



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energia

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

65004036 - Tecnologia de los combustibles y de la combustion

PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	65004036 - Tecnologia de los combustibles y de la combustion
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06IE - Grado en ingeniería de la energia
Centro responsable de la titulación	06 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Minas y Energia
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Ljiljana Medic Pejic (Coordinador/a)	417	liliana.medic@upm.es	M - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00
Juan Francisco Llamas Borrajo	438	juan.llamas@upm.es	M - 11:30 - 14:30 X - 09:00 - 12:00
Javier Garcia Torrent	419	javier.garcia@upm.es	M - 09:30 - 13:30 V - 17:30 - 19:30

Enrique Querol Aragon	418	enrique.querol@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00
Miguel Izquierdo Diaz	423	miguel.izquierdo@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Química I
- Química II
- Termodinámica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos previos sobre magnitudes físicas y formas de intercambio de energía, sistema y ambiente, tipos de sistemas, propiedades intensivas y extensivas, estado y funciones de estado, temperatura y equilibrio térmico, transformaciones y sus tipos.
- Conocer el Sistema Internacional de Unidades, incluyendo la conversión de unidades de magnitudes físicas y químicas comunes, y la utilización de factores de conversión.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE24 - Relacionar el conocimiento de los procesos de la combustión con el uso eficiente de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

CE25 - Conocer las características y especificaciones de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA299 - Conocer la naturaleza y estructura molecular de los combustibles fósiles

RA303 - Conocer las características y especificaciones de los combustibles líquidos y gaseosos así como sus productos comerciales

RA300 - Aplicar el proceso de la combustión desde el punto de vista científico en general

RA301 - Conocer los cambios del carbón durante su almacenamiento y manipulación, consecuencias y problemas de seguridad

RA302 - Comprender la estructura de la llama y los parámetros que intervienen en su formación y estabilidad en el proceso de combustión

RA373 - Conocimientos sobre reacciones químicas, equilibrio químico y principios de la termodinámica.

RA374 - Conocimientos sobre equilibrios de fases y cinética química

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura *Tecnología de los Combustibles y de la Combustión* proporciona al futuro profesional una visión global sobre los conceptos y principios de combustión y combustibles , así como posibles aplicaciones tecnológicas.

5.2. Temario de la asignatura

1. Origen y composición de los combustibles
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Evolución de la materia orgánica. Fundamentos teóricos
 - 1.3. Diagrama de Van Krevelen
 - 1.4. Formación del carbón
 - 1.5. Formación, evolución y migración del petróleo y del gas
 - 1.6. Composición química del petróleo y su evolución
 - 1.7. Combustibles convencionales y no convencionales
 - 1.8. Petróleo no convencional. Crudos extrapesados. Arenas y pizarras bituminosas
 - 1.9. Gas no convencional. Hidratos de metano, shale gas, Tight gas
 - 1.10. Discusión sobre el origen inorgánico del petróleo
2. Carbón. Evolución, tipos, caracterización, clasificación
 - 2.1. Tipos de carbón según el rango
 - 2.2. Evolución química del carbón con la madurez
 - 2.3. Análisis elemental e inmediato
 - 2.4. Contenido y formas de azufre
 - 2.5. Bases de expresión de los resultados
 - 2.6. Poder calorífico
 - 2.7. Temperatura de fusión de cenizas, hinchamiento y moulurabilidad

- 2.8. Clasificación del carbón por el rango
3. Usos del carbón
 - 3.1. El carbón como combustible
 - 3.2. Coque de carbón. Fabricación, usos y ensayos de caracterización
 - 3.3. CBM (Metano en capas de carbón)
 - 3.4. Gasificación y Licuefacción del carbón
 - 3.5. Carboquímica
4. Caracterización y clasificación del petróleo
 - 4.1. Caracterización y clasificación del petróleo
 - 4.2. Ensayos de inspección: Azufre, densidad, viscosidad
 - 4.3. Índices de caracterización y clasificación. Factor Kuop, índice de correlación
 - 4.4. Destilación: productos y composición
 - 4.5. Desarrollo y producción. Mercado
5. Proceso de combustión
 - 5.1. Aspectos fundamentales de la combustión
 - 5.2. Propiedades de los combustibles
 - 5.3. Distintos tipos de combustión (combustión completa, incompleta, teórica o estequiométrica, combustión con exceso de aire, con defecto de aire)
 - 5.4. Análisis de la combustión completa e incompleta
 - 5.5. Fundamentos de la teoría de llamas
6. Combustibles sólidos renovables
 - 6.1. Concepto energético de la biomasa
 - 6.2. Tipos de biomasa: agrícola, agroindustrial y forestal. Cultivos energéticos. Residuos urbanos. Lodos secos
 - 6.3. Sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa. Co-combustión
 - 6.4. Instalaciones industriales con biomasa como combustible
7. Las gasolinas
 - 7.1. Energía primaria. Consumo de combustibles líquidos. Fracciones del petróleo empleadas
 - 7.2. Motor de combustión interna. Funcionamiento básico del motor Otto. Otros tipos de motores

- 7.3. Evolución de las gasolinas en España. Reglamentación aplicable
- 7.4. Composición de las gasolinas
- 7.5. Índice de octano. Combustión normal y anormal. Influencia de la composición
- 7.6. Especificaciones de la gasolina. Gasolinas especiales
- 8. Los gasóleos
 - 8.1. Tipos y aplicaciones. Aditivos
 - 8.2. Características del ciclo Diesel. Retraso del encendido. Sistemas de inyección
 - 8.3. Comparación entre motores diesel y gasolina. Número de cetano. Índice diesel
 - 8.4. Especificaciones de los gasóleos
- 9. Otros combustibles líquidos
 - 9.1. Combustibles para la aviación. Tipos. Combustión en motores de turbina. Especificaciones de los querosenos
 - 9.2. Fuelóleos. Características y tipos. Especificaciones
 - 9.3. Biocarburantes y sus mezclas. Bioetanol y gasolina. Modificación de las especificaciones
 - 9.4. Biodiesel. Ventajas e inconvenientes en los motores de combustión
- 10. Productos de combustión en motores alternativos
 - 10.1. Combustión en motores alternativos. Gases y compuestos generados
 - 10.2. Dosado y riqueza. Influencia en la composición de los gases emitidos
 - 10.3. Reducción catalítica de las emisiones
- 11. Fundamentos de los gases combustibles. Producción y procesamiento
 - 11.1. Fundamentos. Breve historia del gas
 - 11.2. Características y tipos
 - 11.3. Aplicaciones
 - 11.4. Producción de petróleo y gas
 - 11.5. Tratamientos físicos
 - 11.6. Tratamientos químicos
- 12. Exploración y reservas
 - 12.1. Exploración
 - 12.2. Reservas convencionales

12.3. Reservas no convencionales

13. Combustibles y Medioambiente

13.1. Impactos ambientales de los combustibles en las fases de exploración, y producción

13.2. Los combustibles y el agua

13.3. Vertidos accidentales

13.4. Emisiones y medioambiente

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
2	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
3	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
4	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
5	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
6	4h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades de evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
7	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
8		4h prácticas-evaluación Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación prácticas de Laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00 Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
9	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00

10	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00
11	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00 Evaluación trabajo individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 40:00
12	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Autoevaluación Plataforma Moodle ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 01:00 Evaluación trabajo en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 40:00
13	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
14	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Actividades Evaluación Duración: 00:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
15		4 h prácticas-evaluación Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación practicas de Laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 00:20
16				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00
17				Sólo prueba final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00 Evaluación prácticas de Laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 02:20

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CG1 CE24
2	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CG7 CE24
3	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24 CE25
4	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24 CE25
5	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24 CE25
6	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24 CE25
7	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CG1 CE24 CE25
8	Evaluación prácticas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	02:00	5%	/ 10	CG3 CG4

8	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE25
9	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24
10	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CE24 CE25
11	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	.8%	/ 10	CG3 CE25
11	Evaluación trabajo individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	40:00	10%	/ 10	CG4 CG5 CG7
12	Autoevaluación Plataforma Moodle	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	1.2%	/ 10	CG1 CE25 CE24
12	Evaluación trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	40:00	10%	/ 10	CG5 CG4 CG7
15	Evaluación practicas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	5%	/ 10	CG3 CG4
16	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	3.5 / 10	CG4 CG1 CG3 CG5 CG7 CE24 CE25

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	90%	3.5 / 10	CG1 CG4 CG5 CG7 CE24 CE25

17	Evaluación prácticas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	02:20	10%	/ 10	CG3
----	-------------------------------------	--	---------------	-------	-----	------	-----

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	3.5 / 10	CG1 CG4 CG5 CG7 CE24 CE25
Evaluación práctica de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:20	10%	/ 10	CG3

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se compone de varios bloques de programa. A lo largo del curso se realizarán pruebas correspondientes a los distintos bloques de contenidos de la asignatura. Sólo se emite una única calificación final de la asignatura en cada convocatoria.

La nota de evaluación continua se obtiene de la siguiente manera:

Breve descripción de la actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calificación
Pruebas presenciales y no presenciales	Periodo lectivo	Clase/ casa	30%
Prácticas de laboratorio	Ver calendario	Laboratorio/Aula	10%
Examen final	-----	Aula	60%

Para poder aprobar es imprescindible:

- Haber realizado el laboratorio
- Sacar al menos 3,5 puntos (sobre 10) en el examen final.

El examen podrá constar de los siguientes ejercicios:

1) Cuestiones breves, que requieren aplicar la teoría impartida. Se incluirán, entre otras, preguntas de respuesta cerrada, tipo test. Se trata de aplicaciones simples de conceptos fundamentales del temario de la asignatura. En algunos casos implican algún cálculo sencillo aplicando una ecuación, o bien definir cuándo es aplicable una ecuación o cuál es el significado de las variables que intervienen.

2) Problemas o ejercicios de aplicación, de idénticas características que los propuestos y resueltos durante el curso.

Evaluación mediante sólo prueba final

Los alumnos que renuncien a realizar las pruebas parciales, optando por tanto a la evaluación mediante "sólo prueba final", deberán realizar de forma obligatoria las prácticas de laboratorio para comparecer al examen final.

Adicionalmente realizarán un examen final de todos los indicadores de logro. Este examen final tendrá las mismas características que el de la modalidad de evaluación continua.

Breve descripción de la actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calificación
Examen final	-----	aula	90%
Prácticas de laboratorio	ver calendario	laboratorio/aula	10%

Convocatoria extraordinaria

Todos los alumnos tanto los de evaluación continua como por evaluación mediante sólo prueba final que no hayan aprobado en la convocatoria ordinaria podrán presentarse a la convocatoria extraordinaria, en la que se examinarán de toda la asignatura. El examen tendrá las mismas características que el examen "solo prueba final".

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de Cátedra. ETSI Minas, Madrid.	Bibliografía	
DELGADO J., 1998. Los productos petrolíferos: su tecnología. G.T.S..	Bibliografía	
QUEROL, E. 2012. Gases combustibles.	Bibliografía	
B.P. TISSOT and D.H. WELTE, 1984. Petroleum Formation and Occurrence. Springer-Verlag	Bibliografía	
P.C. LYONS and B. ALPERN (Ed), 1989. Coal: classification, coalification, mineralogy, trace-element chemistry, and oil and gas potential. Elsevier	Bibliografía	
JAMES G. SPEIGHT, 2001. Handbook of Petroleum Analysis. Wiley-Interscience	Bibliografía	
BADIN, E.J. Coal Combustion Chemistry-Correlation Aspects. Elsevier, Amsterdam.	Bibliografía	
GARDINER, W. C. Jr., 1984. Combustion Chemistry. Springer-Verlag.	Bibliografía	
LOWRY, H.H. Chemistry of Coal Utilization. John Wiley & Son, Londres	Bibliografía	

STEFAN T. ORSZULIK, 2008. Environmental Technology in the Oil Industry. Springer Science	Bibliografía	
F.PAYRI; J.M. DESANTES. Motores de Combustión interna alternativos. Ed. Reverté. 2011.	Bibliografía	
GLASSMAN, I., YETTER, R., 2008. Combustion. Academic Press Elsevier.	Bibliografía	
EL-MAHALLAWY, F.M., EL-DIN HABIK, S. 2002. Fundamentals and Technology of Combustion. Elsevier Science Ltd	Bibliografía	
Plataforma Moodle: asignatura ?Tecnología de los Combustibles y la Combustión?. En la misma se hacen referencia y vínculos a otros recursos web.	Recursos web	
Material de laboratorio diverso: vasos de precipitados, matraces de diversos tipos, embudos, crisoles.	Equipamiento	
Balanzas electrónicas, hornos y muflas. Termómetros. Viscosímetros.	Equipamiento	
Equipos vaso abierto y vaso cerrado. Equipo Conradson.	Equipamiento	