



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref. Expte. N° 1386/2021

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 15 de noviembre de 2021

**VISTO:**

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Fenómenos Meteorológicos que Inciden en la Actividad Aeronáutica** para el año 2022,

**CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado,  
lo actuado por la Comisión de Posgrado,  
lo actuado por la Comisión de Presupuesto y Administración  
lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada en el día de la fecha,  
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1°:** Aprobar el nuevo curso de posgrado **Fenómenos Meteorológicos que Inciden en la Actividad Aeronáutica** de 160 horas de duración, que será dictado por la Dra. Matilde Nicolini.

**ARTÍCULO 2°:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Fenómenos Meteorológicos que Inciden en la Actividad Aeronáutica** para su dictado en el primer cuatrimestre de 2022.

**ARTÍCULO 3°:** Aprobar un puntaje máximo de cinco (5) puntos para la Carrera del Doctorado.

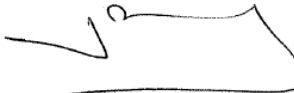
**ARTÍCULO 4°:** Establecer un arancel de \$2000 (pesos dos mil) estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N° 2852/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

**ARTÍCULO 5°:** Disponer que de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 6°:** Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, archívese.

**RESOLUCIÓN CD N° 1978**

  
Dr. PABLO J. GROISMAN  
Secretario Adjunto de Posgrado  
FCEyN - UBA

  
Dr. JUAN CARLOS REBORADA  
DECANO

**Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado – Res. CD2819/18 - ANEXO 1****Información académica**

Año de presentación (\*)

**2021**

1-a-

<b>Departamento docente que inicia el tramite:</b>
Ciencias de la Atmósfera y los Océanos
<b>Nombre del curso:</b>
Fenómenos meteorológicos que inciden en la actividad aeronáutica
<b>Nombre, Cargo y Título del docente responsable:</b>
Dra. en Ciencias Meteorológicas Matilde Nicolini, Profesora Titular Emérita
<b>En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma:</b>
Meteorología Aeronáutica
<b>Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*):</b>
Los posibles docentes colaboradores serán informados por la Dirección departamental al inicio del dictado del curso(*)(*)
<b>Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación:</b>
Primer Cuatrimestre 2022

**Duración:**

Duración total en horas	160
Duración en semanas	16

**Distribución carga horaria:**

Número de horas de clases teóricas	80
Número de horas de clases de problemas	70
Número de horas de trabajos de laboratorio	
Número de horas de trabajo de campo	
Número de horas de seminarios	10

**Forma de evaluación:**

Los estudiantes deberán aprobar dos exámenes parciales y un examen final oral. Cada estudiante deberá presentar la discusión de un trabajo publicado bajo el formato de seminario, seleccionado dentro de un área de interés tanto para el estudiante como para los objetivos de la materia y realizar un trabajo en base a la información disponible en un dado aeropuerto de Argentina o respecto a un incidente en vuelo o en una terminal.

**Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):**

Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

**Puntaje propuesto para la carrera de doctorado:**

5

**Número de alumnos:**

Mínimo: 2

Máximo: 20

**Audiencia a quien está dirigido el curso:**

Doctorandos de Cs. de la Atmósfera

**Necesidades materiales del curso:**

Campus Virtual de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y el aula de computación del DCAO.

1-b-

**Programa analítico del curso con Bibliografía:****1) Fundamentos:**

LA METEOROLOGÍA AERONÁUTICA es un área de la Meteorología que enfoca el estudio, análisis, diagnóstico y pronóstico de los efectos de la atmósfera sobre el funcionamiento de las aeronaves. Fenómenos meteorológicos significativos tales como la reducida visibilidad y/o presencia de nubes bajas en los aeródromos, las cortantes del viento severas en niveles bajos, la turbulencia severa, el engelamiento, las cenizas volcánicas y otros contaminantes, las tormentas, producen diferentes efectos en distintas aeronaves y dependiendo de la fase del vuelo o bien en el área terminal. Asimismo, requieren el uso de distintas técnicas de detección y pronóstico a partir de información meteorológica observacional y productos de modelos de pronóstico operativos. Es un área poco explorada en nuestro país y las organizaciones internacionales (OACI, OMM) han fijado los requerimientos de competencias estándar para pronosticadores meteorológicos aeronáuticos tendientes a mantener la integridad de la seguridad aérea. Aun cuando los fenómenos mencionados ocasionan grandes complicaciones a la actividad aeronáutica en la Argentina desde hace décadas, y las recomendaciones recientes de la OACI enfatizan la necesidad de desarrollar la capacidad local que requiere la industria aeronáutica, la investigación de estos fenómenos a nivel nacional es limitada y aislada. Todavía queda mucho por conocer sobre los efectos de dichos fenómenos y muchas necesidades a cubrir en lo que respecta a su previsibilidad. A fin de acompañar los avances tecnológicos alcanzados en la navegación aérea se requieren avances en la producción de climatologías en los aeropuertos argentinos y su interpretación en términos de fenómenos sinópticos y de mesoescala atmosférica. En particular interesa el estudio de casos extremos y de incidentes y accidentes históricos explorando el potencial de pronósticos mixtos numéricos-estadísticos, aplicados y probados en otros países. En este curso se capacitará a los estudiantes en identificar los fenómenos significativos y utilizar metodologías de pronóstico a “muy corto plazo” en base a la información disponible de estaciones meteorológicas convencionales y de sensores remotos (satélites y la red de radares Doppler y de doble polarización disponibles en distintos aeropuertos).

**2) Propósitos:**

- 3) Proporcionar a los estudiantes los elementos teóricos, la capacitación práctica y los recursos metodológicos que los habiliten para comprender los procesos atmosféricos de alto impacto para la navegación aérea.
- 4) Proveer los recursos necesarios para comprender cómo impactan los pronósticos de parámetros y de fenómenos meteorológicos significativos en las operaciones aéreas. Interpretar el significado de umbrales de avisos.
- 5) Poner a disposición de los estudiantes los procedimientos, directivas e instrucciones elaboradas por las organizaciones internacionales que regulan el espacio aéreo tales como la OMM y la OACI, el conocimiento de prácticas específicas, el uso de claves, mensajes y criterios que se aplican para avisos de cambios, actualizaciones, enmiendas en pronósticos.
- 6) Promover el análisis y la discusión crítica de los resultados del uso de las técnicas de detección y pronóstico en uso en centros de pronóstico aeronáutico.
- 7) Incentivar el trabajo grupal mediante la participación de los estudiantes en las clases teóricas y la formulación de proyectos individuales o grupales

8) Difundir los esfuerzos pasados y actuales en la investigación científica a nivel regional e internacional a los fines de avanzar en el conocimiento en la meteorología aeronáutica.

### **3) Objetivos**

1. Identificar y comprender los procesos atmosféricos generadores de los fenómenos de tiempo que entrañan peligro para la aviación
2. Comprender cualitativamente los efectos perturbadores del normal funcionamiento de las aeronaves producidos por dichos fenómenos
3. Analizar y capacitarse en metodologías para el diagnóstico y la detección temprana de los fenómenos adversos en base a los recursos observacionales disponibles. Análisis de mapas sinópticos y aplicación de sensores remotos.
4. Conocer y capacitarse en metodologías de predicción de escenarios meteorológicos de riesgo y/o parámetros meteorológicos (predictores) asociados a dichos eventos. Evaluar las predicciones y avisos específicos para los usuarios de aeropuertos.
5. Conocer las reglamentaciones vigentes a nivel nacional e internacional en lo referente a las operaciones aéreas y el factor meteorológico.
6. Familiarización con códigos meteorológicos aeronáuticos definidos por la Organización Meteorológica Mundial y su uso a los fines de difusión de las observaciones, del pronóstico y del aviso de fenómenos severos
7. Desarrollar capacidad investigativa en accidentes e incidentes aéreos relacionados con la meteorología como factor contribuyente.

### **4) Contenidos**

#### **i) Fundamentos de Teoría de vuelo.**

Estructura del avión. Superficies primarias y secundarias. Terminología asociada al perfil aerodinámico. Velocidad relativa. Definición de distintas velocidades. Concepto de Deriva y Derrota. Fuerzas que actúan sobre un avión en vuelo, ángulos más significativos, sus características. Peso, empuje, fuerza aerodinámica, sustentación y resistencia. Resistencia de Forma y de superficie. Zona de transición. Punto de separación (stall point). Formación de zona de estela. Análisis aerodinámico dependiendo de la forma de las secciones aerodinámicas y del ángulo de ataque. Trayectoria de vuelo. Instrumental a bordo. Performance de aeronaves. Fase de Despegue y Aterrizaje: Características. Viento Cruzado. Presentación y cálculo de componentes según orientación de la pista: ejemplo con Aeroparque.

#### **ii) Contexto y rol de la meteorología dentro del ámbito aeronáutico**

Instituciones Internacionales relacionadas con la aviación y con la meteorología aeronáutica, Organización Internacional de la Aeronáutica Civil (OACI), Organización Meteorológica Mundial (OMM). Regulación de los servicios de Meteorología, Códigos.

Espacio Aéreo. Servicios de Protección al Vuelo (ATS). Centros de control de área. Corredores visuales. Aeródromos y Aeropuertos. Clasificación de las oficinas meteorológicas aeronáuticas. Identificación de las mismas en el país y en cada FIR. Tareas que realizan y productos que confeccionan. Simulación de tareas rutinarias. Operaciones en condiciones visuales (VFR) y en condiciones instrumentales (IFR). Sistema de aterrizaje por instrumentos, categorización de acuerdo a requisitos. Alcance visual. Altimetría. Principio de funcionamiento. QFE, QNH, QNE. Altitud de densidad. Altitud de transición. Errores de altímetro. Niveles de Vuelo. Claves meteorológicas: Synop, Metar, Specí. Características y diferencias entre ellos. Mensajes Meteorológicos: Pronarea, Taf, Sigmet, Airmet. Explicación de su contenido. Nivel de alcance de cada uno de ellos. Caracterización de los usuarios que consumen dichos productos.

#### **iii) Cortante del viento y turbulencia en niveles bajos de la atmósfera.**

Definición, cortantes convectivos y no-convectivos. Reglamentación relativa a umbrales para confección de mensajes de aeródromo TAF y en ruta SIGMET. Sus efectos sobre la actuación de las aeronaves en las fases de aproximación y aterrizaje. Detección. Condiciones y fenómenos meteorológicos que las ocasionan: vientos fuertes cerca de superficie en condiciones estables,

corrientes en chorro en niveles bajos, zonas frontales, brisas de mar y de montaña. Accidentes asociados a distintos tipos de cortantes. Pronóstico de cortantes no convectivas asociadas a distintos procesos. Análisis de escenarios meteorológicos de riesgo de su ocurrencia.

#### **iv) Turbulencia por encima de la capa límite.**

Escalas del fenómeno. Efectos sobre las aeronaves. Categorización por intensidad. Distintos tipos. Criterios de informe OACI. **Turbulencia en aire claro:** Procesos dinámicos y de escala sinóptica que la ocasionan. Identificación de patrones meteorológicos asociados. Detección e índices utilizados en técnicas de pronóstico operativo. Uso de productos satelitales. Casos de estudio. **Turbulencia orográfica:** Conceptos básicos de la teoría lineal de ondas de montaña y ondas atrapadas producidas por barreras montañosas. Condiciones favorables para su formación. Efectos no lineales, niveles críticos y ruptura de ondas. Vientos fuertes a sotavento, cortante en el viento y turbulencia cerca de superficie y en aire claro en altura. Número de Froude. Recursos observacionales para la detección de turbulencia en nuestra región. Guías y productos de modelos de pronóstico.

#### **v) Visibilidad reducida en superficie**

Posibles fenómenos. Nieblas, distintos tipos. Nubes bajas. Reducción de visibilidad por polvo, arena y ceniza volcánica. Problemas operacionales en ruta y en área terminal. Mínimos de visibilidad. Alcance visual. Mecanismos físicos, patrones sinópticos y condiciones de mesoescala involucrados en la generación y disipación de los episodios de niebla y estratos. Niebla radiativa. Factores que la controlan. Fases de evolución, efecto de la turbulencia, el enfriamiento radiativo y la sedimentación de gotas. Herramientas de pronóstico para predecir estos eventos con énfasis en las operaciones aéreas. Método de temperatura de crossover y uso del Richardson modificado. Detección de nieblas y stratus a través de imágenes satelitales. Desempeño de los modelos numéricos de pronóstico de nieblas de radiación, comparación con observaciones.

### **5) Modalidad de enseñanza:**

El dictado de esta asignatura prevé clases teóricas y clases prácticas y en algunas temáticas clases teórico-prácticas. En las clases teóricas se abordarán ejes temáticos referidos a los contenidos de las distintas unidades a través de exposiciones que estarán a cargo del profesor de la materia. Cuando el contenido a desarrollar lo justifique el profesor promoverá la participación de los estudiantes a partir de preguntas y un intercambio de ideas sobre el material bibliográfico entregado previamente. Las clases teóricas y el material bibliográfico a discutir estarán a disposición de los estudiantes con antelación al dictado de las mismas en la plataforma Moodle de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Hacia el final del curso se establecerán clases especiales de seminarios y de presentación oral de informes, donde se discutirán trabajos científicos relacionados con las unidades abordadas para fomentar el análisis crítico y la discusión científica, los cuales facilitarán la evaluación de los docentes.

### **6) Bibliografía**

- 1) OACI Anexo 3 - Servicio Meteorológico para la navegación aérea internacional.
- 2) Talay, T.A., 1975. Introduction to the aerodynamics of flight. NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, Washington, 198 pág.
- 3) Hull, D.G., 2007: Fundamentals of airplane flight mechanics – Springer -298 pág.
- 4) Maproma – Manual de Procedimientos Operativos. IntraMet- Servicio Meteorológico Nacional.
- 5) OMM.Nº 482. Nota Técnica Nº 155. Forecasting Techniques of Clear-Air Turbulence including that associated with mountain waves. Hopkins R.H., 1977.
- 6) OACI. Doc. 9817, 2005. Manual sobre cizalladura del viento a poca altura..
- 7) Durran, D., 1989: Mountain Waves, Ray, P.S. Mesoscale Meteorology and Forecasting. American Meteorological Society, Boston, Cap. 20, 472-492.
- 8) Bader, M.J. Bader, G. S. Forbes, J. R. Grant, R. B. E. Lilley, and A. J. Waters, 1995. Images in Weather Forecasting Cambridge University Press, New York. 499 págs.
- 9) Ellrod, G.P. y Knapp, D.I., An objective clear-air turbulence technique: Verification and operational use. 1992 Weather and Forecasting, 1992, Vol. 7, 150-165.

- 10) Knox, J. A. 1997: Possible Mechanisms of Clear-Air Turbulence in Strongly Anticyclonic Flows. Mon. Wea. Rev., 125, 1251–1259.
- 11) Welch, R. M., M. G. Ravichandran, and S. K. Cox, 1986: Prediction of quasi-periodic oscillations in radiation fogs, Part I: Comparison of simple similarity approaches, JAS, 1986, 633-651.
- 12) Bergot and Guedalia, 1994. Numerical forecasting of radiation fog. Part I: Numerical model and sensitivity tests. MWR, 1218-1230.
- 13) Guedalia and Bergot, 1994, Numerical forecasting of radiation fog. Part II: A comparison of model simulations with several observed fog events. Monthly Wea. Rev., 1231-1246.
- 14) Baker, R. Cramer, J., and Jeff Peters, Radiation fog: UPS Airlines conceptual models and Forecast methods. 2002, UPS Airlines, Louisville, KY.
- 15) Ellrod, G. P. and I. Gulpepe, 2007. Inferring Low Cloud Base Heights at Night for Aviation Using Satellite Infrared and Surface Temperature Data. Pure appl. geophys. 164. 1193–1205.
- 16) Ellrod, G. P. (1995), Advances in the detection and analysis of fog at night using GOES multispectral infrared imagery. Weather Forecasting 10, 606–619.
- 17) Yabra, M. S., R. de Elia, L. Vidal, M. Nicolini, R. Vasques Ferro, C. Ribero, L. Chiaparrí, E. Fernández, C. Campetella, O. Bonfili, M. Ceballos, G. Barrera, N. Troche, V. López, M. Schizzano, N. Bentancor, L. Berengua y M. Steven, 2021: Las nieblas en los aeropuertos argentinos: revisión de literatura y perspectiva de los pronosticadores. Nota Técnica SMN 2021-89
- 18) Lapido, B., 2019: Estudio preliminar de nieblas en el aeropuerto de la ciudad de Rosario. Tesis de Licenciatura, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- 19) Ruiz, J., T. Schonholz y C. Saulo, 2018: Generación de pronósticos probabilísticos de visibilidad a partir de pronósticos numéricos retrospectivos y observaciones. Meteorologica Vol 43 N°1 (2018), 73-96.
- 20) Sharman R. and T. Lane, 2016: Nature of Aviation Turbulence. Springer International Publishing Switzerland, 316 pag. doi.org/10.1007/978-3-319-23630-8.
- 21) Tardif, R., 2017: Precipitation and Fog. Book chapter in Koracin, D., and C. E. Dorman, eds. Marine Fog: Challenges and Advancements in Observations and Forecasting. Springer Publ.
- 22) Román-Cascón, C., Steeneveld, G. J., Yagüe, C., Sastre, M., Arrillaga, J. A. and Maqueda, G. (2016), Forecasting radiation fog at climatologically contrasting sites: evaluation of statistical methods and WRF. Q.J.R. Meteorol. Soc., 142: 1048-1063.

Páginas en Internet (se citan algunas):

- 23) Manual de Vuelo <http://www.manualvuelo.com/>  
<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/short.html>
- 24) Simulador Ejercitación: FoilSim III Student Version 1.5ª  
<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/foil3.html>
- 25) Aviation weather Center – Productos WAFS  
<https://aviationweather.gov/wafs>
- 26) Skyvector-Aeronautical Charts  
<http://skyvector.com/>
- 27) Base de Datos y Mensajes Meteorológicos  
[www.ogimet.com](http://www.ogimet.com)
- 28) Módulos de COMET: [http://www.meted.ucar.edu/topics\\_aviation.php](http://www.meted.ucar.edu/topics_aviation.php)
- 29) Productos NOAA/NESDIS:  
<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/opdb/aviation/mb.html>

1-c-

**Actividades prácticas propuestas:**

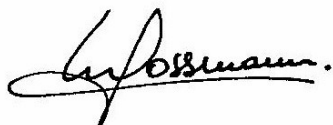
Las clases prácticas se organizarán a partir de Guías de Trabajos prácticos, que acompañarán cada

módulo de la materia. Incluirán problemas referidos a las teorías relativas a procesos, ejercicios basados en el análisis de datos meteorológicos y/o de resultados visualizados en tablas, gráficos, mapas, elaborados a partir de observaciones en nuestro país o en otras regiones a fin de reconocer los fenómenos de interés. Cuando sea necesario se entrenará a los estudiantes en la aplicación de metodologías de manejo de información satelital y de radar a los fines de la detección y seguimiento de fenómenos. Se pondrá particular énfasis en incentivar el uso de los conceptos teóricos en el análisis y discusión crítica de los resultados. Las guías de problemas estarán disponibles en la plataforma Moodle.

(\*) Todos los cursos tendrán una validez de 5 años

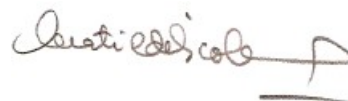
(\*)(\*) Las actualizaciones de los docentes colaboradores son informados por la Dirección departamental al inicio de cada dictado del curso

Firma Subcomisión  
Doctorado



*Dra. María Isabel Gassmann*

Firma del docente  
responsable



[nicolini@cima.fcen.uba.ar](mailto:nicolini@cima.fcen.uba.ar)

5285-8479

**Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado - Res. CD2819/18 - ANEXO 2**

**Solicitud de Financiación**

Año de presentación (\*)

**2021**

Departamento docente que inicia el tramite:

Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

Nombre del curso:

Fenómenos meteorológicos que inciden en la actividad aeronáutica

Nombre y Título del docente responsable:

Dra. Matilde Nicolini

Costo propuesto del curso por alumno (\*):

2000 módulos

Justificación del monto propuesto:

Los aranceles sirven para solventar parcialmente el mantenimiento del Laboratorio de Computación y de los proyectores del DCAO

(\*) Las excepciones aplicables para cada alumno serán consistentes con la reglamentación del Consejo Directivo que regula los aranceles y excepciones (Res. CD 484/13). El docente responsable del curso solicitará las excepciones por nota al consejo directivo a través de Mesa de Entradas.