilidad más usada es *no* y que el grado de utilización de *seguro* es mayor que el de *posible* y *probable*; todo ello, implica poca **ambigüedad**.

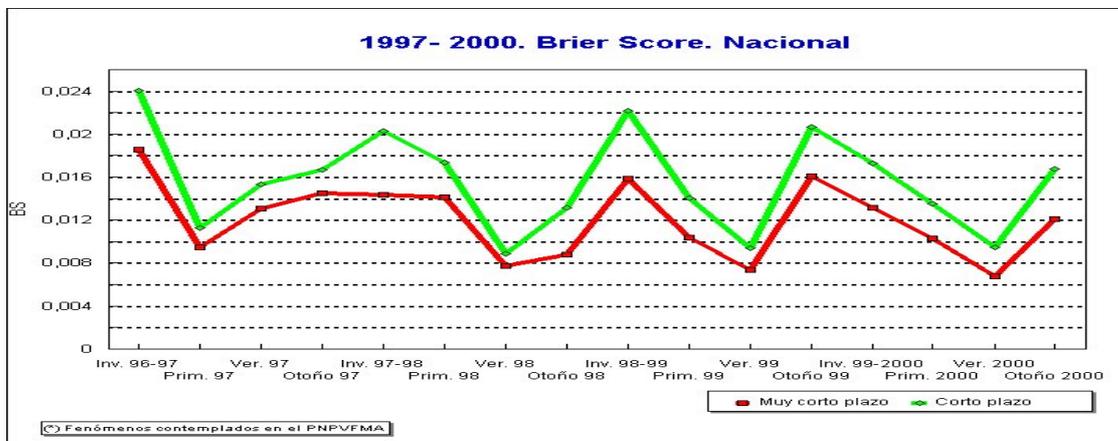


Figura 6: Evolución temporal del Brier Score

En la figura anterior vemos la evolución del BS (error cuadrático medio de las predicciones probabilísticas) de 1997 a 2000. Aunque no se ha representado la media móvil, se puede apreciar una ligera tendencia a la disminución de los valores de este índice, es decir, una mayor aproximación en las predicciones. También se puede ver la estacionalidad que presenta, con mínimos en torno al verano, probablemente debidos, tanto a la menor frecuencia de ocurrencia de fenómenos adversos en esta época, como a la mejor predecibilidad de los que se presentan. Por ejemplo, en esta época predominan los relativos al estado del mar, que tienen asociados umbrales más bajos que en el resto del año, y por tanto se predicen mejor.

## 7. Verificación Categórica

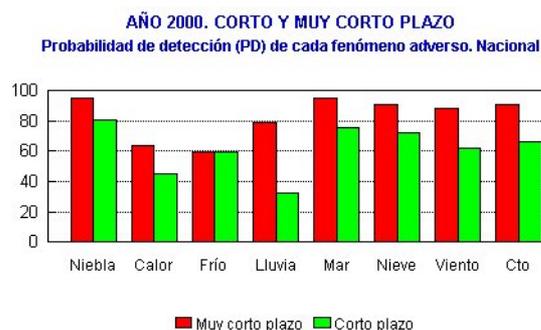


Figura 7: Probabilidad de detección. Año 2000

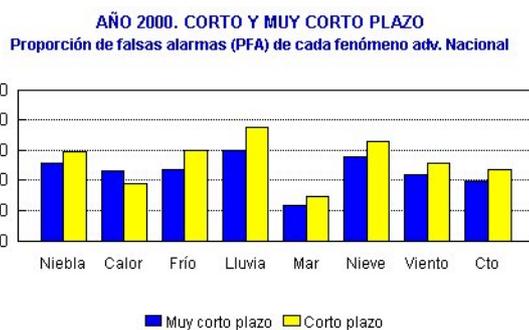


Figura 8: Proporción de falsas alarmas. Año 2000



Figura 9: Critical Success Index. Año 2000



Figura 10: Sesgo. Año 2000

En la fig. 7 vemos que la **Probabilidad de Detección (PD)** (tanto por ciento de los fenómenos adversos ocurridos que habían sido previstos) está en torno al 90% para casi todos los fenómenos en las predicciones a muy corto plazo y lógicamente es menor en el corto plazo. Los valores algo bajos para las lluvias, en el corto plazo, pueden deberse tanto a la dificultad de la predicción a este rango de estos fenómenos que tienen umbrales altos, como a su menor frecuencia de ocurrencia.

La **Proporción de falsas alarmas (PFA)** (tanto por ciento de las predicciones de estos fenómenos que luego no ocurrieron) es ligeramente alta, lo que es normal en las predicciones de fenómenos extremos y poco frecuentes. No se debe confundir este índice con otro que se utiliza a veces con el mismo nombre y que se define como el tanto por ciento, de entre todos los fenómenos no ocurridos, que habían sido previstos.

El **Critical Success Index** (proporción de aciertos en la predicción de un fenómeno adverso entre todas las veces que fue previsto u ocurrió) es muy adecuado para la verificación de estos fenómenos ya que no tiene en cuenta los casos en los que no hubo fenómenos adversos ni ocurridos ni previstos (que son la mayoría y quizá más fáciles de predecir). Un CSI=1 implica un 100% de aciertos. El valor conjunto se ve que es superior al 0,4, lo cual es un resultado aceptable para este tipo de fenómenos. Incluso en el caso del mar el valor es mayor que 0,7.

En la figura 10 vemos que el **sesgo** (cociente entre el número de predicciones de un fenómeno adverso y el de ocurrencia real del mismo) indica, en general, una ligera sobrepredicción.

1997- 2000. MUY CORTO PLAZO.  
**Indices de verificación de todos los fenómenos adversos. Nacional. (\*)**

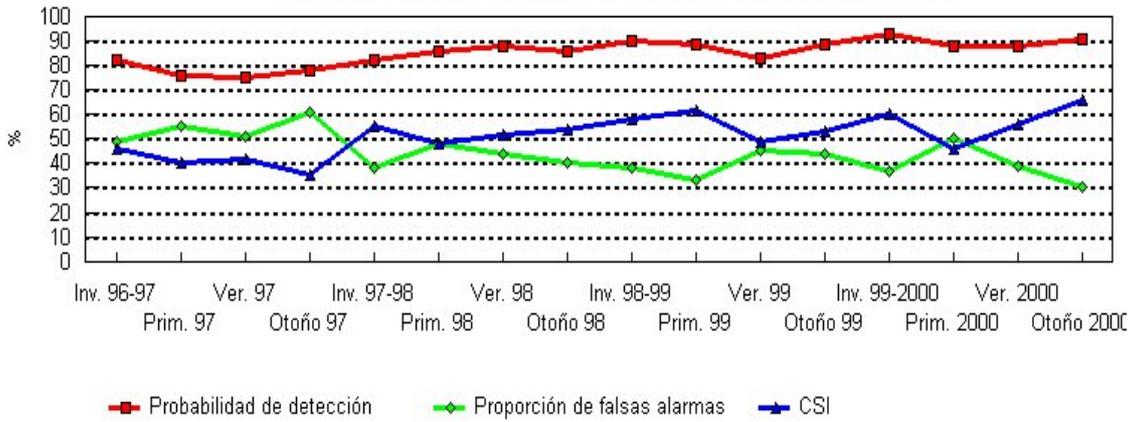


Figura 11: Evolución temporal por trimestres del CSI, PD, y PFA desde 1997 hasta el año 2000

Se aprecia claramente una tendencia positiva en todos los índices, aumentando la probabilidad de detección y el CSI y disminuyendo las falsas alarmas (de más del 50% en 1997 al 30% en otoño de 2000)

**AÑO 1997. PREDICCIÓN PARA D Y D+1. BALEARES**  
 nº de días de predicción/ocurrencia de fenómenos adversos



Figura 12: diagrama de tartas. Baleares. Año 1997

**AÑO 1998. PREDICCIÓN PARA D Y D+1. BALEARES**  
 nº de días de predicción/ocurrencia de fenómenos adversos



Figura 13: diagrama de tartas. Baleares. Año 98

**AÑO 1999. PREDICCIÓN PARA D Y D+1. BALEARES**  
 nº de días de predicción/ocurrencia de fenómenos adversos



Figura 14: diagrama de tartas. Baleares. Año 1999

**AÑO 2000. PREDICCIÓN PARA D Y D+1. BALEARES**  
 nº de días de predicción/ocurrencia de fenómenos adversos



Figura 15: diagrama de tartas. Baleares. Año 2000

Representamos estos diagramas para una Comunidad porque carecen de significado para ámbito nacional. En esta comunidad se observa que en los cuatro años el número de días en que no se detectó ningún fenómeno adverso ocurrido, en verde, fueron muy pocos (13, 11, 12 y 16 días al año respectivamente), mientras que el número de días en los que se había previsto algún fenómeno adverso pero no ocurrió ninguno, está en torno a 30, que siendo superior es también bajo. Los sectores rojos y amarillos son aciertos y su suma es en los cuatro años igual o superior al 87%.

## **8. Conclusiones**

Algunos fenómenos contemplados en el Plan como "adversos" ocurren con mucha frecuencia, lo que puede indicar que tienen unos umbrales demasiado bajos. Las regiones con más fenómenos adversos son las del norte de la Península y algunas mediterráneas, aunque la Comunidad Valenciana, en la que ocurren algunos de los más adversos, no destaca por la frecuencia de estos fenómenos.

Las estadísticas por regiones de las predicciones emitidas se corresponden claramente con las de fenómenos ocurridos.

Ha habido mejoría en los cuatro años en la resolución, fiabilidad y aproximación de las predicciones y desde el principio ha existido poca ambigüedad, con predominio de predicciones categóricas.

En este sentido, los índices de verificación categórica muestran muy buenos resultados en las predicciones de muy corto plazo y algo inferiores en las de corto plazo y todos ellos con una mejoría a lo largo de los cuatro años analizados

Por último, el porcentaje de días al año de fallos de predicción, es decir el número de días al año en que ocurrieron fenómenos adversos sin existir ninguna predicción previa, más el de días en los que se había previsto alguno pero no ocurrió ninguno, es en general inferior al de días en que se predijo algún fenómeno adverso que ocurrió, y la suma de todos ellos es, lógicamente, inferior al número de días en que ni se predijeron ni se produjeron fenómenos adversos.