



Guía docente

Datos Identificativos				2022/23	
Asignatura (*)	Evaluación y Optimización de la Sostenibilidad de Sistemas Energéticos	Código	730547019		
Titulación	Máster Universitario en Eficiencia Enerxética e Sustentabilidade				
Descritores					
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos	
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa	3	
Idioma	CastellanoGallegoInglés				
Modalidad docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Ciencias da Navegación e Enxeñaría MariñaEnxeñaría Civil				
Coordinador/a	Caño Gochi, Alfredo del	Correo electrónico	alfredo.cano@udc.es		
Profesorado	Caño Gochi, Alfredo del Cartelle Barros, Juan José	Correo electrónico	alfredo.cano@udc.es juan.cartelle1@udc.es		
Web	https://moodle.udc.es/my/				
Descripción general	Conceptos básicos. Evaluación de la sostenibilidad ambiental, social y económica, y su aplicación a la producción de energía eléctrica. Métodos de optimización en ingeniería, y su aplicación a sistemas energéticos sencillos.				

Competencias del título

Código	Competencias del título
A4	CE4 - Aplicar métodos de análisis de datos para la creación de sistemas energéticos eficientes
B1	CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
B2	CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
B3	CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
B6	CG1 - Buscar y seleccionar alternativas considerando las mejores soluciones posibles
B7	CG2 - Desarrollar las capacidades de análisis y síntesis; fomentar la discusión crítica, la defensa de argumentos y la toma de conclusiones
B10	CG5 - Potenciar la creatividad
B16	CG11 - Valorar la aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito de la energía y el medio ambiente
C2	CT2 - Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero
C3	CT3 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
C4	CT4 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
Conocer los principales métodos de evaluación de la sostenibilidad existentes, y ser capaz de aplicarlos utilizando aplicaciones informáticas comerciales existentes.	AM4	BM1 BM2 BM3 BM6 BM7 BM10 BM16	CM2 CM3 CM4



Conocer los principales métodos de optimización en ingeniería. Ser capaz de concebir modelos de sostenibilidad de sistemas energéticos sencillos, con vistas a su optimización.	AM4	BM1 BM2 BM3 BM6 BM7 BM10 BM16	CM2 CM3 CM4
---	-----	---	-------------------

Contenidos	
Tema	Subtema
Los bloques o temas siguientes desarrollan los contenidos establecidos en la ficha de la Memoria de Verificación.	Contenido de la ficha de la Memoria de Verificación.
Evaluación y Optimización de la Sostenibilidad de Sistemas Energéticos	<p>Conceptos básicos. Desarrollo sostenible, sostenibilidad. Estado actual de la evaluación y optimización de la sostenibilidad en ingeniería.</p> <p>Principales métodos de evaluación de la sostenibilidad. Aplicaciones informáticas de utilidad.</p> <p>Aplicación a un caso práctico: evaluación de la sostenibilidad de centrales de producción de energía, renovables y no renovables.</p> <p>Métodos de optimización en ingeniería. Aplicaciones informáticas de utilidad.</p> <p>Modelos de sostenibilidad de sistemas energéticos sencillos, con vistas a su optimización. Marco conceptual, modelos y métodos.</p>

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A4 B1 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	10	15	25
Estudio de casos	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	10	32	42
Prueba objetiva	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	1	2	3
Atención personalizada		5	0	5

(*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	<p>Exposición oral complementada con el uso de los medios de comunicación y la introducción de algunas preguntas dirigidas a los estudiantes, con el fin de impartir conocimientos y facilitar el aprendizaje.</p> <p>La clase principal también se conoce como "conferencia", "método expositivo" o "lección magistral". Este último método es un tipo especial de lección enseñada por un profesor en ocasiones especiales, con un contenido que es una preparación basada en el uso original y casi exclusivo de la palabra como medio de transmisión de información al público. En situaciones en las cuales no sea posible o recomendable la presencialidad, las clases serán on line.</p>



Estudio de casos	Metodología donde el individuo se enfrenta ante la descripción de una situación específica que plantea un problema que tiene que ser entendido, evaluado y resuelto de manera individual o en equipo. El estudiante es colocado ante un problema específico (caso), que describe una situación real de la vida profesional, y debe ser capaz de analizar una serie de datos relativos a un determinado campo de conocimiento o acción, para llegar a una decisión motivada, o a un resultado de cálculo completamente razonado, sea de forma individual, sea a través de un proceso de discusión en pequeños grupos de trabajo. En situaciones en las cuales no sea posible o recomendable la presencialidad, las clases prácticas serán on line.
Prueba objetiva	Los alumnos que realicen todos los trabajos obligatorios de curso (casos de estudio) sólo tendrán una defensa de sus trabajos de curso, oral o escrita, en la forma de preguntas cortas o de respuesta múltiple. Los alumnos que no realicen los trabajos obligatorios de curso tendrán un examen en el que entrará toda la materia de la asignatura, y que podrá incluir preguntas largas, preguntas cortas, preguntas de respuesta múltiple, ejercicios, y casos prácticos.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prueba objetiva Estudio de casos	Los profesores ayudarán al alumno a la resolución de casos. Las tutorías serán en el despacho de profesor, ubicado en el centro al cual pertenece. La atención al alumno podrá ser dentro o fuera de los horarios oficiales de tutorías si bien, para evitar esperas innecesarias al alumno, tanto en un caso como en el otro, siempre la fecha y hora se acordarán previamente a través correoE o teléfono. Las cifras de atención personalizada recogidas en la planificación son orientativas. En situaciones en las cuales no sea posible o recomendable la presencialidad, las tutorías serán on line.

Evaluación

Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación
Prueba objetiva	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	Véase lo dicho al respecto en la parte de Metodologías.	40
Estudio de casos	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	Véase lo dicho al respecto en la parte de Metodologías.	60

Observaciones evaluación



Evaluación y criterios de corrección Para solucionar los problemas de los alumnos con dispensa académica, o con coincidencia de horarios de clase, o con otros problemas que impidan la asistencia a clase, dicha asistencia no es obligatoria. No obstante, es un hecho que la probabilidad de superar la asignatura y la de obtener una calificación alta aumentan con la asistencia a clase y, por ello, se recomienda la asistencia. Habrá dos tipos de trabajo de curso, uno o más serán obligatorios, y uno será optativo. Los obligatorios supondrán un 80% de la nota de trabajos de curso, y el optativo el resto (20%). Para superar la asignatura es suficiente con realizar los trabajos obligatorios, superando la oportuna defensa. En situaciones en las cuales no sea posible o recomendable la presencialidad, la tutorización de los trabajos optativos será on line. Una parte de los trabajos obligatorios se realizarán en horario de clase, con apoyo del profesor. Los alumnos que no asisten a clase deberán también realizar estos trabajos, consultando sus dudas con el profesor. Para superar la defensa de los trabajos de curso los profesores realizarán preguntas al alumno, y éste deberá demostrar que posee los conocimientos teóricos necesarios para saber realmente lo que ha hecho con el ordenador durante la realización del referido trabajo, y para interpretar los resultados a los cuales ha llegado. Estas preguntas podrán realizarse de manera oral, o bien por escrito. En situaciones en las cuales no sea posible o recomendable la presencialidad, estas preguntas se harán on line. Los criterios básicos de corrección son los siguientes: La nota será nula si la respuesta o resultado del cálculo: - Incluyen un error de concepto. - No incluyen justificación adecuada de la decisión tomada o, en general, de la respuesta que se pedía (en caso de que se pida dicha justificación). - O no respetan alguno de los requisitos imprescindibles que el enunciado haya establecido. - En caso de resultados numéricos, si el resultado que se pide no coincide con el que debe obtenerse (dejando al margen posibles diferencias por redondeos), o si no se incluye el necesario detalle de las operaciones realizadas, o bien el archivo informático de cálculo empleado para realizar el ejercicio. Si la redacción realizada por el alumno no es clara, no se entiende o es incorrecta gramaticalmente, la puntuación podrá bajar, incluso, hasta cero puntos, si dicha redacción es imposible de comprender, o bien puede dar lugar a malentendidos, o bien pueden llevar a que no se respete alguno de los requisitos imprescindibles que el enunciado haya establecido. Téngase en cuenta que una de las misiones de un titulado de este Máster es redactar proyectos y dar órdenes escritas para que se realicen los oportunos trabajos; esto supone la necesidad de redactar correctamente. Es clave generar documentos que sean fácilmente inteligibles, de manera que el resto de partes interesadas en el proyecto entiendan lo que sucede o lo que tienen que hacer. Lo anterior incluye, entre otras cosas, que el alumno debe redactar con ortografía y sintaxis correctas, y debe emplear siempre el oportuno lenguaje técnico, y no un lenguaje coloquial, profano. De acuerdo con la normativa y directrices internas de la UDC, los trabajos que sean susceptibles de llevar a este problema, serán analizados por medio de un sistema anti-plagio. El software de este tipo no trabaja de forma inteligente (p. ej., puede considerar plagio el nombre o la filiación del alumno) y, por tanto, el profesor evaluará los resultados del análisis con la debida prudencia. Teniendo en cuenta este problema, en general, todo trabajo que tenga más de un 25% de texto considerado como plagio por el software, no será aceptado. Será devuelto al alumno, que deberá entregarlo con el problema resuelto en la siguiente oportunidad o, si se trata de la segunda oportunidad, en el curso siguiente. Los criterios de evaluación son los mismos para la primera y para la segunda oportunidad, incluidos los alumnos de dispensa académica. En caso de que el alumno solicite convocatoria adelantada, deberá cumplir los mismos requisitos que los demás alumnos, avisando al profesor al principio del curso, para que pueda hacer las gestiones oportunas. Responsabilidades del alumno. La diferencia entre las Universidades a distancia (p. ej., la UNED) y el resto de Universidades es que, en las primeras, es la Universidad la responsable de ponerse en contacto con el alumno y de proporcionarle todo el material necesario para que, mediante su estudio, pueda superar la asignatura. Ese no es el caso del resto de Universidades, como la UDC, en las cuales es responsabilidad del alumno ponerse en contacto con el profesor, descargar los materiales de Moodle y trabajar con ellos, asistir a clase y tomar notas de lo que en ella se diga, seguir las indicaciones verbales y escritas del profesor, y estudiar todos los materiales aludidos, para poder superar la asignatura. El alumno que no asiste a una o varias clases, incluidos los alumnos con dispensa académica, tienen las mismas responsabilidades que el resto de alumnos, si bien en este caso, al no asistir a clase, tienen la responsabilidad de ponerse en contacto con sus compañeros y con los profesores, con objeto de recopilar todo el material docente que se ha comentado. Libertad de Cátedra En todo caso, siempre desarrollando el temario a impartir y, por tanto, cumpliendo el encargo docente en el marco que establece el número de créditos de la asignatura, el profesor tiene derecho a la Libertad de Cátedra, tal como reconocen la Constitución Española, el Tribunal Constitucional, la Ley Orgánica de Universidades, la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea, y la UNESCO. Obviamente, el profesor debe actuar siempre dentro de la ley, y debe impartir contenidos actuales, en vigor, y correctos, que abarquen todo el alcance definido por el plan de estudios. La Constitución Española (Art. 20) establece el respeto a la Libertad de Cátedra que, en sus diferentes definiciones (p. ej., Real Academia Española y Consejo General del Poder Judicial; <https://dej.rae.es>), supone la posibilidad del profesor para exponer la materia con arreglo a sus propias convicciones, cumpliendo los programas establecidos, y en el marco de las instituciones que tienen atribuida la organización de la docencia, siempre y cuando ésta se ejerza adecuadamente. A su vez, Castillo Córdova (2006) incluye en ella la facultad de optar por la metodología que el profesor considere más adecuada para transmitir los conocimientos. Esto último lleva a que los aspectos de esta guía correspondientes a métodos docentes a emplear, y porcentaje de horas a dedicar a cada uno de ellos, son meramente orientativos, tentativos, y el profesor podrá hacer cambios si lo considera positivo, pudiendo investigar si existen mejores enfoques metodológicos para la docencia, como algunos de los que se proponen en la literatura científica o en monografías especializadas en la materia (Felder y Brent, 2016), siempre a favor de los resultados académicos. Todo lo aquí dicho con respecto a metodologías docentes nunca afectará negativamente al modo de evaluar, en el cual el alumno podrá siempre obtener la máxima nota independientemente de sus condiciones de contorno, de acuerdo con lo establecido en este epígrafe

de evaluación. Referencias- Castillo Córdova, Luis (2006). Libertad de Cátedra en la relación laboral con ideario. Valencia: Tirant lo Blanch. ISBN: 9788484565567- Felder, RM, Brent, R (2016), Teaching and learning STEM. USA: Jossey-Bass (Wiley).



Fuentes de información

Básica	Apuntes e transparencias da materia, ao dispor do alumno en Moodle. Apuntes e transparencias da materia, ao dispor do alumno en Moodle.
---------------	---



Complementaría

Sistemas enerxéticos? Bradford, T (2018). *The Energy System: Technology, Economics, Markets, and Policy*. USA: The MIT Press. ISBN: 9780262037525.? Hodge, BK (2017). *Alternative Energy Systems and Applications*. USA: John Wiley. ISBN: 9781119109211.? Jain, P (2016). *Wind Energy Engineering*. USA: McGraw-Hill Education. ISBN: 0071843841.? Jenkins, N, Ekanayake, J (2017). *Renewable Energy Engineering*. UK: Cambridge University Press. ISBN-10: 1107680220.? Kreith, F (2013). *Principles of Sustainable Energy Systems*. USA: CRC Press. ISBN: 9781466556966.? Messenger, RA, Abtahi, A (2017). *Photovoltaic Systems Engineering*. USA: CRC Press. ISBN: 9781498772778.? Pecher, A, Kofoed, JP (Editors) (2017). *Handbook of Ocean Wave Energy*. Switzerland: Springer. ISBN: 9783319398884.? Vanek, F, Albright, LD, Angenent, L (2016). *Energy Systems Engineering: Evaluation and Implementation*. USA: McGraw-Hill Education. ISBN: 1259585093.? Yan, Jinyue (Editor) (2015). *Handbook of Clean Energy Systems (6 Volume Set)*. UK: John Wiley. ISBN: 9781118388587.Sustentabilidade e desenvolvemento sustentable.? United Nations. *Our common future*. World commission on environment and development. 1st ed. Oxford, UK: Oxford University Press; 1987, ISBN 978-0-19-282080-8. p. 416.? United Nations. *The Rio declaration on environment and development [Internet]*. In: *The United Nations conference on environment and development (UNCED)*; 1992 June 3-14. Rio de Janeiro, Brazil.? Bouvier LF, Grant L. *How many Americans?: population, immigration and the environment*. San Francisco, CA, USA: Sierra Club Books; 1994, ISBN 978-0-87156-496-2.? Meadows D, Meadows D, Randers J. *Limits to growth: the 30-year update*. 3rd ed. White River Jct., VT, USA: Chelsea Green Publishing; 2004, ISBN 978-1-931498-58-6.Avaliación da sustentabilidade de centrais eléctricas renovables e non renovables. Métodos de avaliación da sustentabilidade.? Kaya T, Kahraman C. Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR & AHP methodology: the case of Istanbul. *Energy* 2010; 35(6): 2517-27. ? Diakoulaki D, Karangelis F. Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renew Sustain Energy Rev* 2007; 11(4): 716-27.? Everett, B, Boyle, G, Peake, S, Ramage, J (Editors) (2012). *Energy Systems and Sustainability: Power for a Sustainable Future*. UK: Oxford University Press. ISBN: 0199593744.? Jovanovic M, Afgan A, Radovanovic P, Stevanovic V. Sustainable development of the Belgrade energy system. *Energy* 2009; 34(5): 532-9.? Kowalski K, Stagl S, Madlener R, Omann I. Sustainable energy futures: methodological challenges in combining scenarios and participatory multicriteria analysis. *Eur J Operational Res* 2009; 197(3): 1063-74.? Afgan NH, Carvalho MG. Multi-criteria assessment of new and renewable energy power plants. *Energy* 2002; 27(8): 739-55.? Afgan NH, Carvalho MG, Jovanovic M. Biomass-fired power plant: the sustainability option. *Int J Sustain Energy* 2007; 26(4): 179-93.? Begic F, Afgan NH. Sustainability assessment tool for the decision making in selection of energy systemdBosnian case. *Energy* 2007; 32(10): 1979-85.? Burton J, Hubacek K. Is small beautiful? A multi-criteria assessment of smallscale energy technology applications in local governments. *Energy Policy* 2007; 35(12): 6402-12.? Doukas HCh, Andreas BM, Psarras JE. Multi-criteria decision aid for the formulation of sustainable technological energy priorities using linguistic variables. *Eur J Operational Res* 2007; 182(2): 844-55.? Varun, Prakash R, Bhat IK. Energy, economics and environmental impacts of renewable energy systems. *Renew Sustain Energy Rev* 2009; 13(9): 2716-21.? Kahraman C, Kaya I, Cebi S. A comparative analysis for multiattribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process. *Energy* 2009; 34(10): 1603-16.? Dombi M, Kuti I, Balogh P. Sustainability assessment of renewable power and heat generation technologies. *Energy Policy* 2014; 67: 264-71. ? Gómez D, del Caño A, de la Cruz MP, Josa A. Metodología genérica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas constructivos. El método MIVES. In: Aguado A, editor. *Sostenibilidad y construcción*. Madrid, Spain: Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural; 2012. p. 385-411.? de la Cruz MP, Castro A, del Caño A, Gómez D, Lara M, Cartelle JJ. Comprehensive methods for dealing with uncertainty in assessing sustainability. Part I: the MIVES e Monte Carlo method. In: García-Cascales MS, Sánchez-Lozano JM, Masegosa AD, Cruz-Corona C, editors. *Soft computing applications for renewable energy and energy efficiency*. Hershey, PA, USA: IGI Global; 2015, ISBN 978-1-4666-6631-3. p.69-p106.? Cartelle Barros JJ, et al., *Assessing the global sustainability of different electricity generation systems*. *Energy* 2015; 89(2015): 473-489.Métodos de optimización en enxeñaría. Optimización da sustentabilidade de sistemas enerxéticos.? B.D. Ripley, *Stochastic simulation*, Wiley & Sons, New York (1987).? C.A. Floudas and P.M. Pardalos, *Encyclopedia of optimization*, Springer, USA (2009).? F. Rothlauf, *Design of modern heuristics: principles and application*, Springer, Germany (2011).? R.L. Haupt and S.E. Haupt, *Practical genetic algorithms*, Wiley, Hoboken, New Jersey (2004).? A. Aboshosha and Y. Khalyfa, *Genetic algorithms theories and applications*, LAP Lambert, Saarbrücken, Germany (2012).? F. Glover, ?Tabu search: Part I?, in *ORSA J Comput*



1989, Vol. 1(3) pp. 190-260. F. Glover, "Tabu search: Part II", in ORSA J Comput 1989, Vol. 2(1), pp. 4-32. S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt and M.P. Vecchi, "Optimization by simulated annealing", in Science 1983, Vol. 220(4598), pp. 671-680. A. Dekkers and E.H. Aarts, "Global optimization and simulated annealing", In Mathematical Programming 1991, Vol. 50(3), pp. 367-393. Del Caño A, de la Cruz P, Cartelle JJ, Lara M, Conceptual framework for an integrated method to optimize sustainability of engineering systems. Journal of Energy and Power Engineering 9 (2015) 608-615.



Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Asignaturas que continúan el temario

Trabajo Fin de Máster/770523023

Otros comentarios

En caso de que los horarios oficiales no permitan impartir todas las horas de clase que se corresponden con el número de ECTS (p. ej., por razones de los festivos que coinciden con los días de clase), el profesor podrá fijar clases presenciales o virtuales para completar el temario. Desarrollo de las clases En clases presenciales, los alumnos respetarán la oportuna puntualidad, y no podrán entrar en clase tras el comienzo de la misma, salvo que se trate de sesiones en las cuales los alumnos están trabajando de forma tutorizada. Con la tecnología actual, el alumno está perdiendo la capacidad de tomar apuntes (cosa necesaria en la empresa) y, en otro orden de cosas, tiende a la distracción cuando emplea medios informáticos para seguir una explicación. Por ello, y a pesar de que esta asignatura cuenta con apuntes en Moodle para todo el temario, los alumnos no podrán emplear ordenadores, tabletas ni móviles en clase, mientras el profesor esté realizando una explicación. En estos momentos el alumno debe concentrarse en la explicación y tomar notas manuales, bien como elemento de estudio, bien como complemento a sus apuntes virtuales. Sostenibilidad Para ayudar a conseguir un entorno sostenible y cumplir con el objetivo de la acción número 5: "Docencia e investigación saludable y sustentable ambiental y social" del "Plan de Acción Green Campus Ferrol", se debe de hacer un uso sostenible de los recursos y la prevención de impactos negativos sobre el medio natural. Por ello, la entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia se hará exclusivamente en formato electrónico. El alumno no debe emplear, por ninguna causa, material físico de tipo alguno (papel, tinta, encuadernación, etc.). Además, bajo demanda, se facilitará la plena integración del alumnado que, teniendo una preparación previa adecuada para poder superar la asignatura, experimente dificultades (físicas, sensoriales, psíquicas, socioculturales) para un acceso idóneo, igualitario y provechoso a la vida universitaria.

(* La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías