



SALTA, 06 de setiembre de 2018

EXP-EXA N° 8524/2018

RESCD-EXA N° 449/2018

VISTO la presentación realizada por el Dr. Germán Ariel SALAZAR, en la cual propone el dictado del curso de posgrado "*Modelos estadísticos para la predicción eólica a corto plazo*", a cargo del Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA, y

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con el visto bueno del Departamento de Física y de la Comisión de Posgrado y de la Comisión de Hacienda.

Que la Comisión de Docencia e Investigación aconseja autorizar el dictado del curso de posgrado, bajo la dirección del Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA y la coordinación del Dr. Germán Ariel SALAZAR.

Que el curso en cuestión se encuadra en la Res. CS 640/08 (Reglamento de Cursos de Posgrado de la Universidad), en la RESCD-EXA N° 481/12 (Normativa para el dictado de Cursos de Posgrado de la Facultad), y en la RESCD-EXA N° 017/16.

Por ello, y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
(en sesión ordinaria del 05/09/18)

RESUELVE

ARTICULO 1°: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "*Modelos estadísticos para la predicción eólica a corto plazo*", a cargo del Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA y la coordinación del Dr. Germán Ariel SALAZAR, con las características y requisitos que se explicitan en el Anexo de la presente resolución.

ARTICULO 2°: Disponer que una vez finalizado el curso, el director responsable elevará el listado de los participantes promovidos para la confección de los certificados respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica, de acuerdo a la reglamentación vigente (Res. CS-640/08).

ARTICULO 3°: Dejar aclarado que la presente resolución no acredita la concreción del curso; para ello el director responsable elevará el informe final de realización correspondiente, con los detalles que el caso amerite, dentro de los ocho (8) meses desde la finalización de dictado. En caso de que el curso no se pudiera dictar, el docente responsable deberá informar de tal situación dentro de los treinta (30) días de la fecha prevista para su inicio (RESCD-EXA N° 017/16).

ARTICULO 4°: Hágase saber al Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA, al Dr. Germán Ariel SALAZAR, al Departamento de Física, a la Comisión de Posgrado, a la Dirección General Adm. Económica, a la Dirección Administrativa Económica y Financiera, a la Dirección Administrativa de Posgrado y publíquese en la página web de la Facultad. Cumplido, resérvese.

mxs
rer


Dra. MARÍA RITA MARTEARENA
SECRETARIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.




Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
DECANO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.



ANEXO - RESCD-EXA N° 449/2018 - EXP-EXA N° 8524/2018

Curso de Posgrado: "Modelos estadísticos para la predicción eólica a corto plazo"

Director Responsable: Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA (CER-UFPE)

Coordinador y colaborador: Dr. Germán Ariel SALAZAR (UNSa)

Contexto

El rápido crecimiento de la potencia eólica instalada en el mundo contribuye positivamente a los países que por dicha fuente apostan en el sentido de que proporciona, entre tantos aspectos, una matriz eléctrica nacional más limpia y renovable, disminuye la dependencia a la importación de petróleo y gas y descentraliza estratégicamente la producción de electricidad. No obstante, con vistas a sacar el máximo provecho a los aspectos positivos intrínsecos a la fuente eólica, atención particular debe darse a la intermitencia asociada a la potencia de salida de los parques eólicos en escalas temporales que van desde la intrahoraria a la diaria. En dichas escalas temporales, la intermitencia vuelve más compleja la integración de los parques eólicos a la red eléctrica, exigiendo a los operadores del sistema eléctrico el empleo de herramientas de predicción eólica a corto plazo que les permitan tomar decisiones sobre el arranque y la parada de centrales regulables (como, por ejemplo, las centrales térmicas) en función de las estimativas respecto a la potencia de salida de los parques eólicos.

Fines y Objetivos

El curso busca introducir conceptos fundamentales en cuanto a modelos estadísticos basados en series temporales y modelos estadísticos para el *downscaling* del viento local en superficie, estando dichos modelos orientados a la predicción a corto plazo (en escalas temporales que van desde la intrahoraria a la diaria) de la potencia de salida de parques eólicos. Además, el curso busca desarrollar la destreza de los estudiantes en cuanto al empleo de herramientas computacionales con las que implementen los modelos predictivos.

Aquí, los modelos estadísticos basados en series temporales se entienden como aquellos que estiman (a través de relaciones empíricas) el comportamiento de la potencia de salida del parque eólico para el instante $t+k$ empleando información, hasta el instante actual t , de la serie temporal observacional (medida) de la misma potencia de salida del parque. Por otra parte, se entiende aquí el *downscaling* como el proceso por el cual se estima el comportamiento del viento local a partir de la salida (con baja resolución espacial) de un modelo general de la circulación atmosférica (General Circulation Model - GCM). En ese sentido, los modelos estadísticos de *downscaling* se alimentan de predicciones realizadas por un GCM (con resolución del orden del centenar de kilómetros) con vistas a estimar el comportamiento del viento local en superficie (en las cercanías del parque eólico de interés, con muy alta resolución espacial). A su vez, las predicciones del viento local son convertidas en predicciones de la potencia de salida del parque a través de modelos de curva de potencia. Por fin, las predicciones de los modelos basados en series temporales son combinadas con las de los modelos de *downscaling* de manera a que se logre predicciones finales que agreguen la típica calidad presentada por los modelos basados en series temporales en el muy corto plazo a la típica amplitud del horizonte de predicción alcanzada por los modelos de *downscaling*.

Vale mencionar que, a pesar de estar orientado, el curso, a la predicción eólica, las técnicas aquí abordadas son de aplicación general en las ciencias atmosféricas de tal forma que muy bien podrían aplicarse a variables como radiación, temperatura precipitación etc.

Duración del curso: 40 horas.



ANEXO - RESCD-EXA N° 449/2018 - EXP-EXA N° 8524/2018

Distribución horaria: Se impartirán a lo largo de una semana (de lunes a viernes), distribuidas entre clases con 4 horas por la mañana y 4 horas por la tarde.

Conocimientos previos necesarios: Sólido conocimiento sobre Estadística y Probabilidad en cuanto a temas como variables aleatorias, series temporales, regresión, inferencia, densidad de probabilidad y estadística no paramétrica. También, es indispensable un sólido conocimiento sobre un lenguaje de Programación de alto nivel como C, FORTRAN, OCTAVE o SCILAB.

Por otra parte, es deseable un conocimiento, aunque superficial, sobre Energía Eólica (comportamiento del viento en diferentes escalas espaciales; modelado de la curva de potencia de aerogeneradores y parques eólicos), Ciencias Atmosféricas (leyes básicas de conservación; capa límite planetaria) e Inteligencia Artificial (aprendizaje de máquina; redes neuronales; predicción).

Dirigido a: Profesionales y carreras de posgrado afines a las Ciencias Exactas e Ingenierías, aceptando alumnos avanzados de carreras de grado en cualquiera de las dos áreas.

Sistema de evaluación: Los asistentes tendrán su desempeño medido en función de presentaciones orales (individuales o en grupo) al final del curso.

Fecha de dictado: desde el 26 al 30 de noviembre de 2018.

Aranceles:

- Profesionales externos a la U.N.Sa: \$4000 (PESOS CUATRO MIL)
- Alumnos de posgrado y grado externos a la U.N.Sa: \$3500 (PESOS TRES MIL QUINIENTOS)
- Profesionales y alumnos de posgrado de la U.N.Sa. : \$3000 (PESOS TRES MIL)
- Alumnos avanzados de grado: sin arancel.

Detalle analítico de erogaciones:

- Traslado del Dr. Alexandre Carlos ARAÚJO DA COSTA de RECIFE (Brasil) – Salta (Argentina), ida y vuelta: monto aproximado \$USD 1000 (DÓLARES UN MIL).
- Estadía en Salta Capital por 8 días: \$USD 420 (DÓLARES CUATROSCIENTOS VEINTE).

Inscripciones: Mesa de Entrada de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta, en horario de atención al público (lunes a viernes de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 17:00).

Contenidos Mínimos

Motivación y panoramas mundial y brasileño; conceptos preliminares en cuanto a meteorología y climatología eólica; conceptos fundamentales en cuanto a la predicción eólica a corto plazo; modelos estadísticos basados en series temporales; modelos estadísticos para el *downscaling* del viento local en superficie; evaluación de los errores de predicción; combinación de predicciones; garantía y control de la calidad de datos observacionales.

Handwritten signature and initials in blue ink.



ANEXO - RESCD-EXA N° 449/2018 - EXP-EXA N° 8524/2018

Programa del curso

| Día | Clase | Tipo | Contenidos |
|-----|-------|------------------|---|
| 1 | 1 | Teórica | PRESENTACIÓN: presentación del curso; perspectivas del docente; plan de trabajo; expectativas de los estudiantes. MOTIVACIÓN Y PANORAMA: necesidades respecto a la predicción; aplicaciones en diferentes escalas temporales; histórico sobre el desarrollo del conocimiento; herramientas; publicaciones; proyectos de I+D. CONCEPTOS PRELIMINARES: meteorología y climatología eólica; (re)análisis y predicción; <i>single point forecast</i> ; predicción probabilística; modelos basados en series temporales; persistencia. |
| | 2 | Teórica | CONCEPTOS PRELIMINARES: modelo general de la circulación atmosférica; <i>downscaling</i> estadístico; interpolación bilineal; combinación de predicciones; validación cruzada; evaluación de los errores de predicción; notas sobre la garantía y el control de la calidad de datos observacionales. |
| 2 | 3 | Teórica | ENUNCIADO DEL TRABAJO DE CONCLUSIÓN DEL CURSO: orientación a los estudiantes en cuanto al trabajo que deberán presentar en la última clase. MODELOS BASADOS EN SERIES TEMPORALES: persistencia; autocorrelación; autocorrelación parcial; modelos autoregresivos; mínimos cuadrados. |
| | 4 | Práctica | MODELOS BASADOS EN SERIES TEMPORALES: modelos autoregresivos. |
| 3 | 5 | Teórica | MODELOS BASADOS EN SERIES TEMPORALES: redes neuronales; perceptron multicapa: <i>error backpropagation</i> . |
| | 6 | Práctica | MODELOS BASADOS EN SERIES TEMPORALES: perceptron multicapa. |
| 4 | 7 | Teórica | MODELOS DE DOWNSCALING ESTADÍSTICO: modelo general de la circulación atmosférica; predicción operacional; interpolación bilineal; definición del vector de variables regresoras; regresión multilínea; regresión no lineal; modelos de curva de potencia. |
| | 8 | Práctica | MODELOS DE DOWNSCALING ESTADÍSTICO: regresión multilínea y perceptron multicapa. |
| 5 | 9 | teórico-práctica | COMBINACIÓN DE PREDICCIONES: estrategias para la combinación de las salidas de diferentes modelos. |
| | 10 | Evaluación | PRESENTACIONES ORALES DE LOS ESTUDIANTES |

Bibliografía

Libros:

- CHATFIELD, C. Time-series forecasting. Chapman & Hall/CRC, 2000.
- HAYKIN, S. Neural networks. A comprehensive foundation. Prentice-Hall International, 1994.
- HOLTON, J. An Introduction to dynamic meteorology. 4 ed. Elsevier Academic Press, 2004.
- LANGE, M.; FOCKEN, U. Physical approach to short-term wind power prediction. Springer, 2006.
- LJUNG, L. System identification. Theory for the user. Prentice-Hall International, 1987.
- MANWELL, J.; MCGOWAN, J.; ROGERS, A. Wind energy explained. Theory, design and application. 2 ed. Wiley, 2009.
- WILKS, D. Statistical methods in the atmospheric sciences. 2 ed. Elsevier, 2006.



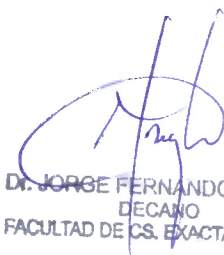
ANEXO - RESCD-EXA N° 449/2018 - EXP-EXA N° 8524/2018

Artículos e Informes:

- COSTA, A.; CRESPO, A.; NAVARRO, J.; LIZCANO, G.; MADSEN, H.; FEITOSA, E. A review on the young history of the wind power short-term prediction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(6): 1725-1744, 2008.
- GIEBEL, G.; BROWNSWORD, R.; KARINIOTAKIS, G.; DENHARD, M.; DRAXL, C. The state-of-the-art in short-term prediction of wind power: A literature overview. *ANEMOS. plus*, 2011.
- LANDBERG, L.; GIEBEL, G.; NIELSEN, H. A.; NIELSEN, T.; MADSEN, H. Short-term prediction. An overview. *Wind Energy*, 6(3): 273-280, 2003.
- NIELSEN, T. S.; JOENSEN, A.; MADSEN, H.; LANDBERG, L.; GIEBEL, G. A new reference for wind power forecasting. *Wind Energy*, 1(1): 29-34, 1998.
- SÁNCHEZ, I. Adaptive combination of forecasts with application to wind energy. *International Journal of Forecasting*, 24(4): 679-693, 2008.
- WILBY, R. L.; CHARLES, S. P.; ZORITA, E.; TIMBAL, B.; WHETTON, P.; MEARN, L. O. Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. Supporting material of the Intergovernmental Panel on Climate Change, available from the DDC of IPCC TG CIA, 27, 2004.
- WILBY, R. L.; WIGLEY, T. M. L. Downscaling general circulation model output. A review of methods and limitations. *Progress in Physical Geography*, 21(4): 530-548, 1997.


Dra. MARÍA RITA MARTEARENA
SECRETARIA ACADÉMICA Y DE INVESTIGACION
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.




Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
DECAÑO
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.