



CURSO DE POSGRADO

Variabilidad Climática en Humedales

25 de agosto al 5 de septiembre de 2025

PROFESORES/AS RESPONSABLES: Dra. María Cintia Piccolo (DGyT – IADO- CONICET) y Dra. Vanesa Liliana Perillo (Depto BByF, UNS, IADO- CONICET).

FECHA Y MODALIDAD

DÍAS: 25 de agosto a 5 de septiembre de 2025- **Modalidad virtual hasta un cupo máximo de 30 personas.**

Durante esa semana las unidades se desarrollarán de la siguiente manera:

Lunes, Miércoles y Viernes del 25/08 al 05/09 de 9 a 17 h. Las clases teóricas virtuales se desarrollarán en horas de la mañana de 9 a 12 hs y las prácticas virtuales se llevarán a cabo en el horario de 14 a 17:00 hs.

HORAS DE CLASE

La totalidad de las horas del curso se desarrollará de forma virtual utilizando las plataformas Zoom y Moodle de la Universidad UNS. Del total de las horas, el curso destinará la siguiente carga horaria:

Teóricas: 15 h.

Prácticas: 25 h.

Total: 40 h.

ORIENTADO A: Graduados de las carreras de Geografía, Oceanografía, Agronomía, Cartografía, Biología, Geología, Meteorología, Ciencias Ambientales y disciplinas afines.

FUNDAMENTACIÓN

La variabilidad climática afecta a los humedales tanto continentales (ambientes lénticos) como marinos (zonas costeras, mares, etc.) cambiando su estado trófico, su morfología y modificando las actividades humanas que se desarrollan en estos ámbitos. La variabilidad climática se expresa como una variación importante de los diferentes parámetros meteorológicos y es una consecuencia del contexto actual del cambio climático y el calentamiento global que se está observando en nuestro planeta. Hay un proceso constante de interacción atmósfera-agua-suelo



y ello se traduce en modificaciones en la humedad del suelo, el estado de la vegetación, la sucesión de eventos secos y húmedos, entre otros. Entre los principales efectos sobre los humedales se destacan los procesos de erosión, pérdida del volumen de agua, variaciones en la biodiversidad de estos sistemas, etc. Por lo tanto es importante conocer qué es la variabilidad climática, los generadores del stress climático y los diferentes métodos de estudio de esta variabilidad, considerando los diferentes humedales que caracterizan nuestro planeta. Este conocimiento es importante para proteger estos ecosistemas acuáticos, mediante la prevención, mitigación o adaptación.

OBJETIVOS

El **objetivo general** de la actividad curricular es estudiar la variabilidad climática en los humedales en sus diferentes escalas de tiempo y espacio, a partir de comprender cómo afecta la atmósfera al agua y al suelo, como así también explicar el rol de los humedales como fuentes y sumideros de los gases de efecto invernadero, dado que estos impactan sobre esta variabilidad. Los objetivos específicos son:

- Determinar los procesos de interacción agua-atmósfera-suelo en los humedales.
- Conocer las diferentes escalas temporales y espaciales que explican la variabilidad climática.
- Analizar el rol de los humedales como fuentes y sumideros de Carbono.
- Describir los diferentes índices climáticos que se utilizan para el análisis de la variabilidad climática en los humedales tanto continentales como marinos.
- Estudiar el efecto de los eventos extremos en los humedales.
- Analizar el efecto de las tormentas y los vientos sobre los procesos costeros tanto marinos como lagunares (ej., erosión costera, infraestructura, etc.)
- Identificar los impactos de la variabilidad climática en el estado trófico, morfología y modificación de las actividades humanas como consecuencia de la variabilidad climática.

Al finalizar el curso los estudiantes podrán determinar, a partir del análisis de series de tiempo, las diferentes escalas de variabilidad climática, identificar eventos extremos y sus consecuencias en distintos tipos de humedales. Además, los estudiantes conocerán un método de trabajo que les permitirá calcular el stock de carbono de un humedal y el flujo de dióxido de carbono entre el suelo y la atmósfera.



PROGRAMA SINTÉTICO

Clases Teórico-Prácticas

1. Procesos de Interacción atmósfera-agua-suelo.
2. Definición de la variabilidad climática y sus diferentes escalas espacio temporales.
3. Humedales como sumideros y fuentes de Carbono.
4. Índices climáticos y su aplicación a los diferentes humedales.
5. Utilización de diferentes modelos climáticos.
6. Efectos de la variabilidad climática en los distintos humedales continentales y marinos.

METODOLOGÍA

Para abordar los contenidos y saberes se trabajará suponiendo una articulación teoría-práctica, considerando el “aprender haciendo”, los trabajos grupales y las formas de interacción en torno al problema en análisis. Esto supone estrategias de acuerdo mutuo, tuteladas por los profesores, que operan combinadas en la construcción de conocimientos, competencias y sentidos para el entendimiento de los contenidos impartidos en este curso.

Por lo tanto, la organización general de las clases contempla las siguientes instancias:

Primer momento (9 a 12 hs). Clase sincrónica expositiva virtual y presentación de los conocimientos básicos del tema. Las clases serán grabadas y estarán disponibles hasta finalizar el curso. El contenido de las clases será presentado en la plataforma Moodle de la UNS el día anterior a su presentación, así los estudiantes tendrán tiempo de analizarlas. El primer momento se distribuye en tres bloques de 45 minutos, con 15 minutos de descanso entre bloques. Los alumnos podrán evacuar todas sus dudas durante la clase.

Segundo momento (14 a 15 hs). Descripción detallada del procedimiento de resolución de las propuestas prácticas y espacio para consultas con respecto al enfoque de resolución. Resolución de las propuestas prácticas individuales o grupales. Los estudiantes desarrollan las actividades prácticas con el asesoramiento de los docentes. Los trabajos prácticos y la información necesaria para la resolución de los prácticos serán incorporados a la plataforma Moodle de la UNS.

Tercer momento (15 a 17 hs). Durante el tercer momento, no se requiere conexión permanente por parte de quienes participan virtualmente. El docente se encuentra disponible para consultas y los estudiantes se conectan para evacuar consultas o inquietudes a fin de poder finalizar el trabajo práctico de la jornada.

Los cuestionarios destinados a la evaluación, se responden al inicio de la clase del día siguiente.



Recursos didáctico-metodológicos

-Trabajos prácticos basados en problemáticas específicas. Se entregarán mediante la plataforma Moodle series de tiempo medidas in situ para determinar las señales de variabilidad climática, específicamente las escalas temporales y espaciales indicando señales de calentamiento global, sus efectos y demás temáticas de interés para los humedales.

-Clases tipo exposiciones teóricas al grupo total para incorporar los conceptos teóricos metodológicos necesarios para introducir a los estudiantes en las temáticas de interés. Se hará hincapié en la determinación y la utilidad de las series de tiempo diarias, mensuales y anuales como así también las mediciones in situ en alta frecuencia.

ACTIVIDADES

- Se realizarán trabajos individuales de análisis estadísticos de series de tiempo meteorológicas utilizando el software R.

- Se proveerán los scripts y se detallará el paso a paso de cómo aplicarlo para generar un resultado coherente dentro de los distintos test que se empleen durante el curso.

- Se determinarán las estadísticas mensuales, diarias y anuales utilizando datos en alta y baja frecuencia en diferentes humedales.

- Con los resultados obtenidos se determinarán las diferentes escalas temporales y espaciales de la variabilidad climática en humedales seleccionados utilizando las técnicas de la Transformada Rápida de Fourier y Wavelets.

- Se calculará la producción primaria bruta de un ejemplo de humedal a partir de datos de respiración ecosistémica y el balance neto de intercambio de dióxido de carbono.

- Se destinarán instancias plenarias para la puesta en común y el intercambio de opiniones de forma híbrida para que las personas que tengan dudas o no hayan obtenido resultados esperados puedan evacuar sus dudas en espacios de debate sobre la interpretación de los materiales trabajados.

EVALUACIÓN y ACREDITACIÓN

El curso se aprobará con la evaluación de cuestionarios diarios y de un Trabajo Final Integrador. Para aprobar los cuestionarios deberán tener una calificación mayor o igual a 6 (seis) puntos, utilizando la plataforma Moodle y el Trabajo Final deberá tener una calificación entre 6 y 10. En el trabajo integrador el estudiante deberá aplicar los conocimientos adquiridos



en el curso para el análisis de una serie de tiempo meteorológica de un sitio a elección del estudiante.

- Asistencia mínima del 80% a los encuentros. Se contemplarán casos de inasistencia por alguna eventualidad. En ese caso los estudiantes podrán utilizar el material utilizando los espacios de consultas e intercambios.

- Aprobación de los cuestionarios y los trabajos prácticos de cada una de las unidades (con calificación entre 6 y 10).

PROGRAMA ANALÍTICO

Clases Teórico-prácticas

1. Procesos de Interacción atmósfera-agua-suelo.

Descripción de los diferentes procesos que determinan los procesos de interacción atmósfera-agua-suelo en los humedales. Se presentarán los diferentes términos del balance de calor en los humedales a partir del flujo radiativo. Flujo de calor latente, sensible, en el agua, en el sedimento.

2. Definición de la variabilidad climática y sus diferentes escalas espacio temporales.

Definición de variabilidad climática. Diferencia entre cambio climático, variabilidad climática, calentamiento global, etc. Diferentes escalas de la variabilidad climática. Variabilidad climática decádica, interanual y estacional. Definición de los generadores de stress climático. Eventos extremos. Descripción de los diferentes métodos en alta y baja frecuencia para el estudio de la variabilidad climática. Agencias y organismos internacionales relacionados al tema. Práctica: Determinación de series mensuales y anuales a partir de datos meteorológicos diarios.

3. Humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano

Definición de humedales. Descripción de los diferentes tipos de humedales. Los humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano, gases contribuyentes al efecto invernadero. Ejemplos.

4. Índices climáticos

Estudio de los diferentes índices climáticos utilizados para el estudio de la variabilidad climática en humedales (ISO, INO, Modo Anular del Sur, etc.). Anomalías climáticas de la última década. Ejemplos. Impacto del ascenso del nivel medio del mar de las costas de Argentina.

5. Modelos climáticos



Descripción de los modelos climáticos actuales. Modelo del Reanálisis. Modelo del WorldClim, etc. Aplicación de los modelos a la República Argentina. Ejemplos de uso.

6. Efectos de la variabilidad climática en los humedales

Impacto de las tormentas y los vientos fuertes en las zonas costeras. Efectos de la variación de la temperatura del mar en las pesquerías y plancton marino. Respuestas físicas, biológicas y químicas de los lagos y las lagunas ante eventos extremos y la variabilidad climática en general. Utilidad de las mediciones de alta frecuencia en los ecosistemas lagunares y marinos para analizar el efecto físico-químico-biológico de los eventos extremos. Ejemplos.

REFERENCIAS

Se sugiere a los estudiantes leer las referencias.

Abatan A.A., Abiodun B.J., Lawal K.A., Gutowski, W.J. (2015). Trends in extreme temperature over Nigeria from percentile-based threshold indices. *Int J Climatol* 6(6): 2527-2540. - <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.4510>

Aliaga V.S., Ferrelli F., Piccolo, M.C. (2017). Regionalization of climate over the Argentine Pampas. *Int J Climatol* 37: 1237-1247. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.5079>

Allan, R. P., Hawkins, E., Bellouin, N., & Collins, B. (2021). IPCC, 2021: summary for Policymakers.

Baleani, C. A., Menéndez, M.C., Vitale, A.J., Amodeo, M.R., Perillo, G.M. E, Piccolo, M.C., 2024. Assessing the role of tidal cycle, waves, and wind as drivers of surf zone zooplankton on a temperate sandy beach. *Regional Studies in Marine Science*. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103455>

Barros VR, Boninsegna JA, Camilloni IA, Chidiak M, Magrín GO, Rusticucci M. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs Clim Change* 6: 151–169.

Brendel, A. S. Ferrelli, F., Piccolo, M. C. y Perillo, G.M.E. (2021). Impacto de eventos pluviométricos sobre el caudal diario de un río de la Región Pampeana Argentina. *Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, 7(e202112).

Brendel, A.S. (2020). Variabilidad climática actual y futura de una cuenca hidrográfica de la Región Pampeana Argentina. *Revista Geográfica Digital (Chaco)*, Vol.17, N°34, 30-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/geo.17344420>.

Bronnimann, S., Luterbacher, J., Ewen, T., Diaz H. F., Stolarski, R. S., Neu, U. (2008). *Climate variability and Extremes during the past 100 years*. Springer, 361. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-6766-2>



Chen A, He X, Guan H, Cai Y. (2017). Trends and periodicity of daily temperature and precipitation extremes during 1960–2013 in Hunan Province, central south China. *Theor Appl Climatol* 132:71-88. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2069-x>.

Easterling, J. L., Evans, P., Groisman, Kunkel, K.E. y Ambenje, P. (2000). Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 81, No. 3, 417-425. https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/81/3/1520-0477_2000_081_0417_ovatie_2_3_co_2.xml

Ferrelli F, Brendel AS, Aliaga VS, Piccolo MC, Perillo GME. (2019). Climate regionalization and trends based on daily temperature and precipitation extremes in the south of the Pampas (Argentina). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 45(1): 393-416. <https://doi.org/10.18172/cig.3707>.

Ferrelli, F., Brendel, A. S., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E. (2021). Evaluación de la tendencia de la precipitación en la Región Pampeana (Argentina) durante el período 1960-2018. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*. 51, 41-56. <https://dx.doi.org/10.5380/raega.v51i0.69962>

Ferrelli, F., Brendel, A. S., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E. (2020). Tendencia actual y futura de la precipitación en el sur de la Región Pampeana (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, Número 102, DOI: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.59919>.

Ferrelli, F., Brendel, A. S., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E. (2020). Evaluación de eventos secos y húmedos en el contexto del cambio climático: el caso del sur de la Región Pampeana (Argentina). *Papeles de Geografía*, 66(2020), 27-46 pp. DOI: <https://doi.org/10.6018/geografia.431671>.

Ferrelli, F., Brendel, A.S., Perillo, G.M.E. and Piccolo, M. C. (2021). Warming signals emerging from the analysis of daily changes in extreme temperature events over Pampas (Argentina). *Environmental Earth Sciences*, 80, 422-435. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09721-4>.

Ferrelli, F., Brendel, M. A., Piccolo, M. C., Perillo, G. M. E. (2020). Evaluación de eventos secos y húmedos en el contexto del cambio climático: el caso del sur de la región Pampeana (Argentina). *Papeles de Geografía*. doi: <https://doi.org/10.6018/geografia.431671>.

García Bu Bucogen, G., Piccolo, M. C., Bohn, V. Y., 2021. Estimación de la susceptibilidad a inundaciones en la cuenca inferior de río Negro, Argentina. *Finisterra*, LVI (118), 51-70. (ISSN: 0430-5027) doi: 10.18055/Finis21647

Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., Pidgeon, E. (Eds.), 2014. Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature., Arlington, Virginia, USA.

Kundzewicz, Z. W. (2016). Extreme weather events and their consequences. *Papers on Global Change*, 23, 59–69.



https://scholar.google.es/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Extreme+weather+events+and+their+consequences&btnG=

Núñez, M.N., Ciapessoni, H.H., Rolla, A., Kalnay, E. y Cai, M. (2008). Impact of land use and precipitation changes on surface temperature trends in Argentina. *Journal of Geophysical Research*, 113, D06111. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2007JD008638>

Perillo, G. M.E., Piccolo, M. C., Bustos, M. L., Huamantincos Cisneros, M. A., London, S., Scordo, F. y Rojas, M. (2014). Evolución de los ambientes costeros de la Provincia de Buenos Aires (Argentina): ¿Cambio climático o efectos antrópicos? *Cambio Climático y Sistemas Socioecológicos. Revista Virtual REDESMA*, 7, 37-48. (<http://revistavirtual.redesma.org/vol14/index.php>)

Piccolo, M.C. (2009). Heat energy balance in coastal wetlands. In *Coastal wetlands: An integrated ecosystem approach*. Perillo G.M.E., Wolanski, E., Cahoon, D.R. y Brinson, M.M. (Eds). Elsevier, Amsterdam, Chapter 7, 211-229. (ISBN: 978-972-8469-74-0). 941pp. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444638939000071>

Piccolo, M. C., Merlotto, A., Bustos, M. L., Huamantincos Cisneros, M. A., García, M. C., (2017). Tormentas severas: ¿Cuán vulnerables son las costas del sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina)? En *Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático*. Botello A.V., S. Villanueva, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.), Cap 14, p. 283-296. (ISBN 978-607-606-416-0) (476 pp).

Piccolo, M. C., (2019). Methods to Estimate Heat Balance in Coastal Wetlands. En Perillo, G.M.E., Wolanski, E., Cahoon, D.R. y Hopkinson, C. (Editores). *Coastal wetlands: an integrated ecosystem approach*. Elsevier. Amsterdam, 263-287. (ISBN 978-0-444-63893-9).

Scordo, F., Seitz, C., Zilio, M., Melo, W. D., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E., (2017). Evolución de los recursos hídricos en el “Bajo de Sarmiento” (Patagonia extra andina). *Impactos naturales y antrópico. Anuário do Instituto de Geociências*, 40, 2, 106-117. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/64975>

Scordo, F., Carbone, M. E., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E., (2017). Influencia de eventos de humedad y sequía en Lagos de la Patagonia Argentina: el caso de los lagos Musters y Colhue Huapí. *Anuário do Instituto de Geociências*, 40, 3, 179-189.

Scordo F., Perillo G.M.E., Piccolo M.C. (2018). Effect of southern climate modes and variations in river discharge on lake surface area in Patagonia. *Inland Waters*. (<https://doi.org/10.1080/20442041.2018.1487118>)

Scordo, F., Bohn, V. Y., Piccolo, M. C. and Perillo, G. M. E. (2018). Mapping and Monitoring Lakes Intra-Annual Variability in Semi-Arid Regions: A Case of Study in Patagonian Plains (Argentina). *Water*, 10, 889; (doi:10.3390/w10070889), Switzerland.

Scordo, F., Piccolo, M. C., Perillo, G.M.E., 2018. Aplicación del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) para determinar eventos climáticos extremos en la Patagonia Andina y Extra Andina Argentina. *Geociencia*, 37, 2, 423 – 436.



Scordo F., Perillo G.M.E., Piccolo M.C. 2018. Effect of southern climate modes and variations in river discharge on lake surface area in Patagonia. *Inland Waters*. (<https://doi.org/10.1080/20442041.2018.1487118>)

Scordo F., Spetter, C. V., Seitz C., Piccolo M.C. y Perillo G.M.E., 2020. Spatial and seasonal dynamics of water physical-chemical parameters in rivers and lakes of an Argentinian Patagonia basin. *Environmental Earth Sciences* 79:322(doi.org/10.1007/s12665-020-09063-7)

Scordo, F., Seitz, C.; Melo, W. D.; Piccolo, M. C.; Perillo, G. M.E. (2020). Natural and human impacts on the landscape evolution and hydrography of the Chico River basin (Argentinean Patagonia). *CATENA*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104783>

Scordo, F., Seitz, C., Suenaga, E. K., Piccolo, M. C., Sudeep Chandra, Amodeo, M., Perillo, G. M. E., 2024. An inexpensive method for the measurement of photosynthetically active radiation profiles in waterbodies. *Aquatic Sciences*, 86-68, <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01082-x>

Scordo, F., Seitz, C., Abasto, B., Spetter, C. V., Piccolo, M. C., Sudeep Chandra, Perillo, G. M. E., 2024. Habitat-specific metabolism and nutrient limitation within an oligotrophic Patagonian Lake. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05449-3>.

Vitale, A. F., Perillo, G. M. E., Genchi, S., Arias, A., Piccolo, M. C., 2018. Low-cost monitoring buoys network tracking biogeochemical changes in lakes and marine environments – a regional case study. *Pure and Applied Chemistry*. DOI: <https://doi.org/10.1515/pac-2018-0508>.

Wan L, Zhang XP, Ma Q, Zhang JJ, Ma TY, Sun YP. (2014). Spatiotemporal characteristics of precipitation and extreme events on the Loess Plateau of China between 1957 and 2009. *Hydrol. Processes* 28(18): 4971-4983. <https://doi.org/10.1002/hyp.9951>.

Wang XL, Chen H, Wu Y, Feng Y, Pu Q. (2010). New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *J. Atmos. Oceanic. Technol.* 49 (12): 2416-2436. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2376.1>.

Worku G, Teferi E, Bantider A, Dile YT. (2018). Observed changes in extremes of daily rainfall and temperature in Jemma sub-basin, Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Appl. Clim.* <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2412-x>.

Zadrozny, B., Watson, C. D., Szwarcman, D., Civitarese, D., Oliveira, D., Rodrigues, E., Guevara, J. (2021). A modular framework for extreme weather. *Generation*. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada.

Zhang Q, Li J, Chen Y D, Chen X. (2011). Observed changes of temperature extremes during 1960–2005 in China: natural or human-induced variations? *Theor. Appl. Climatol.* 106(3-4): 417-431. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0447-3>.

Zhang X, Yang F. (2013). *RClimDex (1.1) user manual*. Available at <http://cccma.seos.ubc.ca/ETCCDI/software.shtml>.

Zhou H, Aizen E, Aizen V. (2018). Constructing a long-term monthly climate data set in central Asia. *Int.J. Climatol.* 38: 1463-1475. <https://doi.org/10.1002/joc.5259>.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO
