



Resolución de Consejo Directivo **757 / 2025 - EXA -UNSa**

EXP. 51/2025 RCD N° 7572025 EXA-UNSA Dr. Ferando Tilca eleva programa de la asignatura ENERGIAS RENOVABLES I de la Carrera de Licenciatura en ENERGÍAS RENOVABLES (Plan 2005).

**De: EXACTAS-Dirección de Alumnos**



Salta,  
19/12/2025

VISTO la Nota mediante la cual el Dr. Fernando Tilca eleva programa para la asignatura Energías Renovables I, de la carrera Licenciatura en Energías Renovables Plan 2005, y

**CONSIDERANDO:**

Que la Comisión de Carrera de Licenciatura en Energías Renovables emite informe favorable.

Que el Departamento de Física avala la presentación.

Que el Despacho Resolutivo de Consejo Directivo N° 446-25 aprueba el programa elevado por el Dr. Tilca, en su primera presentación.

Que la Secretaría de Coordinación Institucional observa que la presentación del Dr. Tilca no contempla los items "Objetivos de la asignatura Metodología y descripción de las actividades teóricas y prácticas" establecidos en la RES D-EXA N° 049/2011.

Que el Dr. TILCA eleva una nueva presentación, dando cumplimiento a lo establecido en la RES D-EXA N° 049/2011, homologada por resolución RES CD-EXA N° 135/2011.

Que el Consejo Directivo, en su 21º Sesión Ordinaria celebrada el 3 de diciembre de 2025, resuelve dejar sin efecto el despacho resolutivo N° CD 446/2025 y, constituido en Comisión, aconseja aprobar la nueva presentación del Programa y Régimen de Regularidad y Promoción para la asignatura Energías Renovables I de la carrera Licenciatura en Energías Renovables (Plan de Estudios 2005) de la Facultad de Ciencias Exactas, que obra en las presentes actuaciones.

Que, el Estatuto de la Universidad Nacional de Salta en el Artículo 113 inciso 8, "entre los deberes y atribuciones que le confiere al Consejo Directivo, incluye aprobar los programas Analíticos y la reglamentación sobre el Régimen de Regularidad y Promoción propuesto por los módulos Académicos".

**POR ELLO, y en uso de las atribuciones que le son propias:**

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS**

**R E S U E L V E:**

*(Handwritten signatures)*  
**ARTICULO 1.-** Aprobar el programa Analítico, el Régimen de Regularidad y Promoción de la asignatura "ENERGIAS RENOVABLES I de la Carrera de LICENCIATURA EN ENERGIAS RENOVABLES (Plan de Estudios 2005), que como Anexo forma parte de la presente Resolución.

**ARTICULO 2.-** Notifíquese fehacientemente al docente responsable de la asignatura ENERGIAS RENOVABLES I de la Carrera de LICENCIATURA EN ENERGIAS RENOVABLES (Plan 2005)", Dr. Fernando Tilca. Hágase saber con copia a la Comisión de Carrera de Licenciatura en Energías Renovables, al Departamento de Física, a la Secretaría de Coordinación Institucional, a la Secretaría Académica y de Investigación, a la Dirección de Mesa de Entrada Archivo y Digesto, a la Dirección de Alumnos, para su toma de



Resolución de Consejo Directivo **757 / 2025 - EXA -UNSa**

EXP. 51/2025 RCD N° 7572025 EXA-UNSA Dr. Ferando Tilca eleva programa de la asignatura ENERGIAS RENOVABLES I de la Carrera de Licenciatura en ENERGÍAS RENOVABLES (Plan 2005).

**De: EXACTAS-Dirección de Alumnos**



Salta,  
19/12/2025

conocimiento, registro y demás efectos. Publíquese en Boletín Oficial. Página web de la Facultad, Cumplido. Archivese

FJAA.

Dra. Silvina Mabel Camps  
Secretaría de Coordinación Institucional  
Facultad de Ciencias Exactas - UNSa



✓  
**Dr. JOSÉ RAMÓN MOLINA**  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa

Asignatura: Energías Renovables I

Carrera: Lic. en Energías Renovables. Plan de Estudios: 2005. Año dictado: 2025. Carga Horaria: 8 horas/semana. (Teoría y Práctica). Curso: 3er año, 1er cuatrimestre. Dependencia: Dpto. de Física,

Facultad de Ciencias Exactas, UNSa. Prof. Responsable: Dr. Fernando Tilca. JTP: Lic. José Quiñonez

**OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

- Capacitar al estudiante en el cálculo de la radiación solar sobre plano inclinado.
- Capacitar al estudiante en el tema energía eólica, sus principios generales, el tratamiento de datos de viento, el diseño de instalación de torres de medición, introducción al diseño de parques eólicos.
- Capacitar al estudiante en el tema microturbinas eléctricas, en principios generales del diseño de microcentrales hidráulicas, en el conocimiento de la biomasa para obtención de energía, en producción de biogás mediante biodigestores.

**CONTENIDOS MÍNIMOS**, Res. CS 028/05, de ENERGIAS RENOVABLES I: Radiación solar, aspectos geométricos y físicos. Radiación extraterrestre y disponible sobre la superficie terrestre. Métodos de estimación. Energía eólica: conceptos, estimación del recurso y aplicaciones. Microturbinas hidráulicas:

conceptos, estimación del recurso y aplicaciones. Biomasa: conceptos y aplicaciones. Laboratorio/taller de medición de radiación.

**PROGRAMA ANALITICO**

**UNIDAD 1: LA ENERGÍA**

Energía, potencia, unidades. Matriz energética mundial y de Argentina. SADI (Sistema Argentino De Interconexión). Historia del desarrollo energético argentino. Fuentes fósil, nuclear, hidráulico, renovable.

**UNIDAD 2: RADIACIÓN SOLAR**

El sistema solar. El Sol. Radiación solar. Efectos de la translación terrestre en las estaciones del año.

Distribución espectral de la radiación solar. Ecuación del tiempo. Ángulos Sol-Tierra. Geometría de trayectoria de rayos solares. Radiación solar extraterrestre en plano horizontal.

**UNIDAD 3: RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE**

Interacción de la atmósfera terrestre con la radiación solar. Radiación global, directa y difusa.

Sensores para medir radiación solar global, directa y difusa. Absorción y Dispersión. Absorción selectiva. Heliofania. Índice de claridad. Modelos de estimación de la radiación solar horaria, diaria y mensual sobre plano inclinado. Distintos modelos.

#### UNIDAD 4: ENERGÍA EÓLICA

Antecedentes históricos y situación actual. El movimiento atmosférico. Rugosidad. Variación de la velocidad con la altura, ecuaciones exponencial y logarítmica. Efectos de la topografía. Medición del recurso. Extensión de series de datos, método MCP. Estadística del viento, funciones de Weibull y Rayleigh. Nociones de turbulencia.

#### UNIDAD 5: GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA

Aplicaciones: aerogeneradores de eje horizontal y vertical. Descripción general y componentes.

Curva de potencia. Control de potencia. Factor de capacidad. Análisis de datos de vientos, uso de programa computacional. Cálculo de velocidad de referencia,  $V_{e1}$  y  $V_{e50}$  en el eje de la turbina. Norma IEC 61400. Clase de viento y de aerogenerador. Principios para el diseño de una granja eólica. Pérdidas técnicas e incertidumbres. Cálculo de producción anual de energía (PAE). Probabilidades de excedencia P50 a P99.

#### UNIDAD 6: ENERGÍA DE LA BIOMASA

Bioenergía, conceptos. Origen solar de la energía de la biomasa. La biomasa como fuente de energía: natural, residuos, excedentes, cultivos energéticos, biocombustibles. Biogás por digestión anaeróbica. Descripción de reactor de flujo ascendente.

#### UNIDAD 7: MINICENTRALES HIDRÁULICAS

Centrales hidroeléctricas de pequeña potencia. Evolución histórica. Clasificación. Situación actual.

Estimación del recurso hídrico. Tecnología de conversión mediante MCH, tipos de microturbinas.

Potencia y producción. Parámetros principales y esquema de una microcentral hidráulica. Estimación de la demanda. Curva de potencia horaria del consumo. Cálculo de la producción de energía.

#### MODALIDAD DE TRABAJO

 Se realizarán clases teóricas expositivas, con recursos didácticos como proyecciones, videos y uso de pizarrón. Se proponen trabajos prácticos áulicos que serán presentados por escrito y uno de ellos defendido oralmente.

#### TRABAJOS PRÁCTICOS

 TP RADIACIÓN SOLAR 1, 2, 3, 4: Energía y Radiación. Trayectoria y estimación de la radiación solar.

Calculo de irradiación sobre cuerpos geométricos sencillos. Estimación para día de cielo claro.

#### TP ENERGÍA EÓLICA 1 A 12:

1. Marco energético, uso racional.

2. Antecedentes históricos, estado actual.
3. Movimiento atmosférico, estabilidad.
4. Medición del viento.
5. Método MCP; estadística del viento.
6. Potencia del viento, Betz, densidad de potencia.
7. Viento en la superficie.
8. Clasificación de aerogeneradores.
9. Energía generada. Factor de capacidad.
- 10, 11 y 12. Clase de viento.

V REFERENCIA. Ráfagas extremas. Pasos para diseño de parque eólico.

TP Microhidráulica. Determinación de demanda, y cálculo de potencia de la microturbina.

TP de Biomasa: Estimación de producción de biogás por biodigestor UASB.

LABORATORIO: TALLER DE ENSAYO CON INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN DE RADIACIÓN SOLAR

#### REQUISITOS PARA REGULARIZAR Y APROBAR LA MATERIA

- 1.Tener igual o más del 80% de asistencia a las clases.
- 2.Se realizarán cuatro instancias de evaluación correspondientes a los temas de solar, eólica, biomasa y micro-hidráulica, respectivamente, más un laboratorio de medición de radiación solar.

Para regularizar la materia el alumno deberá aprobar todas estas instancias de evaluación o sus respectivas recuperaciones y el/los laboratorios. Se evaluarán con nota del 1 al 10 y se requiere 6 o más para su aprobación.

3. Esta materia se aprueba mediante examen final, excepto para quienes la cursan como Optativa.

#### REGLAMENTO DE PROMOCIONALIDAD PARA QUIENES LA CURSAN COMO OPTATIVA

- (Firma)*
4. Alumnos que cursan esta materia como optativa, de la Facultad de Ciencias Naturales, para promocionarla deben tener nota mayor o igual a Siete en cada una de las evaluaciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Duffie, J. y Beckman, W. Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley Interscience. New York, 3º Edición.
- Grossi Gallegos , Hugo. Apuntes de Radiación Solar. Universidad de Lujan. (2006).
- De Juana J., Santos F., Crespo A., Herrero M., de Francisco A., Fernández J. Energías Renovables para el

ANEXO RCD 757/2025 EXA-UNSa-EXP 51/2025 EXA-UNSa

Desarrollo. Thomson-Paraninfo. España, 2003.

- Jarabo F., Perez C., Elortegui N., Fernández J. Macias J. El Libro de las Energías Renovables. SAPT.

Colección Era Solar. España, 1988.

- Rohatgi J.S., Vaughn N. Wind Characteristics, an analysis for the generation of wind power. Alternative

Energy Institute. West Texas A&M University. 1994.

- 2009. "Recomendaciones para mediciones de velocidad y dirección de viento con fines de generación

eléctrica, y medición de potencia eléctrica generada por aerogeneradores". Héctor Mattio y Fernando

Tilca. Secretaría de Energía de la Nación. Buenos Aires. 32pp. Octubre de 2009. [www.eeolica.com.ar](http://www.eeolica.com.ar).

- 2010. GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA. Héctor Mattio, Fernando Tilca, Roberto

Jones. Libro en Editorial de la UNSa, en evaluación para su publicación.

- International Standard. 61400 – 1. Tercera edición, 2005 y cuarta edición, 2018.

- European Wind Turbines Standards II (EWTS II). Netherlands Energy Research Foundation ECN; RISO

National Laboratory; Technikgruppen AB; CRES. 2002.-. Mugerza D. Micro Centrales hidroeléctricas.

2000. -. Lucas Seghezzo. Apuntes de Digestores UASB.



Dra. Silvina Mabel Campos  
Secretaría de Coordinación Institucional  
Facultad de Ciencias Exactas - UNSa



Dr. JOSÉ RAMÓN MOLINA  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa