



Universidad Nacional de Salta

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

SALTA, 10 de abril de 2018

EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

RESCD-EXA: 116/2018

VISTO las Notas-Exa Nros. 279/18 y 353/18 presentadas por la Dra. Mirta Elizabeth DAZ y el Dr. José Germán VIRAMONTE, por la cuales elevan para su aprobación, los programas analíticos de las asignaturas “Energía de Biomasa I” y “Energía Geotérmica”, respectivamente, para las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, que se dictará en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, en el marco del Convenio Específico de Cooperación Académica, firmado por Resolución-R-0462/2017.

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con despachos favorables tanto del Comité Académico de Especialidad y Maestría en Energías Renovables como 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 de Cuarto Intermedio del día 04/04/18)

RESUELVE

ARTICULO 1º: Aprobar el Programa Analítico de la asignatura “Energía de Biomasa I”, a cargo de la Dra. Mirta Elizabeth DAZ, para las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 2015, que se dictará en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, del 16 al 20 de abril de 2018, con las características que se detalla en el Anexo I de la presente resolución.

ARTICULO 2º: Aprobar el Programa Analítico de la asignatura “Energía Geotérmica”, a cargo del Dr. José Germán VIRAMONTE, para las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 2015, que se dictará en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, del 23 al 27 de abril de 2018, con el plantel docente, sistema de evaluación y demás características mencionadas en el Anexo II de la presente resolución.

ARTICULO 3º: Hágase saber a la Dra. Mirta Elizabeth DAZ, al Dr. José Germán VIRAMONTE, al plantel docente de las asignaturas mencionadas en los artículos precedentes, al Comité Académico de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, al Departamento Administrativo de Posgrado y a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (Dra. Julia Eleonora Santapaola). Cumplido, resérvese.

mxx
rer


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




Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
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: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

Asignatura: “Energía de Biomasa I”

Carreras: Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 2015

Docentes Responsables: Dra. Mirta Elizabeth Daz y Dra. Silvina Magdalena Manrique.

Plantel Docente:

Dra. Mirta Elizabeth Daz
Dra. Silvina Magdalena Manrique
Dra. Alicia Graciela Cid
Dra. María Mercedes Juárez

Colaboradores en el dictado de las clases prácticas:

Lic. María Antonia Toro
Dra. María Cecilia Soria
Dra. María Julia Torres

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.

Duración total del curso: 40 horas

Distribución horaria: El curso se dictará en cinco días a razón de 8 hs. por día, en los horarios de 09:00 a 13:00 y de 14:00 a 18:00 horas. Se destinarán 4 hs. al examen final.

Metodología:

La modalidad es 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) dos trabajos de laboratorio a cargo de los colaboradores en el dictado de las clases prácticas;
- b) un seminario que consistirá en ejercicios de aplicación de estimación de energía de biomasa.

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 clases teóricas y al 100 % de las actividades prácticas.

Se efectuarán evaluaciones de los trabajos prácticos a través de la presentación de los informes correspondientes, los cuales podrán ser enviados por correo electrónico a la dirección que oportunamente se les informará a los estudiantes. Por otra parte, a fin de evaluar el contenido total del curso, se realizará una evaluación final escrita. Todas las evaluaciones se aprobarán con un porcentaje superior al 60%.

Lugar y fecha de realización: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, del 16 al 20 de abril de 2018.

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. Conversión de biomasa en energía. Biocombustibles líquidos: bioetanol y biodiesel.

///...

Mano
4



Anexo I de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 - Cuerpo I y II

Programa analítico:

UNIDAD 1. La biomasa como recurso energético. Conceptos y definiciones. Biomasa, biocombustibles, bioenergía. Procesos de conversión de energía de biomasa. Cadena energética de la biomasa. Características de sistemas bioenergéticos. Su aporte en un marco de sustentabilidad.

UNIDAD 2. Panorama mundial de la biomasa. 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.

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

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

UNIDAD 5. Procesos de conversión bioquímicos: fermentación y digestión anaeróbica. Tipos principales de microorganismos útiles en procesos bioquímicos. Medios de cultivo. Micro y macro algas como fuente de biomasa: descripción, generalidades, utilidad.

UNIDAD 6. 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 7. 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:

Determinación del poder calorífico de biomasa sólida en bomba calorimétrica, a cargo de la Lic. María Antonia Toro. Ejercicios de aplicación de estimación de energía de biomasa, a cargo de la Dra. Silvina Magdalena Manrique.

Laboratorios:

Obtención de bioetanol a partir de una melaza de caña de azúcar.

Obtención de biodiesel a partir de un aceite comestible y soda cáustica.

Ambos laboratorios estarán a cargo de la Dra. María Cecilia Soria y la Dra. María Julia Torres.

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.

Manuel
df



Anexo I de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 - Cuerpo I y II

- Al-Hamamre, Z., Saidan, M., Hararah, M., et al. (2016). Wastes and biomass materials as sustainable –renewable energy resources for Jordan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67:205-314.
- 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). Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review, *Energy Conversion and Management* 52, 858-875.
- Balat, M. (2011). Potential alternatives to edible oils for biodiesel production – A review of current work, *Energy Conversion and Management* 52, 1479-1492.
- 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.
- Borugadda, V.B., Goud, V.V. (2012). Biodiesel production from renewable feedstocks: Status and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 4763-4784.
- Brunshwig, 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.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático) (1992). Naciones Unidas. Nueva York, 9 de Mayo de 1992.
- Demirbas, A (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels, *Energy Conversion and Management* 50, 14-34.
- 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, 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.
- 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). (2016). Situación de los bosques del mundo. Departamento de Montes de la FAO. Roma, Italia.
- Ghaderi, H., Pishvae, M.S., Moini, A. (2016). Biomass supply chain network design. *Industrial crops and products* 94: 972-1000.
- 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.

Marcos
4



Anexo I de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

- Hossen, M.M., Rahman, A.H.M.S., Kabir, A.S. et al. (2017). Systematic assessment of the availability and utilization potential of biomass in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67:94-105.
- IEA (International Energy Agency). (2016). *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>.
- IRENA (International Renewable Energy Agency). (2016). *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 y 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.
- 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.
- Larsen, H., Kossmann, J. y Petersen, L.S. (2003). *New and emerging bioenergy technologies*. Risø Energy Report 2. Rise 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.
- 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)*. Prensas 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.
- 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.

Assess
H




Anexo I de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

- REN21 (Renewable Energy Network for the 21st Century) (2016). Renewable global status report. Paris/Washington (DC): REN21/Worldwatch Institute.
- 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.
- SFN (Secretaría de Energía de la Nación), (2010). Balance Energético Nacional. Buenos Aires.
- Singh, R., Krishna, B.B., Mishra, G., et al. 2016. Strategies for selection of thermo-chemical processes for the valorization of biomass. *Renewable energy* 98:226-237.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zaines, G.; Khanna, V. (2013). Microalgal biomass production pathways: evaluation of life cycle environmental impacts. *Biotechnology for Biofuels* 6, 88.


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




Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
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
República Argentina

Anexo II de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

Asignatura: ENERGÍA GEOTÉRMICA

Carreras: Especialidad y Maestría en Energías Renovables – Plan 2015

Docente Responsable: Dr. José Germán Viramonte.

Cuerpo Docente: Dr. José Germán Viramonte, Dr. Raúl Alberto Becchio, Dra. Agostina Laura Chiodi, Geól. María Florencia Ahumada y Geól. Rubén Eduardo Filipovich.

Objetivos: El objetivo del curso es brindar a los estudiantes los conocimientos básicos sobre los recursos geotérmicos, en sus diversas tipologías y entornos geológicos, así como de los principales métodos de prospección, evaluación y aplicación.

Para ello se impartirán conocimientos tendientes a brindar conceptos sobre:

- Geología básica y su relación con la distribución del calor interno en el planeta
- Origen, naturaleza y tipología de los sistemas geotermiales
- Conceptos básicos de hidrogeología
- Caracterización petrofísica de componentes litológicos de un sistema geotermal
- Características físico-químicas de los fluidos asociados a los sistemas geotermiales
- Métodos de prospección y exploración geofísica
- Evaluación y aplicación del potencial de los recursos geotérmico

Fecha de dictado: 23 al 27 de abril de 2018

Cantidad de horas: 40hs.

Requisitos: Traer computadora para el examen del día 27/04/18

Cronograma de Actividades:

23 de abril/2018: Bolillas I y II. Profesores a cargo: Dr. José G. Viramonte y Dr. Raúl Becchio. Horario: de 9 a 13 hs. y de 14.30 a 18.30 hs. (Teórico)

24 de abril/2018: Bolillas III y IV. Profesores a cargo: Dra. Agostina Chiodi. Horario: de 9 a 13 hs. y de 14.30 a 18.30 hs. (Teórico-Práctico)

25 de abril/2018: Bolilla V y VI. Profesores a cargo: Geól. María Florencia Ahumada y Geól. Rubén Filipovich. Horario: de 9 a 13 hs. y de 14.30 a 18.30 hs. (Teórico-Práctico)

26 de abril/2018: Bolilla VI y VII. Profesora a cargo: Geól. Rubén Filipovich y Dr. José G. Viramonte Horario: de 9 a 13 hs. y de 14.30 a 18.30 hs. (Teórico-Práctico)

27 de abril/2018: Evaluación final, a partir de las 9 hs.

Programa Analítico:

Modulo I: Conceptos Generales de Geología y Geotermia

I- Estructura Interna de la Tierra y Gradiente Geotérmico

Estructura interna de la Tierra. Distribución del calor interno de la Tierra, corrientes convectivas. Tectónica de placas. Flujo de calor, gradiente geotérmico, anomalías geotérmicas. Materiales de la corteza terrestre como componentes de los sistemas geotermiales. Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. El magma como fuente de calor. Observaciones volcanológicas y deformación de los materiales de la corteza terrestre vinculados a sistemas geotermiales.

Mario
4



Anexo II de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

II- Sistemas Hidrogeológicos

Hidrogeología. Conceptos Básicos y Definiciones. Situación y movimiento del agua en la hidrosfera. El ciclo hidrológico: conceptos y componentes. Precipitación. Evaporación, transpiración y evapotranspiración real y potencial. Infiltración. Escurrimiento superficial y subterráneo. El agua en el suelo. Distribución vertical del agua en el suelo: zona no saturada y saturada. El agua en el subsuelo. Permeabilidad. Transmisividad. Clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico. Concepto de acuífero y acuícludo, roca reservorio y roca sello. Tipos de acuíferos. Relación aguas superficiales/aguas subterráneas. Concepto de recarga. Movimiento del agua subterránea: nociones generales de hidrodinámica. Ley de Darcy. Principios básicos. Posibilidades y condiciones de entrapamiento.

III- Clasificación de Sistemas Geotermales

Definición y clasificación de los recursos geotérmicos. Elementos principales de los sistemas geotermales. Clasificación de los sistemas geotérmicos basada en la temperatura del reservorio, entalpía y estado físico. Tipos de sistemas geotermales: volcánicos, convectivos, conductivos sedimentarios, geopresurizados, sistema de roca seca caliente (Sistemas Geotérmicos Mejorados, SGM y Sistemas Super Calientes, SHS), sistemas someros. Ejemplos de sistemas geotermales en Argentina.

MODULO II: Técnicas de Prospección Geotérmica

IV-Geoquímica e Isotopía

Fases fluidas en sistemas geotermales. Métodos de muestreo y análisis. Características físico-químicas de los fluidos en sistemas geotermales. Origen y evolución de los fluidos. Geoquímica y clasificación de las aguas. Geoquímica de los gases. Hidrología isotópica. Fraccionamiento Isotópico. Isotopía de gases. Geotermómetros: en fase líquida y en fase gaseosa.

V-Geofísica

Introducción a las técnicas de exploración geofísica: física de rocas, manifestaciones geotermales, mediciones de flujo de calor, métodos activos y pasivos. Métodos geoelectrónicos: sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, potencial espontáneo y polarización inducida. Métodos electromagnéticos: magnetotelúrica (MT), audiomagnetotelúrica (AMT), *transient electromagnetic* (TEM). Métodos Sísmicos: pasivos y activos. Métodos potenciales: magnetometría y gravimetría. Integración de métodos geofísicos. Ejemplos de modelos geofísicos.

MODULO III: Evaluación y Uso de los Recursos Geotermales

VI- Recursos y reservas. Estimaciones preliminares del potencial de un campo geotérmico: densidad energética, calor almacenado. Método volumétrico. Cálculo determinístico y probabilístico del potencial. Simulaciones Montecarlo. Métodos numéricos. Ventajas y desventajas.

VII- Usos de los recursos geotermales:

- Generación de energía eléctrica. Tipos de plantas de energía geotermal (plantas de energía de vapor seco, de tipo flash y de ciclo binario).
- Usos directos (no eléctricos) de aguas geotermales (balneología, agricultura, acuicultura, industria, calefacción, bombas de calor geotermal).
- Uso energético de reservorios de roca seca y caliente.

Handwritten signature and initials



BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, Ma. F., Favetto, A., Filipovich, R. Chiodi, A., Baéz, W., Viramonte, J.G., Guevara, L. Aplicación del método magnetotelúrico en la exploración del Sistema geotermal Tocomar (Puna, NO Argentina). 20 ° Congreso Geológico Argentino, ST 13:3-8, Tucumán.
- Allis, R. G. and Hunt, T. M., 1986. Analysis of exploitation-induced gravity changes at Wairakei geothermal field. *Geophysics* 51, 1647-1660.
- Auge, M., 2004. Regiones Hidrogeológicas. República Argentina. <http://www.alhsud.com/castellano/ebooks/listado.asp>
- Armstead, H.C.H., 1983. *Geothermal Energy*. E. & F. N. Spon, London, 404 pp.
- Arnórsson, S., Gunnlaugsson, E. 1985. New gas geothermometers for geothermal exploration. Calibration and application. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 49, 1307-1325.
- Baéz W., Gropelli G., Giordano G., Ahumada F., Aldega L., Becchio R., Bigi S., Caricchi C., Chiodi A., Corrado S., De Benedetti A. A., Favetto A., Filipovich R., Fusari A., Invernizzi C., Maffucci R., Norini G., Pinto A., Pomposiello C., Tassi F., Taviani S. and Viramonte J.G. 2016. Mapping geology for the exploration of remote geothermal fields: The Tocomar Geothermal System case study (Puna plateau Argentina). 2016 3er. International Workshop of IAVECEI Commission on Volcano Geology. Etna Aeolian islands, July 3-10.
- Barcelona, Alicia Favetto, Veronica Gisel Peri, Cristina Pomposiello & Carlo Ungarelli. 2014. The potential of audiomagnetotellurics in the study of geothermal fields: a case study from the northern segment of the la Candelaria range, Salta, Argentina. *Journal of Applied Geophysics*, 54 : 20-36.
- Barbier, E. and Fanelli, M., 1977. Non-electrical uses of geothermal energy. *Prog. Energy Combustion Sci.*, 3: 73-103.
- Benderitter, Y. and Cormy, G., 1990. Possible approach to geothermal research and relative costs. In: Dickson, M.H. and Fanelli, M. (Eds.): *Small Geothermal Resources: A Guide to Development and Utilization*, UNITAR, New York, pp. 59-69.
- Chiodi A., Martino R., Báez W., Formica S. y Fernández G., 2014. Recursos geotérmicos. Relatorio del 19º Congreso Geológico Argentino: Geología y recursos naturales de la provincia de Córdoba. (Eds. Martino R. y Guerreschi A.) *Asociación Geológica Argentina*. 1347p.
- Chiodi, A., Báez, W., Filipovich, R., Ahumada, F., Viramonte, J.G., 2016. Modelo conceptual preliminar del sistema geotermal El Sauce (Salta) a partir de estudios de geoquímica de fluidos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 73 (1): 94-104.
- Chiodi A., Tassi F., Báez W., Maffucci R., Invernizzi C., Giordano G., Corrado S., Bicocchi G., Vaselli O, Viramonte J.G., Pierantoni P.P. 2015. New geochemical and isotopic insights to evaluate the geothermal resource of the hydrothermal system of Rosario de la Frontera (Salta, northern Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 295: 16-25.
- Chiodi A., Baéz W., Tassi F., Bustos E., Viramonte J.G. Giordano G., Filipovich R., Ahumada Ma. F. 2017. Modelo conceptual preliminar del sistema geotermal de Cerro Blanco (Puna Austral) a partir de estudios de geoquímica de fluidos. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán 7-11 de Agosto de 2017. S10:30-35.
- Chiodini, G., Marini, L. 1998. Hydrothermal gas equilibria: the H₂O-H₂-CO₂-CO-CH₄ system. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 62, 2673 – 2687.
- Chiodini, G., Liccioli, C., Vaselli, O., Calabrese, S., Tassi, F., Caliroa, S., Caselli, A., Agosto, M., D'Alessandro, W. 2014. The Domuyo volcanic system: An enormous geothermal resource in Argentine Patagonia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 274: 71–77.

Asesora
H



Anexo II de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 - Cuerpo I y II

- Clark, I.D. and Fritz, P., 1997. Environmental Isotopes in Hydrogeology, CRC Press, 328 pp.
- CIHS, 2009. Hidrogeología. Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Comisión docente del CIHS FCIHS. Barcelona ISBN 978-84-921-469-1-8.
- Coira, B., 1995. Cerro Tuzgle Geothermal Prospect, Jujuy, Argentina. Proceedings of the World Geothermal Congress, 2: 1161-1165.
- Combs, J. and Muffler, L.P.J., 1973. Exploration for geothermal resources. In: Kruger, P. and Otte, C. (Eds.): Geothermal Energy, Stanford University Press, Stanford, pp.95-128.
- Craig, H. 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, Vol. 133, 1702 – 1703
- Custodio, E. y Llamas, M.R., 1983. Hidrología subterránea, Ed. Omega. 2 vol. Barcelona.
- D'Amore F., Nuti, S. 1977. Notes on the chemistry of geothermal gases. *Geothermics*, Vol. 6, 39-45.
- D'Amore, F., Panichi, C. 1980. Evaluation of deep temperatures of hydrothermal system by a new gas geothermometer. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 44, 549-556.
- Davis, S.N. y De Wiest, R.J.M., 1971. Hidrogeología. Ed. Ariel. 563 pp.
- Domenico, P.A y Schwartz, F.W., 1998. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, Inc. 506 pp.
- Edwards, L.M., et al., 1982. Handbook of Geothermal energy. 613 pp. Gulf Publishing Co. Houston.
- Ellis, A., Mahon, W. 1977. Chemistry and geothermal systems. Academic Press, 392 p. New York.
- Entingh, D. J., Easwaran, E. and McLarty, L., 1994. Small geothermal electric systems for remote powering. U.S. DoE, Geothermal Division, Washington, D.C., 12 pp.
- Epstein, S., Mayeda, T. 1953. Variation of the 18O/16O ratio in natural waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 4, 213-224.
- Favetto, A., Pomposiello, C., Sainato, C., Dapefia, C. y Guida, N., 2005. Estudio geofísico aplicado a la evaluación del recurso geotermal en el sudeste de Entre Ríos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (1): 197-206.
- Filipovich R., Aldega L., Caricchi C., Invernizzi C., Báez W., Chiodi A., Ahumada F., Giordano G., Viramonte J., Favetto A. y Barrios A. 2016. Caracterización hidrogeológica del Lineamiento COT y su influencia en el Sistema Geotérmico Tocomar. 1º Reunión sobre Fluidos y Deformación. Agosto, 2016. Buenos Aires, Argentina.
- Filipovich R., Barrios A., Ahumada F., Chiodi A., Báez W., Giordano G. y Viramonte J. G. 2017. Evaluación probabilística del potencial eléctrico del campo geotérmico Tocomar (Puna Central), mediante el método volumétrico. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán 7-11 de Agosto de 2017.
- Fournier, R., Truesdell, A. 1973. An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 37, 1255-1275.
- Freeze, AR. y Cherry, J.A, 1979. Groundwater. Prentice-Hall, 604 pp. Englewood Cliff.
- Fridleifsson, LB., 2001. Geothermal energy for the benefit of the people Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5: 299-312.
- Garnish, J.D., 1987. Proceedings of the First EEC/US Workshop on Geothermal Hot-Dry Rock Technology, *Geothermics*, 16: 323-461.
- Giggenbach, W. 1980. Geothermal gas equilibria. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 44, 2021-2032.
- Giggenbach, W. 1988. Geothermal solute equilibria, derivation of Na-K-Mg-Ca geoindicators. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 52, 2749-2765.



- Giggenbach, W. 1991. Chemical techniques in geothermal exploration. *En Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development*, UNITAR, New York, 253-273.
- Giordano G., Pinton A., Cianfarra P., Baez W., Chiodi A., Viramonte J.G., Norini G. y Gropelli G., 2012. Structural control on geothermal circulation in the Cerro Tuzgle -Tocomar geothermal volcanic area (Puna plateau, Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 249: 77-94.
- Giordano, G., De Benedetti, A., Bonamico, A., Ramazzotti, P. Mattei, M. 2014. Incorporating surface indicators of reservoir permeability into reservoir volume calculations: Application to the Colli Albani caldera and the Central Italy Geothermal Province. *Earth Science Reviews* 128: 75-92.
- Giordano, G., Ahumada, F., Aldega, L., Báez, W., Becchio, R., Bigi, S., Caricchi, C., Chiodi, A., Corrado, S., De Benedetti, A.A., Favetto, A., Filipovich, R., Fusari, A., Gropelli, G., Invernizzi, C., Maffucci, R., Norini, G., Pinton, A., Pomposiello, C., Tassi, F., Taviani, S., Viramonte, J.G. 2016. Preliminary data on the structure and potential of the Tocomar geothermal field (Puna plateau, Argentina). *Energy Procedia* 97: 202-209.
- Gonzalez Marcano, V., 1982. Notas sobre: Potencial de un yacimiento geotérmico. Métodos de cálculo. Ministerio de Energía y Minas. Dirección de Electricidad, Carbón y otras energías. Comité Nacional Geotérmico, 42 pp.
- Gudmundsson, J.S., 1988. The elements of direct uses. *Geothermics*, 17: 119-136.
- Gutiérrez Negrín, L.C., 1991. Desarrollo geotérmico internacional 1985-1990 e Indices de productividad. *Geotermis, Rev. Mex. Geoenergía*, 7 (2): 231-253.
- Harsh G. and Sukanta R. 2008. *Geothermal energy. An alternative resource for the 21 st century*. Elsevier. Oxford. 279 pp.
- Hem, J.D., 1985. *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water*. U.S. Geological Survey, Water Supply Paper 2254.
- Hochstein, M.P., 1990. Classification and assessment of geothermal resources. In: Dickson, M.H. and Fanelli, M. (Eds.): *Small Geothermal Resources: A Guide to Development and Utilization*, UNITAR, New York, pp. 31-57.
- Hoefs, J. 1980. *Stable Isotope Geochemistry*. Springer-Verlag, 135 pp. Berlín
- Hutter, G.W., 2001. The status of world geothermal power generation 1995-2000. *Geothermics*, 30: 7-27.
- Invernizzi C., Pierantoni P.P., Chiodi A., Maffucci R., Corrado S., Báez W., Tassi F., Giordano G. y Viramonte J.G. 2014. Preliminary assessment of the geothermal potential of Rosario de la Frontera area (Salta, NW Argentina): insight from hydro-geological, hydro-geochemical and structural investigations. *Journal of South American Earth Sciences* 54:20-36.
- Kovalevsky, V. S., Kruseman, G. P. y Rushton, K. R (Eds.), 2004. *Groundwater studies. An international guide for hydrogeological investigations*. IHP- VI, Series On Groundwater No.3. UNESCO. 430 pp.
- Kruger, P. and Otte, C., 1973 *Geothermal energy. Resources, production, stimulation*. Stanford University Press. Stanford, 1: 94.
- Lindal, B., 1973. Industrial and other applications of geothermal energy. In: Armstead, H.C.H.,(Ed.): *Geothermal Energy*, UNESCO, París, pp.135-148.
- Lumb, J.T., 1981. Prospecting for geothermal resources. In: Rybach, L. and Muffler, L.J.P. (Eds.): *Geothermal Systems, Principles and Case Histories*, J. Wiley & Sons, New York, pp.77-108.
- Lund, J.W., and Boyd, T.L., 2001. Direct use of geothermal energy in the U.S.-2001. *Geothermal Resources Council Transactions*, 25: 57-60.

Reservado
4



Anexo II de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 - Cuerpo I y II

- Lund, J.W., and Freeston, D., 2001. World-wide direct uses of geothermal energy 2000. *Geothermics*, 30: 29-68.
- Lund, J.W., Sanner, B., Rybach, L., Curtis, R., Hellstrom, G., 2003. Ground-source heat pumps. *Renewable Energy World*, 6 (4): 218-227.
- Maidment, D.R. (Editor in Chief), 1993. *Handbook of Hydrology*, Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Maffucci, R., Corrado, S., Aldega, L., Bigi, S., Chiodi, A., Di Paolo, L., Giordano, G., Invernizzi, C. 2016. Cap rock efficiency of geothermal systems in fold-and-thrust belts: Evidence from paleo- thermal and structural analyses in Rosario de La Frontera geothermal area (NW Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*: 328: 84-95.
- Maffucci, R., Bigi, S., Corrado, S., Chiodi, A., Di Paolo, L., Giordano, G. e Invernizzi, C. 2015. Quality assessment of reservoirs by means of outcrop data and "discrete fracture network" models: the case history of *Rosario de La Frontera* (NW Argentina) geothermal system. *Tectonophysics* 647-648: 112-131.
- Marini, L. 2000. *Geochemical Techniques for the Exploration and Exploitation of Geothermal Energy. Informe Proyecto FONDEF 99I1051*, 82 pp.
- McNitt, J. 1970. The Geologic Environment of Geothermal Fields as a Guide to Exploration. *Geothermics*, Vol. 1, 24 - 31
- Meidav, T., 1998. Progress in geothermal exploration technology. *Bulletin Geothermal Resources Council*, 27 (6):178-181.
- Mook, W.G. (Ed.). *Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle Principles and Applications*. Unesco IAEA Series 2000. CD-ROM.
- Muffler, P. and Cataldi, R., 1978. Methods for regional assessment of geothermal resources. *Geothermics*, 7: 53-89.
- Nicholson, K. 1993. *Geothermal fluids: chemistry and exploration techniques*. Springer-Verlag, 268 pp. Berlin.
- Olade, 1978. Metodología de exploración geotérmica. Fase de reconocimiento y prefactibilidad. Serie Documentos OLADE, 1.
- Olade, 1979. Metodología de exploración geotérmica. Fase de factibilidad. Serie Documentos OLADE, 5: 1-79.
- Olade, 1983. Geothermal exploration methodology: the reconnaissance and prefeasibility stages. Serie Documentos OLADE, 1: 1-34.
- Panarello, H.O., Sierra, J.L., Damore, F. and Pedro, G., 1992. Isotopic and geochemical study of the Domuyo Geothermal field, Neuquén. Argentina. *laea Technical Document Tecdoc*. Viena, Austria, 641: 31-56.
- Panarello, H.O., Sierra, J.L. and Pedro, G., 1992. Flow patterns at the Tuzgle Tocomar Geothermal system, Salta Jujuy, Argentina. *laea Technical Document Tecdoc*. Viena, Austria, 641: 57-75.
- Pollack, H.N., Hurter, S.J. and Johnson, J.R., 1993. Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set. *Rev. Geophys.*, 31: 267-280.
- Popovski, K., 1998. Geothermally heated greenhouses in the world. *Guideline and proc. International Workshop on Heating Greenhouses Geothermal Energy*, Ponta Delgada, Azores: 42.
- Rybach, L. and Muffler, L.J.P. (Eds.), 1981. *Geothermal systems: Principles and case histories*. Wiley, J. and Sons.
- Sainato, C., Febrer, J.M., Pomposiello, M.C., Mamani, M. y Maidana, A.J., 1993. Magnetotelluric Study of the Tuzgle Volcano zone. *Geomag. Geoelectr.*: 787-803.



Anexo II de la RESCD-EXA: 116/2018 - EXP-EXA: 8336/2017 – Cuerpo I y II

- Sainato, C. and Pomposiello, M.C., 1997. Bidimensional MT and Gravity model of Tuzgle volcano zone (Jujuy Province, N-Argentina). *Journal of South-America Earth Sciences*, 10 (3-4): 247-261.
- Sainato, C., Pomposiello, M.C., Galindo, G. y Picicelli, R., 2001. Estudio Audiomagnetotélúrico de los acuíferos geotermales del sudeste de Tucumán y la zona limítrofe de Santiago del Estero. *Revista del Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Jujuy*, 14 (1-2): 45-58.
- Sanner, B., Karytsas, C., Mendrinós, D. and Rybach, L., 2003. Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage. *Geothermics*, 32: 579-588.
- Saracco L. y D' Amore F., 1989. CO₂B, a computer program for applying a gas geothermometer to geothermal systems. *Computers and Geosciences*, 15 (7): 1053-1065.
- Skinner, J.B. and Porters, S., 1989. *The Dynamic Earth, an introduction to physical geology*, 495 pp. J. Wiley and Sons.
- Stefansson, V., 2000. The renewability of geothermal energy. *Proc. World Geothermal Energy, Japan*. On CD-ROM.
- Taran, Y. 1986. Gas geothermometers for hydrothermal systems. *Geochemistry International*, Vol. 23, 111-126.
- Tarbuck y Lutgens, 2000. *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física*, 540pp. Prentice Hall.
- Tassi, F., Martínez, C., Vaselli, O., Capaccioni, B., Viramonte, J. 2005. The light hydrocarbons as a new geoinicator for temperature and redox conditions of geothermal fields: Evidence from the ElTatio (Northern Chile). *Applied Geochemistry*, Vol. 20, 2049-2062.
- Tassi, F., Montegrossi, G., Vaselli, O. 2003. Metodologie di campionamento ed analisi di fasi gassose. *CNR – IGG, Florencia, Reporte Interno 1/2003*, 16 pp.
- Tassi, F., Vaselli, O., Moratti, G., Piccardi, L., Minissale, A., Poreda, R., Delgado Huertas, A., Bendkik, A., Chenakeb, M., Tedesco, D. 2006. Fluid geochemistry versus tectonic setting: the case study of Morocco. *Journal of Geological Society of London, Special Publication*, Vol. 262, 131-145.
- Tenzer, H., 2001. Development of hot dry rock technology. *Bulletin Geo-Heat Center*, 32 (4): 14-22. UNESCO, 2003. *Geothermal energy: utilization and technology* M.Dickson and M.Fanelli (Eds.) 205 pp. UNESCO Publishing.
- Vilela, C.R., 1970. Hidrogeología. *Opera Lilloana XVIII*. Tucumán. 430 pp.
- Weres, O., 1984. Environmental protection and the chemistry of geothermal fluids. Lawrence Berkeley Laboratory, Calif., LBL 14403, 44 pp.
- White, D., Muffler, J., Truesdell, A. 1971. Vapor-dominated hydrothermal systems compared with hot-water systems. *Economic Geology*, Vol. 66, 75-97.
- White, D.E., 1973. Characteristics of geothermal resources. In: Kruger, P. and Otte, C. (Eds.): *Geothermal Energy*, Stanford University Press, Stanford, pp. 69-94.
- Wiley, J. and Sons, 1981. *Geothermal systems: Principles and case histories*. Rybach, L. and L.J.P., Muffler (Eds.).
- Wohletz, K. and Heiken, G., 1992. *Volcanology and Geothermal Energy*. University of California Press: 432.
- Wright, P.M., 1998. The sustainability of production from geothermal resources. *Bull. Geo-Heat Center*, 19 (2): 9-12.


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




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