



*Universidad Nacional de Salta*

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

SALTA, 29 de abril de 2014

EXP-EXA:8231/2013 – Cuerpo II

RESCD-EXA: 203/2014

VISTO:

La presentación realizada por la Dra. Judith Franco, por la cual eleva para su aprobación, los programas analíticos de los cursos “Energía de Biomasa I” y “Energía Solar I” para las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, correspondiente a la cohorte 2013-2015.

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con visto bueno del Departamento de Física y despacho favorable de la Comisión de Docencia e Investigación.

POR ELLO:

Y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
(en su sesión ordinaria del día 12/03/14)

R E S U E L V E:

ARTICULO 1º: Tener por aprobado los programas analíticos de las asignaturas “Energía de Biomasa I” y “Energía Solar I” para las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 1998, dictado del 02 al 06/12/13 y del 09 al 13/12/13, respectivamente y cuyo detalle se especifica en el Anexo I y II de la presente resolución.

ARTICULO 2º: Hágase saber con copia a los docentes del plantel docente de las asignaturas “Energía de Biomasa I” y “Energía Solar I”, al Comité Académico de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, al Departamento Adm. de Posgrado y al Departamento Archivo y Digesto de la Facultad. Cumplido, resérvese.

mxs

**Mag. MARCELO DANIEL GEA**  
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y BIENESTAR  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



**ing. CARLOS EUGENIO PUGA**  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

**Asignatura: Energía de Biomasa I**

**Carreras:** Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 1998

**Docente responsable:** Dra. Mirta Elizabeth Daz

**Cuerpo docente:** Dra. Mirta Elizabeth Daz, Dra. Silvina Magdalena Manrique, Dra. Alicia Graciela Cid y Dra. María Mercedes Juárez.

**Colaboradores en el dictado de las clases prácticas:** Ing. Silvia Cristina Blanco, Farm. Pablo Fernando Corregidor.

**Fines y Objetivos:** El objetivo del curso es el de facilitar el conocimiento en las temáticas de recursos de biomasa para aprovechamiento energético y biocombustibles líquidos.

**Distribución horaria:** El curso se dictará en una semana de lunes a viernes a razón de 8 h por día en los horarios de 8:30 a 12:30 y de 14 a 18 h.

**Duración total del curso:** 40 horas

**Metodología:** El curso es de modalidad presencial y se dictarán clases teóricas y prácticas. Las clases teóricas consistirán en exposiciones orales interactivas a cargo del cuerpo docente del curso.

Las clases prácticas serán de dos tipos:

- a) trabajos de laboratorio a cargo de uno o más miembros del cuerpo docente y de un colaborador;
- b) seminarios que consistirán en ejercicios de aplicación, autoevaluación y discusiones conducentes a la comprensión de las distintas temáticas impartidas en las clases teóricas.

En las clases de laboratorio los alumnos deberán respetar las normas básicas de seguridad que implican, entre otras, la utilización de guardapolvo.

**Sistema de evaluación:** Se requerirá un porcentaje de asistencia mínimo al 80 % de las actividades programadas.

Se efectuarán evaluaciones de los trabajos prácticos a través de la presentación de los informes correspondientes. Por otra parte, a fin de evaluar el contenido total del curso, se realizarán una evaluación final escrita el último día del curso en horas de la tarde. Todas las evaluaciones se aprobarán con un porcentaje superior al 60%.

**Lugar y fecha de realización:** Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta, Avenida Bolivia 5150, Salta, del 2 al 6 de diciembre de 2013.

**Contenidos mínimos:** La biomasa como recurso energético. Participación mundial de la biomasa y perspectivas. Caracterización de los recursos. Estimación del potencial. Impactos de su aprovechamiento. El rol de la biomasa en el marco del cambio climático. Conversión de biomasa en energía. Biocombustibles líquidos: bioetanol y biodiesel.

**Programa analítico:**

UNIDAD 1. La biomasa como recurso energético. Concepto. Origen. Tipos y clasificaciones de la biomasa. Aplicaciones. Cadena energética de la biomasa. Ventajas y desventajas del empleo de biomasa como energético. Principales barreras y oportunidades de la bioenergía.

///...



Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

UNIDAD 2. La biomasa en el contexto energético mundial. Biomasa moderna y tradicional. Conceptos y características. Potencial mundial del recurso y perspectivas. Biocombustibles de primera, segunda y tercera generación. Conceptos y principales controversias. Participación de la biomasa en el país. Marco normativo, regulatorio y de fomento del sector. Situación provincial de la biomasa.

UNIDAD 3. Biomasa seca. Principales componentes. Caracterización. Aspectos físicos, químicos y energéticos. Acondicionamiento de la biomasa. Estimación del potencial energético. Impactos de su aprovechamiento.

UNIDAD 4. Biomasa húmeda. Caracterización. Aspectos físicos, químicos y energéticos. Acondicionamiento de la biomasa. Estimación del potencial energético. Impactos de su aprovechamiento. Sistemas de gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

UNIDAD 5. El rol de la biomasa en el cambio climático. Efecto invernadero incrementado. Concepto e importancia. Gases efecto invernadero (GEI) y sectores de emisión. Negociaciones internacionales sobre cambio climático. Bonos de carbono. Emisiones nacionales y huella de carbono. Los bosques nativos: importancia y situación. Funciones y servicios ecosistémicos. Estrategias de mitigación de GEI.

UNIDAD 6. Tecnologías de conversión de biomasa en energía. Procesos de conversión termoquímicos, breve descripción. Procesos de conversión bioquímico: digestión anaeróbica y fermentación. Tipos principales de microorganismos útiles en procesos bioquímicos. Medios de cultivo. Mecanismo de la fermentación. Medios de cultivo. Micro y macro algas : descripción, generalidades, utilidad.

UNIDAD 7. Alcoholes: definición y clasificación. Proceso de producción de bioetanol. Materias primas, distintos tipos. Materiales lignocelulósicos, pretratamiento. Destilación: conceptos básicos. Propiedades de bioetanol como combustible. Caracterización, legislación.

UNIDAD 8. Grasas, aceites, ácidos grasos, ésteres: definición y clasificación. Biodiesel; definición, generalidades. Procesos de producción de biodiesel, distintos tipos. Materias primas. Propiedades de los productos obtenidos según la materia prima utilizada. Caracterización, legislación.

**Programa de trabajos prácticos:**

Ejercicios de aplicación y de autoevaluación.

**Laboratorios:**

- Determinación del poder calorífico de biomasa sólida en bomba calorimétrica.
- Obtención de bioetanol a partir de una melaza de caña de azúcar. Destilación.
- Obtención de biodiesel a partir de un aceite y soda cáustica. Purificación.

**Bibliografía:**

Alcobe, F. (2009). Los Bosques Nativos de Argentina en el marco del proceso de Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación (REDD). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Argentina.



Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 - Cuerpo II

- Atabani, A. E., Silitonga, A.S., Badruddin, I.A., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H.H., Mekhilef S.(2012) A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 2070-2093.
- Balat, M. (2011). Potential alternatives to edible oils for biodiesel production – A review of current work, *Energy Conversion and Management* 52, 1479-1492,
- Balat, M. (2011). Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review, *Energy Conversion and Management* 52, 858-875.
- Baral, A. y Guha, G.S. (2004). Trees for carbon sequestration or fossil fuel substitution: the issue of cost vs. Carbon benefit. *Biomass and Bioenergy* 27, 41 – 55.
- Bauen, A., Woods J. y Hailes, R. (2004). Bioelectricity vision: achieving 15% of electricity from biomass in OECD countries by 2020. WWF international and Aebiom report. United Kingdom. Ltd.
- Bindrabán, P.S., Bulte, E.H. y Conijn, S.G. (2009). Can large-scale biofuels production be sustainable by 2020?. Short Communication. *Agricultural Systems* 101, 197–199.
- Bonino, E.E. (2006). Changes in carbon pools associated with land-use gradient in the Dry Chaco, Argentina. *Forest Ecology and Management* 223,183-189.
- Borugadda, V.B., Goud, V.V. (2012). Biodiesel production from renewable feedstocks: Status and opportunities, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 4763-4784.
- Brunschwig, C., Moussavou, W., Blin, J. (2012). Use of bioethanol for biodiesel production, *Progress in Energy and Combustion Science* 38, 283-301.
- Bush, S.R. (2008). The social science of sustainable bioenergy production in Southeast Asia. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2, 126–132.
- Cabrera, A.L. (1994). Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Ed. Acme Saci, Bs. AS.
- Carvalho, J.L.N., Cerri, C.E.P., Feigl, B.J., Godinho, V.P. y Cerri, C.C. (2008). Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil Tillage Research*. doi:10.1016/j.still.2008.10.022.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático) (1992). Naciones Unidas. Nueva York, 9 de Mayo de 1992.
- Demirbas, A. (2006). Global renewable energy resources. *Energy Sources Part A* 28, 779–792.
- Demirbas, A. (2009). Biorefineries: Current activities and future developments. *Energy Conversion and Management* 50, 2782–2801.
- Demirbas, A (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels, *Energy Conversion and Management* 50, 14-34.
- Demirbas, M.F., Balat, M. y Balat, H. (2009). Potential contribution of biomass to the sustainable energy development. *Energy Conversion and Management* 50, 1746–1760.
- EUBIA (European Biomass Industry Association) (2013). [www.eubia.org](http://www.eubia.org).
- EurObservER (2012). Barómetro de Biomasa Sólida. *Le journal des energies renouvelables* N°212: 50-65.
- FAO (Food and Agricultural Organization) (2009). Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina - WISDOM Argentina-Informe Final. Proyecto TCP/ARG/3103.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2001). Situación de los bosques del mundo. Departamento de Montes de la FAO. Roma, Italia.
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). (2012). Actividades sobre uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Professional Graphics Printing Co. [www.theGEF.org](http://www.theGEF.org).



Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

- GENREN, (2007). Generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Argentina. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3065>.
- Grassi, L. (2012). Relevamiento de proyectos bioenergéticos en Argentina. Financiado por PROBIOMASA – UTF/ARG/020/AR. Buenos Aires. Argentina.
- Hatje, W. y M. Ruhl. (2000). Use of biomass for power- and heat-generation: possibilities and limits. *Ecological Engineering* 16, S41–S49.
- IEA (International Energy Agency). (2012). Key World Energy Statistics. Paris (France), OECD/IEA.
- IPCC (Intergubernamental Panel Climate Change). (1996). Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. <[http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/5\\_Waste.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/5_Waste.pdf)>.
- IPCC (Intergubernamental Panel Climate Change). (2001). Climate change: the scientific basis. In: Houghton, J.T., Ding, Y., et al., editors. Working group I. Third assessment report of IPCC. Cambridge University Press.
- IPCC (Intergubernamental Panel Climate Change). (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de IPCC. Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (eds). IPCC, Ginebra, Suiza.
- IRENA (International Renewable Energy Agency). (2013). Doubling the Global Share of Renewable Energy. A Roadmap to 2030. Working paper.
- James, C. (2012). The Clean Energy Report: state of the Argentine industry of renewable energies. Santiago & Sinclair, Buenos Aires. Argentina.
- John, R. P., Anisha, G.S., Madhavan Nampoothiri, K., Pandey, A. (2012). Micro and macroalgal biomass: A renewable source for bioethanol, *Bioresource Technology* 102, 186-193.
- Karekezi, S., Lata, K., Coelho, S.T., (2004). Traditional Biomass Energy. Improving its Use and Moving to Modern Energy Use. Thematic Background Paper. Editing: Secretariat of the International Conference for Renewable Energies, Bonn 2004.
- Kirschbaum, M.U.F. (2003). To sink or burn? A discussion of the potential contributions of forests to greenhouse gas balances through storing carbon or providing biofuels. *Biomass and Bioenergy* 24, 297– 310.
- Koh, L.P. y Ghazoul, J. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Review. Biological Conservation* 141, 2450- 2460.
- Krajnc, N. y Domac, J. (2007). How to model different socio-economic and environmental aspects of biomass utilisation: Case study in selected regions in Slovenia and Croatia. *Energy Policy* 35, 6010–6020.
- Larcher, W. (1977). *Ecofisiología vegetal*. Ediciones Omega, Barcelona. 305 pp.
- Larsen, H., Kossmann, J. y Petersen, L.S. (2003). New and emerging bioenergy Technologies. *Risø Energy Report 2*. Risø National Laboratory. 48 p.
- Limayem, A., Ricke, S. C. (2012). Lignocellulosic biomass for bioethanol production: Current perspectives, potential issues and future prospects, *Progress in Energy and Combustion Science* 38, 449-467.
- McKendry, P. (2002a). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology* 83, 37–46.
- McKendry, P. (2002b). Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. Review paper. *Bioresource Technology* 83, 47–54.
- McKeown, A. y Gardner, G. (2009). *Climate Change Reference Guide*. Worldwatch Institute. 17 p.



Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 - Cuerpo II

- McKinsey y CIA. (2009). Pathways to a low carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2003). Ecosystems and Human Well-Being. Island Press, Washington DC.
- Mood, S.H., Golfeshan, A.H., Tabatabaei, M., Jouzani, G.S., Najafi, G. H. , Gholami, M., Ardjmand, M. (2013). Lignocellulosic biomass to bioethanol, a comprehensive review with a focus on pretreatment, Renewable and Sustainable Energy Reviews 27, 77-93.
- Nogués, F.S.; García-Galindo, D. y Rezeau, A. (coord.). (2010). Energía de la Biomasa (Vol I). Pressas Universitarias de Zaragoza. 557 p. ISBN 978-84-92774-91-3.
- Nurfitri, I., Maniam, G. P., Hindryawati, N. , Yusoff, M.M., Ganesan, S. (2013). Potential of feedstock and catalysts from waste in biodiesel preparation: A review, Energy Conversion and Management 74, 395-402.
- Ordóñez, J.A.B., de Jong, B.H.J., García-Oliva, F., Aviña, F.L., Pérez, J.V., Guerrero, G., Martínez, R. y Maserá, O. (2008). Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. Forest Ecology and Management 255, 2074-2084.
- Parikka, M. (2004). Global biomass fuel resources. Biomass and Bioenergy 27, 613-620.
- REDAF (Red Agroforestal Chaco Argentina) (2012). Monitoreo de Deforestación de los Bosques Nativos en la Región Chaqueña Argentina. Informe N° 1. Observatorio de Tierras, Recursos Naturales y Medioambiente.
- REN21 (Renewable Energy Network for the 21st Century) (2012). Renewable 2012 global status report. Paris/Washington (DC): REN21/Worldwatch Institute.
- Righelato, R. y Spracklen, D. V. (2007). Environment - Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests. Science 317 (5840), 902-902.
- Robledo, C. y Blaser, J. (2008). Los temas claves en el tema de Uso de la tierra, Cambio en el Uso de la tierra y Silvicultura (UTC UTS) con énfasis en las perspectivas de los países en desarrollo. Intercooperación, Berna, Suiza.
- SAyDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación). (2008). Documento de referencia de la huella de carbono. [www.ambiente.gov.ar/cambio\\_climático](http://www.ambiente.gov.ar/cambio_climático).
- Sarkar, N., Ghosh, S. K., Bannerjee, S., Aikat, K. (2012). Bioethanol production from agricultural wastes: An overview, Renewable Energy 37, 19-27.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F. X., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D. y Yu, T. H. (2008). Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. Science 319 (5867), 1238-1240.
- Stamenković, O. S., Veličković, A. V. , Veljković, V. B. (2011). The production of biodiesel from vegetable oils by ethanolysis: Current state and perspectives, Fuel 90, 33141-3155.
- SEN (Secretaría de Energía de la Nación), (2010). Balance Energético Nacional. Buenos Aires.
- Stern, N. (2007). Stern Review on the Economics of Climate Change (pre-publication edition). Cambridge University Press. [http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm).
- Tojo, S., Hirasawa, T. (2014). Research Approaches to Sustainable Biomass Systems. Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo, Japan. Academic Press. Elsevier. USA.
- Vargas-Moreno, J.M., Callejón-Ferre, A.J., Pérez-Alonso, J., Velázquez-Martí, B. (2012). A review of the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16: 3065- 3083.
- Vattenfall. (2007). Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities up to 2030. Forestry sector deep-dive.



*Universidad Nacional de Salta*

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5130 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

.../// - 6 -

Anexo I de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 - Cuerpo II

Vohra, M., Manwar, J., Manmode, R., Padgilwar, S., Patil, S. (Bioethanol production: Feedstock and current technologies, Journal of Environmental Chemical Engineering, Available online 30 October 2013.

Wijffels, R.; Barbosa, M. (2010). An outlook on microalgal biofuels. Science 329, 796-799.

Zaimes, G.; Khanna, V. (2013). Microalgal biomass production pathways: evaluation of life cycle environmental impacts. Biotechnology for Biofuels 6, 88.

\*\*\*\*\*

**Mag. MARCELO DANIEL GEA**  
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y BIENESTAR  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



**Ing. CARLOS EUGENIO PUGA**  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Anexo II de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

**Asignatura: ENERGIA SOLAR I**

**Carreras:** Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 1998

**Docente responsable:** Dr. Alejandro Luis Hernández

**Cuerpo Docente**

Dictado de los aspectos teóricos: Dr. Carlos Alberto Cadena, Dr. Miguel Angel Condorí y Dr. Alejandro Luis Hernández.

Dictado de las clases prácticas: MSc. Rolando Nahuel Salvo, Dr. Carlos Alberto Cadena, Dr. Miguel Angel Condorí, Dr. Alejandro Luis Hernández, Dr. Germán Ariel Salazar, Dr. Gonzalo Durán y Lic. Roberto F. Farfán.

**Fines y objetivos:** El objetivo del presente curso es favorecer la puesta al día de los conocimientos científicos y técnicos de los egresados en las siguientes áreas: Estudio del recurso solar. Aspectos geométricos y componentes energéticas de la radiación solar. Radiación solar fuera y dentro de la atmósfera. Modelos físicos y estadísticos de estimación del recurso. Instrumentos de medición específicos. Análisis de los diferentes equipos fotovoltaicos. Celdas: tipos, funcionamiento, características. Paneles: estudio de sus características térmicas y eléctricas. Sistemas fotovoltaicos: diseño y dimensionamiento. Análisis de Colectores Solares de baja y media temperatura. Colectores planos y colectores concentradores. Comportamiento térmico y aspectos constructivos.

**Cantidad de horas:** 40 hs. (las seis horas de práctica de campo se repetirán según el número de comisiones).

Temas	Horas
Radiación solar *	11
Mediciones de radiación**	2
Equipos Fotovoltaicos*	12
Ensayos Fotovoltaicos**	2
Colectores solares*	11
Ensayos de Colectores**	2
Total	40

\* Clases teóricas y de problemas

\*\* Ensayos y mediciones se repiten tres veces

**Distribución horaria:** El curso es de dictado intensivo, y se dicta en una semana de clases, de lunes a viernes con una carga de 8 horas por día.

**Metodología:** Se dictarán clases teóricas con técnicas multimedia comenzando con el estudio del recurso solar. Luego, y en simultáneo, colectores solares y equipos fotovoltaicos. Se acompañará el dictado de las clases teóricas con clases prácticas de problemas, empleándose programas computacionales de simulación, y realizándose mediciones en ensayos de campo o de laboratorio. Se pretende que con dichos problemas, ensayos y simulaciones se profundice y logre una mejor aprehensión de las formulaciones teóricas planteadas y de conocimiento de los equipos. El grupo, que se espera sea numeroso, se distribuirá a estos efectos en comisiones.

///...





Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
Republica Argentina

.../// - 2 -

Anexo II de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

**Evaluación:** Se realizará una evaluación final escrita y se deberá aprobar los informes de los trabajos de laboratorio o de campo.

**Lugar y fecha de realización:** Salta Capital, UNSa, Facultad de Ciencias Exactas, del 9 al 13 de Diciembre de 2013.

### Programa analítico:

#### 1.- Recurso Solar

Radiación extraterrestre. Aspectos geométricos. Radiación solar disponible en la superficie de la Tierra. Radiación directa y difusa, horaria, diaria, mensual. Métodos de evaluación, modelos y programas computacionales. Instrumentos de medida de radiación solar: piranómetros, pirheliómetros y heliofanógrafo de Campbell – Stokes.

#### 2.- Sistemas Fotovoltaicos

Nociones de funcionamiento y propiedades. Tipos de celdas. (Estado sólido y nuevas tecnologías). Sistemas y aplicaciones: rurales y urbanas. Componentes y especificaciones de un sistema fotovoltaico: paneles, reguladores, inversores, estructuras, conexionado. Modelos de módulos: resistencias serie y paralelo. Sensores. Ensayos de verificación de equipos. Durabilidad de módulos: degradación de sus parámetros. Diseño de una instalación. Aplicaciones a sistemas productivos rurales y a sistemas conectados a la red eléctrica

#### 3.- Nociones de colectores solares

Ejemplos de colectores solares. Propiedades radiativas y características de materiales. Colectores planos. Determinación de la eficiencia térmica. Colectores con concentración. Sistema de calentamiento de agua y aire. Herramientas de diseño.

Laboratorios y prácticas de campo

1. Medida de radiación solar con distintos instrumentos.
2. Ensayo de un colector plano.
3. Ensayo de componentes de un sistema fotovoltaico.

#### Bibliografía

1. Duffie, J. A. & Beckman, W. A., (2006). Solar Engineering of Thermal Processes, 3ª edición. Wiley Interscience, New York. ISBN: 13978-0-471-69867-8.
2. Garg, H. P., (1982). Treatise on Solar Energy. Volume 1: Fundamentals of Solar Energy. John Wiley & Sons Ltd.
3. Robinson, N., (1966). Solar Radiation. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York.
4. [http://www.nrel.gov/solar\\_radiation/](http://www.nrel.gov/solar_radiation/), página web con información del recurso, modelos e instrumental. Fecha de acceso: 31 de Octubre de 2013.
5. Hernández, A., (2003). *GEOSOL: Una Herramienta Computacional Para el Cálculo de Coordenadas Solares y la Estimación de Irradiación Solar Horaria*, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 7 – N° 2, Sección 11, pág. 19 – 24. ISSN: 0329-5184, Argentina.

///...



Anexo II de la RESCD-EXA: 203/2014 - EXP-EXA: 8231/2013 – Cuerpo II

6. Grossi Gallegos, H. y Righini, R., (2007). Atlas de Energía Solar de la República Argentina, 1ª edición, SECyT – Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales. ISBN: 978-987-9285-36-7.
7. Lorenzo, E., (2000). ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Etsi Telecomunicaciones. Publicación del CIEMAT, Madrid.
8. Fernández Salgado, J; “Compendio de energía solar”. AMV EDICIONES Mundi Prensa. Madrid, 2008
9. Moro Vallina, M; “Instalaciones solares fotovoltaicas”. Paraninfo. 2010
10. Viloz, M; Labouret, A; “Energía solar fotovoltaica Manual Práctico”, AMV EDICIONES Mundi Prensa. Madrid, 2008
11. "Photovoltaic Solar Energy Generation" - A. Goetzberger V.U. Hoffmann - Springer Series in Optical Sciences - Springer (2005)
12. "Solar Electric Power Generation - Photovoltaic Energy Systems" - S.C.W. Krauter - Springer (2006)
13. "Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation" - Autores varios - (2007)
14. "Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos" - H. L. Gasquet - Solartronic, S.A. de C.V. (2004)
15. Goswami Y., Kreith F., Kreider J., Principle of Solar Engineering, 2nd edition, Taylor & Francis, NY (2000) ISBN 1-56032-714-6
16. De Winter Francis (editor, 1990). *Solar Collectors, energy storage, and materials*. The MIT Press, Massachusetts.
17. Rabl, A., (1985). *Active Solar Collectors and Their Applications*. Oxford Univ. Press.
18. Hulstrom, R. L., (editor, 1989). *Solar Resources, Colección Solar Heat Technology: Fundamentals and applications*, The MIT Press, Massachusetts. ISBN: 0262031477.

\*\*\*\*\*

Mag. MARCELO DANIEL GEA  
SECRETARIO DE EXTENSION Y BIENESTAR  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Ing. CARLOS EUGENIO PUGA  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa