

IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DE CIRCULACION DE VIENTO EN LA PARTE CENTRAL DE LOS PIRINEOS MEDIANTE RED NEURONAL ARTIFICIAL

Nerea, PÉREZ GONZÁLEZ

Dpto. Física Aplicada II, Universidad del País Vasco UPV-EHU, España

nerea.perez@ehu.eus

RESUMEN

Los Pirineos son una cadena montañosa que hace frontera natural entre Francia y España. Se han llevado a cabo varios estudios en el área para analizar sus patrones de circulación del viento.

En un primer paso, se generaron datos meteorológicos diarios producidos a las 12 UTC por simulación WRF con el objetivo de obtener una clasificación subjetiva de los patrones de circulación del viento en el área. Encontramos los mismos patrones que los hallados previamente en otro estudio experimental llevado a cabo en la misma área y tres nuevas situaciones meteorológicas que nunca se habían observado debido a la falta de medidas de viento vertical.

Finalmente, se buscó un método de clasificación automática. Se aplicaron varios métodos, como clasificaciones automáticas de clúster y redes neuronales artificiales supervisadas. Los resultados obtenidos nos permiten concluir que las redes neuronales artificiales supervisadas son el mejor método de identificación de patrones de viento.

Palabras clave: Pirineos, WRF, Viento, Clasificación automática.

ABSTRACT

The Pyrenees is a range of mountains that form a natural border between France and Spain. Several studies have been carried out in the area in order to analyze their winds circulations patterns.

In a first step, daily meteorological data produced at 12 UTC by WRF simulation were plotted with the aim to obtain a subjective classification of wind circulation patterns in the area. We found the same patterns as those previously found in another experimental study carried out in the same area and three new meteorological situations that had never been defined and observed because of the lack of vertical wind measurements.

Finally, we look for an automatic classification method. Several methods were applied like automatic cluster classifications and supervised artificial neural networks. The results found allow us to conclude that supervised artificial neural networks are the best method of identifying wind patterns.

Key words: Pyrenees, WRF, Wind, Automatic classification.

1- INTRODUCCIÓN

El aprendizaje automático es una técnica de análisis de datos que enseña a los ordenadores a hacer lo que resulta natural para las personas y los animales: aprender de la experiencia. Los algoritmos de aprendizaje automático emplean métodos de cálculo para “aprender” información directamente de los datos sin depender de una ecuación predeterminada como modelo. Los algoritmos mejoran su rendimiento de forma adaptativa a medida que aumenta el número de muestras disponibles para el aprendizaje. El aprendizaje automático emplea dos tipos de técnicas: el aprendizaje no supervisado, encuentra patrones ocultos o estructuras intrínsecas en los datos de entrada y el aprendizaje supervisado entrena un modelo con datos de entrada y salida conocidos para que pueda predecir salidas futuras.

El aprendizaje automático supervisado crea un modelo que realiza predicciones en función de las pruebas en presencia de una incertidumbre. Un algoritmo de aprendizaje supervisado toma un conjunto conocido de datos de entrada y respuestas conocidas para estos datos (salidas) y entrena un modelo con objeto de generar predicciones razonables como respuesta a datos nuevos. El aprendizaje supervisado emplea técnicas de clasificación y regresión para desarrollar modelos predictivos. Uno de los algoritmos habituales son las Redes Neuronales Artificiales.

El aprendizaje automático no supervisado halla patrones ocultos o estructuras intrínsecas en los datos. Se emplea para inferir información a partir de conjuntos de datos que constan de datos de entrada sin respuestas etiquetadas. El cluster es la técnica de aprendizaje no supervisado más común. Dado un conjunto de individuos caracterizados por la información de “n” variables, se realiza la clasificación de manera que los individuos pertenecientes a un grupo sean lo más similares posible, siendo los distintos grupos entre ellos lo más distintos sea posible.

Este estudio tiene como objetivo desarrollar un procedimiento para clasificar las situaciones meteorológicas de viento en el centro de los Pirineos. Para ello, se dispone de información meteorológica generada por el modelo WRF. El modelo WRF es un sistema de cálculo numérico para simulación atmosférica y diseñado para predicción atmosférica. Los modelos de predicción se basan en disponer de un análisis inicial de la atmósfera a partir de información obtenida en radiosondeos, satélites meteorológicos, y observaciones meteorológicas en tierra. La información meteorológica del análisis inicial se usa en el modelo como punto de partida para la previsión. A partir de esta información, se aplican ecuaciones matemáticas de la física y la dinámica de la atmósfera que sean capaces de integrar el movimiento de fluidos.

Los Pirineos son una cordillera montañosa situada entre España, Andorra y Francia. Se extiende a lo largo de 415 km desde el mar Mediterráneo al este, hasta el mar Cantábrico al oeste. En su parte central llega a tener una anchura de 150 km. En 2004 (Ezcurra, 2013) realizó una campaña de medidas en un perfil vertical el Pirineo formado por Jaca-Somport-Sarrance (Valle de Aspe y valle de Canfranc). A través de estaciones meteorológicas colocadas en la superficie entre Abril y Octubre del 2004, se observó la existencia de cinco tipos de vientos locales. Por todo ello, nuestro objetivo principal es desarrollar un método de caracterización automática de situaciones meteorológicas a partir de información generada por el modelo WRF.

2- EXPERIMENTO

La zona de estudio se encuentra en el centro de los Pirineos, formado por el valle de Aspe en Francia y valle de Canfranc en España (Fig. 1). Se elige esta zona porque investigaciones anteriores (Ezcurra, 2013) estudiaron las situaciones meteorológicas de vientos a partir de mediciones meteorológicas sobre la superficie en esta zona.

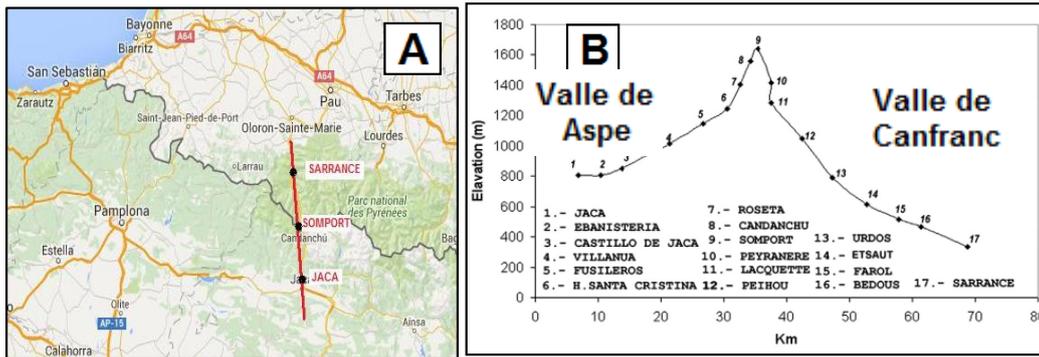


Fig. 1. En la imagen A se muestran puntos principales del área de estudio, Jaca, Somport y Sarrance. En la imagen B, se observa el perfil vertical.

Para conocer las situaciones meteorológicas en la zona central del Pirineo, se ha utilizado información generada por el modelo WRF para Abril y Octubre del 2013. La configuración del modelo WRF para generar la información meteorológica fue realizada por el grupo EOLO de la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) (<http://www.ehu.eus/eolo/>). La configuración del modelo se ha realizado de la misma manera que Díaz De Argandoña, 2010.

Los datos meteorológicos corresponden a las 12 UTC para 204 días de estudio. Se ha utilizado una rejilla de 20x20 que cubre los valles. Esta rejilla abarca 270 Km en planimetría y 6 Km en altimetría. Todos los estudios serán llevados a cabo a partir de una matriz de 20x20x204x2 de vientos verticales y horizontales.

3- CLASIFICACIÓN SUBJETIVA DE SITUACIONES METEOROLÓGICAS

Como se mencionó en la introducción, a partir de estaciones meteorológicas colocadas en la superficie del perfil (Ezcurra, 2013), desveló la existencia de cinco tipos de situaciones meteorológicas de viento. Partiendo de esta investigación vamos a estudiar si el modelo WRF observa estas 5 situaciones meteorológicas a partir de una clasificación subjetiva.

Para ello, se realizó una clasificación subjetiva de los 204 días de estudio a las 12 UTC. Se representó gráficamente en 2D el módulo formado por los vientos verticales y vientos norte sur de cada uno de los días se realizó. Se fue mirando día a día estas trayectorias y se realizó la clasificación. Se obtuvo ocho situaciones meteorológicas bien definidas que corresponden al 84,23% de los días, ya que hubo días que no se clasificaron en ninguno de estos grupos y entre sí no guardaban ninguna similitud. De

estas 8 situaciones, se observaron brisas, 4 situaciones con vientos norte y 3 situaciones con viento sur. En la Fig. 2 se muestra un ejemplo de situación con foehn norte y en la Fig. 3 se muestra un esquema indicando la dirección del viento en las 8 situaciones clasificadas de forma subjetiva.

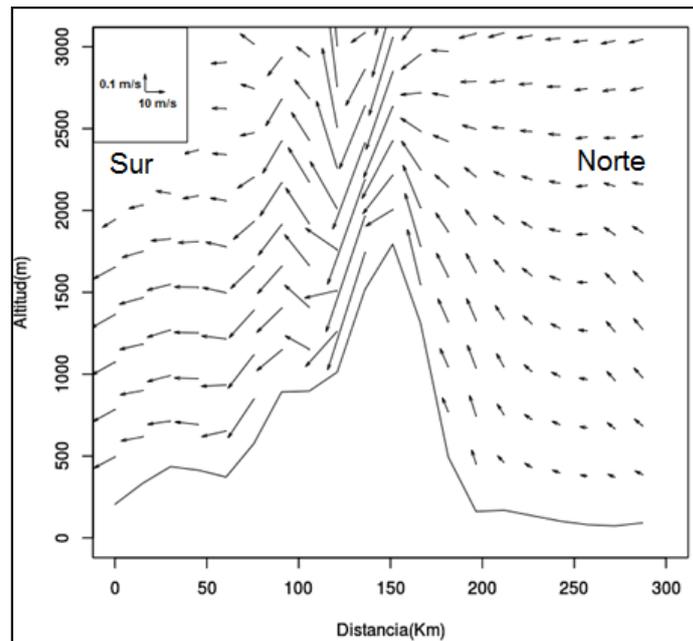


Fig. 2. Situación meteorológica que corresponde a una situación con Foehn norte (Tipo 3N) el 1 de Junio del 2013 a las 12 UTC. En la parte superior izquierda se muestra la escala utilizada para vientos horizontales y verticales.

Tipos de situaciones:

- Tipo 1 (Fig. 2, A): Brisa de montaña en ambos valles.
- Tipo 2a N (Fig. 2, B): Vientos suaves del norte que afectan principalmente a las zonas superiores de ambos valles. En la parte media y baja de los valles los vientos son pequeños con dirección norte.
- Tipo 2b N (Fig. 2, C): Vientos suaves del norte que afectan principalmente a las zonas superiores de ambos valles. En la parte media y baja del valle francés se observa un rotor.
- Tipo 2c N (Fig. 2, D): Vientos suaves del norte que afectan principalmente a las zonas superiores de ambos valles. En la parte media y baja del valle español se observa un rotor.
- Tipo 3 N (Fig. 2, E): Vientos fuertes del norte que afectan a todos los puntos de ambos valles.
- Tipo 2a S (Fig. 2, F): Vientos suaves del sur que afectan principalmente a las zonas superiores de ambos valles. En la parte media y baja de los valles los vientos

son pequeños con dirección sur.

- Tipo 2c S (Fig. 2, G): Vientos suaves del sur que afectan principalmente a las zonas superiores de ambos valles. En la parte media y baja del valle francés se observa un rotor.
- Tipo 3 S (Fig. 2, H): Vientos fuertes del sur que afectan a todos los puntos de ambos valles.

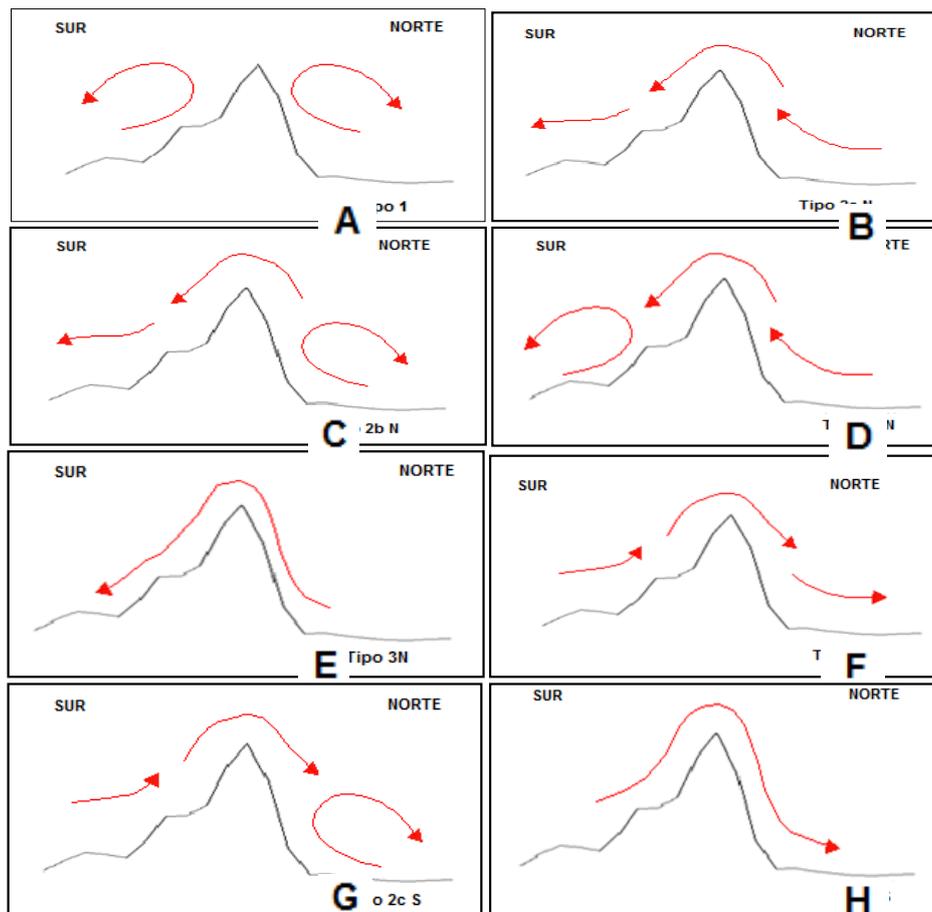


Fig. 3. Ocho situaciones meteorológicas de viento obtenidas mediante clasificación subjetiva a partir de la representación gráfica en 2D de los vientos horizontales y verticales.

Se puede afirmar que el modelo observa las mismas situaciones meteorológicas de vientos que las observadas por en estudios previos (Ezcurra, 2013) (Tipo 1, Tipo 2aN, Tipo 3N, Tipo 2aS y Tipo 3S) y además se aprecia tres nuevas situaciones no vistas en estudios anteriores (Tipo 2b N, Tipo 2c N y Tipo 2c S). En estas tres nuevas situaciones se encuentran rotorens en las zonas bajas del valle, que anteriormente no fueron encontrados debido a que los vientos solo se midieron sobre la superficie del perfil.

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de cada una de las situaciones meteorológicas encontradas por Ezcurra, 2013 y por la clasificación subjetiva. Se puede observar que en ambos estudios hay días que no son clasificables en ningún tipo.

	Ezcurra	Modelo
Tipo 1	26,17%	22,90%
Tipo 2a N	19,63%	14,95%
Tipo 2b N		2,34%
Tipo 2c N		4,67%
Tipo 3N	11,21%	5,88%
Tipo 2a S	18,22%	20,09%
Tipo 2c S		6,54%
Tipo 3S	7,94%	6,86%
Sin Tipo	16,83%	15,77%
Total	100%	100%

Tabla 1. Se muestra el porcentaje de situaciones meteorológicas encontrados en el estudio de Ezcurra, 2013 y en la clasificación subjetiva realizada con información generada por el modelo WRF

4-CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE SITUACIONES METEOROLÓGICAS

Una vez que se ha clasificado las 8 situaciones meteorológicas con la información generada por el modelo WRF, se estudia si mediante métodos automáticos se puede obtener la misma clasificación.

Observando la clasificación subjetiva, se aprecia que la principal diferencia entre las situaciones meteorológicas de viento son los vientos verticales próximos al perfil vertical. Por esta razón, las clasificaciones automáticas que se van a realizar a continuación se realizan a partir de una matriz de 16x4 con vientos verticales.

4.1 Análisis Cluster

El objetivo del análisis cluster es conocer la similitud entre los vientos verticales de los diferentes días y generar grupos homogéneos, diferentes entre sí. La cantidad de grupos a generar es indicada por el usuario. Para realizar el análisis cluster utilizamos la función "hclust" de R. Las clasificaciones empiezan con un número alto de clases y este se va reduciendo hasta llegar a una buena clasificación, es decir, hasta llegar a una clasificación lo más parecida a la clasificación subjetiva. La mejor clasificación obtenida fue con cinco grupos. El porcentaje de acierto en el análisis cluster para cada tipo se muestra en la Tabla 2.

Tipo	Porcentaje de acierto
Tipo 1	73%
Tipo 2N	61%
Tipo 2a S	40%
Tipo 2c S	78%
Tipo 3S	88%

Tabla 2. Resultados obtenido en la clasificación mediante análisis cluster. El resultado ha sido comparado con la clasificación subjetiva y junto a cada situación se muestra el porcentaje de acierto.

Llama la atención que el proceso no ha sido capaz de clasificar en un grupo diferente los vientos foehn norte (Tipo 3N) de los vientos superficiales norte (Tipo 2a N), pero si ha clasificado el 88 % de los vientos foehn sur (Tipo 3S) en un grupo diferente de los vientos sur superficiales (Tipo 2a S). Se observa que este análisis no clasifica bien las diferentes situaciones meteorológicas, por lo que buscamos otros métodos.

4.2 Clasificación mediante Redes Neuronales Artificiales supervisadas (RNAs)

En los últimos años, las RNAs han sido de gran uso en estudios de meteorología. Las RNAs constan de dos procesos. El primero conocido como “Fase de entrenamiento”, la red utilizan la mitad de los días para conocer los diferentes patrones de viento. En la “Fase de prueba” utiliza el resto de días para clasificarlos en uno de los ocho patrones observado en la fase anterior.

Para esta clasificación, también se ha utilizado el software R. Este ofrece varias librerías para el cálculo de RNAs, pero se ha utilizado la librería “nnet” porque existe una relación lineal entre los datos de comparación.

Los resultados obtenidos al comparar la clasificación subjetiva con la clasificación obtenida por al RNAs se muestran en la Tabla 3. En esta tabla se muestra el porcentaje de acierto obtenido por la RNAs en cada una de las situaciones.

Observando la Tabla 3, se aprecia un mayor porcentaje de acierto en vientos sur y el porcentaje de acierto es mucho mayor que el obtenido mediante análisis cluster, Tabla 2. Consideramos que esta clasificación es muy buena a excepción del tipo 2b N, ya que la RNAs solo ha sido capaz de clasificar correctamente el 67% de los casos. Esto puede ser debido a que los rotos en este tipo son muy pequeños y la diferencia con otras situaciones (tipo 2a N) es muy pequeña

5- CONCLUSIONES

Este artículo se centra en el estudio de patrones de situaciones meteorológicas de vientos en la zona central del Pirineo (Valle de Aspe – Valle de Canfranc) a partir de información meteorológica generada por el modelo WRF. El objetivo principal es conocer si mediante clasificaciones automáticas se pueden conocer los cinco patrones de situaciones meteorológicas observadas en la misma zona en estudios anteriores

(Ezcurra, 2013).

Tipo	Porcentaje de acierto
Tipo 1	92 %
Tipo 2a N	81%
Tipo 2b N	67%
Tipo 2c N	83%
Tipo 3N	75%
Tipo 2a S	85%
Tipo 2c S	87%
Tipo 3S	96%

Tabla 3. Resultados obtenido en la clasificación mediante RNAs. El resultado ha sido comparado con la clasificación subjetiva y junto a cada situación se muestra el porcentaje de acierto.

Antes de realizar clasificaciones automáticas, se ha realizado una clasificación subjetiva para estudiar si con información generada por el modelo WRF se pueden conocer las situaciones meteorológicas. Los resultados muestran las cinco situaciones obtenidas en estudios anteriores y tres nuevas situaciones no conocidas anteriormente. Estas últimas no se observaron en el estudio anterior por la falta de medidas por encima del terreno. Además, se observa que los vientos verticales próximos al perfil vertical son los causantes de las diferentes situaciones.

Conocidos los ocho patrones de situaciones meteorológicas mediante clasificación subjetiva, se procedió a realizar clasificaciones automáticas con los vientos verticales próximos al perfil vertical. La primera clasificación automática fue el análisis Cluster. Esta clasificación no supervisada solo fue capaz de generar cinco situaciones meteorológicas y los grupos generados no son homogéneos entre sí, por lo que los resultados están lejos de ser un buen método de clasificación. En la segunda clasificación automática se utilizaron Redes Neuronales Artificiales Supervisadas. Esta clasificación obtiene resultados muy parecidos a la clasificación subjetiva, por lo que se considera un buen método para la identificación automática de situaciones meteorológicas de viento.

6- BIBLIOGRAFÍA

- Díaz De Argandoña, J. I. D., Ezcurra, A., Bénech, B., Campistron, B., Ibarra-Berastegi, G., Said, F.(2010). Atmospheric tides over the Pyrenees: Observational study and numerical simulation. Royal Meteorological Society. 136, Pages 1263-1274.
- Ezcurra, A., Bénech, B., Echelecou, A., Santamaría, J.M., Herrero, I., Zulueta, E. (2013). Influence of local air flow regimes on the ozone content of two Pyrenean valleys. Atmospheric Environment, 74, Pages 367-377.