

TEST DE UN ESQUEMA DE CAPA LIMITE ATMOSFÉRICA EN EL MODELO WRF. APLICACIÓN A PREDICCIÓN DE IRRADIANCIA SOLAR EN URUGUAY.

Gabriel Cazes Boezio,

agcm@fing.edu.uy, Gabriel Cazes Boezio.

Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, URUGUAY

Key Words: El Niño, Modokli, Indian Ocean.

1) INTRODUCCIÓN

Las nubosidad en niveles bajas, frecuentemente asociada a procesos de capa límite atmosférica (ABL), representan un desafío importante para la modelación numérica de atmósfera. En particular, la predicciones numéricas de corto plazo en nuestra región subestiman este tipo de nubosidad, generando predicciones de irradiancia solar en superficie con frecuentes sobre estimaciones, asociadas a falsas predicciones de cielo claro (Porrini 2017). El ensayo de diferentes parametrizaciones para el cálculo de procesos de ABL entre las disponibles en el modelo de mesoescala WRF (Skamarock et al. 2019) no resolvió completamente este problema en predicciones de corto plazo (hasta 24 horas) en años recientes en Uruguay. Esto puede ser un inconveniente en las predicciones operativas de generación eléctrica fotovoltaica que se utilizan en la gestión del sistema eléctrico nacional.

En el presente trabajo, mostramos una evaluación preliminar de un esquema de ABL que es una versión simplificada del esquema descrito por Konor et al. (2009). Si bien los cálculos correspondientes a este esquema se realizan en paralelo con simulaciones realizadas con el modelo WRF, interactúan con las mismas, pues se realizan a partir de resultados del modelo WRF cada diez minutos de tiempo, y a su vez los resultados del esquema de ABL son incorporado a las simulaciones WRF mediante la edición de archivos de reinicialización.

2) DATOS y METODOLOGÍA

Se realizan simulaciones con el modelo WRF en una grilla de 20km de resolución horizontal, de 40 nodos por 40 nodos, centrada en punto próximo al Laboratorio de Energía Solar de la Universidad de la República de Uruguay, el cual está ubicado en la ciudad de Salto. La discretización vertical incluye 34 capas; y en los primeros 2500 metros de altura las capas tienen un espesor del orden de 10 hPa. Las simulaciones se inician a las 0:00GMT, y se extienden por 24 horas, y se realizan durante el período Noviembre 2020 a Febrero de 2021. Las predicciones de irradiancia solar en superficie interpoladas a la ubicación del Laboratorio de Energía Solar fueron contrastadas con medias horarias de medidas de piranómetro realizadas con frecuencia diezminutal por el Laboratorio.

Se realizan simulaciones de referencia utilizando el esquema de Bretherton y Park (Skamarock et al. 2019). A los efectos de testear el esquema propuesto, desde la hora 9:00 GMT (6:00 hora local) se realizan simulaciones sucesivas de 10 minutos de extensión, hasta las 21:00 GMT (18:00 hora local). Estas simulaciones se realizan sin incluir cálculos de procesos de ABL. La primera de estas simulaciones se realiza a partir de un archivo de reinicialización (restart) de la simulación de referencia. Se lee la temperatura potencial, la humedad específica (“QVAPOR”), y el contenido específico de agua líquida en las nubes (“QCLOUD”) del archivo de reinicialización escrito al término del período de diez minutos.

Siguiendo el esquema de ABL de Konor et al. (2009), se actualiza la altura de la ABL en cada punto de la grilla horizontal a partir de su altura en el archivo de reinicialización anterior, y de un balance de masa en toda la columna vertical de la ABL, el cual es cerrado por una estimación del arrastre de masa en el tope de la ABL (“mass entrainment”), calculado según Randall et al. (2004). En esta etapa, se asume que la ABL es convectiva y los perfiles de temperatura, humedad, y contenido específico de agua líquida se deducen de asumir que la temperatura potencial equivalente y el contenido específico total de vapor y agua líquida se encuentran verticalmente bien mezclados dentro de la ABL. En esta etapa del desarrollo no se realizan modificaciones del perfil de velocidad de viento.

Actualizados los perfiles de temperatura potencial, humedad específica, y contenido de agua líquida en nubes, se edita el archivo de reinicialización de modo de incorporar los valores modificados de estas variables, comenzando un nuevo ciclo de diez minutos.

La actualización de la temperatura y contenido de agua dentro de la ABL requiere que se considere los flujos de calor sensible y de humedad desde la superficie terrestre. Los mismos no son calculados por el modelo WRF si el mismo se utiliza sin incluir cálculos de procesos de ABL como hacemos aquí.

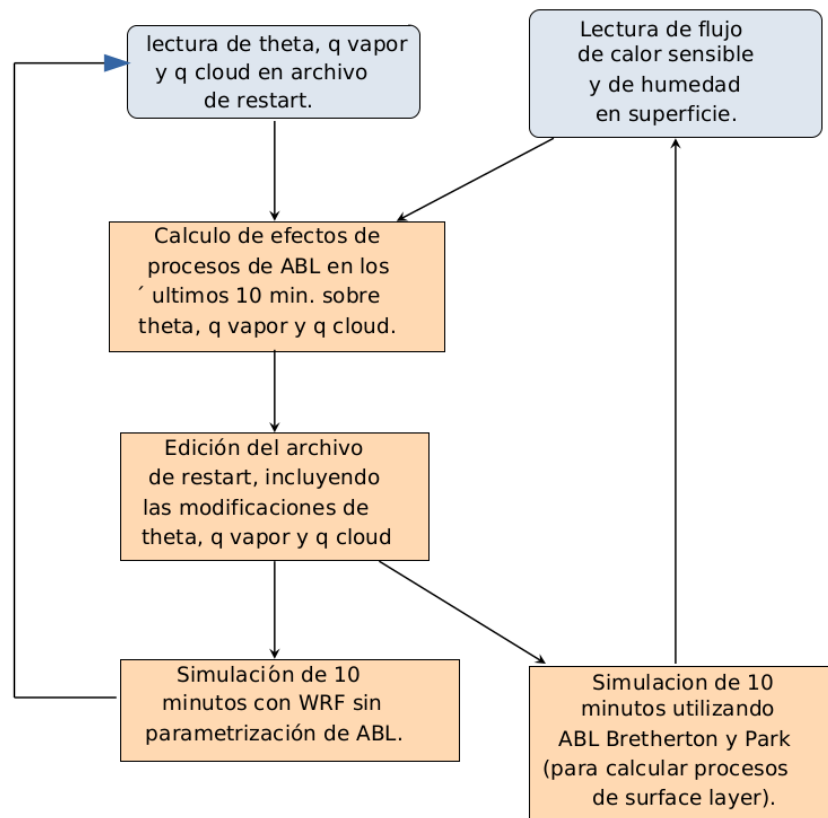


Fig. 1 Esquema de cálculo

A los efectos de considerar estos flujos, además de las simulaciones diezminutales descritas, se hacen también simulaciones diezminutales con el esquema de Brteheron y Park, reinicializadas a partir de los mismos archivos de reinicialización de las simulaciones descritas. Los resultados de esta línea paralela de simulaciones se utilizan para leer los flujos

de superficie requeridos. La Fig. 1 muestra el esquema de cálculo descrito.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Las simulaciones de referencia solo producen nubosidad en niveles medios o altos, y nubosidad en niveles bajos asociada a la ocurrencia de nubes en niveles mayores. Se producen entre 5 y 8 episodios de falsas predicciones de días claros en la ubicación del Laboratorio de Energía Solar. El sistema que describimos aquí genera predicciones de estratocúmulos en la mayoría de los casos en que se tienen falsas predicciones de días claros, mejorando significativamente las predicciones de irradiancia solar en superficie en el sitio del Laboratorio. La Fig. 2 muestra predicciones y observaciones de irradiancia a las 16:00 GMT (13:00 hora local) para el período estudiado en el sitio del laboratorio.

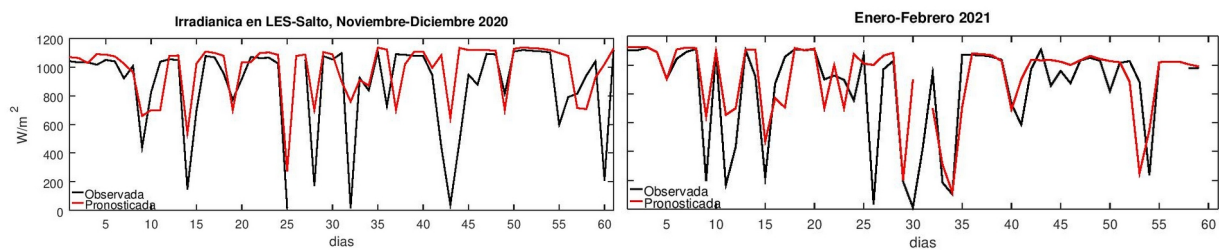


Figura 2. Mediciones de irradiancia en plano horizontal en sitio LES-Salto (negro) y predicciones con esquema de ABL propuesto (rojo), Noviembre 2020-febrero 2021.

Los resultados de este esquema simplificado resultan alentadores, y se encuentra razonable incorporar el esquema completo de Konor et al (2009) al propio modelo WRF. Se estudiará la capacidad del modelo WRF de simular otros regímenes de nubes bajas además de los Scv cuando incorpore este esquema.

AGRADECIMIENTOS: El presente trabajo se desarrollo dentro del Fondo Sectorial de Energía, que es llevado a cabo por ANII, Agencia de Investigación e Innovación de Uruguay, proyecto FSE_1_2018_153056.

REFERENCIAS

- **Konor C. S., Cazes-Boezio, A. W., Mechoso, C. R. A. Arakawa, 2009:** Parameteization of PBL processes in an Atmnspheric general Ciruclarion Model. Description and Preliminary Assessment. *Mont. Weath. Rev.*, 137, 1061-1092.
- **Porrini C. 2017.** Evaluación del modelo WRF para pronósticos de radiación solar en superficie dentro del territorio uruguayo. Disponible en www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19177/1/uy24-19058.pdf
- **Randall, D. A., and W. H. Schubert, 2004:** Dreams of a stratocumulus sleeper. *Atmospheric Turbulence and Mesoscale Meteorology, Scientific Research Inspired by Doug Lily*, E. Fedorovich, R. Rotuno, and B. Stevens, Eds., Cambridge University Press, 95–114.
- **Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Liu, Z., Berner, J., ... Huang, X. -yu. 2019:** A Description of Advanced Research WRF Model Version 4.1 (No. NCAR/TN-556+STR). doi: 10.5065/1dfh-6p97.