

VERIFICACIÓN DE PREDICCIONES PROBABILÍSTICAS

Juan de Dios del Pino Corredera

GPV del CMT en Andalucía Occidental y Ceuta. INM

RESUMEN

Los boletines de predicción meteorológicos son el producto más conocido de los servicios de predicción de los diferentes países. El lenguaje en el que están redactados y la característica probabilística de las predicciones, así como el carácter no ordenado de algunos predictandos, hace compleja su verificación. Se propone una aplicación informática, amigable y autónoma que permite editar y verificar las predicciones de esta naturaleza. Adaptable a diferentes formas de redacción, concretamente a los Boletines Generales, Marítimos y de Avisos que diariamente elabora el Instituto Nacional de Meteorología. Al mismo tiempo se presenta resultados de una campaña de verificación llevada a cabo con los Boletines de Predicción Meteorológica del Grupo de Predicción y Vigilancia del CMT de Andalucía Occidental y Ceuta.

1. Introducción

Son muchas las características intrínsecas en las predicciones meteorológicas que inciden en el estilo de redacción de los boletines de predicción. Entre estas hay que destacar el hecho de que las predicciones meteorológicas son necesariamente probabilísticas, por lo que los boletines de predicción, independientemente de la forma en la que se expresen, deben manifestar este hecho. Además, una variable meteorológica, o predictando, puede pronosticarse mediante una cantidad simple o puntual, o mediante un conjunto de posibles alternativas, esto es, mediante clases o estratos. A su vez estas clases pueden estar o no ordenadas. La resolución espacial y temporal de una predicción dependen no solo de las posibilidades de la ciencia meteorológica sino también del propósito del boletín y por tanto es otro factor que afecta al estilo de redacción.

Estas circunstancias, y otras, nos llevan a distribuir las predicciones meteorológicas de formas muy variadas. Sin embargo, y en esencia, muchas de ellas tienen en común que son probabilísticas, cualitativas, en clases ordenadas o no, y que pueden diferir en la resolución espacial o temporal. En este sentido se ha desarrollado una aplicación informática que pueda verificar todo este tipo de predicciones (Boletines de predicción general según el Manual de Estilo del INM, Predicción de fenómenos meteorológicos adversos, etc.).

Además, a la aplicación se le dota de un editor de predicciones y observaciones, así como un generador de climatología de los predictandos, necesario en cualquier esquema de verificación objetiva. Todo ello desarrollado en entorno *windows*

2. Aplicación informática

En 1996 se desarrolló una aplicación informática, *verpre*, con el propósito de valorar los pronósticos de los boletines generales de predicción del INM, redactados según el Manual de Términos Meteorológicos (ESTILO). Ha estado operativa en el GPV del CMT en Andalucía Occidental entre 1996 y 1998 y ahora está siendo sustituida por una nueva que trabaja en entorno *windows* y ha sido desarrollada en lenguajes Visual Basic y Fortran.

La nueva aplicación consta, esencialmente, de dos ficheros de configuración y tres ejecutables y las correspondientes ayudas.

2.1 Ficheros de configuración

El primero de los ficheros de configuración contiene los períodos temporales en los que se divide un día (madrugada, mañana, tarde, noche, etc), las zonas climatológicamente homogéneas de la zona (Sierras Subbéticas, Estrecho, Campiña de Córdoba, Litoral de Cádiz, etc) así como los boletines que se predicen y el nombre de ficheros que los contiene. El segundo contiene las particularidades del léxico en el que

están redactados los boletines: tipo de predictandos y sus categorías, así como los porcentajes de los términos de probabilidad.

2.2 Editor de predicciones y observaciones.

La aplicación *verpre.exe* desarrollada en 1996, era dependiente del programa APO (Apoyo a la Predicción Operativa) para introducir y codificar las predicciones y observaciones. Este programa APO, por un lado no había sido desarrollado específicamente con el propósito de verificar predicciones, sino más bien de redactarlas y por otro ha dejado de utilizarse operativamente en las unidades de predicción del INM, por lo que ha sido necesario desarrollar un editor que permita introducir los datos de observación y predicción que la verificación requiera.

2.3 Generador de climatologías de los predictandos.

Los datos codificados de observación a partir del editor, son en definitiva una base de datos de los predictandos clasificados en las categoría del correspondiente léxico. Por lo que podemos calcular una climatología de los mismos, tanto más representativa cuanto mayor sea el número de datos incluidos.

Además, estas climatologías son necesarias para evaluar la dificultad en el pronóstico del cada predictando, siendo incluidas como predictor de referencia en numerosos índices de verificación. Por tales motivos se incluye en la aplicación un editor y visualizador de dichas climatologías.

2.4 Verificación

El programa de verificación, propiamente dicho, valora multitud de parámetros e índices que nos permitan determinar la bondad de un pronóstico. Entre estos podemos citar el porcentaje de aciertos, pudiendo incluir en este término los errores leves en no más de una categoría, o cuando la observación no se produce en el citado periodo sino en el contiguo o en una zona no muy lejana. Con el propósito de evaluar las predicciones de mayor dificultad, permite excluir los aciertos cuando el predictando se manifiesta en su categoría más frecuente. También se puede excluir las pronósticos u observaciones de hechos persistentes, con el propósito de valorar la capacidad del predictor para diagnosticar los cambios en las situaciones meteorológicas.

Incluye también índices de verificación que permita comparar nuestros pronósticos con otros de referencia, en este caso la climatología, y así determinar la cantidad de valor añadido.

Elabora tablas de contingencia, absolutas o condicionadas a la categoría prevista u observada, para analizar su distribución. Calcula diferentes parámetros que permitan determinar la relación entre la predicciones y las observaciones, tales como el coeficiente de correlación, coeficiente de determinación ANOVA, entropía de las observaciones explicada por las predicciones, sesgo, imprecisión, etc.

Finalmente establece contrastes de hipótesis que permiten inferir si una predicción es o no buena, a un nivel de significación determinado.

Todos estos parámetros índices de verificación son calculados y aportados por la aplicación mediante ficheros de texto imprimibles y otros preparados para su uso en aplicaciones comerciales gráficas. Además el propio programa presente un resumen gráfico del resultado de la valoración.

3. Campaña de verificación de la predicción de los boletines generales de predicción

Entre febrero de 1996 y septiembre de 1998, en el Grupo de Predicción y Vigilancia (GPV) del CMT en Andalucía Occidental y Ceuta se realizó de forma operativa la verificación de las predicciones que diariamente edita según el Manual de Términos Meteorológicos (ESTILO Los predictandos que se analizan son la nubosidad, la visibilidad, la actividad tormentosa, la intensidad de la precipitación, nevadas, heladas, la tendencia de la temperatura y la velocidad y dirección del viento.

La verificación de las predicciones tienen una resolución temporal de 6 horas referidas a los términos: madrugada, mañana, tarde y noche. La resolución espacial está determinada por el uso de 14 comarcas climatológicas: la Sierra de Aracena, el Andévalo, el Litoral de Huelva, la Sierra de Grazalema, la

Campaña de Cádiz, el Litoral de Cádiz, el Campo de Gibraltar, Ceuta, la Sierra de Córdoba, la Campiña Cordobesa, las Sierras de la Subbética Cordobesa, la Sierra Norte de Sevilla, la Campiña Sevillana y la Sierra Sur de Sevilla.

3.1 Dificultad en la predicción de cada predictando. Entropía

No todos los predictandos tienen la misma dificultad en su predicción. La dificultad que aquí tratamos no se refiere a la que existe ante la predicción de un hecho concreto, sino en la dificultad para acumular un mayor número de aciertos cuando emitimos numerosos juicios de ese predictando, referidos a diferentes momentos. Esto es, más bien debemos entenderlo como, la dificultad en conseguir un alto porcentaje de aciertos para ese predictando.

Una forma de valorar la dificultad es a través de la varianza con la que se observa. Esto requiere que el predictando sea ordenado, pero muchos predictandos son no necesariamente ordenados y se puede valorar mediante la incertidumbre media que a priori se tiene sobre el estado en el que finalmente se observará. Este último concepto se mide a través de la entropía. En este sentido, la nubosidad es el predictando, de los analizados, que tiene mayor entropía. Se debe a la frecuencia con la que varía la cantidad de nubes en el cielo, que en pocas horas puede., por ejemplo, pasar de poco nuboso a cubierto. La dirección del viento, es otro predictando con mucha incertidumbre. Ambos predictandos son por tanto más difíciles de predecir, en el sentido antes señalado.. En el lado opuesto, además de la nieve y las heladas, muy poco frecuentes en nuestra zona, están las tormentas, como los predictandos de menor dificultad a la hora de acumular aciertos.. La figura 1 con el epígrafe HY (entropía de las observaciones), presenta estos valores para cada uno de los predictandos.

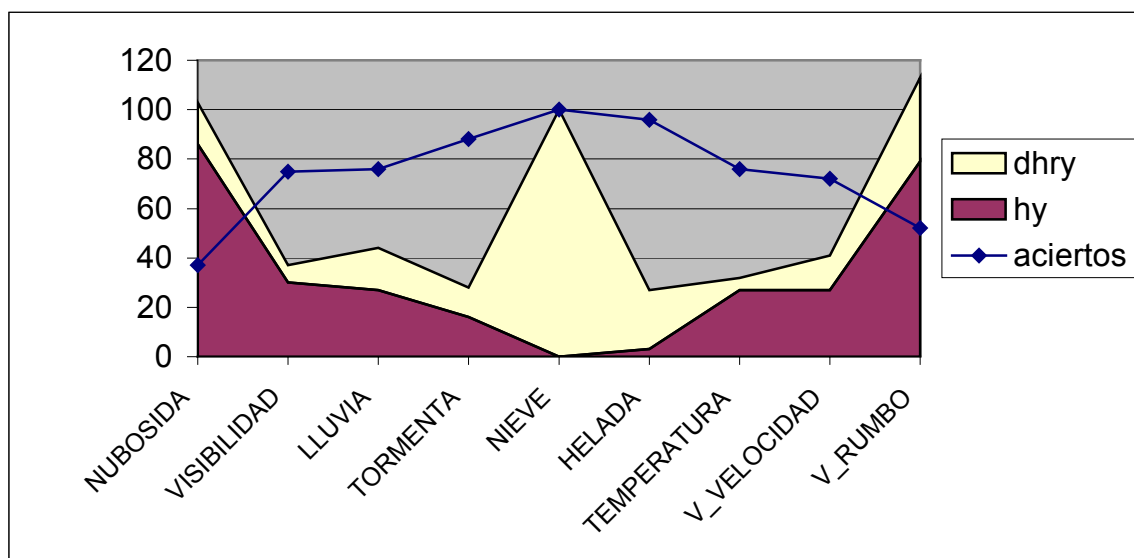


Figura 1: Análisis de la dificultad en el pronóstico de las variables meteorológicas a partir de su Entropía observada (HY) incluidas en los Boletines Provinciales de Predicción General válidos mañana para mañana (D2). DHRY es la Entropía explicada por el predictor.

3.2 Aciertos

Cuando un predictando es necesariamente probabilístico, como ocurre con la precipitación, su predicción es una distribución de probabilidad de los diferentes estados en los que puede encontrarse. El predictando se realizará u observará en un único estado del conjunto de posibilidades. Esto implica que no se pueda hablar de acierto o fallo de un predictor probabilístico, en los mismos términos que para un predictor determinista. Para valorar si el juicio de un predictor determinista es cierto, es preciso tomar una muestra suficientemente amplia de predicciones definidas por una distribución de probabilidad idéntica y comprobar si coincide con la distribución de frecuencias de las observaciones. Emitido el juicio y realizada la observación, podemos asociarle al predictor, como valor de su predicción, la probabilidad supuesta para el suceso observado, a lo que llamamos pseudoacierto. De este modo, si los sucesos se realizaran con la distribución de frecuencias supuesta por el predictor, éste tendrá un pseudoacierto que se aproximará al concepto de acierto a medida que sus predicciones son más deterministas, esto es, con una distribución de probabilidad más aguda.

En esta sentido se ha evaluado el porcentaje de aciertos de las variables meteorológicas de contenidas en los boletines de Predicción Provincial válido para mañana, según se expone en la figura 2. Donde además se analizan otros tipos de aciertos y pseudoaciertos.

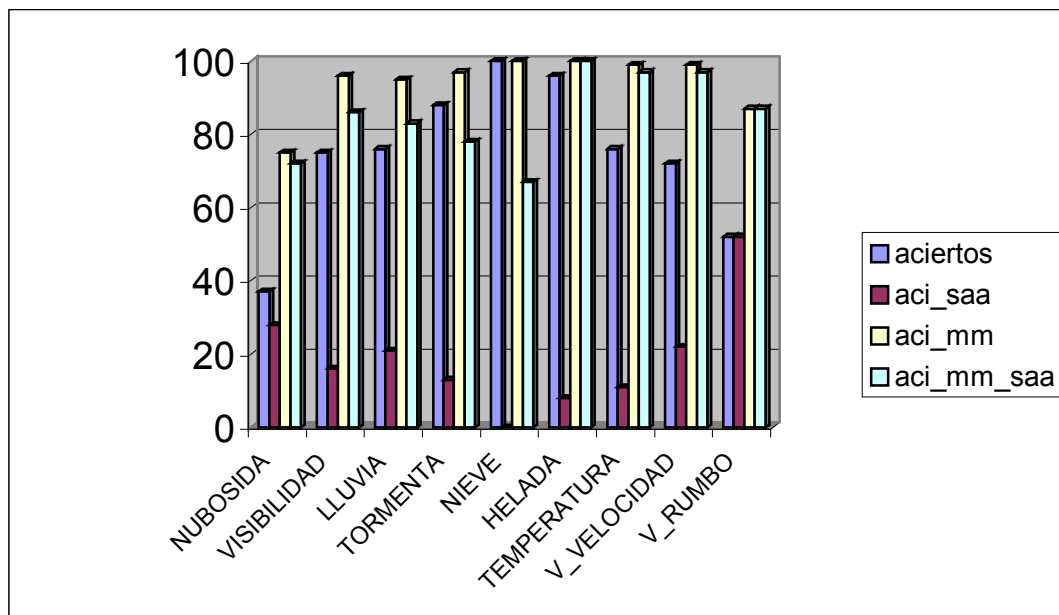


Figura 2: Porcentaje de Aciertos (*aci_saa*: aciertos excluidas las clases más frecuentes de cada predictando, *aci_mm*, aciertos incluidos los errores en no más de una categoría, *aci_mm_saa*, aciertos incluidos los errores en no más de una categoría y excluidas las clases más frecuentes) en los pronósticos de los Boletines Provinciales de Predicción General válidos para mañana (D2) para cada predictando..

3.3 Influencia del alcance de la predicción en el porcentaje de aciertos

La disminución del valor de una predicción es con el alcance o rango de la misma, es un hecho ligado a la incertidumbre de los modelos numéricos y de la propia meteorología. Esto queda constatado en la figura 3 cuando se analiza el porcentaje de aciertos para los predictandos contenidos en los boletines provinciales previstos para hoy (D1) y mañana (D2) y lo de medio plazo (D3 a D5). Esta tendencia es más pronunciada para la nubosidad y la dirección del viento, algo superior a 10 puntos en el porcentaje de aciertos. No obstante la tendencia negativa está algo enmascarada al incluirse los aciertos de las clases más frecuentes, pues aunque la diferencia es prácticamente la misma, si se excluyen las observaciones más comunes, la proporción que representan es mayor y la pendiente más pronunciada.

3.4 Influencia de la estacionalidad en el porcentaje de aciertos

Es difícil analizar las causas de las oscilaciones en el porcentaje de aciertos en una predicción, y de algún modo su utilidad, en función de la época del año, pues hay meteoros que no se manifiesta o casi no lo hacen en todas las épocas. En la figura 4, la nubosidad, presenta cierta tendencia pero quizás lo más significativo es que junto con la precipitación y las tormentas presenta unos mínimos relativos en los aciertos en los cambios estacionales cuando entra la primavera y el otoño.

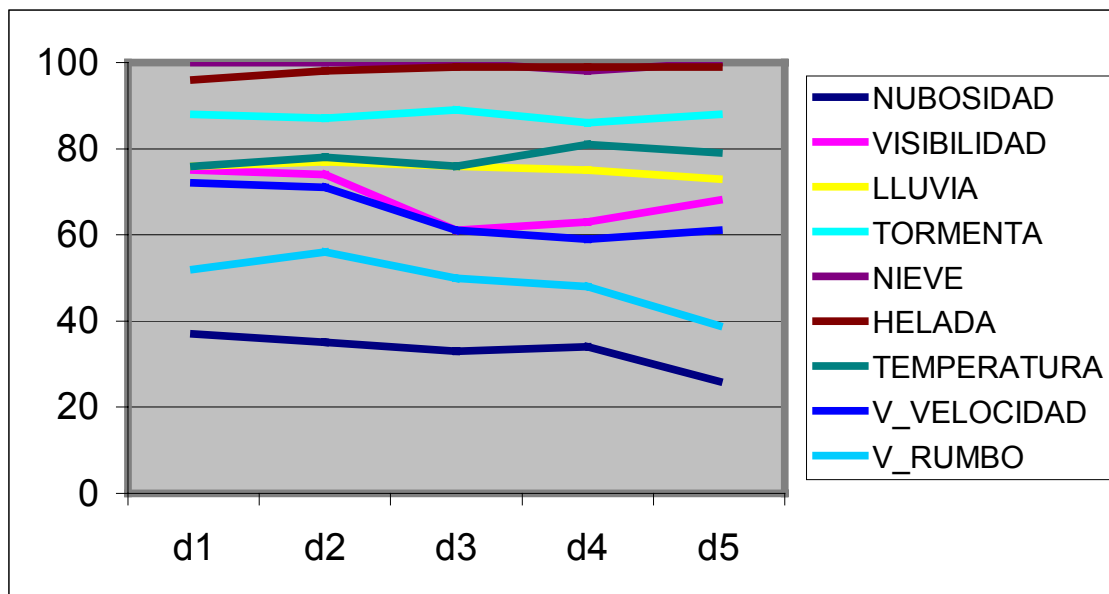


Figura 3: Porcentaje de Aciertos en los pronósticos de los Boletines de Predicción General Provinciales y Medio Plazo en función del alcance del pronóstico (D1, hoy, D2 mañana, etc).

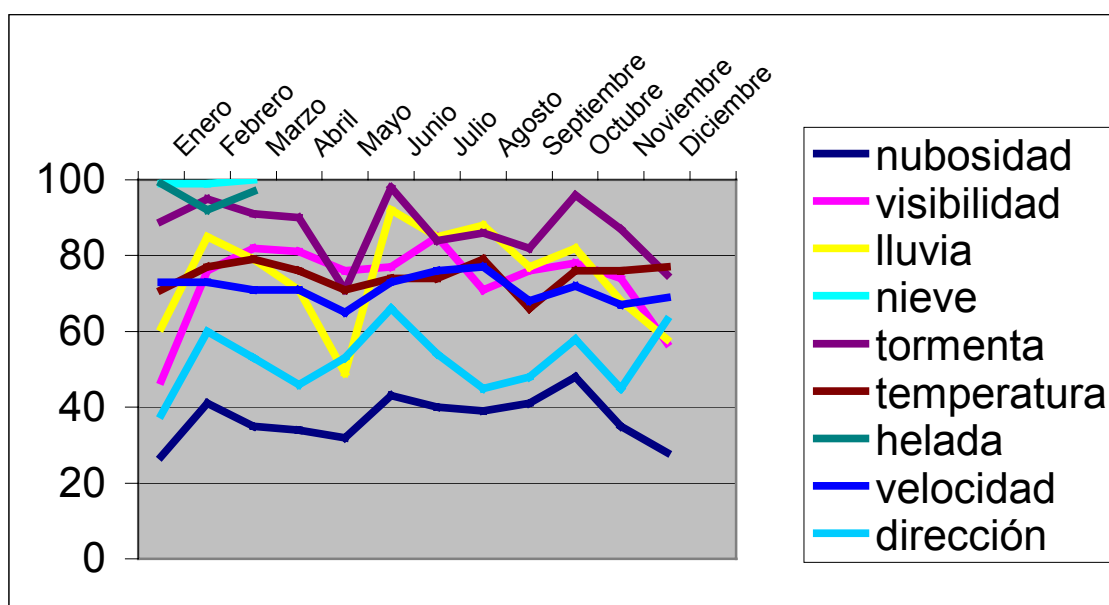


Figura 4: Porcentaje de Aciertos en los pronósticos de los Boletines Provinciales de Predicción General válidos para mañana (D2) en función del mes del año.

4. Conclusiones

Existe una aplicación informática que permite analizar el valor de las predicciones probabilísticas o deterministas para predictandos nominales u ordenados redactadas en diferentes estilos o léxicos.

Esta aplicación es autónoma y amigable.

De la campaña de verificación podemos inferir lo siguiente:

La nubosidad y la dirección del viento son los predictandos en los que más difícil es acumular aciertos aleatorios, debido a que sus observaciones están climatológicamente distribuidas en muchas de sus

categorías. Es decir, tienen mucha entropía. La tormenta, aparte de nevadas y heladas, es el predictando con menor entropía, siendo más fácil acumular aciertos en su pronóstico.

Los aciertos en la predicción de la nubosidad y la dirección del viento son muy inferiores a los de los otros predictandos. Los aciertos en el pronóstico de la actividad tormentosa son altos, en concordancia con lo esperado según la conclusión primera.

Excluidas las categorías más bajas y frecuentes en cada predictando, el porcentaje de aciertos desciende en 10 puntos.

Excluidas las clases menos intensas, la capacidad de acierto desciende generalmente en más de un 40% según que las predicciones sean válidas para hoy o para el último día del plazo medio, D5.

La incidencia estacional queda de manifiesto en la nubosidad, precipitación y actividad tormentosa en la llegada de la primavera y el otoño.

Agradecimientos

Al personal del GPV del CMT en Andalucía Occidental y Ceuta.

Referencias

- Del Pino, JD, 1996 Verificación de Predicciones. Nota Técnica XED-AO-003.96. CMT Andalucía Occidental,
- Del Pino, JD, 1996 Verificación de Predicciones. Aplicación a las predicciones según el Manual de Términos Meteorológicos del INM (ESTILO). Nota Técnica XED-AO-004.96. CMT Andalucía Occidental,
- Del Pino, JD, 1996 Verificación de la Predicción del GPV del CMT de Andalucía Occidental. Período: Febrero a Noviembre de 1996. Nota Técnica del XED-AO-004.96 CMT Andalucía Occidental.
- Henry R. Stanky, Laurence J. Wilson and Wiliam R. Burrows., 1989. *Survey Of Common Verification Methods In Meteorology. World Weather Watch. Tecnical Repor* N° 8. WMO/TD N° 358, 1989.
- Allan H. Murphy., 1993. *Whats Is A Good Forecast? An Essay On The Nature Of Goodness In Wheather Forecasting. Wheahter and Forecasting* 281-293, Volume 8. **June** 1993.