



Guía Docente				
Datos Identificativos				2022/23
Asignatura (*)	Avaliación e Optimización da Sustentabilidade de Sistemas Enerxéticos		Código	730547019
Titulación	Máster Universitario en Eficiencia Enerxética e Sustentabilidade			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	2º cuadrimestre	Primeiro	Optativa	3
Idioma	CastelánGalegoInglés			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Navegación e Enxeñaría MariñaEnxeñaría Civil			
Coordinación	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	<a href="https://moodle.udc.es/my/">https://moodle.udc.es/my/</a>			
Descrición xeral	Conceptos básicos. Avaliación da sustentabilidade ambiental, social e económica, e a súa aplicación á produción de enerxía eléctrica. Métodos de optimización en enxeñaría, e a súa aplicación a sistemas enerxéticos sinxelos.			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
A4	CE4 - Aplicar métodos de análise de datos para a creación de sistemas enerxéticos eficientes
B1	CB6 - Posuír e comprender coñecementos que proporcionan unha base ou oportunidade para ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación
B2	CB7 - Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade para resolver problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo
B3	CB8 - Que o alumnado sexa capaz de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos
B6	CG1 - Busca e selecciona alternativas considerando as mellores solucións posibles
B7	CG2 - Desenvolver habilidades de análise e síntese; fomentar a discusión crítica, defender argumentos e sacar conclusións
B10	CG5 - potenciar a creatividade
B16	CG11 - Avaliar a aplicación das tecnoloxías emerxentes no ámbito da enerxía e do medio ambiente
C2	CT2 - Dominar a expresión e comprensión oral e escrita dunha lingua estranxeira
C3	CT3 - Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e da comunicación (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida
C4	CT4 - Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía respectuosa coa cultura democrática, os dereitos humanos e a perspectiva de xénero

Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe		Competencias / Resultados do título	
Coñecer os principais métodos de avaliación da sustentabilidade existentes e ser quen de aplicar un deles empregando aplicacións informáticas comerciais.		AM4	BM1 BM2 BM3 BM6 BM7 BM10 BM16
			CM2 CM3 CM4



Coñecer os principais métodos de optimización en enxeñaría. Ser quen de concibir modelos de sustentabilidade de sistemas enerxéticos sinxelos, cara a súa optimización.	AM4	BM1 BM2 BM3 BM6 BM7 BM10 BM16	CM2 CM3 CM4
---	-----	---	-------------------

Contidos	
Temas	Subtemas
Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na ficha da Memoria de Verificación.	Contido da ficha da Memoria de Verificación.
Avaliación e Optimización da Sustentabilidade de Sistemas Enerxéticos	<p>Conceptos básicos. Desenvolvemento sustentable, sustentabilidade. Estado actual da avaliación e optimización da sustentabilidade en enxeñaría.</p> <p>Principais métodos de avaliación da sustentabilidade. Aplicacións informáticas de utilidade.</p> <p>Aplicación a un caso práctico: avaliación da sustentabilidade de centrais de produción de enerxía, renovables e non renovables.</p> <p>Métodos de optimización en enxeñaría. Aplicacións informáticas de utilidade.</p> <p>Modelos de sustentabilidade de sistemas enerxéticos sinxelos, con vistas á súa optimización. Marco conceptual, modelos e métodos.</p>

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A4 B1 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	10	15	25
Estudo de casos	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	10	32	42
Proba obxectiva	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	1	2	3
Atención personalizada		5	0	5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	<p>Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución de algunhas preguntas dirixidas aos estudantes, coa finalidade de transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe.</p> <p>A clase maxistral é tamén coñecida como ?conferencia?, ?método expositivo? ou ?lección maxistral?. Esta última modalidade sóese reservar a un tipo especial de lección impartida por un profesor en ocasións especiais, cun contido que supón unha elaboración orixinal e baseada no uso case exclusivo da palabra como vía de transmisión da información á audiencia.</p> <p>En situacións nas cales non sexa posible ou recomendable a presencialidade, as clases serán en liña.</p>



Estudo de casos	Metodoloxía onde o suxeito se enfrenta ante a descrición dunha situación específica que suscita un problema que ten que ser comprendido, valorado e resolto de maneira individual ou por un grupo de persoas. O alumno sitúase ante un problema concreto (caso), que lle describe unha situación real da vida profesional, e debe ser capaz de analizar unha serie de feitos, referentes a un campo particular do coñecemento ou da acción, para chegar a unha decisión motivada, ou a un resultado de cálculo completamente razoado, sexa de forma individual, sexa a través dun proceso de discusión en pequenos grupos de traballo. En situacións nas cales non sexa posible ou recomendable a presencialidade, as clases prácticas serán en liña.
Proba obxectiva	Os alumnos que realicen todos os traballos obrigatorios de curso (casos de estudo) só terán unha defensa dos seus traballos de curso, oral ou escrita, na forma de preguntas curtas ou de resposta múltiple.  Os alumnos que non realicen os traballos obrigatorios de curso terán un exame no que entrará toda a materia da materia, e que poderá incluír preguntas longas, preguntas curtas, preguntas de resposta múltiple, exercicios, e casos prácticos.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Proba obxectiva Estudo de casos	<p>O profesor atenderá en titorías a cada alumno que o requira para resolver dúbidas sobre teoría ou práctica.</p> <p>As titorías serán no despacho de profesor, situado no centro ao cal pertence.</p> <p>A atención ao alumno poderá ser dentro ou fóra dos horarios oficiais de titorías aínda que, para evitar esperas innecesarias ao alumno, tanto nun caso como no outro, sempre a data e hora acordaranse previamente a través correoE ou teléfono.</p> <p>As cifras de atención personalizada recollidas na planificación son orientativas.</p> <p>En situacións nas cales non sexa posible ou recomendable a presencialidade, as titorías serán en liña.</p>

### Avaliación

Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Proba obxectiva	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	Véxase o devandito con respecto é este tipo de avaliación, na parte de Metodoloxías.	40
Estudo de casos	A4 B1 B2 B3 B6 B7 B10 B16 C2 C3 C4	Véxase o devandito con respecto é este tipo de avaliación, na parte de Metodoloxías.	60

### Observacións avaliación



Avaliación e criterios de corrección Para solucionar os problemas dos alumnos con dispensa académica, ou con coincidencia de horarios de clase, ou con outros problemas que impidan a asistencia a clase, dita asistencia non é obrigatoria. Con todo, é un feito que a probabilidade de superar a materia e a de obter unha cualificación alta aumentan coa asistencia a clase e, por iso, recoméndase a asistencia. Haberá dous tipos de traballo de curso, un ou máis serán obrigatorios, e un será optativo. Os obrigatorios supoñerán un 80% da nota dos traballos de curso, e o traballo optativo o resto. Para superar a materia é suficiente con realizar os traballos obrigatorios, e superar a correspondente defensa. En situacións nas cales non sexa posible ou recomendable a presencialidade, a titorización dos traballos optativos será en liña. Unha parte dos traballos obrigatorios realizaranse en horario de clase, con apoio do profesor. Os alumnos que non asisten a clase deberán tamén realizar estes traballos, consultando as súas dúbidas co profesor. Para superar a defensa dos traballos de curso os profesores realizarán preguntas ao alumno, e este deberá demostrar que posúe os coñecementos teóricos necesarios para saber realmente o que fixo co computador durante a realización do referido traballo, e para interpretar os resultados aos cales chegou. Estas preguntas poderán realizarse de maneira oral, ou ben por escrito. En situacións nas cales non sexa posible ou recomendable a presencialidade, estas preguntas faranse en liña. Os criterios básicos de corrección son os seguintes: A nota será nula se a resposta ou resultado do cálculo: - Inclúen un erro de concepto. - Non inclúen xustificación adecuada da decisión tomada ou, en xeral, da resposta que se pedía (no caso de que se pida dita xustificación). - Ou non respectan algún dos requisitos imprescindibles que o enunciado establece. - En caso de resultados numéricos, se o resultado que se pide non coincide co que debe obterse (deixando á marxe posibles diferenzas por redondeos), ou se non se inclúe o necesario detalle das operacións realizadas, ou ben o arquivo informático de cálculo empregado para realizar o exercicio. Se a redacción realizada polo alumno non é clara, non se entende ou é incorrecta gramaticalmente, a puntuación poderá baixar, mesmo, ata cero puntos, se dita redacción é imposible de comprender, ou ben pode dar lugar a malentendidos, ou ben poden levar a que non se respecte algún dos requisitos imprescindibles que o enunciado establece. Téñase en conta que una das misións dun titulado deste Máster é redactar proxectos e dar ordes escritas para que se realicen os oportunos traballos; isto supón a necesidade de redactar correctamente. É clave xerar documentos que sexan facilmente intelixibles, de maneira que o resto de partes interesadas no proxecto entendan o que sucede ou o que teñen que facer. O anterior inclúe, entre outras cousas, que o alumno debe redactar con ortografía e sintaxe correctas, e debe empregar sempre a oportuna linguaxe técnica, e non unha linguaxe coloquial, profano. De acordo coa normativa e directrices internas da UDC, os traballos que sexan susceptibles de levar a este problema, serán analizados por medio dun sistema anti-plaxio. O software deste tipo non traballa de forma intelixente (p. ex., pode considerar plaxio o nome ou a filiación do alumno) e, por tanto, o profesor avaliará os resultados da análise coa debida prudencia. Tendo en conta este problema, en xeral, todo traballo que teña máis dun 25% de texto considerado como plaxio polo software, non será aceptado. Será devolto ao alumno, que deberá entregalo co problema resolvido na seguinte oportunidade ou, se se trata da segunda oportunidade, no curso seguinte. Os criterios de avaliación son os mesmos para a primeira e para a segunda oportunidade, incluídos os alumnos de dispensa académica. No caso de que o alumno solicite convocatoria adiantada, deberá cumprir os mesmos requisitos que os demais alumnos, avisando ao profesor a principio do curso, para que poida facer as xestións oportunas. Responsabilidades do alumno. A diferenza entre as Universidades a distancia (p. ex., a UNED) e o resto de Universidades é que, nas primeiras, é a Universidade a responsable de poñerse en contacto co alumno e de proporcionarlle todo o material necesario para que, mediante o seu estudo, poida superar a materia. Ese non é o caso do resto de Universidades, como a UDC, nas cales é responsabilidade do alumno poñerse en contacto co profesor, descargar os materiais de Moodle e traballar con eles, asistir a clase e tomar notas do que nela dígase, seguir as indicacións verbais e escritas do profesor, e estudar todos os materiais aludidos, para poder superar a materia. O alumno que non asiste a unha ou varias clases, incluídos os alumnos con dispensa académica, teñen as mesmas responsabilidades que o resto de alumnos, aínda que neste caso, ao non asistir a clase, teñen a responsabilidade de poñerse en contacto cos seus compañeiros e cos profesores, con obxecto de recompilar todo o material docente que se comentou. Liberdade de Cátedra En todo caso, sempre desenvolvendo o temario para impartir e, por tanto, cumprindo o encargo docente no marco que establece o número de créditos da materia, o profesor ten dereito á Liberdade de Cátedra, tal como recoñecen a Constitución Española, o Tribunal Constitucional, a Lei Orgánica de Universidades, a Carta de Dereitos Fundamentais da Unión Europea, e a UNESCO. Obviamente, o profesor debe actuar sempre dentro da lei, e debe impartir contidos actuais, en vigor, e correctos, que abarquen todo o alcance definido polo plan de estudos. A Constitución Española (Art. 20) establece o respecto a Liberdade de Cátedra que, nas súas diferentes definicións (p. ex., Real Academia Española e Consello Xeral do Poder Xudicial; <https://dej.rae.es>), supón a posibilidade do profesor para expoñer a materia conforme as súas propias conviccións, cumprindo os programas establecidos, e no marco das institucións que teñen atribuída a organización da docencia, a condición de que esta exérgase adecuadamente. Á súa vez, Castillo Córdova (2006) inclúe nela a facultade de optar pola metodoloxía que o profesor considere máis adecuada para transmitir os coñecementos. Isto último leva a que os aspectos desta guía correspondentes a métodos docentes a empregar, e porcentaxe de horas a dedicar a cada un deles, son meramente orientativos, tentativos, e o profesor poderá facer cambios se o considera positivo, podendo investigar se existen mellores enfoques metodolóxicos para a docencia, como algúns dos que se propoñen na literatura científica ou en monografías especializadas na materia (Felder e Brent, 2016), sempre a favor dos resultados académicos. Todo o aquí devandito con respecto a metodoloxías docentes nunca afectará negativamente o modo de avaliar, no cal o alumno poderá sempre obter a máxima nota independentemente das súas condicións de contorno, de acordo co establecido neste epígrafe de avaliación. 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).



Fontes de información

**Bibliografía básica**

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



## Bibliografía complementaria

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 system: Bosnian 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. Metodoloxía genérica para a avaliación de la sostenibilidade de sistemas constructivos. El método MIVES. In: Aguado A, editor. *Sostenibilidade y construción*. 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.





## Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Materias que continúan o temario

Traballo Fin de Mestrado/770523023

## Observacións

No caso de que os horarios oficiais non permitan impartir todas as horas de clase que se corresponden co número de ECTS (p. ex., por razóns dos festivos que coinciden cos días de clase), o profesor poderá fixar clases presenciais ou virtuais para completar o temario. Desenvolvemento das clases. En clases presenciais, os alumnos respectarán a oportuna puntualidade, e non poderán entrar en clase tras o comezo da mesma, salvo que se trate de sesións nas cales os alumnos están a traballar de forma tutorizada. Coa tecnoloxía actual, o alumno está a perder a capacidade de tomar apuntamentos ( cousa necesaria na empresa) e, noutra orde de cousas, tende á distracción cando emprega medios informáticos para seguir unha explicación. Por iso, e a pesar de que esta materia conta con apuntamentos en Moodle para todo o temario, os alumnos non poderán empregar computadores, tabletas nin móbiles en clase, mentres o profesor estea a realizar unha explicación. Nestes momentos o alumno debe concentrarse na explicación e tomar notas manuais, ben como elemento de estudo, ben como complemento aos seus apuntamentos virtuais. Sustentabilidade Para axudar a conseguir unha contorna sustentable e cumprir co obxectivo da acción número 5: "Docencia e investigación saudable e sustentable ambiental e social" do "Plan de Acción Green Campus Ferrol", débese de facer un uso sustentable dos recursos e a prevención de impactos negativos sobre o medio natural. Por iso, a entrega dos traballos documentais que se realicen nesta materia farase exclusivamente en formato electrónico. O alumno non debe empregar, por ningunha causa, material físico de tipo algún (papel, tinta, encadernación, etc.). Ademais, baixo demanda, facilitarase a plena integración do alumnado que, tendo unha preparación previa adecuada para poder superar a materia, experimente dificultades (físicas, sensoriais, psíquicas, socioculturais) para un acceso idóneo, igualitario e proveitoso á vida universitaria.

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías