

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

CARRERA: Postgrado y doctorado
MATERIA: Teledetección satelital aplicada al balance hidrológico.
CÓDIGO DE CARRERA: 56
CUATRIMESTRE: PRIMERO
CÓDIGO: AÑO: 2009
CARÁCTER DE LA MATERIA: Optativa de postgrado y doctorado
DURACIÓN: Cuatrimestral
PLAN DE ESTUDIO AÑO: --
HORAS DE CLASE SEMANAL: Teóricas: 4

Total de horas: 4

CARGA HORARIA TOTAL: 64
ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Licenciado en Ciencias de la Atmósfera, Licenciado en Oceanografía, Ingeniero Civil, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Forestal, Ingeniero en Recursos Hídricos, Licenciado en Geología, Licenciado en Ciencias Ambientales, Licenciado en Geografía, o equivalente.

FORMA DE EVALUACIÓN: Explicación de una publicación científica asignada por el Profesor y examen final.

OBJETIVOS: Familiarizar al alumno con la observación de la Tierra mediante satélites artificiales, con la naturaleza de las mediciones y de los sensores empleados, y con las aplicaciones a la hidrología, con énfasis en la estimación de las transferencias hídricas en el complejo suelo-vegetación-atmósfera (SVAT).

PROGRAMA:

Principios de radiación electromagnética. La radiación electromagnética. Leyes físicas. El espectro electromagnético. Absorción, reflexión, transmisión y dispersión. Dispersiones de tipo Rayleigh, Mie y no selectiva. Interacción de la radiación con los gases y aerosoles atmosféricos, las nubes y los materiales en la superficie terrestre. Reflectancia y firma espectral. Tipos de sensores de radiación: de barrido y de cuadro; pasivos y activos.

Satélites ambientales.

Introducción a los satélites artificiales y fundamentos teóricos del movimiento orbital. El punto subsatélite. Tipos básicos de órbitas: polar, ecuatorial e inclinada. Satélites heliosíncronos, geosíncronos y geostacionarios. Principales satélites ambientales con sensores de baja y media resolución: GOES, NOAA, Aqua/Terra, TRMM.

Imágenes satelitales.

El píxel. Conformación de la imagen. Archivos imagen. Estructura raster. Líneas y columnas.

Número digital asociado al píxel. Resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal. Deformaciones de tipo geométrico y radiométrico. Principales formatos de archivos de imágenes.

Estimación remota de la precipitación con sensores pasivos montados en satélites.

Breve introducción a los sistemas de precipitación y nubes precipitantes. Estructura espacial y temporal de los sistemas de precipitación en mesoescala. Sub-escalas asociadas. Producción de precipitación en nubes estratiformes y convectivas. Variabilidad espacial de la precipitación en mesoescala según la naturaleza de las tormentas. Métodos de estimación de precipitación a partir de radiómetros: monoespectrales y multispectrales. Técnica para precipitación convectiva y estratiforme de Adler y Negri; técnica Auto-estimador para precipitación convectiva; técnica Hydro-estimador, correcciones por paralelaje y efecto orográfico. Técnicas basadas en mediciones con microondas. Sensores en satélites NOAA y Aqua/Terra. Validación con datos pluviométricos. Validación de la intensidad de precipitación. Misión TRMM.

Estimación remota de la precipitación con radar basado en tierra

Teoría del radar. Pulsos de microondas. Duración y longitud del pulso. Las longitudes de onda y frecuencias de los radares meteorológicos. Radares convencionales y doppler. Frecuencia de repetición de pulso y período de repetición. Potencia transmitida y recibida. Ganancia de antena. Volumen contribuyente. Sección transversal de retrodispersión. Reflectividad. Factor de reflectividad; su relación con la intensidad de precipitación. Distribuciones de tamaños de gotas. Obtención de mapas de intensidad de precipitación.

Evaporación y evapotranspiración

Concepto de evaporación. Su sentido físico. Su determinación teórica: Métodos del balance de energía y de la transferencia de masa. Combinación de ambos métodos: ecuación de Penman. Concepto de transpiración vegetal. Su sentido físico y biológico. Conceptos de evapotranspiración potencial y real. Ecuaciones de Penman-FAO y Penman-Monteith para cubiertas vegetadas.

Estimación remota de la evapotranspiración.

Métodos de estimación remota de la evapotranspiración real (ETR). Balance radiativo y de energía en la superficie evaporante. Obtención de la ETR a partir de la ecuación de balance energético. Estimación de los términos del balance de energía: radiación neta, flujos de calor sensible intercambiados con la atmósfera y con el suelo. Parámetros biofísicos obtenidos a partir de imágenes satelitales: el albedo, la emisividad y el NDVI. La técnica de split-window, su aplicación en la estimación de la temperatura de la superficie. Técnicas derivadas de la ecuación de balance energético: Ibáñez y Caselles, Boegh et al para estimación de la ETR en formas difusa y operativa, Rivas y Caselles. Fracción evaporativa: Jiang e Islam, Venturini et al. Método empírico de Di Bella et al para lapso semanal.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

Apuntes del curso.

Bakst, Leonid y Yoshihiro Yamazaki, 2001: Principios físicos y técnicos de la meteorología por satélite. Editora de la Universidad Federal de Pelotas (RGS), Brasil. Traducción al español por Inés Velasco.

Capderou, Michel, 2000: Satellites d'observation de la Terre. École Polytechnique, Palaiseau,

Francia.

Kidder, S.Q. and T.H. Vonder Haar, 1995: Satellite meteorology: an introduction. *Academic Press*, New York, Estados Unidos de América.

PUBLICACIONES PARA CONSULTA:

- Allen, R. G.; L. S. Pereira, D. Raes, y M. Smith., 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, vol. 56. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, p.300.
- Anagnostou, E. and C. Kummerow, 1997: Stratiform and convective classification of rainfall using SSM/I 85GHz brightness temperature observations. *J. Atmos. And Ocean Techn.*, 14, 570-575.
- Aonashi, K., J. Akawa, M. Hirose, T. Kozi, T. Kubota, G. Liu, S. Shige, S. Kida, S. Seto, N. Takahashi, and Y.N. Takeyabu, 2008: GSMap passive, microwave, precipitation retrieval algorithm description and validation.
- Barrera, D.F., 2007: The generation of synthetic brightness temperature images to improve rainfall estimation from GOES satellite. En *Predictions in Ungauged Basins: PUB Kick-off*. IAHS Publication 309, No 13, 113-120. Eds. Daniel Schertzer, Pierre Hubert, Sergio Koide & Kuni Takeuchi.
- Barrera, D., 2005: Análisis comparativo de los mapas de precipitación obtenidos a partir de datos pluviométricos y de estimaciones satelitales. *Actas, IX Congreso Argentino de Meteorología*.
- Bisht G, V Venturini, S Islam, and L Jiang, 2005. Estimation of the net radiation using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) Terra Data for clear sky days, *Remote Sensing of Environment*, 97, 52-67.
- Boegh, E., H. Soegaard, and A. Thomsen, 2002: Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 79, 329- 343.
- Boegh, E., H. Soegaard, J.H. Christensen, C. B. Hasager, N. O. Jensen, N. W. Nielsen and M. S. Rasmussen, 2004. Combining weather prediction and remote sensing data for the calculation of evapotranspiration rates: application to Denmark. *International Journal of Remote Sensing*, 25 (00), 1-22.
- Boegh, E. and H. Soegaard, 2004: Remote sensing based estimation of evapotranspiration rates. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 25, 1-19.
- Ceballos, J.C., M.J. Bottino y R. Righini, 2005: Radiación solar en Argentina estimada por satélite: algunas características espaciales y temporales. *Actas, IX Congreso Argentino de Meteorología*
- Chang, F.-L., and Z. Li (2002). Estimating the vertical variation of cloud droplet effective radius using multispectral near-infrared satellite measurements, *J. Geophys. Res.*, 107(D7), 4257, doi:10.1029/2001JD000766.
- Chang, F.-L., and Z. Li (2003). Retrieving vertical profiles of water-cloud droplet effective radius: Algorithm modification and preliminary application, *J. Geophys. Res.*, 108(D3), 4763, doi:10.1029/2003JD003906.
- Coll, C., Caselles, V., 1997. A split window algorithm for land surface temperature from advanced very high resolution radiometer data: Validation and algorithm comparison.

Journal of Geophysical Research, vol. 102, 14:16697-16713.

Di Bella, C. M., Rebella, C. M. y Paruelo, J. M., 2000: Evapotranspiration estimates using NOAA AVHRR imagery in the Pampa region of Argentina, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 21, no. 4, 791-797.

Dunkel, Z., and Vadász, V., 1993: Estimation of regional evapotranspiration over Hungary combining standard and satellite data. *Advances in Space Research*, 13(5): 257-260.

Ferraro, R., F. Weng, N. Grody, and L. Zhao, 2000: Precipitation characteristics overland from the NOAA- 15 AMSU sensor. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 2669- 2672.

Friedl, M., (2002). Forward and inverse modeling of land surface energy balance using surface temperature measurements. *Remote Sensing of Environment* 79, p.344-354.

Girolimetto D, V Venturini, L Rodríguez, 2007. Influencia de la Resolución Espacial de la Temperatura de Superficie Teledetectada en el contexto NDVI-To. *XII Congreso de la Asociación Española de Teledetección*. 19-21 Septiembre 2007. Mar del Plata - Buenos Aires, Argentina.

Houze, Robert A., and Hobbs, P.V., 1982: Organization and structure of precipitating cloud systems. *Advances in Geophysics*, 24, 225-315.

Huff, F. A., 1970: Spatial distribution of rainfall rates. *Water Resources Research*, 6(1), 254-260.

Ibáñez, M. y Caselles, V., 1999: Evapotranspiración estimada a partir de la temperatura radiativa: 1. Métodos aerodinámico y de la razón de Bowen radiativa. *Revista de Teledetección*, Vol.11, 1-5.

Jedlovec, G.J., 1990: Precipitable water estimation from high resolution split window radiance measurements. *Jour. Appl. Meteor.*, 29, 863-877.

Jiang, L. & Islam, S., 2001. Estimation of surface evaporation map over southern Great Plains using remote sensing data. *Water Resources Research*, 37(2), 329-340.

Kidder, S. Q., M. D. Goldberg, R. M. Zehr, R. M. DeMaria, J. F. W. Purdom, C. S. Velden, N. C. Grody, and S. J. Kusselson: Satellite analysis of tropical cyclones using the Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 1241-1259.

Kuligowski, R., 2002: Self-Calibrating RealTime GOES Rainfall Algorithm for ShortTerm Rainfall Estimates. *Journal of Hydrometeorology*, (3), 1121-1230.

Menenti, M., 1993: Understanding land surface evapotranspiration with satellite multispectral measurements. *Advances in Space Research*, 13(5): 89-100.

Monteith, J.L., 1981: Evaporation and surface temperature. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 107, 1-27.

Monteith, J.L., 1995: A reinterpretation of stomatal responses to humidity. *Plant, cell and environment*, 18, 357-364.

Penman, H.L., 1948: Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. R. Soc.London*, 193, 120-146.

Priestley, C.H.B., and Taylor, R.J., 1972: On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. *Mon. Weather Rev.*, 100, 81-92.

Righini, R. Empleo de imágenes satelitales GOES 8 en el cálculo de la irradiación solar global en distintas zonas de Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, v. 8, num. 2, 2004.

Righini, R., H. Grossi Gallegos y C. Raichijk, 2005: Approach to drawing new global solar irradiation contour maps for Argentina. *Renewable Energy*, vol. 30, 1241-1255.

Rivas, R. 2004. Propuesta de un modelo operativo para la estimación de la evapotranspiración. Tesis doctoral, Universidad de Valencia, España.

Rivas, R.; V. Caselles, 2004. A simplified equation to estimate spatial reference evaporation from remote sensing-based surface temperature and local meteorological data. *Remote Sensing of Environment*. Editorial: Elsevier. V. 93, 68- 76.

- Rivas, Raúl; Caselles, Vicente; Entraigas, Ilda, 2001. Mapa de emisividad calculado a partir de una imagen Landsat TM sobre un sector de la Cuenca del Azu. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, N° 16: 134 - 139. ISSN 0326-1921.
- Rozumalski, R. A., 2000: A quantitative assessment of the NESDIS AutoEstimator. *Weather and Forecasting*, v. 15, 397-415.
- Saldanha, C.B.; Rolim da Paz, A.; Allasia, D.; Collischonn, W. y Barrera, D.F.: Avaliação da chuva do Hidroestimador para modelagem hidrológica na região da bacia do Rio Grande. Actas en disco compacto, XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, San Pablo, Brasil, 25 al 29 de noviembre de 2007. Código del trabajo: PAP0696.
- Scofield, R., 1987: The NESDIS operational convective precipitation estimation technique. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1773-1792.
- Scofield, R., and Kuligowski, R., 2003: Status and outlook of operational satellite precipitation algorithms for extreme events. *Weather And Forecasting*, (18), 1037-1051.
- Shuttleworth, W.J., and Wallace, J.S., 1985: Evaporation from sparse crops. An energy combination theory. *Quarterly Journa R. Meteorological Society*, 111, 839-855.
- Sobrinho, J. (2000). Teledetección. Server de Publicaciones Universitat de Valencia.
- Venturini V, LB Rodriguez, and S Islam, 2007. Metodología para la estimación de la fracción evaporable y la evapotranspiración con productos MODIS. *Revista de teledetección*, ISSN 1133-0953, N° 27, 2007, pages. 44-52
- Venturini V, S Islam, and LB Rodriguez, 2008. Estimation of evaporative fraction and evapotranspiration from MODIS products using a complementary based model, Remote Sensing of Environment, 112, 132-141.
- Vicente, G., and J. Anderson, 1993: Retrieval of rainrates from the combination of passive microwave radiometric measurements and infrared measurements. *Preprints, 20th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology*, 151-154.
- Vicente, G., R. Scofield, and P. Menzel, 1998: The operational GOES infrared rainfall estimation technique. *Bull. Amer. Soc.*, 79, 1883-1898.
- Villard, N., C. Kummerow, Y. Hong, and S. Olson, 1998: Retrieval of precipitation from satellite passive microwave data using a physical/statistical approach in the context of TRMM. *Preprints, 9th Conf. on Satellite Meteorology and Oceanography*, 509-512.
- Zhou, M., Ishidaira, H., and Takeuchi, K., 2005: Estimating the potential evapotranspiration over the Yellow River Basin by considering the land cover characteristics. *VIIth IAHS Scientific Assembly*, Foz do Iguaçu, Brasil, 3-9 abril 2005.



Profesor: Dr. Daniel F. Barrera



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ref. Expte. N° 495.331/2008

Buenos Aires,

22 DIC 2008

VISTO:

la nota 09/12/2008 de la Dra. Susana Amalia Bischoff Directora del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, mediante la cual eleva la Información del Curso de Posgrado: **TELEDETECCION SATELITAL APLICADA AL BALANCE HIDROLOGICO** a ser dictado durante el **Primer Cuatrimestre 2009** por el Dr. Daniel F. Barrera

CONSIDERANDO:

lo actuado en la Comisión de Doctorado de la Facultad el 10/12/2008,
lo actuado en la Enseñanza, Programas, Planes de Estudio y Posgrado
lo actuado en la Comisión de Presupuesto y Administración,
lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 113 del Estatuto Universitario,

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

Artículo 1°: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado **TELEDETECCION SATELITAL APLICADA AL BALANCE HIDROLOGICO** de 64 horas de duración.

Artículo 2°: Aprobar el Programa del Curso de Posgrado **TELEDETECCION SATELITAL APLICADA AL BALANCE HIDROLOGICO** obrante a fs 3,4,5,6.y 7 del expediente de la referencia.

Artículo 3°: Aprobar un Puntaje de tres (3) puntos para la Carrera del Doctorado.

Artículo 4°: Aprobar un arancel total de 50 Módulos. Disponer que los montos recaudados serán utilizados conforme a lo dispuesto por Resolución CD N° 072/03.

Artículo 5°: Comuníquese a la Dirección del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Subsecretaría de Postgrado (con copia del Programa incluida) .Comuníquese al Departamento de Alumnos y Graduados (sin fotocopia de Programa).Cumplido Archívese.

RESOLUCION CD N°
SP/med 11/12/2008

32194

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
EL CONSEJO ALIADO
ORDEN