

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE FWI (FIRE WEATHER INDEX) CALCULADO A PARTIR DEL MODELO WRF PARA LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Leandro Maturano^{1,2}, Denis Poffo^{1,2}, Matias Suarez^{1,2,3}, Elena Lucía Sandalio^{1,2}, Andrés Rodríguez^{2,3}
leandromta.lm@gmail.com.

¹Laboratorio de Radar y Sensores Remotos - FAMAF UNC

²Observatorio Hidrometeorológico de la Provincia de Córdoba (OHMC)

³Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN)

Palabras clave: Riesgo Incendios, Incendios Forestales, Sistema de Alerta Temprana

1) INTRODUCCIÓN

El Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (FWI), desarrollado originalmente en Canadá, se utiliza en Argentina como una herramienta que permite estimar las condiciones de inicio y propagación de incendios forestales en función de diversas variables meteorológicas (temperatura, precipitación, humedad relativa y velocidad del viento). Su implementación en el país comenzó en el año 2000 a través de un proyecto conjunto entre el Plan Nacional de Manejo del Fuego (PNMF) y el Ministerio Forestal de la Columbia Británica. En la provincia de Córdoba, el cálculo del índice se inició en 2011 a partir de datos provistos por estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). En el año 2021, la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, el Observatorio Hidrometeorológico de Córdoba (OHMC) y el PNMF comenzaron a trabajar para implementar de manera operativa el FWI a partir de salidas del modelo numérico WRF.

Actualmente, se generan mapas diarios de FWI con 24 horas de anticipación, disponibles en el portal IDECOR (<https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/442>). Estos productos fortalecen la evaluación de riesgos al analizar factores clave para la propagación e impacto de incendios, facilitando acciones preventivas y gestión de emergencias. Este trabajo analiza la implementación del FWI que opera diariamente desde septiembre de 2022 sobre la provincia de Córdoba brindando una herramienta esencial para priorizar áreas críticas y optimizar recursos en la prevención y respuesta ante incendios.

2) MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó el modelo original tomado del trabajo de Van Wagner y otros, 1985. El FWI se compone de tres códigos de humedad de combustibles forestales que representan diferentes capas para el modelo, **FFMC**– Código de humedad del combustible fino (Fine Fuel Moisture Code), **DMC** – Código de Humedad del Material Orgánico Intermedio (Duff Moisture Code) y **DC** – Código de Sequía (Drought Code), dos índices intermedios, **ISI** – Índice de Propagación Inicial (Initial Spread Index) y **BUI** – Índice de Acumulación (Buildup Index) y un índice final que refleja el peligro general de incendio debido a las condiciones meteorológicas **FWI** – Índice Meteorológico de Peligro de Incendios (Fire Weather Index). Los parámetros de entrada (temperatura a 2 metros, humedad relativa a 2 metros, velocidad del viento a 10 metros y precipitación acumulada en las últimas 24 horas) para el cálculo del FWI operativo del OHMC se toman del modelo WRF que se ejecuta en la misma institución (Lighezzolo y otros 2018, Suarez y otros 2022 y Otero y otros

2025). Los valores obtenidos del FWI, que tienen una resolución horizontal de 4 km, se clasifica como: **Extremo** (FWI > 46), **Muy Alto** (FWI entre 28 y 45,9), **Alto** (FWI entre 15 y 27,9), **Moderado** (FWI entre 6 y 14,9) y **Bajo** (FWI entre 0 y 5,9).

3) RESULTADOS

A continuación se presenta un análisis del FWI calculado por el OHMC entre diciembre de 2022 y diciembre de 2024. Dicho análisis está centrado en mostrar las variaciones que presentó durante ese periodo dentro del territorio y como él mismo se comportó frente a la comparación con datos medidos por satélites brindados por el PPMF (focos de calor).

La Figura 1 presenta las curvas asociadas a la variación en el tiempo de las clases: Bajo, Alto y Extremo del índice FWI. Si bien las clases asociadas a este índice son cinco, por una cuestión de análisis de tendencias, las tres clases presentadas permiten realizarlo sin cargar demasiado el gráfico.

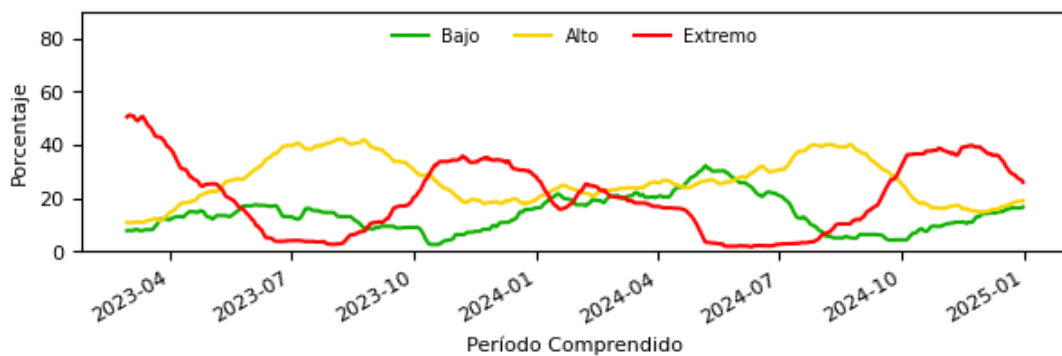


Figura 1: Variación temporal del FWI (media = 90 días) para un período comprendido entre diciembre de 2022 y diciembre de 2024.

El análisis muestra que la clase **Extremo** presenta un descenso marcado desde un valor predominante a principios de 2023 hasta mediados de ese año, seguido de un incremento parcial a partir de septiembre del mismo año llegando a un máximo de cobertura del 40% entre los meses de octubre a diciembre de 2023. A partir de enero de 2024, el FWI presenta una tendencia decreciente llegando a valores mínimos en el mes de mayo y manteniéndose con esos valores hasta aproximadamente agosto de 2024. La clase **Alto** muestra una tendencia más estable, manteniéndose relativamente constante a lo largo del período, aunque con un aumento significativo durante el segundo semestre de 2023 y una leve estabilización hacia finales del 2024. La clase **Bajo** sigue un comportamiento opuesto a la clase **Extremo**, comienza con valores bajos a principios de 2023, aumenta progresivamente durante el mismo año y logra valores más altos en 2024.

En la Figura 2 se puede observar, por medio de histogramas, la distribución de los focos de calor sobre las distintas clases del FWI a lo largo de las estaciones del año. Lo primero a notar es que las estaciones de invierno y primavera son las que más datos presentan (4668 y 9466 correspondientemente), lo cual es indicativo de una mayor ocurrencia de incendios forestales en estas estaciones del año dentro de la Provincia de Córdoba. Durante el verano y el otoño, los focos de calor se distribuyen de una manera equilibrada entre las clases del FWI, visto desde la cantidad de datos con la se están generando los histogramas, mientras que durante las estaciones de invierno y primavera la distribución es de tipo exponencial con una marcada tendencia de agrupamiento sobre la clase **Extrema**.

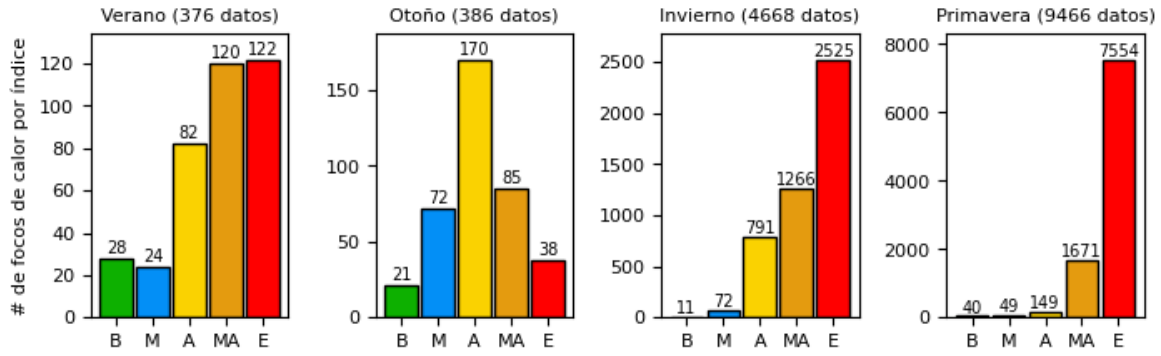


Figura 2: Histogramas de los focos de calor detectados por cada categoría (Bajo, Medio, Alto, Muy Alto, Extremo).

4) CONCLUSIONES

El análisis de la serie temporal revela variaciones estacionales claras en los niveles de riesgo **Bajo**, **Alto** y **Extremo**. Durante los meses cálidos (verano y primavera). El porcentaje de días clasificados como **Extremo** aumenta considerablemente, indicando condiciones más favorables para la ocurrencia de incendios. Por otro lado, en los meses más fríos (otoño e invierno), el porcentaje de días en la categoría **Bajo** es predominante, reflejando condiciones menos propensas a incendios. Estas observaciones son coherentes con las características climáticas de la región, donde las temperaturas más altas y las condiciones de sequedad incrementan el riesgo de incendios, mientras que los periodos de lluvias o menor temperatura tienden a reducirlo. El análisis de los histogramas por estaciones revela que el FWI tiene un buen desempeño general al identificar condiciones de riesgo extremo en verano, invierno y primavera, donde la mayoría de los focos de calor coinciden con las clases de mayor riesgo (**Extremo** y **Muy Alto**). Sin embargo, en otoño, el modelo subestima las condiciones extremas, clasificando la mayoría de los focos en la clase **Alto**. Ésto indica que, si bien el modelo captura adecuadamente los patrones estacionales en las épocas más críticas para incendios, sería beneficioso realizar ajustes específicos para mejorar su sensibilidad en estaciones menos críticas como el otoño.

REFERENCIAS

Lighezzolo, A., Martina, A., Zigarán, G., Viscardi, D. A. V., Lio, E. N., Rodriguez, A., Montamat I. A., Saffe J. N., Poffo D. A., Caranti G. M., Comes R. A. & Ingaramo, R. (2018, June). WRF model-sensitivity experiments to computational environment changes. In 2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) (pp. 1-7). IEEE.

Otero, R., Suarez, M., Pierobon, E., Maturano, L., Montamat, I., Sanchez, J. E., ... & Poffo, D. (2025). Assessing the Impact of Physical Configuration and Lead Time on WRF Forecasting of an Extreme Wind Event. *Journal of Meteorological Research*, 39(1), 154-171.

Suárez, M., Poffo, D., Pierobon, E., Martina, A., Saffe, J., & Rodríguez, A. (2022). Wind and gust forecasts assessment of Weather Research and Forecast (WRF) model in Córdoba, Argentina. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 16(1), 2021133.

Van Wagner, C. E. y Pickett, T. L., 1985: Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Forestry Technical Report 33, Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario, 18 pp.