

**Propuesta para la creación de un programa de Ingeniería de Energía adscrito a la
Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander**

Rosario Flores Díaz, Francisco Javier García Acevedo

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Petróleos

Director

Wilson Raúl Carreño Velasco

Máster en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos

Codirectores

Fernando Enrique Calvete González

Magíster en Informática

María del Pilar Vargas Daza

Magíster en Pedagogía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Bucaramanga

2018

A Elva Acevedo Vecino

Por varios años fue casi un sueño —un paraíso terrenal— tener la dicha de quererte y abrazarte y disfrutarte. Tu entrega rebasó todos los límites: madrugadas, tramos, malestares, sacrificio tras sacrificio por verme feliz. El amor mismo se encarnó en ti y me embriagó hasta hacerme depender de él en exceso. Por ti quise continuar en este empedrado camino y por ti llego hoy al final, para que, desde donde estás, te vuelvas a sentir orgullosa, como casi siempre te sentiste. Aunque la vida se haya vestido de muerte y se haya burlado de nuestra infinita felicidad, la luz de tu presencia nunca se apagará.

Francisco Javier

Ahora sabemos que el sol y el viento son la gran solución a las demandas de energía de la humanidad, que la energía solar y la energía eólica son las energías limpias e inagotables que necesita, no solo el futuro, sino desesperadamente el presente. Nos volvemos de pronto a mirar esa fuente desmesurada de energía, y comprendemos que si lo hacemos bien y a tiempo tendremos energía limpia y abundante para todas las necesidades de la civilización en los próximos diez millones de años. ¿Por qué no lo habíamos visto antes? Tal vez porque la historia no nos había formulado el desafío.

William Ospina, *El taller, el templo y el hogar*.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	18
1. Generalidades.....	20
1.1 Universidad Industrial de Santander.....	20
1.1.1 Misión	20
1.1.2 Visión.....	20
1.1.3 Principios	22
1.2 Escuela de Ingeniería de Petróleos	23
1.2.1 Misión	23
1.2.2 Visión.....	24
1.2.3 Programas académicos ofrecidos	24
1.2.3.1 Pregrado en Ingeniería de Petróleos	24
1.2.3.2 Programas de posgrado	25
1.3 Marco legal para la creación de programas de educación superior	26
1.3.1 Registro calificado	26
1.3.2 Condiciones para obtener el registro calificado.....	27
1.3.3 Evaluación de las condiciones de calidad de carácter institucional.....	31
1.3.4 Procedimiento para obtención del registro calificado.....	32
2. Educación en Ingeniería de Energía en Colombia y el mundo.....	34
2.1 Programas de Ingeniería de Energía en el mundo	34

2.2 Programas de Ingeniería de Energía en Colombia.....	47
3. Recursos energéticos.....	53
3.1 Generalidades.....	53
3.2 Clasificación	54
3.2.1 Según su facilidad de uso.....	55
3.2.1.1 Recursos primarios.....	55
3.2.1.2 Recursos secundarios	55
3.2.2 Según su uso tradicional	55
3.2.2.1 Recursos convencionales	55
3.2.2.2 Recursos no convencionales	56
3.2.3 Según su disponibilidad a largo plazo	56
3.2.3.1 Recursos renovables.....	56
3.2.3.2 Recursos no renovables.....	56
3.2.4 Según su comercialidad	56
3.2.4.1 Recursos comerciales.....	56
3.2.4.2 Recursos no comerciales.....	57
3.2.5 Según su origen.....	57
3.2.5.1 Energía térmica	57
3.2.5.2 Energía hidráulica	57
3.2.5.3 Energía nuclear	59
3.2.5.4 Energía solar	59
3.2.5.4.1 Energía solar térmica	60
3.2.5.4.2 Energía solar fotovoltaica	61

3.2.5.5 Bioenergía.....	62
3.2.5.5.1 Primera generación	63
3.2.5.5.2 Segunda generación	64
3.2.5.5.3 Tercera generación.....	64
3.2.5.6 Energía eólica.....	64
3.2.5.7 Energía oceánica	65
3.2.5.7.1 Energía mareomotriz.....	66
3.2.5.7.2 Energía undimotriz.....	66
3.2.5.7.3 Energía maremotérmica	67
3.2.5.8 Energía geotérmica	68
3.3 Estado actual de los recursos energéticos	68
3.3.1 Panorama mundial	68
3.3.1.1 Petróleo	70
3.3.1.2 Gas natural	70
3.3.1.3 Carbón.....	71
3.3.1.4 Energía hidráulica	71
3.3.1.5 Energía nuclear	71
3.3.1.6 Energía solar	72
3.3.1.7 Bioenergía.....	72
3.3.1.8 Energía eólica.....	72
3.3.1.9 Energía oceánica	72
3.3.1.10 Energía geotérmica	73
3.3.2 Panorama nacional.....	74

3.3.2.1 Razones para desarrollar las fuentes de energía renovable.....	77
3.3.2.2 Desarrollo de las energías renovables.....	80
3.3.2.3 Marco regulatorio de las energías renovables.....	82
3.3.2.4 Barreras a la integración de las energías renovables a la matriz energética nacional.....	88
3.3.2.5 Estrategias para el desarrollo de las energías renovables	91
3.3.2.6 Prospectiva de las energías renovables	93
4. Propuesta de intención de creación del programa.....	97
4.1 Contexto del programa.....	97
4.1.1 Misión de la unidad académica.....	98
4.1.2 Visión de la unidad académica	98
4.1.3 Programas ofrecidos por la unidad académica.....	99
4.1.4 Convenios de la unidad académica	99
4.2 Identificación del programa	99
4.2.1 Nombre del programa	99
4.2.2 Título que otorga.....	99
4.2.3 Modalidad	99
4.2.4 Lugar donde ofrecerá el programa.....	100
4.2.5 Duración del programa	100
4.2.6 Criterios y proceso de admisión.....	100
4.2.7 Periodicidad de la admisión.....	101
4.2.8 Número de estudiantes admitidos por cohorte.....	101
4.2.9 Número de créditos	101
4.3 Propuesta curricular	102

4.3.1 Justificación del programa	102
4.3.2 Fundamentación teórica del programa.....	104
4.3.3 Perfil de formación	105
4.3.4 Objeto de conocimiento del programa.....	106
4.3.5 Propósitos generales del programa	107
4.3.6 Estructura conceptual del saber	107
4.3.7 Componente de interdisciplinariedad del programa	108
4.3.8 Estrategias de flexibilización del programa.....	110
4.3.9 Plan de estudios.....	111
4.4 Diagnóstico de capacidades internas	118
4.4.1 Bienestar universitario	119
4.4.2 Planta profesoral	120
4.4.3 Recursos académicos	122
4.4.3.1 Recursos bibliográficos.....	122
4.4.3.2 Recursos electrónicos.....	123
4.4.3.3 Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC)	123
4.4.3.4 Recursos de investigación.....	124
4.5 Estructura académico-administrativa.....	124
4.6 Retos y barreras para el funcionamiento del programa	127
5. Conclusiones	131
6. Recomendaciones	133
Referencias bibliográficas.....	135
Apéndices.....	144

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Programa de Ingeniería de Recursos Energéticos de la Universidad de Stanford.....	39
Tabla 2. Programa de Ingeniería de Recursos Energéticos de la Universidad Nacional de Seúl .	40
Tabla 3. Programa de Ingeniería de Energía y Recursos de la Universidad de Pekín.....	41
Tabla 4. Programa de Ingeniería de Energía de la Universidad de Estatal de Pensilvania.....	42
Tabla 5. Programa de Ingeniería de la Energía de la Universidad Carlos III de Madrid.....	43
Tabla 6. Programa de Ingeniería de Energía de la Universidad Federal de Río Grande del Sur..	44
Tabla 7. Programa de Ingeniería de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México.....	45
Tabla 8. Programa de Ingeniería de Energías Renovables de la Universidad de Exeter	46
Tabla 9. Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad Autónoma de Bucaramanga	48
Tabla 10. Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad EAN.....	49
Tabla 11. Programa de Ingeniería en Energía de la Universidad de Medellín	50
Tabla 12. Programa de Ingeniería Energética de la Universidad de Antioquia.....	51
Tabla 13. Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad Santiago de Cali	52
Tabla 14. Proyecciones de la energía renovable de 1996 a 2000 versus el desarrollo real del mercado.....	80
Tabla 15. Principales aspectos de la Ley 1715 de 2014	84
Tabla 16. Instrumentos de carácter económico dispuestos por la Ley 1715 de 2014.....	85
Tabla 17. Instrumentos de carácter normativo dispuestos por la Ley 1715 de 2014.....	86

Tabla 18. Otros instrumentos dispuestos por la Ley 1715 de 2014	87
Tabla 19. Instrumentos normativos relacionados con las energías renovables	88
Tabla 20. Líneas de acción para las FNCER en el SIN	93
Tabla 21. Ponderaciones para selección de aspirantes a programas de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas	101
Tabla 22. Número total de créditos por semestre	102
Tabla 23. Propuesta detallada del plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía	113
Tabla 24. Asignaturas electivas del programa de Ingeniería de Energía	118
Tabla 25. Profesores de planta que participan en el desarrollo del programa de Ingeniería de Petróleos.....	121
Tabla 26. Grupos de investigación de la UIS con temas afines al pregrado de Ingeniería de Energía	125
Tabla 27. Rangos de calificación para cada uno de los aspectos evaluados.....	128
Tabla 28. Barreras a la creación del programa de Ingeniería de Energía en la UIS	129

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los combustibles fósiles	58
Figura 2. Central hidroeléctrica	58
Figura 3. Central térmica nuclear.....	60
Figura 4. Central termosolar de torre central	61
Figura 5. Central solar fotovoltaica conectada a la red.....	62
Figura 6. Parque eólico	65
Figura 7. Generadores de corriente de marea	67
Figura 8. Representación esquemática de un sistema geotérmico ideal	69
Figura 9. Comparativo del consumo de energía primaria según el tipo de recurso, durante los últimos años	70
Figura 10. Producción nacional de recursos energéticos primarios en 2016.....	75
Figura 11. Demanda interna de recursos energéticos primarios en 2016	76
Figura 12. Capacidades de fuentes no convencionales de energía renovable instaladas, interconectadas o interconectables al SIN a finales de 2014	95
Figura 13. Expectativas de nuevas capacidades con fuentes de energía alternativas bajo un escenario conservador	96
Figura 14. Capacidad acumulada con base en las expectativas de un escenario conservador.....	97
Figura 15. Estructura conceptual del saber del programa de Ingeniería de Energía.....	109
Figura 16. Propuesta de plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía.	112

Figura 17. Estructura académico-administrativa de la Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos.....	127
Figura 18. Resultados de valoración por aspecto para cada barrera a la creación del programa de Ingeniería de Energía en la Universidad Industrial de Santander.....	131

Lista de apéndices

Pág.

Apéndice A. Ficha técnica de las asignaturas del plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía.....	144
--	-----

Resumen

Título: Propuesta para la creación de un programa de Ingeniería de Energía adscrito a la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander.*

Autores: Rosario Flores Díaz,
Francisco Javier García Acevedo.**

Palabras clave: recursos energéticos, energías renovables, ingeniería de energía, educación en energía, prospectiva energética, diversificación energética.

Descripción: La alta dependencia energética de los combustibles fósiles y el negativo impacto ambiental que en ocasiones provoca su explotación y consumo ha generado la necesidad de invertir en nuevas alternativas que garanticen servicios energéticos confiables, ambientalmente amigables y sostenibles al número de habitantes, por lo cual varios proyectos de energías renovables han hecho parte de la agenda de distintos países.

Debido a su privilegiada ubicación geográfica, Colombia cuenta con un gran potencial para el desarrollo de energías renovables tales como la eólica, solar y de la biomasa, por lo cual la capacitación de profesionales del sector energético en esta área se hace fundamental, así como la creación y el fortalecimiento de programas académicos afines.

Por lo anterior, este trabajo plantea la posibilidad de crear un programa de Ingeniería de Energía en la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander. Para ello, se analizó la normativa legal vigente para la creación de programas de educación superior; seguidamente, se hizo un barrido de los principales programas académicos de pregrado en Ingeniería de Energía existentes en el mundo y en Colombia, y se seleccionaron aquellos más afines a la propuesta en mente; luego, se examinó el panorama actual de los recursos energéticos a nivel mundial y nacional, así como las necesidades actuales de la industria energética; finalmente, se planteó la propuesta de intención de creación, que incluye la propuesta curricular del programa y los demás aspectos de que trata el Acuerdo 225 de 2010 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Wilson Raúl Carreño Velasco, Máster en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Codirectores: Fernando Enrique Calvete González, Magíster en Informática; María del Pilar Vargas Daza, Magíster en Pedagogía.

Abstract

Title: Proposal for the creation of a bachelor of science degree in Energy Engineering at Universidad Industrial de Santander's Petroleum Engineering School.*

Authors: Rosario Flores Díaz,
Francisco Javier García Acevedo.**

Keywords: energy resources, renewable energy, energy engineering, energy education, energy prospects, energy diversification.

Description: World's heavy dependence on fossil fuels and the negative environmental consequences resulting from their production and consumption have created the need to invest in new alternatives in order to guarantee reliable, environmentally friendly and sustainable energy services to the number of inhabitants. For that reason, several renewable energy projects have been carried out all around the world.

Colombia's geographical location allows it to be a great place for the establishment of wind powered energy, solar energy and biomass. Therefore, training professionals in these areas becomes fundamental, as well as promoting the creation and strengthening of related academic programs.

In accordance with the above, this project proposes to create an Energy Engineering program at Universidad Industrial de Santander's Petroleum Engineering School. Firstly, the current legal regulations for the creation of higher education programs were analyzed; then, the main undergraduate programs in Energy Engineering were reviewed, and those most closely related to the one to be proposed were selected; thirdly, the current state of energy resources in Colombia and the world was examined, as well as the current needs of the energy industry; finally, the proposal for the creation was made, including the curricular proposal of the program and some other aspects pursuant to the Agreement No. 225 dated September 22nd, 2010 adopted by the University Academic Council.

* Bachelor's thesis.

** Faculty of Physical-Chemical Engineering, Petroleum Engineering School. Director: Wilson Raúl Carreño Velasco, Master in Design, Operation and Project Management. Co-directors: Fernando Enrique Calvete González, Master in Computer Science; María del Pilar Vargas Daza, Master in Pedagogy.

Introducción

La disponibilidad y uso de la energía será uno de los problemas más relevantes de la sociedad futura. Debido a la explosión demográfica que se proyecta a nivel mundial y el crecimiento de los países en desarrollo, se estima que el consumo energético se duplicará para 2050 (Belz, Peattie y Galí, 2013). Por ello, es urgente una transformación del sistema energético actual y su adaptación a la evolución del futuro mercado energético, y, en ese contexto, la formación de profesionales en el sector energético tiende a hacerse fundamental, así como la capacitación de los profesionales ya existentes. El presente proyecto, por consiguiente, plantea la opción de crear un programa de Ingeniería de Energía adscrito a la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, como una respuesta a estos requerimientos de formación. Para tal fin, el libro se estructura en cuatro capítulos.

En el primer capítulo, se examinan las generalidades de la Universidad Industrial de Santander, incluyendo su misión, visión y principios, ya que estos parámetros determinan la posibilidad de que exista el programa en este plantel educativo. Igualmente, se revisan las generalidades de la Escuela de Ingeniería de Petróleos —dado que es la unidad académica en la cual se pretende implementar el programa— y de los programas que actualmente ofrece, enfatizando en el programa de pregrado en Ingeniería de Petróleos. Por último, se analizan los aspectos fundamentales del Decreto 1295 de 2010, que establece el proceso para la obtención del registro calificado de un programa de educación superior.

En el segundo capítulo, se hace una revisión de los principales programas de Ingeniería de Recursos Energéticos en el mundo (haciendo hincapié en los programas que cuentan con un enfoque particular hacia la formación en fuentes no convencionales de energía renovable) y en Colombia. La revisión de los planes de estudio de estos programas, teniendo en cuenta unos ciertos parámetros definidos, permite estructurar el plan de estudios de la propuesta de intención de que trata el presente proyecto.

En el tercer capítulo, se analizan los conceptos clave sobre recursos energéticos, se estudia el panorama mundial de los mismos y se examina particularmente el panorama nacional, prestando especial atención a las fuentes no convencionales de energía renovable, su marco regulatorio, las estrategias para su desarrollo y su prospectiva en Colombia.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se establecen los aspectos formales del programa de Ingeniería de Energía a crearse en la Escuela de Ingeniería de Petróleos, de acuerdo con los parámetros fundamentales de una propuesta de intención de creación que establece el Acuerdo 225 de 2010 del Consejo Académico de la Universidad Industrial de Santander. Adicionalmente, se hace un análisis de los recursos disponibles y requeridos para el correcto desarrollo del programa.

Este proyecto pretende sentar las bases de un futuro programa académico a ofrecerse en la Universidad Industrial de Santander a través del primer paso, que es la propuesta de intención. Sin embargo, se espera que se dé continuidad al proceso a través de la formulación de un estudio de factibilidad de creación y un consiguiente proyecto educativo. La implementación en la Escuela sería muy positiva: significaría abrir una nueva puerta a una interesante área de la industria energética por explorar.

1. Generalidades

1.1 Universidad Industrial de Santander

1.1.1 Misión (Universidad Industrial de Santander [UIS], 2007). La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional, la generación y adecuación de conocimientos, la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa, liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.

1.1.2 Visión (UIS, 2007). Como visión general en el año 2018, la Universidad Industrial de Santander se habrá fortalecido en su carácter público, aportando al desarrollo político, cultural, social y económico del país, como resultado de un proceso de generación y adecuación de conocimiento en el cual la investigación constituye el eje articulador de sus funciones misionales.

La Universidad habrá desarrollado exitosamente una política de crecimiento vertical mediante la cual se crearán y consolidarán programas de maestría y doctorado de alta calidad, sustentados en procesos de investigación pertinente para la región y el país.

La Institución habrá contribuido al desarrollo regional mediante la formación del talento humano, la investigación y la extensión, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida, la competitividad internacional y el crecimiento económico. Como parte de este proceso, se ampliará la cobertura con la creación y consolidación de programas misionales pertinentes y soportes estratégicos en su sede central y en sus sedes regionales, tanto a nivel profesional como a nivel tecnológico, atendiendo a la política de formación por ciclos aprobada por el Consejo Superior.

La Universidad habrá consolidado una política de articulación global que le permitirá incrementar de manera significativa los resultados de sus procesos misionales mediante la cooperación con instituciones educativas y de investigación de alto prestigio, empresas, entidades gubernamentales, egresados y otros entes públicos y privados nacionales e internacionales.

La Universidad habrá fortalecido, en toda su organización, una cultura de gestión de alta calidad de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo.

Como resultado de la actualización permanente de sus programas académicos, la Universidad formará personas con las competencias apropiadas para liderar el desarrollo económico y social y para realizar proyectos educativos e investigativos que contribuyan al logro de las metas de desarrollo del país y a la consolidación de una sociedad del conocimiento, a nivel regional, nacional e internacional.

La Institución habrá consolidado su estabilidad financiera y modernizado su infraestructura física y tecnológica.

1.1.3 Principios (UIS, 2007). Los principios representan valores de acuerdo con los cuales se interpreta y aplica el Estatuto General de la Universidad y, por lo tanto, constituyen elementos orientadores fundamentales en la regulación de la vida y la labor universitaria en todos sus ámbitos y propósitos.

En este sentido, en correspondencia con sus objetivos, la Universidad:

- a. forma ciudadanos libres y responsables, conscientes y comprometidos con los valores democráticos, la tolerancia de la diversidad, los deberes civiles y los derechos humanos;
- b. estudia y promueve el patrimonio cultural de la humanidad, atendiendo a su diversidad étnica, histórica, regional e ideológica, para contribuir a su conservación y enriquecimiento;
- c. asimila críticamente y crea conocimientos en los campos de acción de las ciencias, la tecnología, la técnica, las humanidades, el arte y la filosofía;
- d. forma profesionales e investigadores sobre una base científica, ética y humanística, permitiéndoles desarrollar conciencia crítica y criterios personales, para actuar responsablemente ante la sociedad y aportar su concurso frente a los requerimientos y tendencias del mundo contemporáneo, especialmente en lo que tiene que ver con los problemas y el desarrollo regional y nacional;
- e. fomenta la educación, la investigación y la cultura ecológica, para contribuir a la preservación y mejoramiento de la calidad del medio ambiente;

- f. promueve el desarrollo de la comunidad académica nacional, propicia su vinculación con el sector productivo, los organismos del Estado y la comunidad del país y fomenta su articulación con sus homólogos a nivel nacional e internacional;
- g. participa en la atención de las necesidades de la comunidad con programas de capacitación, asesoría, consultoría, interventoría, suministro de bienes y servicios;
- h. suscribe convenios o contratos con otros sectores estratégicos del aparato productivo en desarrollo de las funciones misionales, de docencia, investigación y de extensión o de proyección social de la Universidad. En este contexto se inscriben la exploración, explotación y prestación de servicios afines al aprovechamiento de recursos naturales, renovables y no renovables, especialmente de los hidrocarburos y sus derivados, y el suministro de bienes o servicios institucionales; y
- i. promueve y participa en la generación y desarrollo de empresas con base tecnológica, resultantes de actividades de investigación y extensión.

Asimismo, la Universidad cumple funciones que constituyen los ejes de su vida académica y de su relación con la sociedad: la docencia, la investigación y la extensión, y se rige por los siguientes principios fundamentales: formación integral, investigación, vigencia social, flexibilidad e interdisciplinariedad, pedagogía dialógica y formación permanente.

1.2 Escuela de Ingeniería de Petróleos

1.2.1 Misión (Escuela de Ingeniería de Petróleos [EIP], 2017). La Escuela de Ingeniería de Petróleos es una unidad académico-administrativa de la Universidad Industrial de Santander que tiene como propósito formar, dentro del espacio brindado por la academia y la investigación,

profesionales con gran capacidad humana, científica y de gestión, que contribuyan a solucionar los problemas técnicos y conceptuales de la industria de hidrocarburos, en armonía con el ecosistema y con responsabilidad ética y social.

1.2.2 Visión (EIP, 2017). La Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional y una de las de mayor trascendencia internacional, propiciando el mejoramiento continuo de la calidad mediante la implementación de contenidos actualizados en el plan de estudio de su programa, para formar aptitudes técnicas, científicas, sociales, ecológicas y humanísticas en nuestros educandos, tanto a nivel de pregrado como de posgrado.

1.2.3 Programas académicos ofrecidos (UIS, 2018).

1.2.3.1 Pregrado en Ingeniería de Petróleos. Creado mediante la Resolución 3820 del Ministerio de Educación Nacional (MEN) del 10 de octubre de 1957, es un programa académico que tiene como objetivo esencial la formación integral de profesionales que respondan a los retos de la industria petrolera colombiana. Es el programa líder a nivel nacional y cuenta, adicionalmente, con una visibilidad internacional considerablemente alta.

Los ejes fundamentales del programa son la exploración y explotación de hidrocarburos. Los objetivos fundamentales de este son:

- a. ajustar las enseñanzas científicas y básicas que un ingeniero requiere para comprender las ciencias tecnológicas;

- b. propiciar la formación integral que permita que el ingeniero se proyecte socialmente, asumiendo compromisos y responsabilidades sociales;
- c. ajustar la formación técnica a la demanda del entorno industrial;
- d. modificar las estrategias pedagógicas de tal forma que favorezcan la investigación, la reflexión y la transferencia crítica de contenidos;
- e. favorecer la interdisciplinariedad con las herramientas proporcionadas por otras disciplinas, lo cual le permita al estudiante tener una visión global de todas las actividades que componen el ciclo de la industria (exploración, evaluación, desarrollo, explotación y abandono);
- f. lograr que el trabajo docente lleve implícita una formación de excelencia, liderazgo de investigación y de valores éticos a través de todas las asignaturas del plan de estudios;
- g. fomentar la autonomía y la participación del estudiante en su formación; y
- h. fortalecer el crecimiento intelectual del estudiante, estimulando los procesos de autoformación y una actitud permanente del aprender.

El egresado del programa de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander es un profesional con una visión amplia de la industria de los hidrocarburos, que cuenta con conocimientos en tecnologías modernas y capacidad para diseñar, aplicar, gestionar y complementar técnicas y procesos teóricos y prácticos concernientes a la exploración, tratamiento, transporte y comercialización de los hidrocarburos.

1.2.3.2 Programas de posgrado. La Escuela de Ingeniería de Petróleos ofrece seis programas de posgrado, que incluyen cuatro especializaciones y dos maestrías. Estos son:

- a. Especialización en Producción de Hidrocarburos,
- b. Especialización en Ingeniería del Gas,

- c. Especialización en Gerencia de Hidrocarburos,
- d. Especialización en Ingeniería de Yacimientos,
- e. Maestría en Ingeniería de Hidrocarburos, y
- f. Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas.

1.3 Marco legal para la creación de programas de educación superior

Para llevar a cabo la creación de un programa de educación superior en Colombia, deben satisfacerse dos condiciones fundamentales (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2010):

- a. que la entidad educativa posea una personería jurídica concedida por la autoridad competente y en conformidad con la normativa que rige en Colombia;
- b. que el programa académico que se busca crear sea congruente con los propósitos de formación de la entidad educativa.

Si estos requerimientos son satisfechos y los procesos internos de creación del programa se completan satisfactoriamente, la entidad educativa debe presentar ante el MEN una solicitud de registro calificado, que hace alusión al conjunto de condiciones de calidad particulares que deben ser demostradas si se desea obtener la autorización que exige el otorgamiento de dicho registro (MEN, 2010). Esta información, incluyendo los requisitos específicos de oferta y desarrollo de un programa académico de educación superior, se encuentra contenida en la Ley 1188 de 2008 y su Decreto Reglamentario 1295 de 2010.

1.3.1 Registro calificado (Decreto 1295, 2010). Toda institución educativa que desee ofertar un programa académico de educación superior debe contar con un registro calificado de este, sea

que dicho programa se ofrezca en el domicilio de dicha institución o en otro domicilio. El registro calificado es otorgado por el MEN mediante acto administrativo que ordenará la inscripción, modificación o renovación del programa académico en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), y su vigencia será de siete (7) años, que serán contados a partir de la fecha de ejecutoria del referido acto administrativo. En este orden de ideas, solo serán considerados válidos los títulos académicos de educación superior otorgados por instituciones educativas que cuenten con registro calificado.

De otro lado, es posible extender el programa académico a otro lugar diferente a aquel en el que se autorizó originalmente, siempre que se mantenga su denominación académica, sus contenidos curriculares y la organización de las actividades académicas. Dicha extensión, no obstante, requiere un registro calificado independiente.

Cabe resaltar, adicionalmente, que la institución educativa puede incluir, en la solicitud de registro calificado, dos o más municipios para ofertar el programa académico, en cuyo caso se debe mostrar el vínculo de orden social, económico y geográfico entre estos municipios y explicitar los requerimientos de calidad para desarrollar el programa en todos los municipios.

1.3.2 Condiciones para obtener el registro calificado (Decreto 1295, 2010). La entidad educativa de educación superior debe incluir en su solicitud de registro calificado las condiciones de calidad que se presentan seguidamente.

a. La denominación o nombre del programa, el título que se obtendrá, el nivel técnico profesional, tecnológico, profesional universitario, de especialización, maestría o doctorado al que aplica, y su correlación con los contenidos programáticos.

- b. Una justificación que respalde su contenido programático, los perfiles que se buscan y la metodología con que se quiere ofertar el programa, para lo cual se debe llevar a cabo un diagnóstico que incluya, al menos, los siguientes puntos:
- el estado de la educación en el área del programa y de la profesión u ocupación, en los ámbitos nacional e internacional, si es el caso;
 - los requerimientos del país o región que guarden relación con el programa a ofrecer, en relación con referentes internacionales, si es el caso; y
 - un esbozo de las fortalezas o factores clave que correspondan a los rasgos distintivos del programa a ofrecer.
- c. Los aspectos curriculares del programa, los cuales deben incluir, primordialmente, su fundamentación teórica, sus propósitos de formación, competencias y perfiles definidos, su plan general de estudios representado en créditos académicos, su componente de interdisciplinaria, las estrategias de flexibilización para su desarrollo, sus lineamientos pedagógicos y didácticos considerando su metodología y modalidad, el contenido general de las actividades académicas y las estrategias que busquen el desarrollo de habilidades comunicativas en un segundo idioma.
- d. La propuesta para la organización de las actividades académicas a llevarse a cabo en el programa académico —tales como laboratorios, talleres o seminarios—, la cual debe corresponder con los componentes y metodología del mismo, pues así se satisfarán las expectativas de formación.
- e. Las actividades de investigación que favorezcan el desarrollo de una actitud crítica y creativa para hallar alternativas que contribuyan al avance de la ciencia, la tecnología, las artes o las

humanidades, y del país, tomando en consideración los aspectos que se presentan a continuación.

- La previsión del programa académico en relación con la manera en que incentivará la formación investigativa de los estudiantes o los procesos de investigación o creación, según sea el nivel de formación y los objetivos.
 - La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación investigativa de los estudiantes, y los procedimientos para su consecución.
 - La existencia de un ambiente de investigación, innovación o creación, así como una organización del trabajo en investigación que deberá incluir estrategias para incorporar resultados investigativos al quehacer formativo y medios para difundir dichos resultados. Adicionalmente, para programas nuevos de pregrado, debe adicionarse el proyecto previsto para la consecución del ambiente de investigación y su desarrollo, y debe contener, por lo menos, los recursos asignados, cronograma y resultados esperados.
 - La verificación de los productos de investigación en los programas existentes de pregrado y posgrado, así como los resultados de investigación con amparo institucional en el caso de los programas nuevos de maestría y doctorado.
 - La participación de los estudiantes en los grupos y unidades de investigación del programa, para los programas de maestría y doctorado.
 - La revisión de la disponibilidad de profesores a cargo del fomento de las actividades de investigación, sus títulos de maestría y doctorado, experiencia y trayectoria en investigación sustentada con resultados fehacientes (publicaciones, patentes o registros).
- f. La forma en que los programas académicos esperan generar impacto en la sociedad, tomando en consideración los planes, medios y objetivos previstos para tal fin y los resultados

alcanzados por programas en funcionamiento. El plan de relación con el sector externo debe contar con, por lo menos, uno de los siguientes ítems:

- la relación con el sector productivo, dependiendo de la naturaleza del programa;
- el trabajo con la comunidad o la manera en que esta puede verse beneficiada;
- para programas en funcionamiento, el impacto derivado de la formación de los egresados, evidenciado con un documento que analice su desempeño laboral; con relación a los programas nuevos, un análisis prospectivo del potencial desempeño de sus futuros egresados;
- la generación de nuevos conocimientos a partir de los procesos investigativos; y
- la ejecución de actividades de servicio social a la comunidad.

g. Las calidades y características que tienden al fortalecimiento de la planta docente, tomando en consideración los aspectos enunciados subsiguientemente.

- La entidad educativa debe presentar los perfiles y estructura de su personal docente actual o futuro y el número de estudiantes previsto —para programas nuevos— o matriculados —para programas en funcionamiento—. Esta propuesta debe contener los profesores con titulación académica acorde con la naturaleza del programa, los profesores vinculados a proyectos de relación con el sector externo y un núcleo de profesores de tiempo completo con experiencia acreditada en investigación.
- Se debe contar con un plan de vinculación de docentes coherente con la propuesta presentada, que debe incluir perfiles, funciones y tipo de vinculación.
- Debe existir un plan de formación docente que fomente el mejoramiento de la calidad de los procesos de docencia, investigación y extensión.
- La existencia y aplicación de un estatuto o reglamento docente.

- h. La disponibilidad y capacitación para el uso de, por lo menos, los medios educativos siguientes: bases de datos con licencia, recursos bibliográficos y de hemeroteca, equipos y aplicativos informáticos, sistemas de interconectividad, laboratorios físicos, escenarios de simulación virtual de experimentación y práctica, talleres con instrumentos y herramientas técnicas e insumos, según la naturaleza del programa y la demanda estudiantil real o potencial, si se trata de un programa nuevo.
- i. La entidad educativa debe asegurar una infraestructura física en aulas, biblioteca, auditorios, laboratorios y espacios de enseñanza, aprendizaje y bienestar universitario, en relación con la naturaleza del programa, la modalidad de formación, metodología y estrategias pedagógicas, actividades docentes, investigativas, administrativas y de proyección social, y el número de estudiantes y profesores previstos para desarrollar el programa académico.

1.3.3 Evaluación de las condiciones de calidad de carácter institucional (Decreto 1295, 2010). La entidad educativa de educación superior debe presentar información que permita verificar los aspectos que se citan a continuación.

- a. La existencia de documentos de política institucional, estatuto docente y reglamento estudiantil que adopten mecanismos y criterios para la selección, permanencia, promoción y evaluación de los profesores y de los estudiantes, considerando lo previsto en la Constitución y en la ley. Dichos documentos deben estar publicados en la página web institucional.
- b. La existencia de una estructura organizativa, de sistemas de información y mecanismos de gestión que permitan la concesión de procesos de planeación, administración, evaluación y seguimiento de los contenidos curriculares, de las experiencias investigativas y de los diferentes servicios y recursos.

- c. La promoción de una cultura de autoevaluación que tome en consideración el diseño y aplicación de políticas que envuelvan a los diferentes miembros de la comunidad académica y puedan ser verificables mediante evidencias o indicadores de resultado.
- d. El desarrollo de una estrategia de seguimiento a corto y largo plazo a egresados, de manera que se pueda conocer y estimar el desempeño de los mismos y el impacto social del programa, así como incentivar el intercambio de experiencias académicas e investigativas.
- e. La organización de un modelo de bienestar universitario organizado, conforme con los lineamientos adoptados por el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), que incluya el fomento de programas y actividades de bienestar en las que participe la comunidad educativa, programas y servicios de salud, programas que faciliten condiciones económicas y laborales, y programas de bienestar en cultura, entre otros.
- f. La viabilidad financiera para la oferta y desarrollo del programa, para lo cual se debe presentar el estudio de factibilidad económica elaborado para tal fin, o el correspondiente plan de inversión, si se trata de programas en funcionamiento.

Adicionalmente, el MEN determinará las características específicas de calidad de los programas académicos de educación superior sujetos a lo establecido en las disposiciones legales y vigentes, que deberán estudiarse para la obtención o renovación del registro calificado.

1.3.4 Procedimiento para obtención del registro calificado (Decreto 1295, 2010). El procedimiento que se sigue para obtener el registro calificado involucra los pasos citados a continuación.

- a. Solicitud.** La solicitud de registro calificado debe ser hecha por el representante legal de la entidad educativa de educación superior a través del Sistema de Aseguramiento de la Calidad

en Educación Superior (SACES) o cualquier otra herramienta de la que disponga el MEN para tal fin.

- b. Designación de pares académicos.** El MEN designará, con el apoyo en las Salas de la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES), el par o pares académicos que llevarán a cabo la visita para verificar las condiciones de calidad, y comunicará a la entidad educativa su nombre. Cabe señalar que a los pares académicos les serán aplicadas las disposiciones relacionadas con los conflictos de interés, impedimentos y causales de recusación de los que trata el Código de Procedimiento Civil para los peritos.
- c. Visita de verificación.** El MEN determinará la realización de las visitas e informará a la entidad educativa sobre las fechas y la agenda programada. Cada uno de los pares académicos deberá elaborar y presentar su informe al cabo de cinco (5) días hábiles de haberse llevado la visita.
- d. Concepto.** Una vez se ha presentado el informe de verificación de las condiciones de calidad, la CONACES emitirá concepto con exposición de motivos y recomendación, dirigido al MEN.
- e. Decisión.** Tomando en consideración el concepto emitido por la CONACES, el MEN tomará la decisión mediante acto administrativo contra el cual procede el recurso de reposición, en los términos del Código Contencioso Administrativo.

La información que reciba el MEN durante el proceso de verificación y evaluación de las condiciones de calidad de las entidades de educación superior y de los programas académicos es confidencial. Los servidores públicos y demás personas que participen en este proceso deben guardar confidencialidad y reserva de la información que conozcan.

2. Educación en Ingeniería de Energía en Colombia y el mundo

2.1 Programas de Ingeniería de Energía en el mundo

Con el propósito de satisfacer el aumento en la demanda de recursos energéticos necesarios para el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida, la creación, desarrollo e implementación de tecnologías apropiadas de energías renovables se ha convertido en un factor clave en la matriz energética mundial. Estos propósitos han sido priorizados por un gran número de países del mundo a fin de suministrar alternativas energéticas ambientalmente sostenibles, de modo que se ha logrado un progreso considerable en diferentes tecnologías que incluyen energía eólica, energía solar y aplicaciones térmicas, así como la producción de biogás, bioetanol y biodiésel a partir de biomasa. No obstante, la contribución general de las energías renovables a la matriz energética es aún muy limitada si se compara con su potencial, por lo cual se hace fundamental la formación de profesionales capacitados y competentes en el desarrollo de estas fuentes de energía, e igualmente el entrenamiento profesional en estas áreas a trabajadores vinculados a la industria energética (Kandpal & Broman, 2014).

En Europa, las tecnologías de energías renovables fueron estudiadas por primera vez a profundidad después de la crisis petrolera de 1973, y esto trajo consigo la creación de programas académicos que se afianzaron a finales de la década de los 90 a raíz de las preocupaciones concernientes al calentamiento global (Nitsch, Krewitt & Langniss, 2003). Si bien existen numerosos programas universitarios que favorecen la formación en energías renovables, el

número de programas de posgrado es considerablemente mayor al número de programas de pregrado. Sin embargo, en muchos de estos programas se han incluido cursos electivos sobre tópicos relacionados con energías renovables, y también se han creado programas interdisciplinarios, tales como el de Administración de Negocios Internacionales con énfasis en Energías Renovables en la SRH Hochschule Berlin (Alemania) o el de Ingeniería Civil y Sostenibilidad en la Universidad Brunel (Inglaterra) (Kandpal & Broman, 2014). Adicionalmente, algunos programas académicos especializados en energías renovables son ofrecidos actualmente en Noruega, Rusia, Portugal, España, Reino Unido y Alemania.

En Asia, principalmente en la parte oriental, se ha prestado especial interés al desarrollo de energías renovables. Es el caso de Japón, Corea del Sur y Taiwán, que son naciones que no cuentan con reservas de combustibles fósiles, de modo que son dependientes de importaciones para satisfacer su demanda energética. A partir de los años 70, los tres países han promovido con vehemencia el desarrollo de energías alternativas con el fin de mejorar su seguridad energética y mitigar daños y catástrofes como el accidente nuclear de Fukushima I, que tuvo lugar en 2011 (Chen, Kim & Yamaguchi, 2014). De manera análoga, países como China, India y Turquía han adoptado progresivamente tecnologías de energías renovables para satisfacer su demanda energética (Chang, Leung, Wu & Yuan, 2003; Kumar, Kaushik, Sharma & Mishra, 2010; Erdil & Erbiyik, 2015). En ese panorama, si bien en Asia —al igual que en el caso de Europa— es más amplia la oferta de posgrados en energías alternativas, destacan especialmente dos programas de pregrado adscritos a dos de las universidades más prestigiosas del continente: Ingeniería de la Energía y los Recursos con énfasis en Energías Limpias en la Universidad de Pekín (China) e Ingeniería de los Recursos Energéticos en la Universidad Nacional de Seúl (Corea del Sur).

África, por su parte, es visto como un continente con abundantes recursos energéticos renovables, con un potencial significativo para el desarrollo de energías geotérmica, solar y eólica, y abundante biomasa (Karekezi & Kithyoma, 2003). No obstante, el desarrollo de estos recursos se ha visto menoscabado por los intereses políticos y la vulnerabilidad del continente a continuar con la explotación de combustibles fósiles, dado que sus economías dependen en gran medida de la exportación de petróleo (Aliyu, Modu & Tan, 2018), de modo que la cultura de las energías renovables aún no se ha diseminado apropiadamente y la oferta académica de pregrado en esta área específica es escasa. Con todo, existen centros de investigación en Sudáfrica tales como el Centro de Nuevos Sistemas de Energía (CNES) adscrito a la Universidad de Pretoria y el Centro para los Estudios de la Energía Renovable y Sostenible.

En Oceanía, los países líderes en el desarrollo de energías renovables son Australia y Nueva Zelanda. La iniciativa de ambos países para adoptar este tipo de energías tuvo en común un interés por reducir las emisiones de gases a la atmósfera (Kelly, 2007; Hua, Oliphant & Hu, 2016), y esto trajo consigo la necesidad de crear programas especializados en energías renovables y gerencia de la energía para satisfacer los requerimientos de profesionales capacitados en estas áreas (Thomas, Jennings & Lloyd, 2008). Así, se encuentra que existen programas de pregrado en ocho universidades de Australia (tres de las cuales se encuentran entre las mejores 100 universidades del mundo) y en una de Nueva Zelanda.

De manera similar, en el caso de Estados Unidos y Canadá, el desarrollo de las energías alternativas se ha dado de manera tan significativa que corresponden al 12,2% y 18,9% del abastecimiento energético primario de estos países, respectivamente (U.S. Energy Information Administration [EIA], 2015; Natural Resources Canada, 2017). Esto ha conllevado, simultáneamente, al fortalecimiento y creación de varios programas académicos de pregrado y

posgrado en América Septentrional. De este modo, Estados Unidos cuenta con numerosos programas de pregrado con énfasis que incluyen recursos energéticos, energía, medio ambiente y gerencia de la energía, en centros de enseñanza entre los que destacan la Universidad de Stanford, la Universidad de California en Berkeley y la Universidad Estatal de Pensilvania. Asimismo, Canadá cuenta con dos programas de pregrado sobresalientes con especialidad en sostenibilidad y energías alternativas en la Universidad de Calgary y la Universidad de Carleton.

Finalmente, el caso de América Latina ha dado muestra de su compromiso con las energías renovables, puesto que, según la Agencia Internacional de Energías Renovables, en 2015 se invirtieron a estas —excluyendo la energía hidráulica— cerca de 16.400 millones de dólares, a lo cual se adiciona que una cuarta parte de la energía primaria de la región proviene de fuentes renovables. En ese sentido, la robustez de la oferta académica en tres de los países que más han apostado a ellas (Brasil, México y Chile, en ese orden) es una prueba irrefutable de su interés por dinamizar sus matrices energéticas y hacerlas cada vez menos dependientes de los combustibles fósiles (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2016). De este modo, en Brasil, son destacados los programas académicos de Ingeniería de Energía de la Universidad Federal de Río Grande del Sur y la Universidad de Brasilia; en México, los de Ingeniería en Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México e Ingeniería en Desarrollo Sustentable del Tecnológico de Monterrey; y en Chile, el programa de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile.

A continuación se presenta un resumen de los principales programas académicos de Ingeniería de Energía en el mundo, haciendo énfasis en el ámbito académico, investigativo y administrativo de los mismos. La metodología para la selección de estos programas —que fueron

considerados para el diseño de la propuesta académica del programa de Ingeniería de Energía en la Universidad Industrial de Santander— consideró cuatro aspectos:

- a. la afinidad misional y académica del programa académico en cuestión con la propuesta que se planteará en la Escuela de Ingeniería de Petróleos;
- b. el prestigio de la institución educativa de educación superior a la que pertenece el programa académico en cuestión, según la Clasificación mundial de universidades QS del año 2018;
- c. el plan de estudios del programa académico en cuestión, de modo que sirva como modelo para la creación de la propuesta;
- d. el desarrollo de las fuentes de energía renovable no convencionales en el país en que se ofrece el programa académico en cuestión.

Tabla 1.

Programa de Ingeniería de Recursos Energéticos de la Universidad de Stanford.

Ingeniería de Recursos Energéticos			
Universidad de Stanford			
Facultad	Facultad de Ciencias de la Tierra, Energía y Medio Ambiente		
Enfoques posibles	1. Energías renovables 2. Ingeniería de petróleos		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Inglés
Número de créditos	170 a 190	País	Estados Unidos


Stanford University

Estructura académica del programa	
Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas
<p>Núcleo común obligatorio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía y medio ambiente ▪ Energía sostenible para 9 mil millones de habitantes ▪ Fundamentos de ingeniería de petróleos ▪ Modelamiento de la incertidumbre en las ciencias de la Tierra ▪ Proyecto final y Seminario en ingeniería de recursos energéticos <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo diferencial ▪ Cálculo integral I ▪ Cálculo integral II ▪ Cálculo vectorial para ingenieros o Álgebra lineal y cálculo diferencial de varias variables ▪ Ecuaciones diferenciales ordinarias para ingenieros o Ecuaciones diferenciales ordinarias con álgebra lineal ▪ Álgebra lineal y ecuaciones diferenciales parciales para ingenieros o Cálculo integral de varias variables <p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios de química general I o Principios de química avanzada I ▪ Principios de química general II o Principios de química avanzada II ▪ Estructura y reactividad de las moléculas orgánicas ▪ Mecánica ▪ Electricidad y magnetismo ▪ Principios de óptica y termodinámica estadística ▪ Laboratorio de óptica y termodinámica estadística ▪ Introducción a la geología <p>Fundamentos de ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentos de programación o Programación y estructuras de datos avanzada ▪ Programación y estructuras de datos o Programación y estructuras de datos avanzada ▪ Introducción a la mecánica de sólidos ▪ Termodinámica para ingenieros ▪ Economía para ingenieros ▪ Introducción a la mecánica de fluidos 	<p>Energías renovables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentos de energía renovable ▪ Captura y almacenamiento de carbono ▪ Optimización de sistemas energéticos ▪ Celdas fotovoltaicas, celdas de combustible, baterías y su importancia ▪ Fundamentos de procesos energéticos ▪ Energía eólica e hidráulica ▪ Medio ambiente y tecnología ▪ Construcciones sostenibles ▪ Evaluación del desempeño de sistemas de energía renovable <p>Ingeniería de petróleos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentos de flujo multifásico ▪ Registro de pozos I ▪ Caracterización integrada de yacimientos ▪ Modelamiento geológico y geofísico de yacimientos ▪ Captura y almacenamiento de carbono ▪ Análisis de pruebas de presión ▪ Ingeniería de producción ▪ Optimización de sistemas energéticos ▪ Modelamiento matemático en geociencias ▪ Métodos sísmicos ▪ Geología de los hidrocarburos

Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recobro mejorado ▪ Caracterización geoestadística y modelamiento de yacimientos ▪ Ingeniería de gas ▪ Optimización de la producción ▪ Propiedades de los fluidos del yacimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía eólica y mareomotriz ▪ Análisis de pruebas de presión ▪ Almacenamiento de carbono ▪ Simulación multiescala ▪ Modelamiento y optimización de los sistemas energéticos <p>El objetivo del programa de Ingeniería de Recursos Energéticos es proporcionar a los estudiantes las habilidades de ingeniería y los fundamentos necesarios para convertirse en líderes técnicos dentro de la industria de la energía</p>

Comentarios


- En algunas asignaturas obligatorias, el estudiante puede elegir entre dos (2) alternativas para completar los créditos exigidos
- Se deben cursar al menos cinco (5) asignaturas electivas de Energías renovables o Ingeniería de petróleos —según sea el énfasis elegido— y una (1) del otro énfasis, para un total de seis (6)

Nota: Adaptado de Stanford University. (2018). *Energy Resources Engineering*. Recuperado de <http://exploreddegrees.stanford.edu/schoolofearthsciences/energyresourcesengineering>.

Tabla 2.

Programa de Ingeniería de Recursos Energéticos de la Universidad Nacional de Seúl.

Ingeniería de Recursos Energéticos			
Universidad Nacional de Seúl			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Coreano
Número de créditos	164	País	Corea del Sur

Estructura académica del programa	
Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas
<p>Núcleo común obligatorio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la ingeniería de recursos energéticos ▪ Prospectiva de recursos energéticos ▪ Mecánica de recursos energéticos <p>Matemática y programación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo I ▪ Cálculo II ▪ Matemáticas para ingenieros I ▪ Matemáticas para ingenieros II ▪ Fundamentos de programación ▪ Programación avanzada <p>Geología de recursos energéticos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geología general de recursos energéticos ▪ Fundamentos de sistemas geoinformáticos ▪ Introducción a la ingeniería geofísica ▪ Riesgos y peligros geológicos ▪ Geoestadística ▪ Fundamentos de sismología ▪ Geología estructural ▪ Fundamentos de hidrogeología ▪ Procesamiento de datos geofísicos <p>Energías alternativas, medio ambiente y gerencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerencia de la energía y el medio ambiente ▪ Fundamentos de energías renovables ▪ Geoquímica ambiental ▪ Economía energética ▪ Liderazgo en la industria energética ▪ Evaluación de proyectos de inversión en la industria energética ▪ Análisis de mercados energéticos internacionales ▪ Energía geotérmica 	<p>Fundamentos de ingeniería de recursos energéticos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Termodinámica ▪ Mecánica de rocas I ▪ Mecánica de rocas II ▪ Caracterización estática de yacimientos de hidrocarburos ▪ Fundamentos de exploración de recursos energéticos ▪ Teledetección de recursos energéticos ▪ Registro de pozos ▪ Análisis numérico aplicado a recursos energéticos ▪ Diseño de sistemas energéticos ▪ Tópicos en ingeniería de recursos energéticos ▪ Procesamiento de minerales ▪ Captura y almacenamiento de carbono ▪ Yacimientos de hidrocarburos no convencionales ▪ Generación y transporte de los recursos energéticos ▪ Perforación y voladura ▪ Minería subterránea ▪ Almacenamiento de los recursos energéticos <p>Sociohumanística</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inglés ▪ Coreano ▪ Literatura y arte ▪ Historia y filosofía ▪ Sociedad y pensamiento
<p>Física general I o Física avanzada I</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Física general II o Física avanzada II ▪ Química general I o Química avanzada I ▪ Química general II o Química avanzada II ▪ Biología I ▪ Biología II ▪ Estadística ▪ Laboratorio de Física I ▪ Laboratorio de Física II ▪ Laboratorio de Química I ▪ Laboratorio de Química II ▪ Laboratorio de Biología I ▪ Laboratorio de Biología II 	
Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas energéticos ▪ Exploración y explotación de nuevos recursos energéticos y/o minerales ▪ Geología y medio ambiente ▪ Fundamentos de construcción 	<p>El objetivo del programa de Ingeniería de Recursos Energéticos es propiciar actividades de investigación para desarrollar tecnologías novedosas en el campo de los recursos energéticos y educar futuros líderes que desempeñen roles significativos en la explotación de recursos energéticos en el país y el mundo</p>
Comentarios	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar dieciséis (16) créditos correspondientes a las asignaturas electivas del componente científico ▪ Dependiendo de las asignaturas electivas que tome el estudiante, este debe cursar simultáneamente el correspondiente laboratorio de dichas asignaturas 	

Nota: Adaptado de Seoul National University. (2008). *Department of Energy Resources Engineering*. Recuperado de <http://ere.snu.ac.kr/en/university/universitySub01.asp>.

Tabla 3.

Programa de Ingeniería de Energía y Recursos de la Universidad de Pekín.

Ingeniería de Energía y Recursos Universidad de Pekín			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Enfoques posibles	1. Recursos hídricos 2. Energías limpias e ingeniería 3. Uso eficiente de los recursos renovables		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Mandarín
Número de créditos	150	País	China



PEKING UNIVERSITY
1898


Estructura académica del programa	
Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas
<p>Cursos de formación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inglés ▪ Política ▪ Teoría militar ▪ Deportes ▪ Introducción a la computación ▪ Estructuras de datos y algoritmos <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo I ▪ Cálculo II ▪ Álgebra lineal y geometría ▪ Ecuaciones diferenciales ordinarias ▪ Probabilidad y estadística ▪ Métodos numéricos <p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Química general ▪ Laboratorio de química general ▪ Mecánica ▪ Fundamentos de termodinámica ▪ Laboratorio de física <p>Cursos profesionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la ingeniería moderna I ▪ Introducción a la ingeniería moderna II ▪ Fundamentos de ingeniería de energía y recursos ▪ Mecánica de fluidos ▪ Fundamentos de geociencias ▪ Química orgánica ▪ Transferencia de calor y masa ▪ Química de polímeros ▪ Física del flujo de fluidos en el medio poroso ▪ Experimentos fundamentales de la ingeniería de energía y recursos I ▪ Experimentos fundamentales de la ingeniería de energía y recursos II ▪ Simulación numérica 	<p>Recursos hídricos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrología ▪ Ingeniería económica ▪ Dibujo para ingeniería ▪ Monitoreo ambiental ▪ Hidrología de aguas subterráneas ▪ Fundamentos de producción limpia ▪ Ingeniería de tratamiento de agua ▪ Hidrogeología ambiental ▪ Modelamiento de la calidad de agua superficial ▪ Fundamentos de ingeniería ambiental <p>Energías limpias e ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería económica ▪ Dibujo para ingeniería ▪ Introducción a la combustión ▪ Ingeniería de biorreactores ▪ Termodinámica para ingenieros ▪ Ingeniería de yacimientos de hidrocarburos ▪ Tecnologías de generación renovables ▪ Electromagnetismo ▪ Geomecánica ▪ Microbiología ambiental ▪ Química orgánica ▪ Bioquímica ▪ Química analítica ▪ Geología del petróleo ▪ Fundamentos de electricidad <p>Uso eficiente de los recursos renovables</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería económica ▪ Dibujo para ingeniería ▪ Introducción a la combustión ▪ Termodinámica para ingenieros ▪ Química orgánica ▪ Bioquímica ▪ Química analítica ▪ Fundamentos de electricidad ▪ Tecnologías de generación renovables
Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recursos hídricos ▪ Hidrogeología ▪ Protección de aguas subterráneas ▪ Prevención de la contaminación de acuíferos ▪ Simulación numérica ▪ Uso efectivo de los recursos renovables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería de explotación y tecnologías de recuperación ▪ Nuevas tecnologías en la industria de los hidrocarburos ▪ Energías limpias: geotérmica, solar, eólica, biomasa <p>El objetivo del programa es formar investigadores y profesionales de primer nivel en el campo de la energía y los recursos, que aporten significativamente a la ciencia y la tecnología y a la solución de problemas del país</p>
Comentarios	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante deberá completar un total de veintiocho (28) créditos de asignaturas electivas según el énfasis escogido 	

Nota: Adaptado de Peking University. (2014). *Energy & Resources Engineering*. Recuperado de <http://www.coe.pku.edu.cn/Catalog-ERE>.

Tabla 4.

Programa de Ingeniería de Energía de la Universidad de Estatal de Pensilvania.

Ingeniería de Energía			
Universidad Estatal de Pensilvania			
Facultad	Facultad de Ciencias de la Tierra y Mineralogía		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Inglés
Número de créditos	131	País	Estados Unidos


PennState

Estructura académica del programa


Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas	
<p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo con geometría analítica I ▪ Cálculo con geometría analítica II ▪ Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales ▪ Cálculo multivariable <p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios de química I ▪ Química experimental I ▪ Principios de química II ▪ Mecánica ▪ Electricidad y magnetismo ▪ Fundamentos de química orgánica I o Química orgánica I <p>Fundamentos de ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seminario de Ciencias de la Tierra y mineralogía I o Comunicación efectiva ▪ Seminario de ingeniería y ciencia de la energía ▪ Introducción a la ciencia de los materiales ▪ Introducción al análisis microeconómico y político o Introducción a la economía de la energía y las ciencias de la Tierra o Principios de economía ▪ Programación para ingenieros con MatLab o Programación para ingenieros con C++ o Programación para ingenieros con Fortran ▪ Transferencia de calor y masa ▪ Termodinámica aplicada a la ingeniería de energía ▪ Mecánica de fluidos aplicada a la ingeniería de energía 	<p>Ingeniería aplicada</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Circuitos eléctricos y distribución de energía ▪ Principios de la ingeniería de energía ▪ Diseño de sistemas de conversión de energía solar ▪ Introducción a la combustión ▪ Conversión de energía eólica e hidráulica ▪ Química de los combustibles ▪ Refinación de petróleo ▪ Fundamentos de ingeniería electroquímica ▪ Procesos de conversión de energía ▪ Evaluación y análisis de inversión de recursos o Ingeniería económica ▪ Laboratorio de ingeniería y ciencia de la energía ▪ Proyecto de diseño energético ▪ Proyecto de investigación o Pasantía <p>Sociohumanística</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Composición y escritura ▪ Artes I o Humanidades I o Ciencias sociales I ▪ Artes II o Humanidades II o Ciencias sociales II ▪ Artes III o Humanidades III o Ciencias sociales III ▪ Introducción a la ética ▪ Salud y actividad física I ▪ Salud y actividad física I ▪ Escritura técnica 	<p>Ingeniería de energía y medio ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería verde y conformidad ambiental ▪ Celdas de hidrógeno y combustible ▪ Termodinámica moderna para sistemas energéticos ▪ Materiales para aplicaciones energéticas ▪ Contaminación del aire a partir de fuentes de combustión ▪ Control de la contaminación en los procesos industriales <p>Profesionales</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contabilidad financiera y de gestión para toma de decisiones ▪ Finanzas globales ▪ Gerencia global ▪ Finanzas corporativas ▪ Manejo del riesgo ▪ Ingeniería económica ▪ Principios de emprendimiento ▪ Principios de liderazgo ▪ Aspectos legales de gerencia de recursos ▪ Ambiente legal de los negocios <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas energéticos de biomasa ▪ Diseño de sistemas fotovoltaicos ▪ Introducción a la ingeniería ambiental ▪ Tratamiento de aguas ▪ Refrigeración y aire acondicionado ▪ Ingeniería de reacciones químicas ▪ Ingeniería de bioprocesos ▪ Conversión de energía ▪ Producción y uso de biocombustibles ▪ Fundamentos de nanotecnología ▪ Propiedades térmicas de los materiales ▪ Diseño de intercambiadores de calor ▪ Motores de combustión interna ▪ Turbinas de gas
Áreas de investigación	Objetivo del programa	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hidrodinámica de sistemas multifásicos ▪ Tecnologías limpias ▪ Catálisis aplicada ▪ Energía electroquímica y sistemas catalíticos ▪ Producción y almacenamiento de hidrógeno 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Captura de carbono ▪ Bioceldas y bioenergía ▪ Modelamiento molecular ▪ Energías renovables ▪ Motores y combustión ▪ Control de emisiones ▪ Derivados de combustibles 	<p>El objetivo del programa de Ingeniería de Energía es formar estudiantes que propongan soluciones a las necesidades energéticas actuales de la sociedad mediante la integración de los principios clave de ciencia e ingeniería, competentes y constantemente actualizados</p>
Comentarios		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ En ciertas asignaturas obligatorias, el estudiante puede elegir entre dos (2) o más alternativas para completar los créditos ▪ El estudiante debe cursar una (1) electiva de ingeniería de energía y medio ambiente, dos (2) técnicas y dos (2) profesionales 		

Nota: Adaptado de Pennsylvania State University. (2014). *Recommended Academic Plan for B.S. in Energy Engineering (ENENG) at University Park*. Recuperado de <https://rap.psu.edu/node/1206>.

Tabla 5.

Programa de Ingeniería de la Energía de la Universidad Carlos III de Madrid.

Ingeniería de la Energía			
Universidad Carlos III de Madrid			
Facultad	Escuela Politécnica Superior		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Inglés
Número de créditos	240	País	España



Universidad Carlos III de Madrid


Estructura académica del programa	
Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas
<p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Álgebra lineal ▪ Cálculo I ▪ Cálculo II ▪ Estadística ▪ Cálculo III <p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Física I ▪ Física II <p>Complementarias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas de búsqueda y uso de la información ▪ Técnicas de expresión oral y escrita ▪ Expresión gráfica en la ingeniería ▪ Fundamentos de gestión empresarial ▪ Tecnología ambiental ▪ Principios de economía: mercados y fallos de mercados ▪ Gestión de la demanda de energía y gestión de riesgos en empresas no financieras ▪ Habilidades: Humanidades ▪ Oficina técnica ▪ Organización industrial ▪ Regulación de mercados energéticos y análisis coste-beneficio 	<p>Fundamentos de ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programación ▪ Fundamentos químicos de la ingeniería ▪ Automatización industrial ▪ Fundamentos de ingeniería eléctrica ▪ Ingeniería térmica ▪ Mecánica de estructuras ▪ Mecánica de máquinas ▪ Ciencia e ingeniería de materiales ▪ Fundamentos de ingeniería electrónica ▪ Ingeniería fluidomecánica ▪ Sistemas de producción y fabricación ▪ Centrales térmicas ▪ Electrónica de potencia en sistemas energéticos ▪ Generación eléctrica ▪ Transporte de fluidos y máquinas hidráulicas ▪ Aerotermoquímica de sistemas ▪ Energía eólica ▪ Energía solar ▪ Transporte y distribución de energía ▪ Energía nuclear ▪ Trabajo de fin de grado
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo IV ▪ Cálculo numérico ▪ Econometría y análisis de series temporales energéticas ▪ Energía en el transporte ▪ Energía en la edificación ▪ Energía y agua ▪ Gestión avanzada de redes eléctricas inteligentes ▪ Instrumentación electrónica en sistemas energéticos ▪ Prácticas externas
Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas solares pasivos ▪ Electrificación fotovoltaica-eólica ▪ Biodigestión ▪ Sistemas energéticos y térmicos eficientes y de bajo impacto ambiental ▪ Reducción de las emisiones a la atmósfera de máquinas y motores térmicos ▪ Tecnologías de vaporización energética, sostenibilidad energética y empleo de energías renovables ▪ Biofluidodinámica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impacto ambiental en la atmósfera por formas de materia y de energía. Acústica técnica ▪ Aplicaciones térmicas de la energía solar ▪ Procesos termoquímicos de combustibles sólidos ▪ Energía solar térmica ▪ Simulación (CFD) de fluidos multifásicos ▪ Energías renovables ▪ Caracterización de flujos bifásicos ▪ Fluidodinámica de pilas de combustible
<p>Comentarios</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar un total de dieciocho (18) créditos de asignaturas electivas para cumplir con los requisitos exigidos 	

Nota: Adaptado de Universidad Carlos III de Madrid. (2018). *Grado en Ingeniería de la Energía*. Recuperado de https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Grado/es/Detalle/Estudio_C/1371212296652/1371212987094/Grado_en_Ingenieria_de_la_Energia.

Tabla 6.

Programa de Ingeniería de Energía de la Universidad Federal de Río Grande del Sur.

Ingeniería de Energía			
Universidad Federal de Río Grande del Sur			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Cinco (5) años	Idioma de instrucción	Portugués
Número de créditos	245	País	Brasil



Estructura académica del programa			
	Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas	
<p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo con geometría analítica I ▪ Álgebra lineal I ▪ Cálculo con geometría analítica II ▪ Ecuaciones diferenciales II ▪ Estadística para ingeniería ▪ Matemática aplicada II ▪ Cálculo numérico ▪ Matemática financiera <p>Ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Física I ▪ Física II ▪ Física III ▪ Física IV ▪ Mecánica aplicada I ▪ Química fundamental <p>Complementarias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño técnico I ▪ Diseño técnico II ▪ Gestión ambiental ▪ Geometría descriptiva II ▪ Higiene y seguridad en el trabajo <p>Fundamentos de ingeniería</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la ingeniería de energía ▪ Investigación de operaciones para ingenieros I ▪ Introducción a la programación ▪ Termodinámica ▪ Mecánica de fluidos ▪ Transferencia de calor y masa 	<p>Ingeniería aplicada</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Circuitos eléctricos I ▪ Circuitos eléctricos II ▪ Laboratorio de circuitos eléctricos ▪ Combustibles ▪ Materiales eléctricos y magnéticos ▪ Conversión electromecánica de energía I ▪ Conversión electromecánica de energía II ▪ Fundamentos de combustión ▪ Señales y sistemas ▪ Análisis de sistemas eléctricos de potencia ▪ Fundamentos de ingeniería nuclear ▪ Mediciones térmicas ▪ Energía eólica ▪ Energía solar térmica ▪ Producción de energía eléctrica ▪ Sistemas térmicos ▪ Energía solar fotovoltaica ▪ Instalaciones eléctricas ▪ Planeamiento energético ▪ Sistemas de transmisión de energía eléctrica <p>Profundización</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyecto en energía I ▪ Proyecto en energía II ▪ Proyecto en energía III ▪ Proyecto en energía IV ▪ Proyecto en energía V ▪ Proyecto en energía VI ▪ Proyecto en energía VII ▪ Proyecto en energía VIII ▪ Estudio supervisado - Ingeniería de energía ▪ Trabajo de grado - Ingeniería de energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de energía en edificaciones ▪ Aprovechamiento hidroeléctrico ▪ Tubos ▪ Centrales hidroeléctricas ▪ Centrales termoeléctricas ▪ Climatización II ▪ Combustión aplicada ▪ Electrónica fundamental I ▪ Ingeniería de reactores nucleares ▪ Fundamentos de ingeniería de seguridad en el trabajo ▪ Fundamentos de protección radiológica ▪ Generación y utilización de vapor ▪ Introducción a la ingeniería nuclear II ▪ Laboratorio de control ▪ Lenguaje C para ingenieros ▪ Máquinas de fluido I ▪ Máquinas volumétricas ▪ Motores alternativos ▪ Principios de electrónica de potencia ▪ Protección y estabilidad de los sistemas eléctricos de potencia ▪ Calidad de la energía eléctrica ▪ Sistemas de control I ▪ Sistemas de automatización 	
	Áreas de investigación	Objetivo del programa	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas solares de calefacción ▪ Sistemas de energía solar fotovoltaica ▪ Materiales para celdas de combustible ▪ Sistema de energización eléctrica para señalización de boyas marítimas ▪ Modelamiento de sistemas eléctricos y equipos ▪ Radiación solar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de desempeño de sistemas de energía ▪ Almacenamiento de energía ▪ Disponibilidad de sistemas de energía ▪ Aplicaciones de inteligencia artificial en sistemas de potencia ▪ Estabilidad transitoria 	<p>El programa de Ingeniería de Energía tiene como objetivo formar profesionales aptos para entender de forma sistémica todo lo relacionado con la energía, desde la producción y la distribución hasta el consumo final, con un amplio enfoque multidisciplinario del curso con otros cursos de ingeniería</p>
Comentarios			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar un total de doce (12) créditos de asignaturas electivas para cumplir con los requisitos exigidos ▪ Para obtener el título, el estudiante debe cumplir con el requisito de idioma extranjero, para lo cual debe tomar dos (2) cursos de alguno de los siguientes idiomas: alemán, francés, inglés o italiano 			

Nota: Adaptado de Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2018). *Engenharia de Energia*. Recuperado de http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=909.

Tabla 7.

Programa de Ingeniería de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Ingeniería de Energías Renovables			
Universidad Nacional Autónoma de México			
Facultad	Instituto de Energías Renovables		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	356	País	México



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO


Estructura académica del programa			
Asignaturas obligatorias		Asignaturas electivas	
Ciencias básicas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo diferencial ▪ Cálculo integral ▪ Cálculo vectorial ▪ Electricidad y magnetismo ▪ Álgebra y geometría analítica ▪ Álgebra lineal ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Química ▪ Mecánica ▪ Termodinámica ▪ Probabilidad y estadística Ciencias sociales y humanidades <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recursos energéticos y necesidades de México ▪ Redacción técnica ▪ Energías renovables y sociedad ▪ Ética y desarrollo profesional Complementarias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Creación de empresas energéticas ▪ Seminario de titulación 	Ciencias de la ingeniería <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mecánica de fluidos ▪ Transferencia de calor ▪ Sistemas de instrumentación y control ▪ Energía y desarrollo sustentable ▪ Energía solar térmica ▪ Energía solar fotovoltaica ▪ Termodinámica aplicada ▪ Energía eólica ▪ Ingeniería de materiales ▪ Bioenergía ▪ Geoterminia ▪ Hidroenergía ▪ Introducción al diseño bioclimático ▪ Hidrógeno y energía Ingeniería aplicada <ul style="list-style-type: none"> ▪ Integración de sistemas ▪ Innovación tecnológica ▪ Diagnóstico y evaluación energética ▪ Energía y medio ambiente 	Energías renovables y desarrollo sustentable <ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de ciclo de vida ▪ Aspectos jurídicos de la ingeniería ▪ Contabilidad financiera y costos ▪ Economía de las energías renovables ▪ Investigación de operaciones ▪ Microeconomía y macroeconomía ▪ Política energética ▪ Prospectiva energética ▪ Sustentabilidad mundial y regional ▪ Temas selectos en energías renovables y desarrollo sustentable Humanidades <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicación oral y escrita ▪ Cultura y comunicación ▪ Desarrollo empresarial ▪ Literatura hispanoamericana contemporánea ▪ Psicología ambiental ▪ Relaciones laborales y organizaciones ▪ Redacción de documentos técnicos en inglés ▪ Sociología ▪ Temas selectos en ciencias sociales y humanidades 	Tecnologías de energías renovables <ul style="list-style-type: none"> ▪ Almacenamiento de la energía renovable ▪ Bioenergía II ▪ Celdas solares ▪ Diseño de circuitos ▪ Diseño de elementos de máquinas ▪ Energía en edificaciones ▪ Energía eólica II ▪ Estadística II ▪ Geoterminia II ▪ Hidrógeno y energía II ▪ Macromoléculas en energías renovables ▪ Refrigeración y bombas de calor ▪ Energía solar fotovoltaica II ▪ Energía solar térmica II ▪ Temas selectos en tecnologías de energías renovables ▪ Modelos estocásticos en ingeniería
Áreas de investigación		Objetivo del programa	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuentes renovables de energía ▪ Planeación, prospectiva y desarrollo sustentable ▪ Aprovechamiento y uso de la energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía y sociedad ▪ Aspectos básicos que coadyuvan al desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías energéticas sustentables 	El curso de Ingeniería de Energías Renovables busca formar profesionales que sepan afrontar los grandes retos energéticos y la problemática ambiental mundial y que atiendan las necesidades del sector energético y el desarrollo sustentable, con responsabilidad social	
Comentarios			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe cursar, en total, cuatro (4) asignaturas electivas de las áreas de energías renovables y desarrollo sustentable y tecnologías de energías renovables ▪ El estudiante debe cursar una (1) asignatura electiva del área de humanidades 			

Nota: Adaptado de Instituto de Energías Renovables. (2018). *Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER)*. Recuperado de <http://www.ier.unam.mx/educacion/licenciatura.html>.

Tabla 8.

Programa de Ingeniería de Energías Renovables de la Universidad de Exeter.

Ingeniería de Energías Renovables			
Universidad de Exeter			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Tres (3) años	Idioma de instrucción	Inglés
Número de créditos	360	País	Inglaterra



Estructura académica del programa	
Asignaturas obligatorias	Asignaturas electivas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de energía renovable I ▪ Sistemas de energía renovable II ▪ Ciencias de la ingeniería de energía ▪ Programación aplicada a los estudios energéticos ▪ Política energética y mercados ▪ Matemáticas aplicadas a sistemas energéticos ▪ Mecánica para ingenieros ▪ Fundamentos de termodinámica y mecánica de fluidos ▪ Principios de electricidad y electrónica ▪ Gerencia de la energía ▪ Conversión de energía eléctrica y transporte ▪ Mecánica de fluidos ▪ Gestión de proyectos y contabilidad ▪ Mecánica de materiales ▪ Termodinámica aplicada ▪ Datos, señales y sistemas ▪ Ingeniería de redes y modelamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía oceánica ▪ Análisis del ciclo de vida ▪ Energía eólica ▪ Captura y almacenamiento de carbono ▪ Tecnologías de almacenamiento de energía ▪ Gestión del talento humano ▪ Energía solar ▪ Arquitectura sustentable ▪ Ingeniería computacional aplicada a sistemas de energía renovable

Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía renovable <i>offshore</i> ▪ Operaciones marinas e hidrodinámica ▪ Valoración de recursos renovables <i>offshore</i> ▪ Política energética ▪ Almacenamiento energético ▪ Sistemas de potencia eléctrica ▪ Política marina aplicada a recursos renovables <i>offshore</i> 	<p>El objetivo del programa es transmitir el conocimiento y las habilidades requeridas por los profesionales del sector energético para que estos aprovechen las fuentes alternativas y diseñen estrategias para reducir la dependencia de los combustibles fósiles en el Reino Unido</p>

Comentarios
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante deberá completar un total de veintiocho (60) créditos de asignaturas electivas, que corresponde a cuatro (4) asignaturas

Nota: Adaptado de University of Exeter. (2018). *BEng Renewable Energy Engineering*. Recuperado de <http://www.exeter.ac.uk/undergraduate/degrees/energy/energy-engineering-beng>.

2.2 Programas de Ingeniería de Energía en Colombia


En el caso de Colombia, el interés por el desarrollo de fuentes de energías alternativas es relativamente reciente y recibió un impulso contundente tras la expedición de la Ley 1715 de 2014, con la cual se buscaba «promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético» (Ley 1715, 2014). Desde entonces, y a raíz de los avatares que ha debido surtir el país por su dependencia de las hidroeléctricas y los combustibles fósiles, el interés del gobierno ha estado enfocado en el desarrollo de las energías renovables como una medida para diversificar la matriz energética nacional.

En ese orden de ideas, se ha hecho relevante la creación y fortalecimiento de programas educativos de educación superior que respondan a la demanda de profesionales en estas áreas específicas, por lo cual se han creado cinco programas académicos de pregrado en Ingeniería de Energía, que se ofrecen en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Universidad de Medellín, la Universidad EAN, la Universidad de Antioquia y la Universidad Santiago de Cali, iniciados en 2001, 2012, 2014, 2017 y 2018, respectivamente. A continuación se presenta un resumen de dichos programas, haciendo énfasis en su ámbito académico, investigativo y administrativo.

Tabla 9.

Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ingeniería en Energías			
Universidad Autónoma de Bucaramanga			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Cuatro años y medio (4 ½)	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	160	Ciudad	Bucaramanga



Estructura académica del programa		
Semestre I	Semestre II	Semestre III
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Álgebra lineal ▪ Cálculo de una variable ▪ Expresión ▪ Fundamentos de programación ▪ Química para ingenieros ▪ Seminario de ingeniería I ▪ Talleres de deporte, recreación y cultura 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo en varias variables ▪ Dibujo básico ▪ Identidad y emprendimiento ▪ Laboratorio de mecánica ▪ Mecánica ▪ Programación de computadores ▪ Química ambiental ▪ Seminario de ingeniería II ▪ Talleres de desarrollo humano y salud integral 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dibujo técnico ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Electiva sociohumanística ▪ Electromagnetismo ▪ Laboratorio de electromagnetismo ▪ Laboratorio de termodinámica ▪ Mecánica analítica ▪ Seminario de ingeniería III ▪ Termodinámica
Semestre IV	Semestre V	Semestre VI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Circuitos eléctricos ▪ Electiva sociohumanística ▪ Fenómenos de transporte ▪ Fundamentos de economía ▪ Laboratorio de circuitos eléctricos ▪ Laboratorio de fenómenos de transporte ▪ Laboratorio de mecánica de fluidos ▪ Laboratorio de ondas y partículas ▪ Mecánica de fluidos ▪ Ondas y partículas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electiva de contexto ▪ Estadística general ▪ Laboratorio de máquinas de fluidos ▪ Laboratorio de máquinas eléctricas ▪ Laboratorio de termoprocesos ▪ Laboratorio de transferencia de calor ▪ Máquinas de fluidos ▪ Máquinas eléctricas ▪ Termoprocesos ▪ Transferencia de calor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centrales de generación ▪ Electiva de contexto ▪ Instrumentación y control de procesos ▪ Laboratorio de instrumentación y control de procesos ▪ Laboratorio de producción y uso de combustibles ▪ Producción y uso de combustibles ▪ Recursos y geopolítica de la energía ▪ Servicios industriales
Semestre VII	Semestre VIII	Semestre IX
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electiva de profundización ▪ Energías renovables ▪ Laboratorio de energías renovables ▪ Procesos sostenibles y análisis del ciclo de vida ▪ Uso racional y eficiente de la energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación de proyectos ▪ Electiva de profundización ▪ Seminario profesional de ingenierías ▪ Sistema energético colombiano 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo de grado en ingeniería

Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Petróleo ▪ Gas ▪ Carbón ▪ Biomasa ▪ Residuos ▪ Energías renovables ▪ Vectores energéticos ▪ Biocombustibles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generación de electricidad ▪ Redes de distribución ▪ Celdas de combustible ▪ Transferencia de calor ▪ Energía y agua ▪ URE para <i>pymes</i> ▪ Mercados energéticos y ambientales ▪ Proyectos MDL ▪ Tratamiento de aguas <p>El curso de Ingeniería en Energías busca formar ciudadanos éticos, respetuosos de los valores fundamentales del desarrollo humano, de pensamiento crítico y flexible, con conciencia social y ecológica, que contribuyan al mejoramiento de la sociedad en las áreas de las ingenierías fisicomecánicas</p>


Comentarios
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar un total de seis (6) créditos de electivas sociohumanísticas, seis (6) de electivas de contexto y veintiuno (21) de electivas de profundización

Nota: Adaptado de Universidad Autónoma de Bucaramanga. (2018). *Ingeniería en Energía - Profesional - Presencial*. Recuperado de <http://www.unab.edu.co/programas/ingenier%C3%ADa-energ%C3%ADa-profesional-presencial>.

Tabla 10.

Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad EAN.

Ingeniería en Energías			
Universidad EAN			
Facultad	Facultad de Ingenierías		
Duración	Cuatro (4) años	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	144	Ciudad	Bogotá D.C.




Estructura académica del programa		
Semestre I	Semestre II	Semestre III
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentación en ingeniería ▪ Análisis de sistemas discretos ▪ Cultura de emprendimiento I ▪ Estructuras de pensamiento complejo ▪ Constitución política, ética y responsabilidad social 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundamentos de sistemas continuos ▪ Modelado de fenómenos físicos ▪ Modelado de fenómenos químicos ▪ Inglés de negocios básico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicaciones de sistemas continuos ▪ Emprendimiento energético ▪ Mecánica de fluidos e hidráulica ▪ Competencias comunicativas I ▪ Estudios sociohumanísticos I ▪ Gestión tecnológica y del conocimiento
Semestre IV	Semestre V	Semestre VI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelado de sistemas aleatorios ▪ Procesos térmicos ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Negociación intercultural ▪ Competencias comunicativas II ▪ Inglés de negocio intermedio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación de operaciones ▪ Procesos de transformación energética ▪ Innovación en mercados energéticos ▪ Contexto geopolítico ▪ Estudios sociohumanísticos II 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos energéticos alternativos ▪ Proyectos energéticos sostenibles ▪ Electiva I ▪ Creación de empresa ▪ Cultura del emprendimiento II
Semestre VII	Semestre VIII	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seminario de investigación ▪ Aplicación y regulación energética ▪ Electiva II ▪ <i>International business</i> ▪ Electiva en cultura I ▪ Electiva en cultura II 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práctica profesional ▪ Electiva III ▪ Electiva IV ▪ Cultura del emprendimiento III ▪ Economía y empresa 	
Áreas de investigación	Objetivo del programa	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión ambiental ▪ Energía ▪ Sostenibilidad y valor compartido ▪ Macroeconomía y desarrollo económico ▪ Globalización ▪ Optimización de procesos 	<p>El programa de Ingeniería en Energías busca formar profesionales con competencias para identificar y hacer uso racional y eficiente de la disponibilidad de recursos energéticos convencionales y de fuentes alternativas y renovables, así como aplicar los fundamentos científicos y tecnológicos relacionados con el ciclo de vida de recursos y productos energéticos con el fin de desarrollar oportunidades de proyectos y de negocios en el sector energético, con énfasis en impacto económico, social y ambiental</p>	
Comentarios		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar un total de doce (12) créditos de electivas profesionales y cuatro (4) créditos de electivas en cultura 		

Nota: Adaptado de Universidad EAN. (2014). *Pregrado en Ingeniería en Energías - Presencial*. Recuperado de <https://universidadean.edu.co/es/formacion/pregrados/pregrado-en-ingenieria-en-energias-presencial>.

Tabla 11.

Programa de Ingeniería en Energía de la Universidad de Medellín.

Ingeniería en Energía			
Universidad de Medellín			
Facultad	Facultad de Ingenierías		
Duración	Cinco (5) años	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	167	Ciudad	Medellín



UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN


Estructura académica del programa		
Semestre I	Semestre II	Semestre III
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cátedra institucional «Ciencia y libertad» ▪ Álgebra y trigonometría ▪ Análisis geométrico ▪ Expresión gráfica ▪ Expresión escrita ▪ Química general ▪ Actividad deportiva 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variable compleja ▪ Cálculo diferencial e integral ▪ Álgebra lineal ▪ Fundamentos y lenguaje de programación ▪ Introducción a la ingeniería de energía ▪ Ingeniería económica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libre elección I ▪ Cálculo de varias variables ▪ Estadística y probabilidades ▪ Física I (mecánica y calor) ▪ Termodinámica ▪ Sistemas energéticos
Semestre IV	Semestre V	Semestre VI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos numéricos ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Circuitos de corriente continua (cc) y corriente alterna (ca) ▪ Física II (electricidad y magnetismo) ▪ Balance de materia y energía ▪ Mercados energéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemáticas especiales ▪ Electrónica analógica y digital ▪ Física III (campos) ▪ Transferencia de calor ▪ Legislación y regulación de energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libre elección III ▪ Metrología e instrumentación ▪ Mecánica de fluidos ▪ Recursos hídricos ▪ Ciclos y máquinas térmicas ▪ Energía y medio ambiente
Semestre VII	Semestre VIII	Semestre IX
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Línea de énfasis I ▪ Teoría de control ▪ Máquinas eléctricas ▪ Seminario de energías renovables I ▪ Combustibles ▪ Gestión de aprovechamiento energético 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Línea de énfasis II ▪ Turbomáquinas ▪ Redes de transporte y distribución de energía ▪ Seminario de energías renovables II ▪ Formulación y evaluación de proyectos ▪ Gerencia de los recursos energéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Línea de énfasis III ▪ Centrales de generación de energía ▪ Redes urbanas eléctricas e iluminación ▪ Seminario de energías renovables III ▪ I+D+I de los sistemas energéticos ▪ Sistemas de potencia
Áreas de investigación	Objetivo del programa	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energías renovables y alternativas (solar, eólica, biomasa, hidráulica, geotérmica) ▪ <i>Smart grid</i> y eficiencia energética ▪ Mercados energéticos ▪ Instrumentación electrónica e instrumentación virtual 	<p>El programa de Ingeniería en Energía busca formar profesionales que, con las herramientas propias de la ingeniería y una sólida formación en ciencias básicas, estén en capacidad de concebir, gestionar, desarrollar y dirigir proyectos relacionados con toda la cadena de valor y el ciclo de producción de la energía, desde el proceso de generación, transporte y distribución de energía, hasta la comercialización</p>	
Comentarios		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El programa contempla un décimo semestre en el que el estudiante debe realizar su trabajo de grado, bien sea en la modalidad de práctica empresarial, proyecto de empresarismo o de investigación, que corresponde a doce (12) créditos ▪ El estudiante debe completar, en total, seis (6) créditos de asignaturas de libre elección y nueve (9) de asignaturas de la línea de énfasis 		

Nota: Adaptado de Universidad de Medellín. (2012). *Ingeniería en Energía*. Recuperado de <https://www.udem.edu.co/index.php/2012-10-12-13-19-26/ingenieria-en-energia/informacion-general>.

Tabla 12.

Programa de Ingeniería Energética de la Universidad de Antioquia.

Ingeniería Energética			
Universidad de Antioquia			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Cinco (5) años	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	162	Ciudad	Medellín


UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Estructura académica del programa		
Semestre I	Semestre II	Semestre III
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Álgebra y trigonometría ▪ Cálculo diferencial ▪ Geometría vectorial y analítica ▪ Geometría euclidiana ▪ Vivamos la universidad ▪ Lectoescritura ▪ Inglés I 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la ingeniería energética ▪ Álgebra lineal ▪ Cálculo integral ▪ Descubriendo la física ▪ Expresión gráfica para ingenieros ▪ Electiva sociohumanística I ▪ Inglés II 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo vectorial ▪ Física mecánica ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Química general ▪ Electiva sociohumanística II ▪ Formación ciudadana y constitucional ▪ Inglés III
Semestre IV	Semestre V	Semestre VI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemáticas especiales ▪ Mecánica de fluidos ▪ Física de ondas y campos ▪ Analogía integral de circuitos ▪ Ecología ▪ Inglés IV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instrumentación y control ▪ Teoría de la probabilidad y estadística ▪ Termodinámica ▪ Programación y métodos numéricos ▪ Laboratorio integrado de física ▪ Inglés V 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustibles y combustión ▪ Balance de energía ▪ Conversión de energía I ▪ Evaluación financiera de proyectos ▪ Ciencia y resistencia de materiales ▪ Inglés VI
Semestre VII	Semestre VIII	Semestre IX
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Legislación y regulación de energía ▪ Fenómenos de transporte ▪ Conversión de energía II ▪ Formulación de proyectos ▪ Seminario «Seguridad y riesgo» ▪ Electiva línea de énfasis I 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energías alternativas ▪ Gestión, auditoría y eficiencia energética ▪ Conversación de energía III ▪ Transferencia de calor ▪ Electiva línea de énfasis II 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seminario integrador ▪ Mercados de energía ▪ Electiva administrativa ▪ Electiva sociohumanística III ▪ Electiva línea de énfasis III




Áreas de investigación	Objetivo del programa
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta tensión y compatibilidad electromagnética ▪ Calidad de la energía eléctrica ▪ Instalaciones eléctricas para sistemas de generación de energías renovable ▪ <i>Smart grid</i> ▪ Energía eólica ▪ Energía solar fotovoltaica ▪ Almacenamiento de energía eléctrica a gran escala ▪ Pilas de hidrógeno ▪ Implementación de sistemas de gestión energética (SGE) ▪ Mejoramiento de la eficiencia energética de los procesos ▪ Aprovechamiento de energías renovables o excedentes 	<p>Formar ingenieros energéticos con capacidad para planear, diseñar, construir, instalar, operar, evaluar, administrar y mantener sistemas energéticos con aplicación en la generación, almacenamiento, transformación y uso final de la energía con criterios de eficiencia, excelencia académica, autonomía, ética y estética, para participar mediante la investigación y la aplicación de sus competencias en la solución de problemas de la sociedad, con una visión integral, universal e interdisciplinaria de los fenómenos y respeto por el medio ambiente</p>

Comentarios
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El programa contempla un décimo semestre en el que el estudiante debe realizar su práctica profesional eléctrica, correspondiente a doce (12) créditos ▪ El estudiante debe completar, en total, doce (12) créditos de asignaturas sociohumanísticas, doce (12) de asignaturas de la línea de énfasis y cuatro (4) de asignaturas del área administrativa

Nota: Adaptado de Universidad de Antioquia. (2018). *Ingeniería Energética*. Recuperado de <https://goo.gl/2Rjk7S>.

Tabla 13.

Programa de Ingeniería en Energías de la Universidad Santiago de Cali.

Ingeniería en Energías			
Universidad Santiago de Cali			
Facultad	Facultad de Ingeniería		
Duración	Cinco (5) años	Idioma de instrucción	Español
Número de créditos	162	Ciudad	Cali
Estructura académica del programa			
Semestre I		Semestre II	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compresión y producción textual I ▪ Constitución política ▪ Estadística básica ▪ Introducción a la ingeniería ▪ Razonamiento cuantitativo ▪ Fundamentos de TIC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compresión y producción textual II ▪ Episteme y saberes ▪ Problemas sociales del tiempo presente en Colombia y el mundo ▪ Algoritmos y programación ▪ Matemática fundamental ▪ Pensamiento sistémico ▪ Responsabilidad social y empresarial 		
Semestre III			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecosistemas, ambiente y desarrollo sustentable ▪ Química general ▪ Álgebra lineal ▪ Cálculo I ▪ Física y laboratorio I ▪ Introducción a la electricidad y electrónica 			
Semestre IV		Semestre V	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pensamiento creativo e innovador en investigación ▪ Inglés I ▪ Balances de materia y energía ▪ Cálculo II ▪ Física y laboratorio II ▪ Circuitos eléctricos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inglés II ▪ Termodinámica aplicada y ciclos de potencia ▪ Mecánica de fluidos ▪ Ecuaciones diferenciales ▪ Física y laboratorio III ▪ Líneas y redes industriales 		
Semestre VI			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyecto integrador básico ▪ Inglés III ▪ Electiva de área I ▪ Transferencia de calor ▪ Cálculo vectorial ▪ Señales y sistemas 			
Semestre VII		Semestre VIII	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electiva de área II ▪ Inglés IV ▪ Mercados energéticos ▪ Energía y geopolítica ▪ Sistemas de generación de energía ▪ Laboratorio de Sistemas de generación de energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electiva profesional I ▪ Electiva profesional II ▪ Integración de sistemas energéticos ▪ Modelamiento y control de procesos ▪ Caracterización de fuentes de energía 		
Semestre IX			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño y simulación de procesos ▪ Electiva profesional III ▪ Electiva profesional IV ▪ Proyecto integrador profesional 			
Semestre X			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Electiva profesional V ▪ Electiva profesional VI ▪ Proyecto integrador de grado 			
Áreas de investigación		Objetivo del programa	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Automatización y sistemas inteligentes ▪ Energías renovables ▪ Gestión y control de la contaminación ambiental ▪ Ingeniería biomédica ▪ Metrología industrial ▪ Procesamiento digital de señales e imágenes 	<p>Formar profesionales integrales, éticos con conciencia social y ecológica que se ocupen del diseño, implementación, operación, evaluación e investigación sobre sistemas de energía y la cadena de valor de la energía con énfasis en la transición hacia energías bajas en carbono, las redes inteligentes de energía y la sostenibilidad energética, enmarcado en la protección y conservación del medio ambiente</p>		
Comentarios			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El estudiante debe completar, en total, dieciocho (18) créditos de asignaturas electivas profesionales y seis (6) de asignaturas electivas de área 			

Nota: Adaptado de Universidad Santiago de Cali. *Ingeniería en Energías*. Recuperado de <http://ingenieria.usc.edu.co/index.php/programas/ingenieria-en-energias>.

3. Recursos energéticos

3.1 Generalidades

La energía, en su significado más general, es un sinónimo de eficacia, poder o virtud para obrar. En física, se define como la capacidad para realizar un trabajo. En economía, reúne todos los productos, recursos energéticos, materias primas o insumos que concentran cantidades sustanciales de energía física para brindar la posibilidad de efectuar un trabajo (Díaz, 2012). Toda actividad física, bien sea ejecutada por el ser humano o que tenga lugar en la naturaleza, es originada por un flujo de energía, de modo que la capacidad para realizar trabajo depende directamente de la energía con que un sistema cuente, la cual se encuentra disponible en distintas formas y proviene de diferentes fuentes (Brown, 2002). Los recursos energéticos son, por tanto, aquellas fuentes principales de las que se puede obtener energía, a través de diversos procesos (Sawhney, 2012).

La energía siempre ha sido un factor clave en el crecimiento económico de un país, ya que su disponibilidad lo condiciona. Cerca de 200 años atrás, antes de que tuviera lugar la Revolución industrial, las actividades económicas eran dependientes de la manufactura y el trabajo animal. En 1785, la invención de la máquina de vapor por el escocés James Watt supuso el inicio de la producción industrial. Fue el comienzo del maquinismo o era de las máquinas, la cual se extendió por Europa y el mundo, y trajo consigo, eventualmente, la búsqueda de fuentes de energía que pudiesen satisfacer la demanda. Con la perforación del primer pozo de petróleo en

Estados Unidos, que tuvo lugar en 1859, se dio inicio a una oleada de inventos que emplearon este recurso, tales como el generador eléctrico, el motor de combustión interna, la luz eléctrica y el automóvil. La creación de la primera central eléctrica constituyó, adicionalmente, el inicio de la electricidad como sistema de distribución de energía de uso cotidiano (Oviedo-Salazar, Badii, Guillén y Lugo, 2015).

Con la diversificación de las fuentes de energía vino también el aumento en su consumo, que se disparó a comienzos del siglo XX, época en la que el carbón perdió su tradicional protagonismo y dio paso a una era de explotación petrolera instituida al finalizar la Segunda Guerra Mundial y extendida hasta la actualidad. No obstante, el año 1973 marcó un punto de inflexión en este ciclo de petróleo seguro y a bajos precios cuando, en el mes de octubre, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) frenó la producción de petróleo y estableció un embargo para los envíos hacia los países occidentales. A raíz de la crisis derivada, los gobiernos de distintos países consideraron, por primera vez, la necesidad de desarrollar fuentes de energía alternativa con el propósito de garantizar su seguridad energética. Desde entonces, la inversión destinada a estos proyectos ha venido creciendo en distintas naciones del planeta (Khan, 2009).

3.2 Clasificación

Sawhney (2012) clasifica los recursos energéticos tomando en consideración su facilidad de uso, su uso tradicional, su disponibilidad a largo plazo, su comercialidad y su origen.

3.2.1 Según su facilidad de uso. Los recursos energéticos pueden ser primarios o secundarios.

3.2.1.1 Recursos primarios. Son aquellos recursos que se encuentran disponibles en la naturaleza, sin haber sufrido conversiones o transformaciones. Ejemplos de estos incluyen el carbón, el petróleo, la energía solar, eólica, nuclear y geotérmica. Por lo general, estos recursos no se pueden usar en su forma primaria, de modo que son extraídos, procesados y convertidos para ser llevados al consumidor.

3.2.1.2 Recursos secundarios. Son obtenidos a partir de recursos energéticos primarios una vez estos son procesados y transformados para ser dirigidos al centro de consumo. Este proceso de transformación puede ser físico, químico o bioquímico. La electricidad, el vapor, el carbón vegetal y la amplia gama de derivados del petróleo son ejemplos de recursos energéticos secundarios.

3.2.2 Según su uso tradicional. Los recursos pueden ser convencionales o no convencionales.

3.2.2.1 Recursos convencionales. Son aquellos que han sido usados tradicionalmente por muchos años y eran particularmente empleados durante los años de la crisis de 1973. En este grupo se encuentran los combustibles fósiles y la energía nuclear y la energía hidroeléctrica. Actualmente son recursos ampliamente utilizados y algunos de ellos, tendientes a agotarse.

3.2.2.2 Recursos no convencionales. Son recursos energéticos alternativos a los convencionales, cuyo uso a gran escala se empezó a considerar a partir de la crisis de 1973. Dado que son renovables y, por ende, inagotables, son potenciales satisfactores de la futura demanda energética dado el agotamiento de los recursos convencionales. La energía solar, eólica, geotérmica y la biomasa son ejemplos de este tipo de recursos.

3.2.3 Según su disponibilidad a largo plazo. Los recursos pueden ser renovables o no renovables.

3.2.3.1 Recursos renovables. Son aquellos recursos que se restauran por procesos naturales a una rapidez superior a la de consumo por el ser humano. Algunos ejemplos son la energía solar, hidroeléctrica, geotérmica y eólica.

3.2.3.2 Recursos no renovables. Son recursos que se encuentran disponibles en cantidades finitas y no pueden ser producidos, regenerados o reusados a una rapidez tal que permita resistir su tasa de consumo. Entre ellos se encuentra el petróleo, el gas natural y el carbón.

3.2.4 Según su comercialidad. Los recursos pueden ser comerciales o no comerciales.

3.2.4.1 Recursos comerciales. Son aquellos recursos energéticos secundarios que son esenciales para actividades comerciales, tales como la electricidad, la gasolina, el diésel o el gas. La economía de un país depende altamente en su habilidad para procesar y transformar los recursos energéticos primarios en formas de energía comercialmente rentables.

3.2.4.2 Recursos no comerciales. Son aquellos recursos provenientes directamente de la naturaleza y que no requieren de conversión a formas de energía comerciales para su uso. Ejemplos de estos recursos incluyen la madera, el estiércol animal y los residuos agrícolas.

3.2.5 Según su origen. El recurso puede ser térmico, hidráulico, nuclear, solar, bioenergético, eólico, oceánico o geotérmico.

3.2.5.1 Energía térmica. La energía térmica es almacenada en forma de calor en los combustibles fósiles (carbón, petróleo o gas), que son combustibles formados a partir de procesos biogeoquímicos que ha sufrido la materia orgánica a lo largo de millones de años. Dado su alto poder calorífico, los combustibles fósiles son una importante fuente de generación de energía térmica, la cual es usada principalmente en transporte y generación de energía eléctrica en centrales térmicas. La clasificación de los combustibles fósiles se presenta en la figura 1.

3.2.5.2 Energía hidráulica. La energía hidráulica es obtenida a partir del aprovechamiento de la energía del agua en forma de altura y movimiento (esto es, energías potencial y cinética, respectivamente). La aplicación más común de este tipo de energía se encuentra en las centrales hidroeléctricas. En este proceso, a medida que fluye el agua, la energía potencial se transforma en energía cinética, y luego atraviesa una turbina hidráulica que transfiere la energía a un generador, el cual la convierte en energía eléctrica. El esquema de una central hidroeléctrica consta de un embalse, un canal, una turbina hidráulica, un generador y una red de transporte de energía eléctrica de larga distancia, y se presenta en la figura 2.

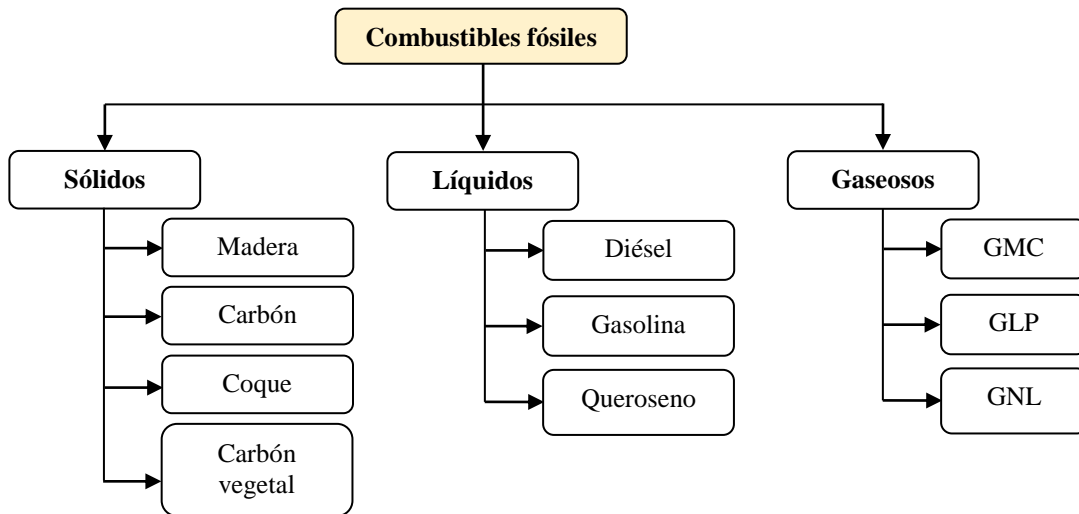


Figura 1. Clasificación de los combustibles fósiles. Adaptado de Sawhney, G. S. (2012). *Non-conventional Energy Resources*. Nueva Delhi, India: PHI Learning Private Limited.

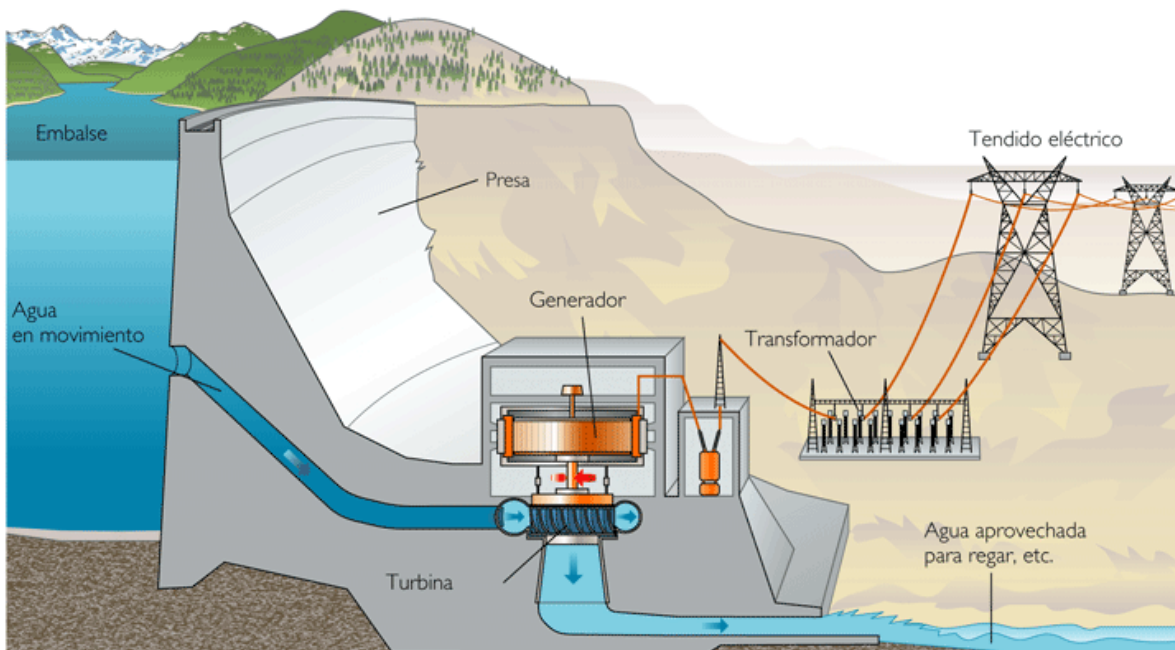


Figura 2. Central hidroeléctrica. Adaptado de Quetzal Ingeniería. *Hidroeléctrica*. Recuperado de <https://www.quetzalingeneria.es/blog/hidroelectrica>.

3.2.5.3 Energía nuclear. La energía nuclear es aquella que se encuentra almacenada en el núcleo de los átomos y que es liberada a partir de reacciones nucleares. Las centrales térmicas nucleares operan de manera similar a las centrales térmicas convencionales que funcionan con combustibles fósiles, siendo el combustible la diferencia primordial puesto que estos, a diferencia de aquellos, emplean uranio o plutonio como combustible. El proceso se muestra en la figura 3 y comprende los siguientes pasos:

- a. el calor que se genera en el núcleo del reactor se emplea para generar vapor de agua;
- b. ese vapor es conducido a los álabes de una turbina;
- c. el eje de la turbina se halla conectado a un generador, que convierte la energía cinética de la turbina en eléctrica;
- d. el transformador eleva la tensión de la corriente que se generó para luego ser distribuida;
- e. el vapor que sale de la turbina es condensado y retorna a la caldera para convertirse de nuevo en vapor.

El combustible que se emplea con mayor frecuencia es el isótopo uranio-235, cuyos núcleos sufren un proceso de fisión nuclear cuando son bombardeados por neutrones. Como efecto, se libera una gran cantidad de energía que es utilizada para producir vapor de agua en el reactor nuclear.

3.2.5.4 Energía solar. La energía solar es aquella que llega a la superficie terrestre como radiación electromagnética del Sol. El aprovechamiento de este tipo de energía se puede dar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

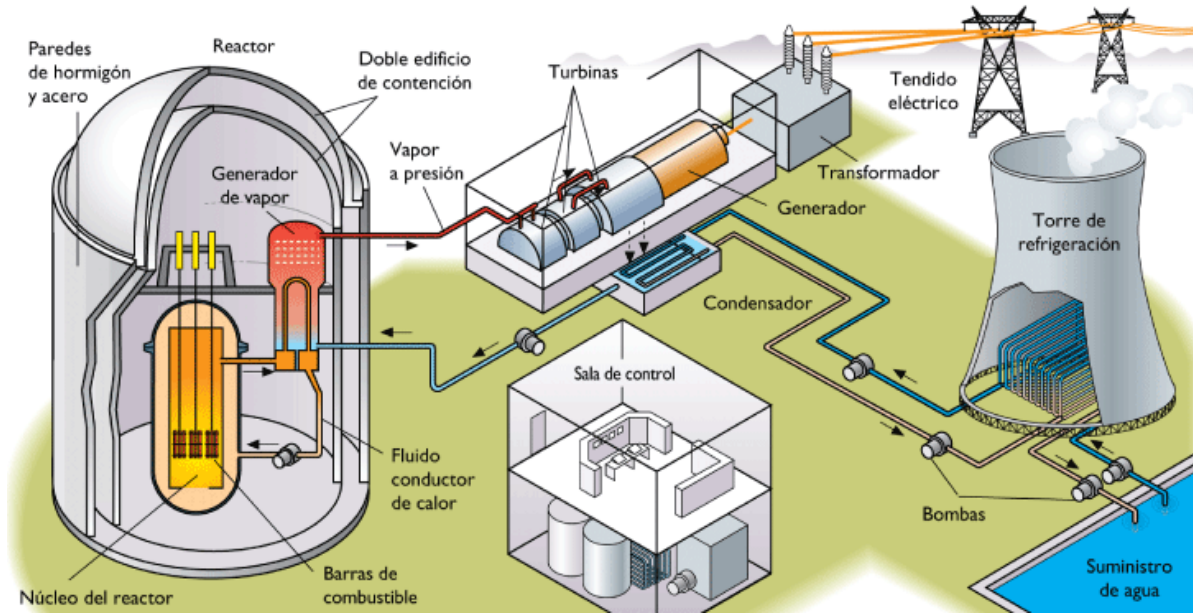


Figura 3. Central térmica nuclear. Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España.

Fuentes de energía. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/ruiz_perales_francisco_p3/fuentes.html.

3.2.5.4.1 Energía solar térmica. Es aquella que emplea la energía que proviene del Sol para calentar un fluido que atraviesa el interior de un dispositivo de captación. Es utilizada para la climatización de edificios y piscinas, la producción de agua caliente, uso industrial y producción de energía eléctrica. Algunas de sus aplicaciones son:

- los sistemas a temperatura baja, en los que el agua es calentada por debajo de su punto de ebullición ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$), los cuales son usados para la producción de agua caliente sanitaria (es la aplicación más frecuente en la actualidad) y climatización;
- los sistemas a temperatura media, que requieren temperaturas entre $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, son utilizados para calefacción, procesos industriales, suministro de vapor y desalinización de agua marina; y

- los sistemas a temperatura alta, que requieren temperaturas superiores a 250 °C, son empleados generalmente para la producción de energía eléctrica en las centrales termosolares.

Las centrales termosolares son subestructuras que permiten aprovechar la energía del Sol para producir energía eléctrica por medio de un ciclo térmico que se asemeja al de las centrales térmicas convencionales. En la figura 4 se muestra una central de torre central, la cual consta de un conjunto de espejos direccionales de grandes dimensiones denominados heliostatos, que concentran la radiación solar en un punto para luego transmitir este calor a un fluido que circula internamente por la caldera, y lo transforma en vapor, iniciando así un ciclo.

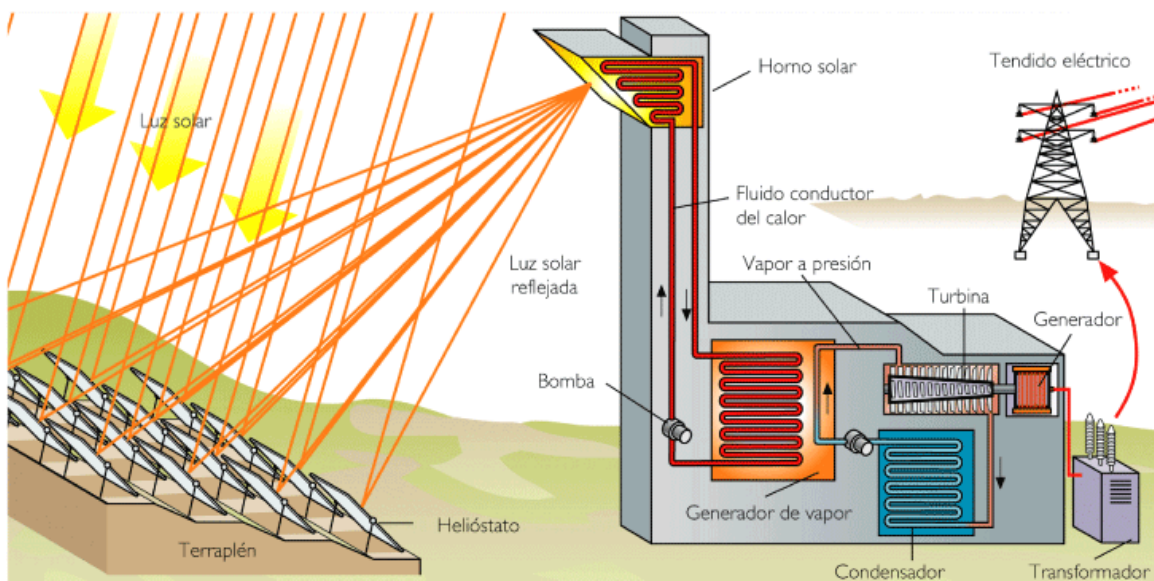


Figura 4. Central termosolar de torre central. Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España. *Fuentes de energía*. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/ruiz_peralea_francisco_p3/fuentes.html.

3.2.5.4.2 *Energía solar fotovoltaica*. Es aquella que se obtiene a partir de la transformación directa de la luz solar en electricidad por medio de un proceso de conversión fotovoltaica. Esta transformación en energía eléctrica es posible gracias al aprovechamiento de las propiedades de

materiales semiconductores (típicamente silicio o germanio) mediante células fotovoltaicas que conforman paneles. Una vez la luz del Sol incide en una de las caras de la célula solar, esta absorbe la energía de los fotones, los cuales ponen en movimiento electrones que son captados por un campo eléctrico interno. Los electrones recogidos en la superficie de la celda generan una corriente eléctrica continua que se aprovecha como fuente de energía. Algunas aplicaciones incluyen pastores eléctricos, bombas de agua para suministros de riego a poblaciones, señales y alumbrado público. La figura 5 representa el proceso a grandes rasgos.

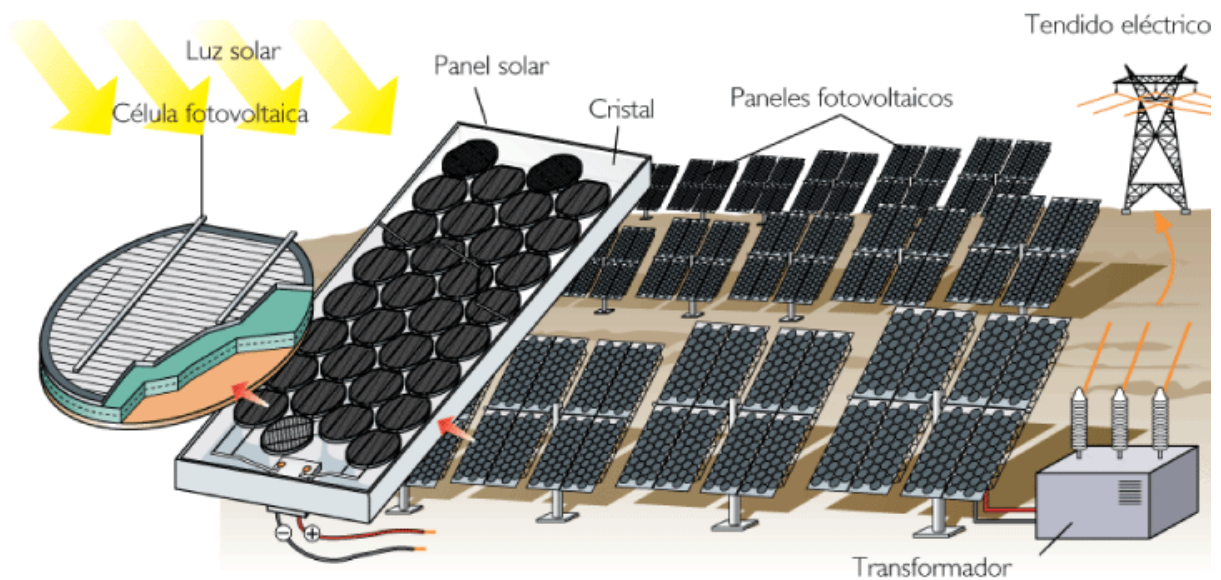


Figura 5. Central solar fotovoltaica conectada a la red. Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España. *Fuentes de energía*. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/ruiz_perale_francisco_p3/fuentes.html.

3.2.5.5 Bioenergía. La bioenergía es aquella energía que se obtiene a partir de la biomasa, que es el material orgánico producido por las plantas durante la fotosíntesis. De este modo, la energía solar se almacena en enlaces químicos y puede ser liberada a través de procesos fisicoquímicos

como la combustión, la digestión o la fermentación a combustibles líquidos o gaseosos. Igualmente, existen otras fuentes de materiales orgánicos tales como grasas y residuos de origen animal, materia orgánica presente en aguas residuales y todos los desechos de tipo biológico.

La biomasa suministra energía eficiente y asequible en cuanto a su aprovechamiento desde un enfoque económico, en las tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Así, se puede afirmar que la bioenergía cuenta con atributos de recurso energético universal, limpio y de gran alcance, de modo que puede llegar a contribuir en la sustitución de los combustibles fósiles de manera significativa.

Los recursos energéticos procesados a partir de la biomasa son denominados «biocombustibles», y se clasifican según el insumo o materia prima y la tecnología usada para obtenerlos. Esta clasificación se hace, tomando en consideración los avances tecnológicos, por generaciones.

3.2.5.5.1 Primera generación. Son obtenidos a partir de materia prima mayoritariamente de naturaleza agrícola, que consta de las partes nutritivas de las plantas y contiene altos contenidos de azúcares, almidón y aceites. Entre estos se encuentran los aceites de soya, palma, coco, maní y soya, el jugo de la caña de azúcar, los granos de maíz, la remolacha, el trigo y la yuca. También se utilizan grasas animales, aceites procedentes de la preparación de alimentos y otros residuos sólidos orgánicos. Para su producción, se recurre a tecnologías convencionales como la transesterificación —para aceites y grasas—, la fermentación —para azúcares y carbohidratos— y la digestión anaerobia —para residuos orgánicos—. De tal forma, se elabora metanol y etanol a partir de azúcares, biodiésel a partir de aceites y biogás a partir de residuos orgánicos.

3.2.5.5.2 Segunda generación. Su materia prima incluye residuos agrícolas y forestales que se componen esencialmente de celulosa. Entre estos se encuentran el bagazo de la caña de azúcar, la paja de trigo, el aserrín y el tallo y hojas del maíz. Su producción implica procesos más complejos que los de biocombustibles de primera generación, que incluyen la sacarificación y fermentación simultánea (SFS) y el proceso Fischer-Tropsch.

3.2.5.5.3 Tercera generación. Se obtienen a partir de vegetales no nutritivos que crecen rápidamente y poseen componentes químicos de elevada densidad de energía, motivo por el que son denominados «cultivos energéticos». Estos vegetales comprenden los pastos, las algas y las microalgas. No obstante, su procesamiento es aún incipiente.

3.2.5.6 Energía eólica. La energía eólica es aquella que emplea la fuerza de las corrientes de aire. Los vientos se originan debido a que el Sol no calienta la superficie terrestre de manera uniforme, por lo cual cerca del 2% de esta energía se transforma en viento. Esta energía solar es transmitida de la superficie terrestre al aire, el cual se calienta, se expande y, en consecuencia, disminuye su densidad y asciende. Entretanto, el aire frío y más denso procedente de las masas de agua se desplaza para tomar el lugar del aire caliente.

La energía eólica es aprovechada a través de turbinas eólicas o aerogeneradores. Estos cuentan con tres aspas que mueven el rotor de una turbina eólica, la cual está conectada a un generador eléctrico que convierte la energía mecánica en eléctrica, como se muestra en la figura 6. Los parques eólicos que se han construido en tierra constituyen una fuente energética representativa por sus bajos costos y competitividad, e incluso suponen la única opción de generación de electricidad en lugares remotos, que carecen de acceso a una red eléctrica.

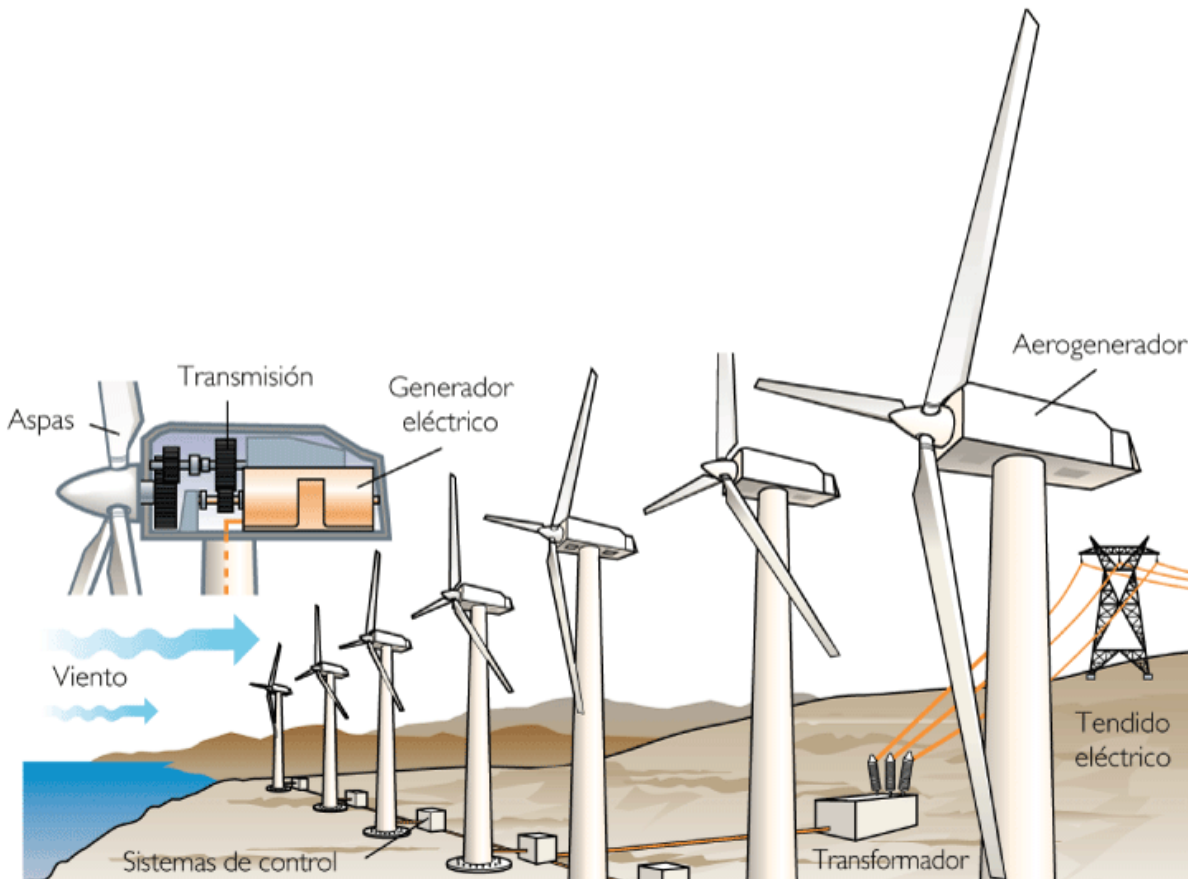


Figura 6. Parque eólico. Adaptado de Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España. *Fuentes de energía*. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/ruiz_perales_francisco_p3/fuentes.html.

3.2.5.7 Energía oceánica. Es la energía renovable que se obtiene a partir del movimiento de las olas, las mareas y las diferencias de temperatura entre las capas del océano. Debido a que los océanos ocupan cerca del 71% de la superficie terrestre, son el máximo colector solar en el planeta. Según la manera en que se obtiene, la energía oceánica puede ser mareomotriz, undimotriz o maremotérmica. A continuación se explica cada una de ellas.

3.2.5.7.1 *Energía mareomotriz.* Es aquella energía que se vale de las subidas y bajadas del agua del mar, que se da por la atracción gravitatoria entre el Sol y la Luna, para producir energía eléctrica. Existen esencialmente tres métodos de generación, que se explican a continuación.

- **Presas de marea.** Las presas de marea aprovechan la energía potencial existente entre las mareas altas y bajas, de manera tal que se fundamenta en el almacenamiento de agua en un lago artificial originado al construir un dique con compuertas a través de las cuales fluye el caudal para generación eléctrica.
- **Generadores de la corriente de marea.** Estos emplean la energía del agua en movimiento que es transferida a las turbinas, valiéndose de un mecanismo semejante al de las turbinas de los parques eólicos, como muestra la figura 7. Es un método que se ha vuelto cada vez más frecuente debido que requiere menores costos y ocasiona un impacto ambiental mínimo en comparación con las presas de marea antes explicadas.
- **Energía mareomotriz dinámica.** Es una alternativa que aún no se ha empleado pero busca fusionar las presas de marea y los generadores de la corriente de marea, sirviéndose de la interacción entre las energías potencial y cinética de las corrientes.

3.2.5.7.2 *Energía undimotriz.* Es la energía que se origina por el movimiento de las olas, cuya energía cinética y potencial puede aprovecharse para generar energía eléctrica. Las olas se forman como consecuencia del movimiento del viento sobre la superficie oceánica, y el viento, a su vez, se origina a partir de la radiación solar, como se explicó en el apartado de energía eólica. Este movimiento oscilatorio del mar contiene grandes cantidades de energía que, en algunas latitudes, puede llegar a superar los 70 MW/km².

La identificación de los sectores en los que se producen las olas más grandes es supremamente relevante durante la planeación y puesta en funcionamiento de los equipos de captación de energía undimotriz. En la actualidad se identifican tres sistemas para convertir la energía undimotriz en eléctrica: dispositivos flotantes amarrados, sistemas de columnas de agua oscilantes y sistemas de superficies articuladas.

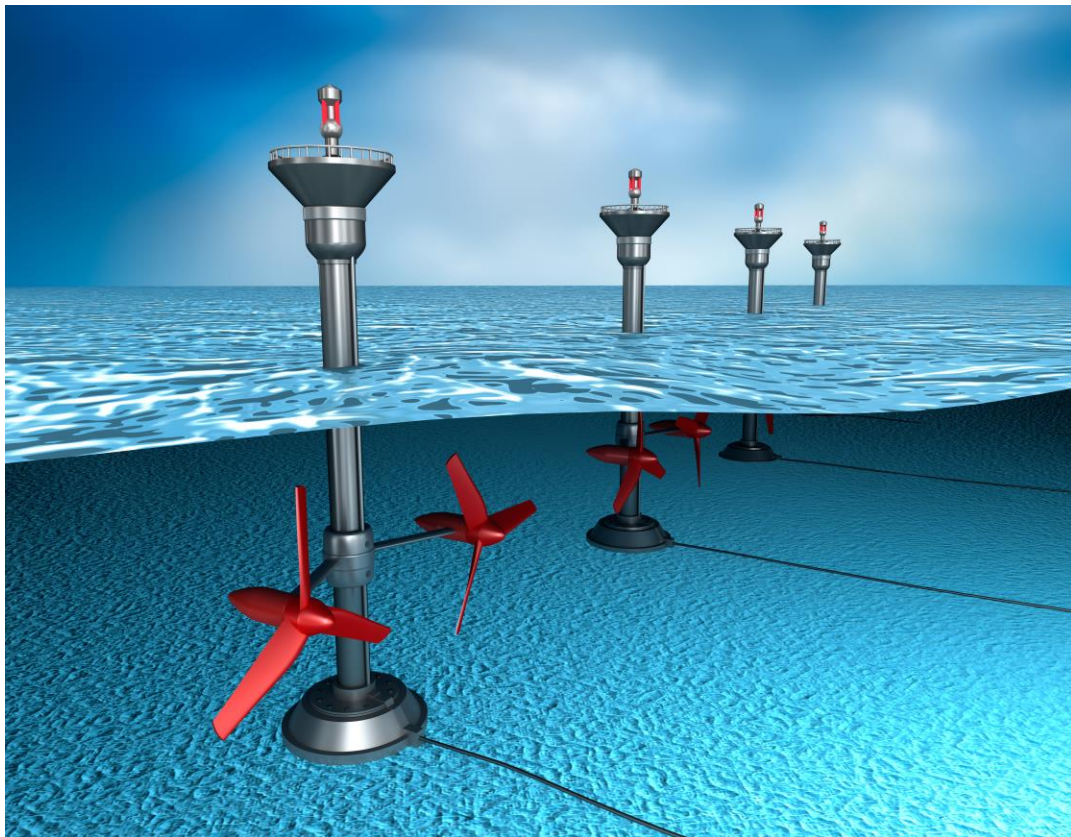


Figura 7. Generadores de corriente de marea. Adaptado de Wood Harbinger. *Tidal energy: the new sustainable resource*. Recuperado de <https://www.woodharbinger.com/tidal-energy-sustainable-resource>.

3.2.5.7.3 *Energía maremotérmica*. Se origina a partir de la diferencia de temperaturas entre las aguas profundas y las superficiales. Se han propuesto numerosas técnicas para hacer uso de

este recurso, pero en la actualidad solamente el ciclo cerrado y los esquemas de ciclo abierto poseen un fundamento teórico consistente.

3.2.5.8 Energía geotérmica. La energía geotérmica es la energía que se encuentra acumulada en forma de calor en el subsuelo de la Tierra. Esta definición comprende el calor aglomerado en las formaciones rocosas, suelos y recursos hídricos subterráneos —sin considerar aspectos como su profundidad, temperatura u origen—, pero no considera el calor presente en aguas superficiales, continentales u oceánicas. Es uno de los recursos energéticos más relevantes y con mayor potencial de explotación por su disponibilidad y sostenibilidad.

La energía geotérmica se extrae de yacimientos geotérmicos, que son regiones de la superficie terrestre en los que hay materiales de altas permeabilidades que almacenan el agua y le transfieren su calor, de manera que, de acuerdo con la temperatura del fluido geotérmico, estos yacimientos pueden ser de alta, baja o media temperatura, o de rocas calientes secas. Asimismo, el potencial para el aprovechamiento de la energía geotérmica requiere de la confluencia de varios elementos que conforman un sistema geotérmico: una fuente de calor, un yacimiento geotérmico, un sistema de suministro de agua, una capa sello y un fluido geotérmico. En la figura 8 se muestra una representación gráfica de un sistema geotérmico ideal.

3.3 Estado actual de los recursos energéticos

3.3.1 Panorama mundial (World Energy Resources, 2016). Los últimos quince años han visto un cambio sin precedentes en el consumo de recursos energéticos. El inesperado y exorbitante crecimiento en el mercado de las energías renovables, en términos de inversión,

nueva capacidad y altas tasas de crecimiento en países en desarrollo, ha cambiado el panorama para el sector energético. Son plausibles el crecimiento de recursos no convencionales y las mejoras en las tecnologías de todo tipo de recursos energéticos. Esto ha contribuido, adicionalmente, a la reducción de los precios y al mayor desacoplamiento del crecimiento económico y las emisiones de gases de efecto invernadero. A pesar de todo, la mayoría de los países han logrado una combinación energética más diversificada, con un crecimiento en la propiedad comunitaria y una evolución en las microrredes.

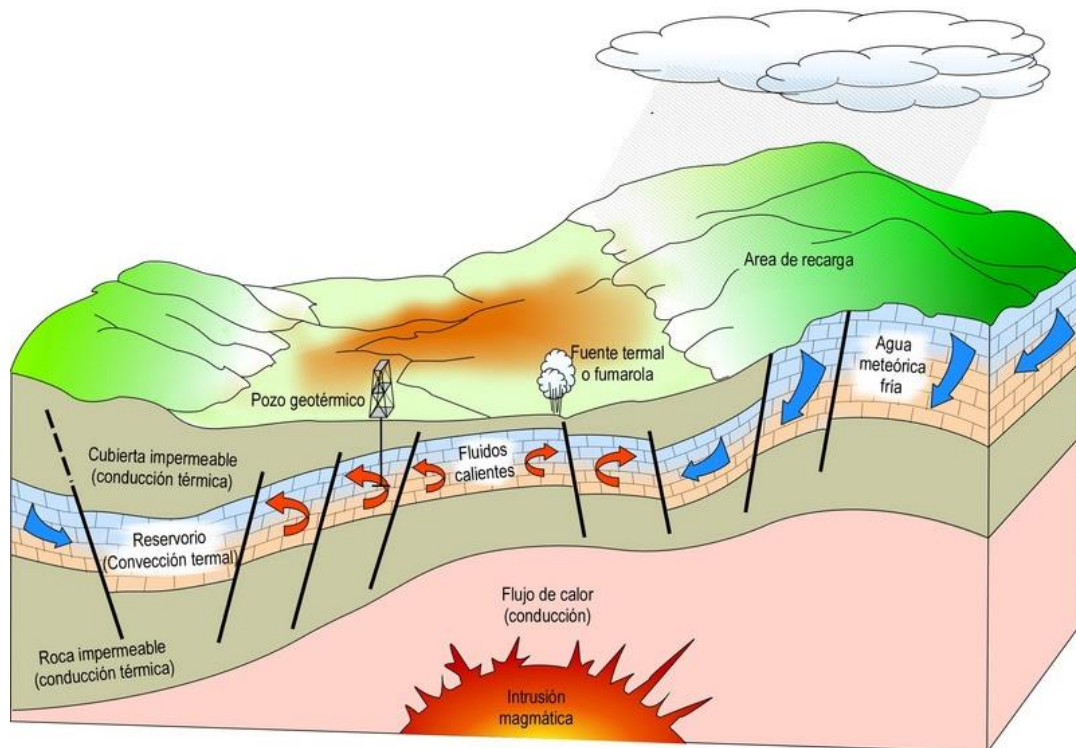


Figura 8. Representación esquemática de un sistema geotérmico ideal. Adaptado de International Geothermal Association. *¿Qué es la energía geotérmica?* Recuperado de https://www.geothermal-energy.org/que_es_la_energia_geotermica.html.

A continuación se analizará el estado actual de los principales recursos energéticos. La figura 9 muestra un comparativo del consumo de estos durante los últimos años.

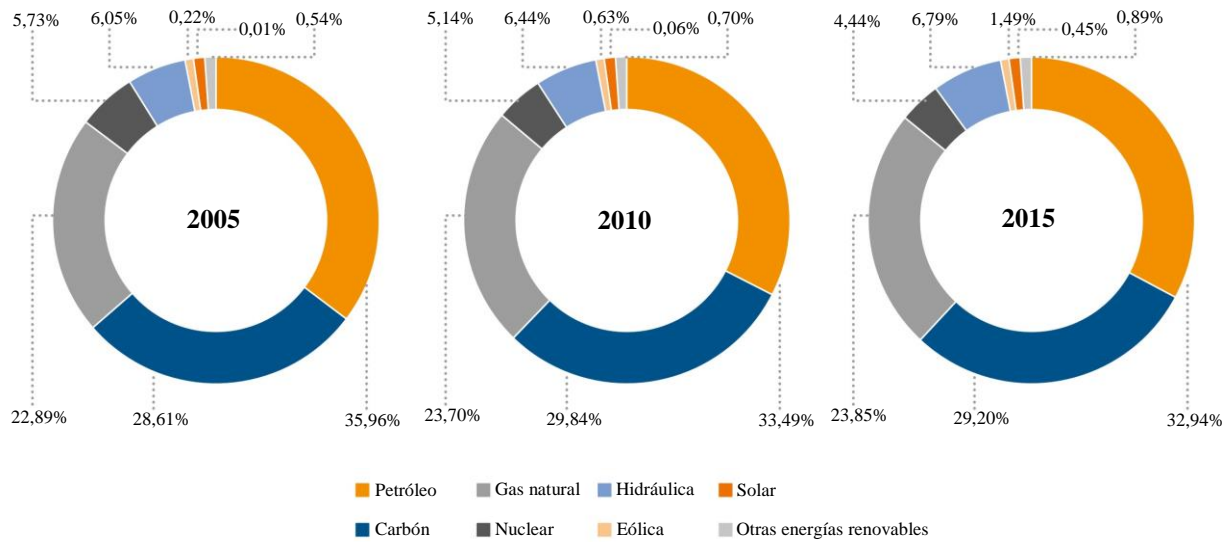


Figura 9. Comparativo del consumo de energía primaria según el tipo de recurso, durante los últimos años. Adaptado de World Energy Council. *World energy resources 2016*. Recuperado de <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>.

3.3.1.1 Petróleo. El petróleo sigue siendo el principal combustible del mundo, y representa el 33,3% del consumo mundial de energía. En 2016, los precios del petróleo registraron el mayor descenso porcentual desde 1986 (73%). Aproximadamente el 63% del consumo de petróleo está asociado con el sector transporte. La sustitución de petróleo aún no es inminente y no se espera que alcance más del 5% durante los próximos cinco años. La recuperación no convencional del petróleo representa el 30% de las reservas mundiales de petróleo recuperable y los recursos de *shale oil* contienen al menos tres veces más petróleo que las reservas convencionales, que se proyectan en alrededor de 1,7 billones de barriles (BP Energy Company, 2017).

3.3.1.2 Gas natural. El gas natural es la segunda fuente de energía más grande en la generación de energía. Representa el 24,1% de la energía generada a nivel mundial y es el único

combustible fósil cuya participación en el consumo de energía primaria se prevé que crezca (BP Energy Company, 2017).

3.3.1.3 Carbón. La producción de carbón ha disminuido desde 2014 más del 5%, siendo esta la primera disminución en el crecimiento de su producción desde la década de los 90. El carbón aún proporciona alrededor del 40% de la electricidad mundial; sin embargo, las demandas de mitigación del cambio climático, la transición a formas de energía más limpias y la mayor competencia de otros recursos representan desafíos para el sector. Asia es el continente que cuenta con mejores mercados para el carbón, y actualmente representa el 66% de su consumo mundial.

3.3.1.4 Energía hidráulica. La energía hidráulica es la principal fuente renovable de generación de electricidad a nivel mundial, ya que a finales de 2015 suministraba el 71% de toda la electricidad renovable. El potencial no desarrollado es de aproximadamente 10.000 TWh/año en todo el mundo. La capacidad hidroeléctrica mundial aumentó en más del 30% entre 2007 y 2015, alcanzando un total de 1.209 GW en 2015, de los cuales 145 GW son de almacenamiento por bombeo.

3.3.1.5 Energía nuclear. La producción mundial de uranio aumentó en un 40% entre 2004 y 2013 debido, principalmente, al aumento de la producción de Kazajstán, el principal productor mundial. A diciembre de 2015, 65 reactores nucleares estaban en construcción, con una capacidad total de 64 GW. Dos tercios (40) de las unidades en construcción se encuentran en

cuatro países: China, India, Rusia y Corea del Sur. Actualmente hay más de 45 diseños de reactores modulares pequeños (SMR) en desarrollo y cuatro reactores en construcción.

3.3.1.6 Energía solar. La capacidad mundial instalada para la electricidad con energía solar ha experimentado un crecimiento exponencial, alcanzando los 303 GW_e a finales de 2016, produciendo el 1% de toda la electricidad utilizada a nivel global. La capacidad total de calefacción y refrigeración solar en funcionamiento en 2016 se estimó en 456 GW_{th}. Como los precios de los paneles solares fotovoltaicos han disminuido alrededor del 80% desde 2007 (de 4 dólares por vatio en 2007 a 1,8 dólares por vatio en 2015), el costo asociado al equilibrio del sistema representa el próximo gran desafío para la industria solar fotovoltaica.

3.3.1.7 Bioenergía. La bioenergía (incluida la biomasa tradicional) es la mayor fuente de energía renovable con un 14% de las energías renovables del 18% en la combinación energética, y suministra el 10% del suministro energético mundial.

3.3.1.8 Energía eólica. La capacidad global de generación de energía eólica llegó a 487 GW en 2016, alrededor del 7% de la capacidad total de generación de energía mundial (472,8 GW en tierra y 14,2 GW costa afuera). Asimismo, en 2016 se agregaron 54 GW y la inversión total en el sector eólico mundial fue de 112 mil millones de dólares.

3.3.1.9 Energía oceánica. Se encuentran en operación 0,5 GW de capacidad comercial de generación de energía oceánica y otros 1,7 GW en construcción, y el 99% de esta cantidad corresponde a energía mareomotriz. Se dice que el potencial total de energía de las olas teóricas

es de 32 PWh/año, pero es heterogéneo y está distribuido geográficamente. Los costos de tecnología para el desarrollo de la energía oceánica son todavía muy altos, lo que dificulta su despegue.

3.3.1.10 Energía geotérmica. La industria ha avanzado en el desarrollo de nuevos proyectos en mercados clave, y los líderes de la industria han cimentado alianzas para buscar nuevas oportunidades. En 2016, Indonesia y Turquía agregaron cada una aproximadamente 200 MW de capacidad, lo que representa la mayor parte de las adiciones en este año, con un total de 13,5 GW. A nivel mundial, la energía geotérmica produjo un estimado de 78 TWh durante el año. El uso directo de la geotermia ascendió a un estimado de 286 PJ en 2015 (79 TWh) y su expansión continuó en 2016, incluso en varios sistemas de calefacción urbana en Europa.

Está claro que las energías renovables se han convertido en uno de los principales recursos energéticos. La experiencia de los últimos años ha mostrado que la inserción y el uso de fuentes de energía variables y no variables está creciendo con celeridad y, por lo tanto, contribuye a la diversificación de la matriz energética. Aunque muchas tecnologías de energía renovable han tenido una difusión rápida, el incremento de la capacidad de generación, así como las mejoras en la eficiencia energética, están por debajo del porcentaje requerido para alcanzar los objetivos de la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL, por sus siglas en inglés), que consisten en doblar el nivel de uso de energía renovable, doblar las mejoras globales en eficiencia energética y suministrar acceso universal a la energía para 2030 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21], 2015).

3.3.2 Panorama nacional (Unidad de Planeación Minero-Energética [UPME], 2015). La matriz energética con la que cuenta Colombia es diversa por su riqueza tanto en combustibles fósiles como en fuentes de energía renovables. En la actualidad, la explotación de recursos energéticos abarca, en general, un 92% de fuentes primarias de combustibles fósiles, alrededor de un 3% de energía hidráulica y un 2% de biomasa y residuos, tal como muestra la figura 10. De estos recursos, Colombia exporta cerca del 64%, equivalente a carbón mineral (aproximadamente el 92% del que se produce, lo cual corresponde al 63% de los recursos exportados) y petróleo (cerca del 71% del que se produce, lo que corresponde al 37% de los recursos exportados); asimismo, utiliza un 30% de los recursos producidos, de los cuales el 76% son recursos fósiles y el 24% son recursos renovables y otros residuos, tal como se aprecia en la figura 11.

De este modo, se nota que el país es dependiente en un 76% de los recursos de origen fósil, los cuales puede autoabastecer en la actualidad y cuya relación reservas-producción a 2016 es de 5,9 años para el petróleo, 11,9 años para el gas natural y 54 años para el carbón (BP Energy Company, 2017). En 2016, el presidente Juan Manuel Santos inauguró el Terminal de Regasificación de la Sociedad Portuaria El Cayo (SPEC), en Cartagena, como una alternativa para hacer frente a la escasez del recurso para atender la demanda nacional (El Universal, 2016).

Dado que la aportación del carbón a la canasta energética doméstica es pequeña y la de los combustibles líquidos derivados del petróleo y el gas natural es grande, incluso si se incorporasen nuevas reservas de estos recursos, es imperativo desarrollar fuentes alternativas de energía que logren suplir, al menos parcialmente, la utilización de estas fuentes durante los próximos años y, así, suplir la demanda de energía doméstica futura que evite entrar en dependencia de las importaciones de las mismas.

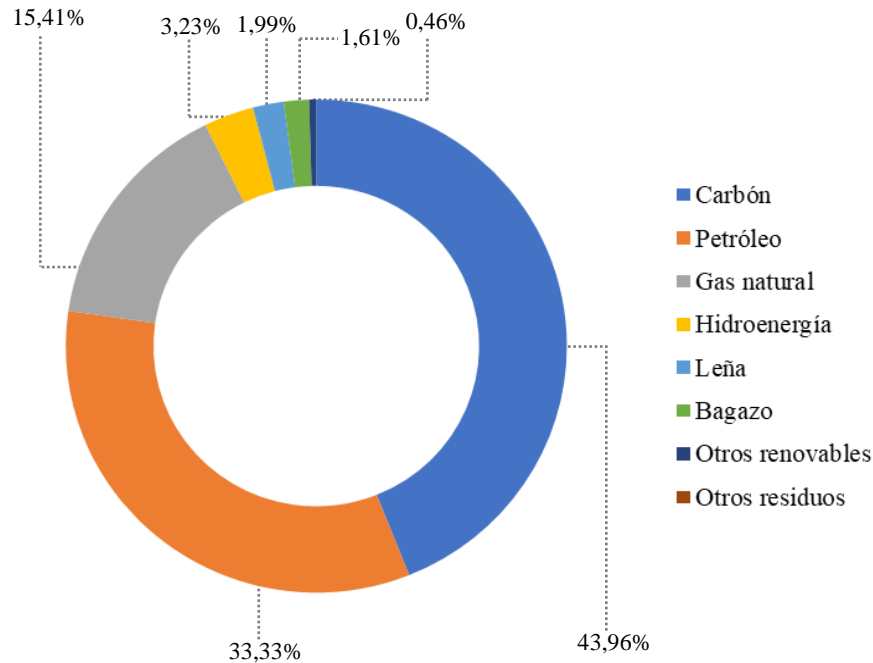


Figura 10. Producción nacional de recursos energéticos primarios en 2016. Adaptado de BP Energy Company. *BP statistical review of world energy June 2017*. Recuperado de <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.

De otro lado, el sector eléctrico —que produce cerca del 17% de la energía secundaria que se consume en la nación— recoge las fuentes de energía hidráulica como recurso renovable, las cuales constituyen de 70% a 80% de la generación —dependiendo de los cambios hidrológicos— y el 70% de la capacidad instalada del país a junio de 2016 (UPME, 2016). La relevancia de este recurso es tal que, de acuerdo con el Índice Global de Desempeño de Arquitectura de Energía (EAPI) del Foro Económico Mundial, Colombia está posicionada como una de las diez superpotencias mundiales en energías renovables en 2017, gracias a la aportación de la energía hidráulica (World Economic Forum, 2017).

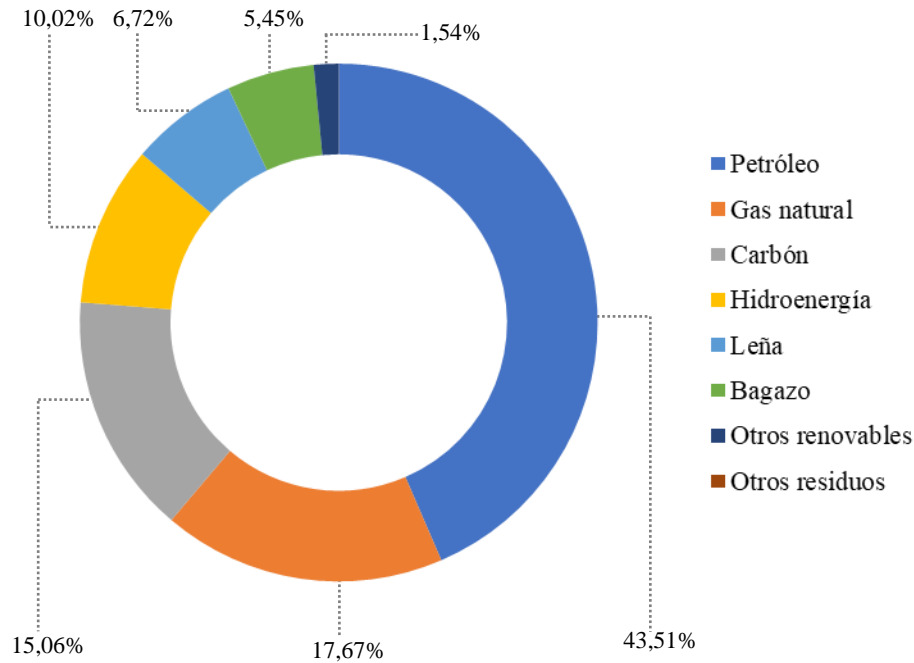


Figura 11. Demanda interna de recursos energéticos primarios en 2016. Adaptado de BP Energy Company. *BP statistical review of world energy June 2017*. Recuperado de <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.

Pese a que el potencial hidráulico es alto, son cuantiosas las ventajas que traería diversificar la matriz energética nacional, sustentadas en la existencia de recursos, la gradual disminución en los costos de inversión ligados al aprovechamiento de estos y el avance en relación con el rendimiento y la renovación de tecnologías asociadas a fuentes de energía eólica y solar, la generación de energía eléctrica a partir de biomasa, la explotación y uso de recursos geotérmicos y la diversificación de derivados energéticos en el sector transporte a partir del uso de biocombustibles, entre otros.

3.3.2.1 Razones para desarrollar las fuentes de energía renovable. Considerando que Colombia cuenta con la capacidad necesaria de generación actual y futura para suplir su demanda eléctrica a corto plazo y, además, posee suficientes recursos de origen fósil (en el caso del carbón) y prospectivos yacimientos de gas y petróleo, se ha pensado que el desarrollo de energías renovables no es perentorio. Empero, la favorabilidad de estas fuentes de energía, sumada a sus reducidos costos y el éxito de las experiencias internacionales, ha hecho que se vea la necesidad de encontrar una estrategia para su desarrollo en el contexto nacional. Algunas de las razones fundamentales que sustentan este planteamiento se presentan a continuación.

a. Riesgo asociado a la energía hidráulica. La dependencia de Colombia de sus recursos hidráulicos lo hace vulnerable a los periodos de escasez y elevados precios de la energía durante eventualidades como el fenómeno de El Niño en los años 90; adicionalmente, el país es sensible a las posibles sequías a originarse a raíz del cambio climático. Son varios los casos de países que han debido hacer frente a continuas crisis energéticas originadas por el cambio climático y de las que han sido víctimas por su dependencia de las hidroeléctricas. En consecuencia, y dado que ha sido probada la existencia de patrones de complementariedad estacional entre los recursos eólicos e hídricos de la nación, Colombia podría desarrollar otras energías renovables que la protejan de los riesgos asociados a la dependencia de la energía hidráulica.

b. Aumento en los precios de la electricidad y el gas natural. El precio de la energía eléctrica en Colombia ha estado en aumento durante los últimos años, y existen varias razones que explican este fenómeno. En primer lugar, el aumento de más del 40% en los precios del gas natural comercializado en el Caribe y el interior de Colombia, previsto para 2030, sumado a la periódica disminución en la producción de energía hidráulica; además, la inauguración de la

planta de regasificación de Cartagena en 2016 y la promoción por parte de la UPME de la propuesta de creación de una segunda planta de regasificación ubicada en Buenaventura harán que los costos de suministro de gas natural se eleven una vez la demanda interna del mismo exceda la oferta doméstica.

Pese a que el gobierno nacional ha buscado lograr aumentos en la capacidad de generación requerida para satisfacer futuros requerimientos energéticos a partir de proyectos hidroeléctricos y térmicos (asociados al carbón), ya fijados para construcción, se ha puesto en tela de juicio el cumplimiento de los tiempos de ejecución de los proyectos planteados y si sus costos lograrán compensar íntegramente las tendencias al incremento de los precios de la electricidad. Por esta razón, en la industria, como grandes consumidores de energía eléctrica, se ha emprendido la búsqueda de soluciones alternas para mitigar costos de electricidad de forma sostenible, de modo que la energía renovable se erige como una opción viable en el abanico de posibilidades. Asimismo, un aumento en la cantidad de generadores de energía renovable a nivel mayorista podría moldear un mercado más consistente y con mayor liquidez, lo cual favorecería la tendencia al descenso de precios del mercado *spot* debido a los bajos costos operativos de las fuentes no convencionales de energía renovable como la eólica, solar y geotérmica.

- c. Oportunidad de desarrollo económico.** Pese a que ciertos países ven en las energías renovables una oportunidad de independencia energética y reducción del impacto ambiental, otros países las han desarrollado por políticas industriales de desarrollo económico. Es el caso de China y Sudáfrica, que han reunido requerimientos relevantes en sus programas de energía renovable con el propósito de apoyar el desarrollo de la industria nacional. A su vez, Arabia Saudita anunció en 2013 su propósito de alcanzar una capacidad de generación de 54 GW de

energía renovable para 2032, con el fin de diversificar su matriz energética —la cual depende excesivamente del petróleo— y emerger como potencial mundial en energías limpias.

La energía renovable instalada *in situ* puede generar ahorros significativos en energía a negocios e industrias, sopesar la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles y competir en un panorama internacional. Adicionalmente, la utilización de energías renovables podría generar muchos más empleos que los proyectos de generación a partir de combustibles fósiles. De este modo, al apoyar las energías renovables, Colombia estaría dando un impulso esencial a su crecimiento económico al bajar los costos energéticos en amplios sectores industriales, siempre que los proyectos sean competitivos en relación con las condiciones de los mercados.

- d. Tendencia de precios de la energía renovable.** La rapidez con la que los costos de tecnologías de energías renovables han bajado ha sorprendido a los analistas internacionales (especialmente en el caso de la energía solar fotovoltaica). La UPME (2015) ha elaborado la tabla 14, que muestra el contraste entre las proyecciones hechas por varias entidades entre 1996 y 2000 en materia del futuro de las energías renovables y el desarrollo real del mercado. Se visualiza que estas entidades de reconocimiento global desdeñaron, en su momento, el crecimiento que podría tener el uso de estas fuentes alternativas de energía. Esto sucedió, principalmente, porque los analistas desestimaron la intención de ciertos países de capitalizar el valor de la energía renovable y no contaron con el desarrollo de políticas para la promoción de estas fuentes. Adicionalmente, pasaron por alto el radical descenso de costos asociados a ciertas tecnologías, como ha sucedido con la solar fotovoltaica. Hoy, las múltiples bondades de las energías renovables y la baja en los precios de las tecnologías y sistemas hacen que la

posibilidad de que la dinámica de mercados de estas energías continúe sorprendiendo a los analistas siga latente.

Tabla 14.

Proyecciones de la energía renovable de 1996 a 2000 versus el desarrollo real del mercado.

Organización	Proyección	Real
IEA (2000)	3% de energía renovable a nivel global (sin incluir hidroeléctricas) en 2020	3% alcanzado en 2008
IEA (2000)	30 GW de energía eólica a 2010	200 GW a 2010
Greenpeace (1999)	180 GW de energía eólica global a 2010	198 GW a 2010
EPIA (2000)	2 GW de energía solar fotovoltaica en Europa a 2010	29 GW a 2010
Banco Mundial (1996)	8,5 GW de eólica en China a 2020	45 GW a 2010

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Por todo lo anterior, es válido afirmar que el contexto actual es el idóneo para que las políticas sean orientadas a la promoción de estas tecnologías que traerían múltiples beneficios a mediano y largo plazo, fundamentadas en un marco normativo y regulatorio conveniente para su participación.

3.3.2.2 Desarrollo de las energías renovables. Las tecnologías existentes que, en la actualidad, posibilitan la obtención de energía en forma de calor, electricidad y combustibles a partir de fuentes no convencionales de energía renovable son cuantiosas, pero muy pocas se han desarrollado y difundido apropiadamente a nivel mundial. Debido a sus condiciones industriales y económicas, Colombia no es un país desarrollador de tecnologías; no obstante, ha tenido cierta

evolución en algunas tecnologías que incluyen la solar fotovoltaica y la solar térmica, la generación energética a partir de biomasa y el desarrollo de algunos proyectos eólicos y geotérmicos.

Colombia cuenta con un elevado potencial para el desarrollo de estas fuentes de energía si se compara con otros países del mundo, lo cual incluye unas velocidades promedio de 9 m/s de vientos localizados, unas condiciones de irradiación solar media de 194 W/m^2 a nivel nacional y potenciales energéticos de 450.000 TJ por año en residuos de biomasa. De esta manera, su potencial de capacidad instalable en generación eólica se estima en 30.000 MW (de los cuales 20.000 MW se localizan solamente en La Guajira), una irradiación solar promedio de 4,5 kWh/m²/d (que supera la media global de 3,9 kWh/m²/d) y una participación de la biomasa en un 3,6% de la matriz energética.

Pese a sus privilegiadas condiciones, Colombia se ha retardado en el desarrollo de este tipo de proyectos con respecto a sus vecinos de la región. Mientras en Colombia apenas se encuentra en el papel el mecanismo que dio paso a la incorporación de estas fuentes a su matriz energética, otros países de América Latina como Argentina, Brasil, Chile y Perú y cerca de unos 60 del mundo ya han llevado a cabo sus primeras subastas. No obstante, de acuerdo con el ministro de Minas y Energía del segundo gobierno de Juan Manuel Santos, Germán Arce, se deben diseñar estrategias que resuelvan el problema a largo plazo, de modo que las primeras licitaciones para el desarrollo de energías renovables no convencionales se gestarían en el gobierno electo en 2018.

En la actualidad, existen más de 10 megaproyectos que superan los 100 MW, los cuales están en la espera de participar en la subasta que anuncie el Gobierno. Adicionalmente, la UPME reporta cerca de 300 iniciativas grandes y pequeñas que comprenden más de 4.000 MW de energías renovables no convencionales, lo cual podría llegar a representar un 15% de la

capacidad de generación instalada (hoy en día representan menos del 1%, como se vio anteriormente). Alejandro Lucio Chaustre, director de SER Colombia, estima que las inversiones en estas tecnologías podrían alcanzar los 6.000 millones de dólares, según sea la tecnología utilizada.

Las energías renovables son vistas como un complemento al respaldo térmico, lo cual reduciría ostensiblemente el peligro de que un fenómeno de El Niño conlleve a un apagón; igualmente, debido a que las plantas térmicas son dependientes en gran medida del gas, las energías renovables ofrecerían un recurso alternativo para enfrentar potenciales sequías. De igual forma, estos proyectos no deben vivir del mecanismo de cargo por confiabilidad, ya que, pese a ser un soporte, no son un garante de energía, pues dependen de las condiciones climáticas.

De otra parte, la inclusión de las energías renovables a la matriz energética eventualmente traería un descenso en las tarifas del usuario final, de modo que, de acuerdo con los analistas, todos los colombianos se beneficiarían, en un mediano plazo, con una disminución de precios de forma análoga a la experimentada por Chile, que fue cercana al 30%.

El mecanismo de incursión de estas energías será diseñado por el Ministerio de Minas y Energías, su agregación a la aplicación de la metodología tarifaria será competencia de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y la subasta corresponderá a la UPME.

3.3.2.3 Marco regulatorio de las energías renovables. Las primeras regulaciones del uso energético en Colombia se presentan en la Ley 142 de 1994, por la cual se «establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios» (Ley 142, 1994), y en la Ley 143 de 1994, que «establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional» (Ley 143, 1994). No obstante, estas

leyes no hacían mención al uso de energías alternativas, y esto solo se visualizó hasta el arribo de la Ley 1665 de 2013, que aprobó el Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), cuyo objetivo fue promover «la implantación generalizada y reforzada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable» (Ley 1665, 2013).

En el décimo capítulo del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, titulado «Crecimiento verde», se planteó en sus objetivos el avance hacia un crecimiento sostenible y bajo en emisiones de carbono, para lo cual se expidió la Ley 1715 de 2014, la cual «regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional» (Ley 1715, 2014). En su momento, supuso un paso significativo en la búsqueda de un sistema energético limpio, que involucrara la acción de empresas privadas, autoridades locales y la administración pública, y estimulara la introducción de fuentes no convencionales de energía con criterios de sostenibilidad ambiental, económica y social (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Con su expedición, la Ley 1715 de 2014 planteó, además, ciertos instrumentos, algunos de los cuales exigían desarrollos particulares (como los mecanismos regulatorios, por ejemplo), mientras que otros quedaron enteramente definidos en la misma ley. Tales instrumentos han sido resumidos y clasificados por la UPME (2015) en tres categorías: económicos (conducentes a mejorar el resultado económico del proyecto), normativos (encaminados a posibilitar y facilitar la construcción y operación de proyectos) y otros de diversa índole. La tabla 15 muestra los aspectos más destacados de esta ley, incluyendo su objeto, finalidad y declaratoria de utilidad pública e interés social.

Tabla 15.
Principales aspectos de la Ley 1715 de 2014.

Aspecto	Descripción
Objeto	«Promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda».
Finalidad	«La finalidad de la presente ley es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional. Igualmente, tiene por objeto establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como aquellos adquiridos a través de la aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) mediante la Ley 1665 de 2013».
Declaratoria de utilidad pública e interés social	«La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción y utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, se declara como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables».

Nota: Adaptado de Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Publicado en el Diario Oficial No. 49.150 del 13 de mayo de 2014. Colombia.

Asimismo, la tabla 16 resume los instrumentos económicos junto con las entidades responsables de su ejecución.

Tabla 16.

Instrumentos de carácter económico dispuestos por la Ley 1715 de 2014.

Tipo de instrumento o elemento	Descripción	Entidad responsable
Incentivos fiscales	1. Reducción anual de la renta por valor equivalente al 50% de la inversión, durante 5 años, sin superar el 50% de la renta líquida.	MME, MADS, MHCP, DIAN, MCIT, UPME
	2. Exclusión de IVA a equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados para producción, utilización y medición/evaluación.	
	3. Exención de aranceles para maquinaria, equipos, materiales e insumos no producidos nacionalmente.	
	4. Depreciación acelerada de maquinarias, equipos y obras civiles, no mayor al 20% anual.	
Disposiciones de mercado	5. Habilitación a la entrega de excedentes por parte de autogeneradores.	CREG, UPME
	6. Esquema de medición bidireccional y créditos de energía para excedentes provenientes de autogeneración a pequeña escala con FNCER.	
Mecanismos de financiamiento	7. Valoración de los beneficios ocasionados por la generación distribuida, a ser incorporados en la respectiva remuneración.	CREG, UPME
	8. Creación del FENOGE (Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía). 9. Prolongación del FAZNI hasta 2021.	

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.* Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Adicionalmente, la tabla 17 presenta los instrumentos de carácter normativo con sus respectivas entidades responsables de ejecución.

Tabla 17.

Instrumentos de carácter normativo dispuestos por la Ley 1715 de 2014.

Tipo de instrumento o elemento	Descripción	Entidad responsable
Disposiciones técnicas	10. Análisis de condiciones propias asociadas a la producción de energía a partir de las FNCER solar, eólica, geotérmica y biomasa para efectos de emitir reglamentaciones técnicas.	MME
	11. Procedimientos y requerimientos técnicos para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía proveniente de autogeneradores y generadores distribuidos.	CREG
	12. Obligatoriedad para la utilización de subproductos y residuos de las masas forestales en zonas de silvicultura, aprovechamiento con fines energéticos de biomasa agrícola inutilizada, y fomento de repoblaciones forestales con fines exclusivamente energéticos.	
Disposiciones ambientales	13. Determinación de tipologías de residuos de interés energético y reglamentación para el uso, valoración y certificación de energéticos derivados de residuos biomásicos.	MADS, CARs
	14. Definición de parámetros y criterios ambientales a ser cumplidos por proyectos con FNCER, de acuerdo con cada fuente o tecnología.	MADS, ANLA
	15. Definición de ciclo de evaluación rápido para proyectos con FNCE.	

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

El tercer y último grupo de instrumentos que presenta la Ley 1715 de 2014 incluye puntos de diferentes categorías entre los que figuran el compromiso del gobierno por ejecutar acciones ejemplares para el fomento de las fuentes no convencionales de energía renovable, el estímulo a programas de investigación en torno a estas, la difusión al público de los beneficios y potenciales de las fuentes de energía renovable y la restructuración de las denominadas zonas no interconectadas (ZNI). Estos elementos se presentan en la tabla 18.

Tabla 18.

Otros instrumentos dispuestos por la Ley 1715 de 2014.

Tipo de instrumento o elemento	Descripción	Entidad responsable
Fomento desde la demanda	16. Adopción o ejercicio de acciones ejemplarizantes de parte del Gobierno Nacional y el resto de administraciones públicas para el desarrollo de las FNCE. 17. Fomento del aprovechamiento solar en urbanizaciones, edificios oficiales, industria y comercio.	MME, MADS, MVCT
Investigación científica y exploración	18. Subvenciones y otras ayudas para programas de investigación y desarrollo, coordinados a través del Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI) de Colciencias, y el establecimiento de cooperación en esta materia, de manera inscrita en el marco de planes y programas nacionales en torno al desarrollo de las FNCE. 19. Disposición para apoyar la exploración e investigación de potenciales energéticos geotérmicos y de los mares.	Colciencias
Divulgación	20. Programas de divulgación masiva y focalizada para informar al público sobre requisitos, procedimientos, beneficios y potenciales para desarrollar proyectos a pequeña escala con FNCER.	UPME
Elementos ZNI	21. Conformación de áreas exclusivas y otros esquemas empresariales. 22. Incentivos para la situación de diésel. 23. Administración y utilización de recursos del FAZNI y FENOGE con criterios de costo-efectividad, productividad, sostenibilidad, etc.	MME, CREG

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.* Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Desde la emisión de la Ley 1715 de 2014 se han creado otros instrumentos normativos complementarios. Los más relevantes se presentan en la tabla 19.

Tabla 19.

Instrumentos normativos relacionados con las energías renovables.

Ley, decreto o resolución	Descripción	Entidad emisora
Resolución 0281 de 2015	«Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala».	UPME
Decreto 2143 de 2015	«Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014».	MME
Resolución 045 de 2016	«Por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los Artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se toman otras determinaciones».	UPME
Resolución 143 de 2016	«Por la cual se modifica el artículo quinto y se adicionan artículos y anexos a la Resolución UPME 0520 de octubre 9 de 2007 por medio de la cual se establece el Registro de Proyectos de Generación y se toman otras disposiciones».	UPME
Resolución 1283 de 2016	«Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones».	MADS
Ley 1844 de 2017	«Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015 en París, Francia».	Presidencia de la República
Decreto 0570 de 2018	«Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica, y se dictan otras disposiciones».	MME

Nota: Adaptado de Estudio Legal Hernández - Abogados & Asociados. *Marco jurídico de las energías renovables en Colombia*. Recuperado de <http://estudiolegalhernandez.com/noticias/marco-jur%C3%ADdi-co-de-las-energ%C3%ADas-renovables-en-colombia>.

3.3.2.4 Barreras a la integración de las energías renovables a la matriz energética nacional

(Zabala, 2016). La UPME (2015) determinó y ordenó las barreras a la integración de las

energías renovables no convencionales en Colombia con el propósito de establecer mecanismos para mitigarlas. Las más importantes se citan a continuación.

- a. Incentivos erróneos, como los subsidios a fuentes convencionales de energía.
- b. Costos y financiamiento, reflejados en el costo de acceso a tecnologías no convencionales y su financiamiento.
- c. Barreras de mercado, que guardan relación con la preponderancia de ciertos agentes del mercado, regulación de mercado y mecanismos de fijación del precio.
- d. Competencia imperfecta, que pone en desventaja a las energías renovables en relación con las fuentes de energía convencionales.
- e. Externalidades, que incluyen el desacuerdo existente respecto a la relevancia de asumir costos de implementación de energías no convencionales y eventualmente notar su beneficio.
- f. Falta de información acertada que posibilite una justa valoración del riesgo para efectos de financiación e internalización de externalidades.
- g. Capital humano, que cuente con la formación, capacidades y experiencia adecuadas para llevar a cabo la transferencia tecnológica.
- h. Prejuicio tecnológico, el cual divide el mercado y obstaculiza la integración de las tecnologías no convencionales puesto que el mercado energético cuenta mayoritariamente con agentes de portafolios y tradición en tecnologías convencionales.
- i. Costos transaccionales, asociados con la valoración del recurso, los permisos y el licenciamiento, la negociación de contratos de venta de energía e interconexión, entre otros, los cuales tienden a ser mayores que los asociados con las tecnologías convencionales.
- j. Factores regulatorios e institucionales, que vuelven importante la adaptación y transformación de esquemas regulatorios para incorporar fuentes no convencionales de energía.

Cobran especial relevancia las barreras identificadas en proyectos de energía eólica y solar fotovoltaica, pues son aquellos que tienen mayor difusión en el planeta y máximo potencial de desarrollo en Colombia. No obstante, también se analizan las barreras más importantes a potenciales proyectos asociados a energía de biomasa y geotérmica.

En el caso de la energía eólica, se detectaron tres barreras significativas: el licenciamiento, los requerimientos técnicos y la infraestructura. Respecto al licenciamiento, las consultas previas y negociaciones con comunidades podrían representar un impedimento para la ejecución de proyectos, ya que la construcción de parques eólicos y otras obras podrían darse en áreas de influencia. Asimismo, no existe un reglamento técnico y operativo que liste los requerimientos que deben satisfacer los desarrolladores de proyectos eólicos para su integración al Sistema de Interconectado Nacional (SIN), y tampoco existen redes de transmisión en zonas de gran potencial como la Alta Guajira que interconecten los proyectos al SIN, lo cual pone en riesgo la viabilidad económica de los proyectos.

Con respecto a la energía solar fotovoltaica, las tres barreras principales son la venta de excedentes, la política energética y los requerimientos técnicos. La primera de ellas evidencia la falta de una reglamentación que acoja de forma pertinente las medidas de la Ley 1715 de 2014 para facilitar la entrega y comercialización de los excedentes. De otro lado, es urgente la adopción de una política energética que fomente el desarrollo de la generación de energía de fuente solar fotovoltaica a pequeña escala, y también la creación de requerimientos técnicos que permitan seleccionar o aprobar componentes y equipos que cumplan con estándares de seguridad y calidad para la interconexión de los sistemas fotovoltaicos con el SIN.

Finalmente, se identifican como principales barreras a proyectos de energía de biomasa y geotérmica los requisitos técnicos y el licenciamiento, respectivamente. En el primer caso, la

exigencia de un mínimo rendimiento eléctrico equivalente (REE) para acceder a la figura de cogenerador es un factor limitante puesto que el valor dispuesto para biomasas o combustibles de origen agrícola (COA) no es alcanzado por muchos procesos de cogeneración, de modo que les impide acceder a tal figura. En el segundo caso, no existe un proceso delimitado con claridad para el desarrollo de proyectos geotérmicos, por lo que, aunque existe reglamentación para el otorgamiento de licencias exploratorias, no están bien definidos los términos de exclusividad o temporalidad bajo los que pueden otorgarse concesiones para el uso del recurso, lo cual se traduce en un alto riesgo para el inversionista.

3.3.2.5 Estrategias para el desarrollo de las energías renovables. La estrategia que se propone para obtener los beneficios asociados con el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovable busca preservar la competencia del mercado mediante la incorporación de instrumentos y mandatos que ayuden a vencer las barreras naturales de un mercado que se basa únicamente en fuentes convencionales y a nivelar esas condiciones de competencia para las fuentes no convencionales de energía renovable. Si bien las estrategias adoptadas por otros países para el mismo fin trazaron metas determinísticas, esta estrategia plantea un propósito más general, fundamentado en el producto de una relación costo-beneficio del potencial asociado a estas fuentes de energía.

Las estrategias propuestas por el estudio hecho por la UPME (2015) para las energías renovables no convencionales de mayor potencial en Colombia en el SIN se presentan a continuación.

a. Energía eólica. Se propone la conformación de un plan integral que permita aprovechar el potencial eólico de La Guajira en el mediano y largo plazo, y que también favorezca la

valoración de medidas costo-efectivas alternas que financien la infraestructura de interconexión requerida para trasladar esta energía al SIN.

- b. Energía solar fotovoltaica.** Se plantea disponer de un modelo de medición bidireccional que permita valorar propiciamente los créditos de energía excedente de sistemas de autogeneración a pequeña escala con tecnología solar fotovoltaica, además de la disposición de procedimientos y requisitos de conexión que velen por la seguridad del sistema y, por tanto, faciliten el acceso tanto de los usuarios a entregar sus excedentes a la red como a los incentivos de ley y el impuso a esta tecnología mediante hechos ejemplarizantes por parte del sector público.
- c. Energía de la biomasa.** Se proyecta el desarrollo de mecanismos preparados por la Ley 1715 para el aprovechamiento energético de biomazas, con énfasis en industrias del sector agropecuario con potenciales para este efecto (se plantea una posible línea de apoyo del FENOGGE), que a su vez irá ligado a la armonización y diferenciación de las figuras de cogenerador, autogenerador, generador y productor marginal, sumado al acceso a incentivos a la inversión y facilidades de conexión.

En la tabla 20 se presentan las líneas de acción para las energías renovables no convencionales de mayor potencial en Colombia en el SIN, de acuerdo con el estudio hecho por la UPME (2015).

Tabla 20.

Líneas de acción para las FNCER en el SIN.

Fuente	Líneas de acción
Energía eólica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulación y adopción del plan integral. 2. Incorporación de línea de interconexión en próximo plan de expansión. 3. Valoración de la complementariedad con el recurso hídrico. 4. Incorporación del mercado intradiario. 5. Administración de información sobre el recurso eólico. 6. Adopción de requerimientos técnicos.
Energía solar fotovoltaica	<ol style="list-style-type: none"> 7. Adopción de esquema de medición neta. 8. Facilidades de conexión para sistemas solar fotovoltaica. 9. Acceso a incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. 10. Adopción de mínimos estándares de calidad en los sistemas a ser promocionados. 11. Garantía de calidad y políticas de incentivos de energía renovables 12. Programas ejemplarizantes. 13. Consideración de programas en vivienda de interés social o vivienda prioritaria.
Energía de biomasa	<ol style="list-style-type: none"> 14. Coordinación interinstitucional (política integral sobre el uso de la biomasa). 15. Líneas de crédito o programas de financiación y priorización de proyectos. 16. Revisión/reconsideración de la exigencia de un mínimo REE para la cogeneración. 17. Armonización y diferenciación de las figuras del cogenerador, autogenerador, generador y productor marginal. 18. Acceso a incentivos y procedimientos simplificados de conexión.

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

3.3.2.6 Prospectiva de las energías renovables. El informe de la UPME (2015) establece tres escenarios prospectivos: uno pesimista, que involucra condiciones regulatorias y de precios equivalentes a las existentes antes de la aparición de la Ley 1715; uno conservador, en el que el Ministerio de Minas y Energía vela por el cumplimiento de la integración de fuentes de energías renovables no convencionales a la matriz energética nacional; y otro optimista, que involucra

mecanismos que van más allá de los planteados por la Ley 1715 y cambios significativos en el mercado mayorista de electricidad a mediano y largo plazo. Para efectos prácticos, este proyecto de grado recapitulará el escenario conservador, que considera los aspectos citados a continuación.

- a. Buen funcionamiento de la Ley 1715 de 2014.
- b. Creación y ejecución de disposiciones y herramientas para el acceso a incentivos a la inversión en proyectos de fuentes de energía renovable, tanto para pequeños como grandes inversionistas.
- c. Creación y puesta en marcha de políticas que apoyen la conexión para sistemas de autogeneradores pequeños que empleen fuentes no convencionales de energía renovable.
- d. Instauración de tarifas de generación que consideren los beneficios producidos a la red, de forma tal que bajen las pérdidas y suba la vida útil de los activos de transmisión, para el caso de generación distribuida.
- e. Supresión de un mínimo REE como criterio de obligatoriedad para que un cogenerador logre conceder y comercializar excedentes.
- f. Establecimiento de alternativas de financiación amparados por FENOGE y otros créditos soportados por instituciones multilaterales de financiación y otras compañías que apoyen el desarrollo de fuentes no convencionales de energía renovable.
- g. El punto de partida de la prospectiva es el año 2015, que considera las capacidades de generación eléctrica a partir de fuentes no convencionales de energía renovable existentes a finales de 2014, las cuales suman 420 MW. De este valor, 194 MW provienen de pequeñas fuentes hidroeléctricas; 206 MW, de plantas de cogeneración provenientes del bagazo de

caña; 18,5 MW, de energía eólica, y 2,0 MW, de sistemas de energía solar fotovoltaica. La figura 12 contiene esta información.

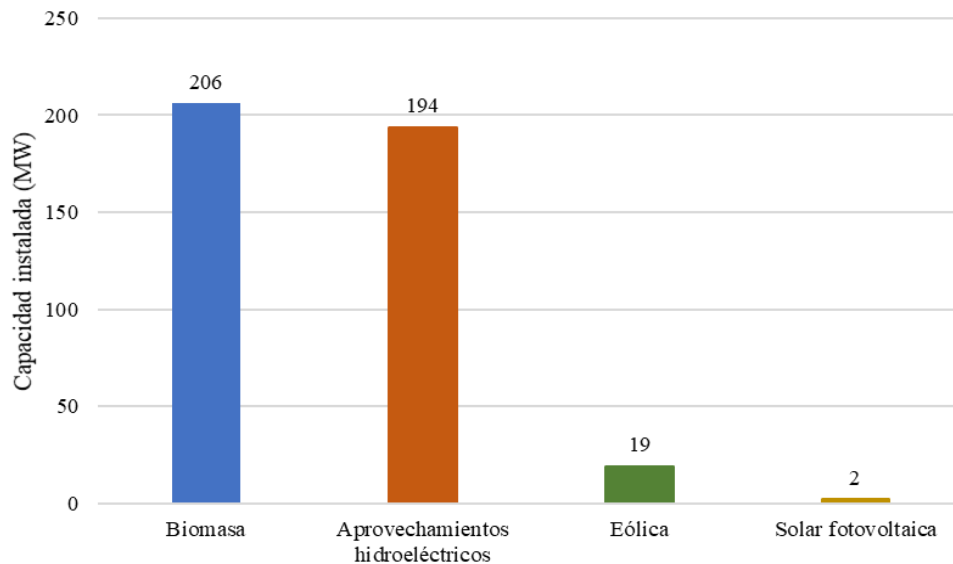


Figura 12. Capacidades de fuentes no convencionales de energía renovable instaladas, interconectadas o interconectables al SIN a finales de 2014. Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.* Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

La figura 13 muestra los resultados de la proyección realizada en el escenario conservador. De allí se nota que, durante el periodo 2015 - 2020, las expectativas de desarrollo de estos proyectos alcanzarían una capacidad total de más de 1000 MW, de los que más del 50% provendría de energía eólica. Entretanto, en el periodo 2020 - 2025, las adiciones aumentarían en un 39% en relación con el previo, de manera que la capacidad instalada alcanzaría los 1489 MW. Finalmente, en el periodo 2025 - 2030 se ve un descenso de la capacidad instalada que llega a los 641 MW.

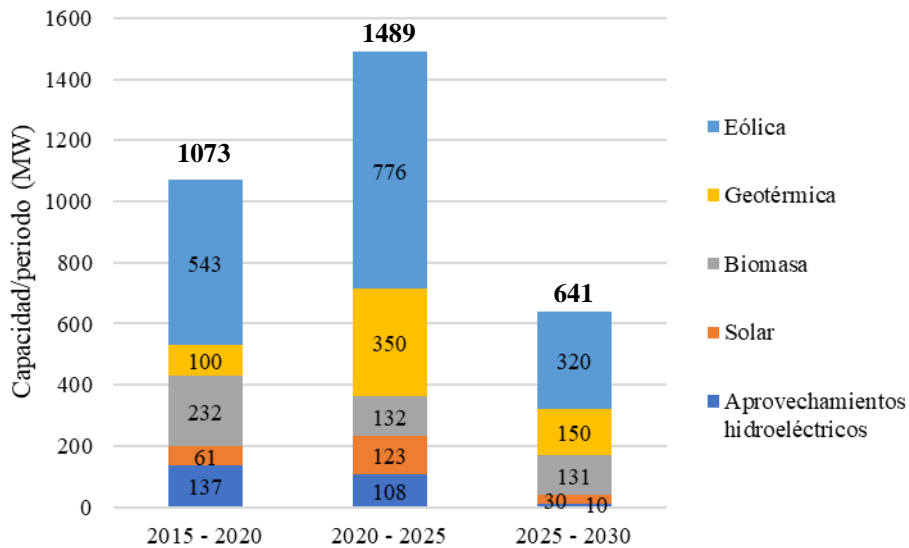


Figura 13. Expectativas de nuevas capacidades con fuentes de energía alternativas bajo un escenario conservador. Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Asimismo, esta prospectiva plantea que, para 2030, las fuentes no convencionales de energía renovable representarían el 17,5% de la capacidad instalada del sistema, suponiendo que la capacidad neta del SIN fuera de 21 GW. Este alto porcentaje se debe a que se pronostica mayor participación de las fuentes renovables en la matriz energética nacional, la cual se refleja en aumentos en la capacidad instalada de energía eólica (de 19 MW a 1658 MW), energía geotérmica (de 0 a 600 MW), energía de la biomasa (de 206 MW a 701 MW), energía solar (de 2 MW a 214 MW) y aprovechamientos hidráulicos (de 194 MW a 448 MW), de 2015 a 2030. Esta situación se representa en la figura 14.

En conclusión, es innegable la relevancia que cobra la diversificación de la matriz energética nacional en el panorama actual, y la prospectiva está favorecida tanto por el potencial desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovable como por la regulación existente en la

actualidad, que ya ha sentado las bases de la contratación para la puesta en marcha de estos proyectos, los cuales podrían iniciar en el próximo gobierno presidencial de 2018 a 2022.

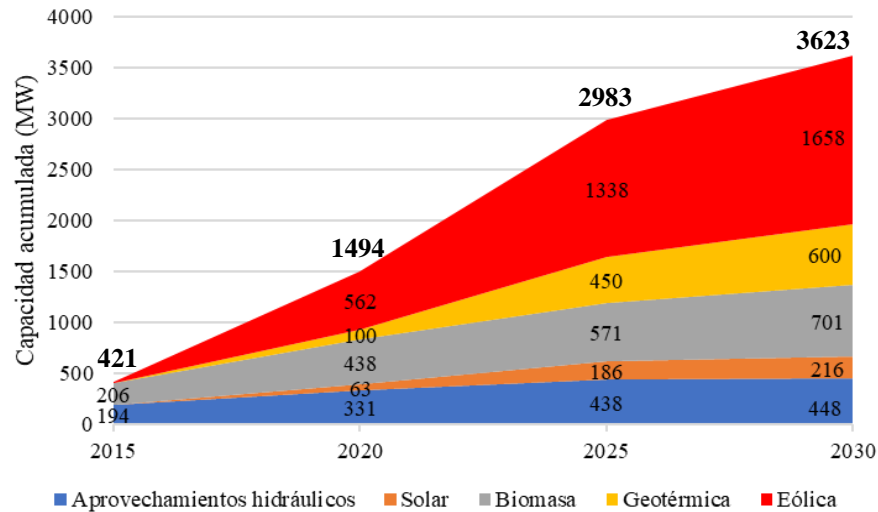


Figura 14. Capacidad acumulada con base en las expectativas de un escenario conservador. Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.* Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

4. Propuesta de intención de creación del programa

4.1 Contexto del programa

El programa académico se plantea para desarrollarse en la Universidad Industrial de Santander, en consonancia con los objetivos misionales y visionales de esta institución (en la sección 1.1 del

este proyecto se presentan en detalle) y adscrito a su Escuela de Ingeniería de Petróleos. No obstante, como una propuesta adicional, se plantea el cambio de nombre de la unidad académica por Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos, siguiendo la denominación de la Universidad de Stanford (cuyo programa académico de pregrado fue esbozado en la tabla 1 del presente proyecto), y así sería incluyente con el propósito del programa a crear y a la vez mantendría el horizonte misional de la unidad académica original. Seguidamente se plantean las generalidades de la nueva unidad académica.

4.1.1 Misión de la unidad académica. La Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos se plantea como una unidad académico-administrativa de la Universidad Industrial de Santander cuyo propósito será formar, dentro del espacio brindado por la academia y la investigación, profesionales con gran capacidad humana, científica y de gestión, que contribuyan a solucionar los problemas técnicos y conceptuales de la industria energética, en armonía con el medio ambiente y con responsabilidad ética y social.

4.1.2 Visión de la unidad académica. La Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos de la Universidad Industrial de Santander buscará que sus programas académicos sean líderes en el panorama nacional y sean destacados en el panorama internacional, propiciando el mejoramiento continuo de la calidad mediante la implementación de contenidos actualizados en el plan de estudio de su programa, para formar aptitudes técnicas, científicas, sociales, ecológicas y humanísticas en nuestros educandos, tanto a nivel de pregrado como de posgrado.

4.1.3 Programas ofrecidos por la unidad académica. Los programas académicos que ofrecerá la Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos incluyen los mencionados en la sección 1.2.3 del presente proyecto, tanto a nivel de pregrado como posgrado, y el programa de pregrado a crearse en Ingeniería de Energía.

4.1.4 Convenios de la unidad académica. La Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos mantendrá los actuales convenios con que cuenta la Escuela de Ingeniería de Petróleos y buscará concertar otros que beneficien a los futuros estudiantes del programa de Ingeniería de Energía, mayoritariamente con empresas que involucren grandes consumos de energía en su cadena de producción, lo que incluye empresas de la industria alimenticia, del sector energético y de servicios. Las oportunidades derivadas de estos convenios son dinámicas dado que dependen de la duración del contrato firmado. Se sugiere, por tanto, considerar todos los convenios existentes a la fecha de creación del programa, los cuales pueden ser consultados en la página web de la Universidad, en la pestaña de Relaciones exteriores.

4.2 Identificación del programa

4.2.1 Nombre del programa. Ingeniería de Energía.

4.2.2 Título que otorga. Ingeniero de Energía.

4.2.3 Modalidad. Presencial.

4.2.4 Lugar donde ofrecerá el programa. Se propone que el programa de Ingeniería de Energía se ofrezca inicialmente en la sede principal de la Universidad, ubicada en la ciudad de Bucaramanga.

4.2.5 Duración del programa. Diez (10) semestres.

4.2.6 Criterios y proceso de admisión. El proceso de admisión al programa se llevará a cabo de manera análoga al surtido para ingresar a los demás programas de pregrado presencial, del cual se encarga la Dirección de Admisiones y Registro Académico de la Universidad Industrial de Santander. Este proceso garantiza la selección de los estudiantes solo por mérito académico y no considera en absoluto aspectos como raza, sexo, credo, discapacidad o condición social.

Según la Dirección de Admisiones y Registro Académico de la Universidad Industrial de Santander, los requisitos para inscribirse y participar del proceso de selección de estudiantes son los siguientes:

- haber aprobado undécimo grado o estarlo cursando;
- haber presentado el Examen de Estado Saber 11° a partir del año 2013; y
- certificar un puntaje mínimo de treinta y un (31) puntos en cada una de las pruebas que componen el Examen de Estado: Matemáticas, Lectura crítica, Sociales y ciudadanas, Ciencias naturales e Inglés.

Por su parte, el proceso de selección y admisión para los programas académicos ha sido establecido de acuerdo con unas ponderaciones a cada prueba del Examen de Estado Saber 11°, las cuales se presentan en la tabla 21 para el caso de programas de la Facultad de Ingenierías Físicoquímicas.

Tabla 21.

Ponderaciones para selección de aspirantes a programas de la Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas.

Programa académico	Ciencias naturales	Lectura crítica	Matemáticas	Sociales y ciudadanas	Inglés
Ingeniería de Energía	30%	20%	30%	10%	10%

Nota: Universidad Industrial de Santander. *Criterios de admisión.* Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/admisiones/documentos/criteriosAdmision.pdf>.

La selección de los aspirantes se realizará teniendo en cuenta las ponderaciones asignadas a cada prueba del Examen de Estado Saber 11° para los diferentes programas académicos, según lo que establece el Acuerdo 222 de 2014 del Consejo Académico y considerando en orden descendente los puntajes obtenidos por los aspirantes hasta completar los cupos ofrecidos.

4.2.7 Periodicidad de la admisión. Semestral.

4.2.8 Número de estudiantes admitidos por cohorte. Este parámetro será definido una vez se cuente con estudios de mercadeo que establezcan cuantitativamente la demanda de bachilleres interesados en cursar el programa académico y un análisis completo de aspectos como la infraestructura y los recursos disponibles para llevar a cabo el desarrollo del mismo.

4.2.9 Número de créditos. El programa de Ingeniería de Energía tendrá ciento sesenta y siete (167) créditos distribuidos entre los diez semestres de duración del programa, como muestra la tabla 22.

Tabla 22.

Número total de créditos por semestre.

Semestre	Tiempo de acompañamiento docente	Tiempo de trabajo independiente	Créditos
I	21	36	19
II	25	35	20
III	22	32	18
IV	23	34	19
V	20	34	18
VI	19	32	17
VII	22	32	18
VIII	16	29	15
IX	15	33	16
X	1	20	7

4.3 Propuesta curricular

4.3.1 Justificación del programa. Los recursos energéticos de fácil extracción provenientes de los combustibles fósiles en Colombia se han ido agotando dada su continua y prolongada explotación, y a esto se suma que, en ocasiones, las tecnologías que emplean generan impactos medioambientales muy negativos, por lo cual se ha planteado la urgente opción de desarrollar alternativas que garanticen servicios energéticos de mayor confiabilidad y más amigables con la naturaleza. En el caso de Colombia, existe un gran potencial para desarrollar fuentes no convencionales de energía renovable, y esto ha favorecido el planteamiento de varios proyectos de este tipo que, pese a que se encuentran aún en fase de desarrollo, se han hecho cada vez más comunes.

El desarrollo de nuevas tecnologías que favorezcan la explotación de estas fuentes de energía sería, pues, muy positivo dado que permitiría, además de ahorrar costos, diversificar la matriz energética nacional —la cual depende superlativamente de los combustibles fósiles— y asegurar el suministro energético en eventos derivados del cambio climático. Por tal razón, muchas de las universidades más prestigiosas del mundo han incorporado a su oferta académica ciertos programas de formación en el área de explotación de fuentes no convencionales de energía renovable, incluyendo, entre otras, la Universidad de Stanford, la Universidad de Pekín y la Universidad Estatal de Pensilvania, cuyos programas académicos fueron recapitulados en la sección 2.1. Por su parte, en Colombia se ofrecen programas afines en cinco universidades, siendo el de la Universidad Autónoma de Bucaramanga el más representativo y el de mayor antigüedad. Debido a lo anterior, se plantea la creación de un programa de Ingeniería de Energía en la Universidad Industrial de Santander como adición al ya existente de Ingeniería de Petróleos, que complemente el campo de acción de este en el desarrollo de tecnologías de energías alternativas y también capacite al futuro profesional en el estudio de toda la cadena de energética, desde su generación hasta su uso final.

El programa formará, así, ingenieros de energía que contribuyan al fortalecimiento de la economía del país y participen en diferentes áreas, diseñando y aplicando nuevas tecnologías y ejerciendo su profesión considerando aspectos ambientales, legales y sociales, para presidir, regular, planear, examinar e inspeccionar procesos tendientes a optimizar costos y hacer uso eficiente de los recursos energéticos, en la industria energética y otras industrias. Su carácter distintivo vendrá dado por su calidad profesional, característica del egresado UIS, y preparación para desempeñarse en distintas áreas de la industria energética y de otras industrias que demanden procesos de optimización de energía.

4.3.2 Fundamentación teórica del programa. La Ingeniería de Energía es un amplio campo de la ingeniería que se ocupa de la eficiencia energética, los servicios energéticos, la administración de instalaciones, la ingeniería de plantas y las tecnologías de energías alternativas. Es una de las disciplinas de ingeniería más novedosas y combina el conocimiento de los campos de la física, la matemática y la química con las prácticas de ingeniería económica y ambiental. De esta manera, los ingenieros de energía aplican sus habilidades para aumentar la eficiencia y desarrollar las fuentes de energía, de manera que su ocupación principal consiste en encontrar las formas más eficientes y sostenibles de operar sistemas y llevar a cabo procesos de fabricación.

Si bien el ingeniero de energía se ocupa de la obtención y el uso de la energía de la manera más respetuosa con el medio ambiente, su campo de acción no se limita a procesos de transformación de energía estrictamente renovable como la hidroeléctrica, la solar, la biomasa o la geotérmica. Adicionalmente, se ocupa de la generación, el transporte, la distribución y el uso final de la energía, independientemente de si esta proviene de recursos renovables o no renovables. Por ende, el programa de Ingeniería de Energía se fundamenta en una estructura conceptual que permite desarrollar en el estudiante las competencias requeridas para orientar los procesos energéticos, dentro de un marco de responsabilidad social y ambiental.

El marco de referencia del programa se compondrá de tres ciclos: básico, de fundamentación y profesional.

- **Ciclo básico.** Se compone de asignaturas de matemática, física y química que son la base de la formación científica del ingeniero de energía. Estas áreas proveen elementos conceptuales que permiten analizar los fenómenos que ocurren en el mundo e interpretar las leyes del universo y la naturaleza.

- **Ciclo de fundamentación.** Corresponde al ciclo conector entre el ciclo básico y las asignaturas profesionales, e incluye asignaturas que dan conocimientos clave para el ejercicio de la profesión, puesto que muestran la aplicación de las ciencias básicas a situaciones generales de la ingeniería de energía.
- **Ciclo profesional.** Este ciclo pretende suministrar la fundamentación teórica y las herramientas de aplicación profesional en las áreas de generación, transporte, distribución y uso final de la energía, transformación de la energía, ingeniería térmica y fluidos y sostenibilidad energética y complementarias, contribuyendo a la construcción de las competencias propias del ingeniero de energía para su desempeño profesional. Las áreas consideradas en este ciclo sustentan los conocimientos requeridos para que el egresado pueda desempeñarse de manera exitosa en el ámbito laboral.

4.3.3 Perfil de formación. El ingeniero de energía de la Universidad Industrial de Santander será un ciudadano ético, creativo, de pensamiento crítico, con conciencia social y ambiental, que contribuirá al desarrollo económico y social del país a partir de la ingeniería aplicada al estudio de fenómenos que gobiernan el comportamiento de la materia y la energía y el diseño, gestión y dirección de proyectos en el sector energético, con responsabilidad, compromiso y adaptabilidad ante los desafíos de la industria. Para la consecución de esto, el egresado demostrará que:

- aplica conocimientos matemáticos e ingenieriles a la solución de problemas complejos de ingeniería;
- propone soluciones energéticas a partir de fuentes de energía renovable, no renovable y mixtas, y sistemas de generación basados en el uso de combustibles de sustitución y otros vectores energéticos;

- inspecciona e interviene los sistemas de generación, transformación, transporte, distribución y comercialización de la energía, con una visión global de las tecnologías existentes y la rentabilidad asociada a ellas;
- diseña, evalúa y desarrolla proyectos que involucren el uso eficiente y racional de la energía y es representante de procesos que implementen sistemas de administración energética en distintos sectores;
- efectúa balances de masa y energía, inventarios de recursos y estimaciones de impactos medioambientales con el propósito de definir consumos, costos y oportunidades de elevación de valor energético de flujos derivados de procesos industriales;
- diseña y rectifica la operación correcta de redes de consumo interno de energía eléctrica, gas, vapor, y también de sistemas de bombeo, ventilación, refrigeración e hidráulicos de presión, y sugiere alternativas de mejoramiento en eficiencia y mantenimiento; y
- diseña y construye dispositivos aplicativos, a pequeña y gran escala, de sistemas de energías renovables, y analiza su eficiencia teórica desde su utilización individual o integrada.

4.3.4 Objeto de conocimiento del programa. El programa de Ingeniería de Energía se enfocará a la optimización de procesos energéticos asociados a cualquier sector y se concebirá, además, desde la perspectiva de la evolución o transición de los esquemas convencionales de generación hacia las nuevas tecnologías que se basan en la explotación de fuentes no convencionales de energía alternativa tales como plantas de energías solar, eólica y de biomasa; no obstante, el programa pretende que el futuro profesional participe en toda la cadena de valor de la energía, en todas las industrias, y no solamente en aquellas pertenecientes al sector minero-energético.

4.3.5 Propósitos generales del programa. El programa de Ingeniería de Energía de la Universidad Industrial de Santander tendrá como propósito general la formación de ingenieros de energía que sean competitivos en el mercado laboral por su alta calidad profesional y ética y sus conocimientos de los procesos que tienen lugar en la cadena energética, así como su comprensión de fenómenos de ingeniería térmica y sostenibilidad energética. Serán, pues, los desarrolladores y ejecutores de los futuros proyectos de suministro energético de la nación, representantes del sello de calidad institucional y protagonistas del prospectivo avance de las energías renovables no convencionales en el panorama nacional e internacional. En ese orden de ideas, el programa tendrá como propósito fijo el continuo mejoramiento de la calidad académica y científica de sus estudiantes, lo cual los dotará de herramientas para que alcancen un óptimo desempeño en la industria en que se desempeñen.

4.3.6 Estructura conceptual del saber. Tal como se enuncia en la sección 4.3.2, el programa de Ingeniería de Energía estará conformado por tres ciclos: el ciclo básico, el ciclo de fundamentación y el ciclo profesional. Como se explicó previamente, el ciclo básico (asignaturas de ciencias) y el ciclo de fundamentación (que incluye Termodinámica I, Termodinámica II, Electricidad y electrónica básica, Mecánica de fluidos, entre otras) aportan habilidades y competencias fundamentales para el ingeniero de energía, en la medida en que fortalecen conceptos matemáticos y científicos y moldean el conocimiento ingenieril a partir del estudio de casos aplicados, respectivamente. Ambos ciclos propenden por el robustecimiento del saber del estudiante para que pueda adquirir de manera idónea las competencias correspondientes al ciclo profesional —que comprende las áreas de generación, transporte, transformación, distribución y uso final de la energía, ingeniería térmica y fluidos y sostenibilidad energética y

complementarias— y son el eje de la formación profesional del ingeniero de energía. Estas áreas buscan que este adquiera habilidades para diseñar tecnologías y sistemas, identificar oportunidades, seleccionar técnicas y regular actividades y costos. La estructura conceptual del saber del programa de Ingeniería de Energía se presenta en la figura 15.

4.3.7 Componente de interdisciplinariedad del programa. El programa de Ingeniería de Energía fue concebido para formar parte de la oferta académica de pregrado de la actual Escuela de Ingeniería de Petróleos; no obstante, dado que sus ciclos de formación comprenden asignaturas impartidas por otras escuelas, así como la participación de estudiantes en actividades que buscan la formación integral del estudiante y en grupos de investigación de la unidad académica, el programa será destacado por su interdisciplinariedad, lo cual es muy relevante pues hará que sus futuros egresados se caractericen por su idoneidad para desenvolverse en múltiples áreas del saber y brindará, en efecto, un más amplio campo de ejercicio profesional. Estos aspectos se sustentan a continuación.

- **Asignaturas de otras unidades académicas.** El currículo del programa de Ingeniería de Energía contiene asignaturas apoyadas por otras escuelas de la Universidad, lo cual reúne materias de los tres ciclos de formación. En general, son veintisiete (27) asignaturas las dictadas por otras unidades académicas, para un total de noventa y tres (93) créditos académicos. Así, el programa se fundamentará en un 55,7% en trabajo interdisciplinario, que será apoyado por docentes de varias escuelas de la Universidad.
- **Programas institucionales que favorecen el desarrollo de competencias adicionales.** La Universidad brinda la oportunidad de participar en distintos programas culturales, de bienestar universitario, deportivos y de emprendimiento.

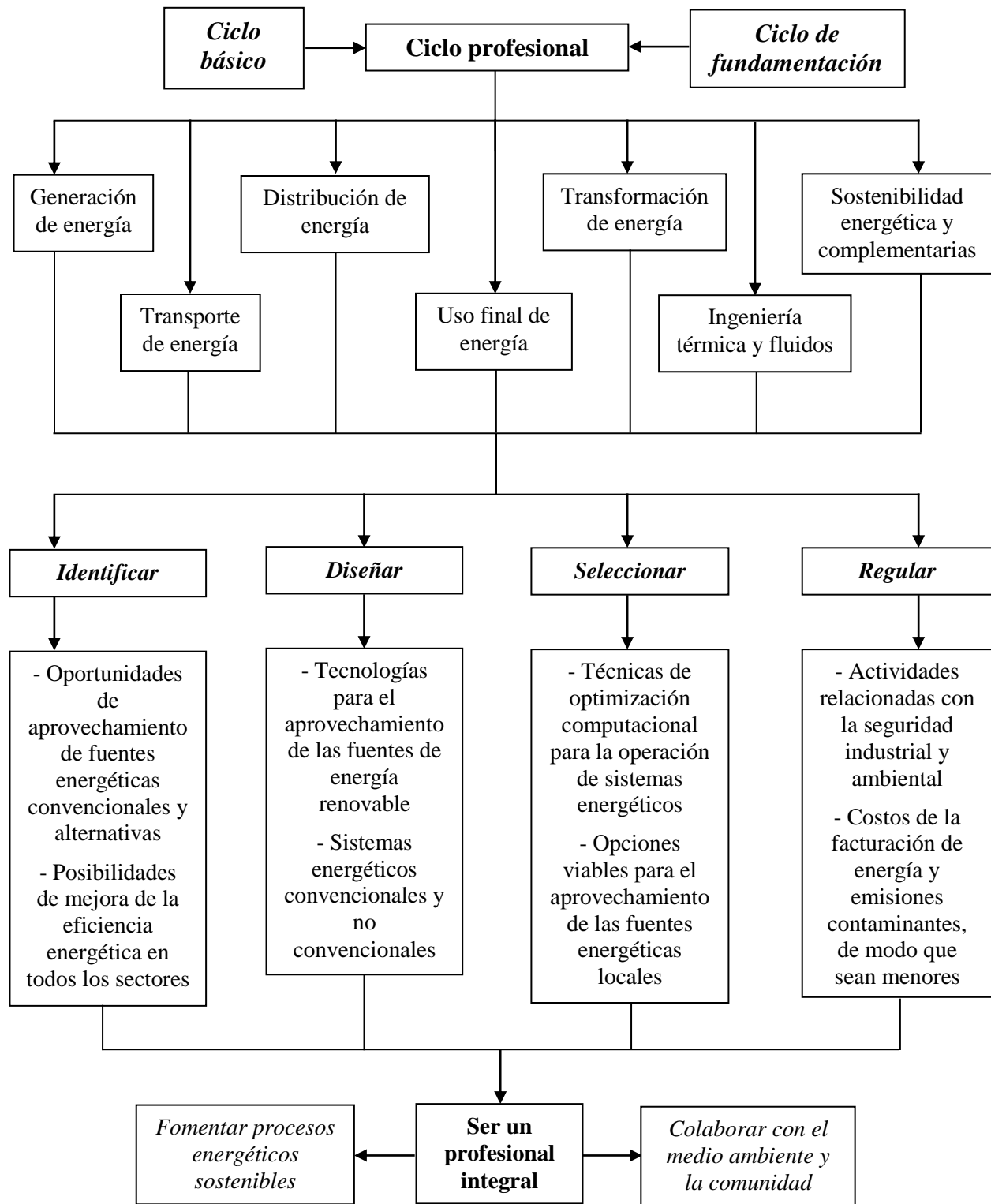


Figura 15. Estructura conceptual del saber del programa de Ingeniería de Energía. Adaptado de Universidad Politécnica de Sinaloa. *Ingeniería de Energía*. Recuperado de http://www.upsin.edu.mx/programas_academicos/carrera/energia.

Entre los programas culturales, se destacan el grupo coral, los grupos de danzas, teatro y tuna y los clubes de lectura. En Bienestar universitario, existen estudiantes de destacado rendimiento académico que brindan asesorías en asignaturas particulares a estudiantes de los primeros niveles, especialmente en las asignaturas del ciclo básico de la ingeniería. Asimismo, entre los programas deportivos se resalta el trabajo de las selecciones de fútbol, baloncesto, *rugby*, natación, entre otros. El estudiante de Ingeniería de Energía podrá, por tanto, ser partícipe de estos espacios que ofrece la Universidad, los cuales, pese a no ser obligatorios, le brindarán otras habilidades adicionales que lo enriquecerán como profesional.

- **Actividades de investigación y extensión.** Al ser un programa interdisciplinario, permite la participación de estudiantes en grupos de investigación de varias unidades académicas, en los cuales estos podrán tomar parte en proyectos de investigación y desarrollar su proyecto de grado. Los potenciales grupos que podrían apoyar estas actividades se presentan en la sección 4.4.3.4 del presente capítulo.

4.3.8 Estrategias de flexibilización del programa. El programa de Ingeniería de Energía dará flexibilidad al estudiante para escoger algunas de las asignaturas que cursará como parte de su plan de estudios, al igual que en la modalidad de trabajo de grado que desee escoger. Estas asignaturas comprenden las materias de contexto, las electivas técnicas profesionales y el trabajo de grado. Las materias de contexto hacen alusión a materias de otras disciplinas, típicamente humanísticas, que brindan al estudiante un enfoque amplio de la sociedad y la cultura, y comprenden cuatro (4) créditos del plan de estudios, ubicados entre el séptimo y el octavo nivel. Por su parte, las electivas técnicas profesionales corresponden a asignaturas que permiten al estudiante adquirir conocimientos específicos en el área profesional, según sea su interés o

enfoque, y representan nueve (9) créditos del plan de estudios, que se encuentran entre el noveno y el décimo nivel. Finalmente, las asignaturas de Trabajo de grado I y Trabajo de grado II brindan flexibilidad al currículo, ya que el estudiante tiene la oportunidad de desarrollar su proyecto en diferentes modalidades, las cuales están contempladas en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado, en el cuarto artículo de su título V, capítulo IX. Según sea el perfil y la preferencia del estudiante, podrá desarrollar su proyecto de grado en una u otra modalidad. Todo lo anterior comprende, entonces, un total de veintitrés (23) créditos, que equivale al 13,8% de los créditos totales del programa académico.

4.3.9 Plan de estudios. El plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía contemplará un total de ciento sesenta y siete (167) créditos, distribuidos en diez (10) semestres académicos. Inicialmente, se plantea que el programa tome asignaturas de fundamentación y profesionales de otras escuelas —especialmente de la Escuela de Ingeniería Mecánica—, ya que los contenidos propuestos guardan considerable conexidad con los impartidos en otras unidades académicas. Esto daría tiempo a la futura Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos para llevar a cabo procesos de contratación, que amplíen su planta profesoral, y de capacitación, que fortalezca a la ya existente, de modo que la Escuela logre cubrir en su totalidad las asignaturas del ciclo profesional del programa de Ingeniería de Energía. Igualmente, varias de las asignaturas del programa de Ingeniería de Petróleos también harían parte de los ciclos de fundamentación y profesional del programa de Ingeniería de Energía. La propuesta del plan de estudios se presenta en la figura 16 y se detalla en la tabla 23.

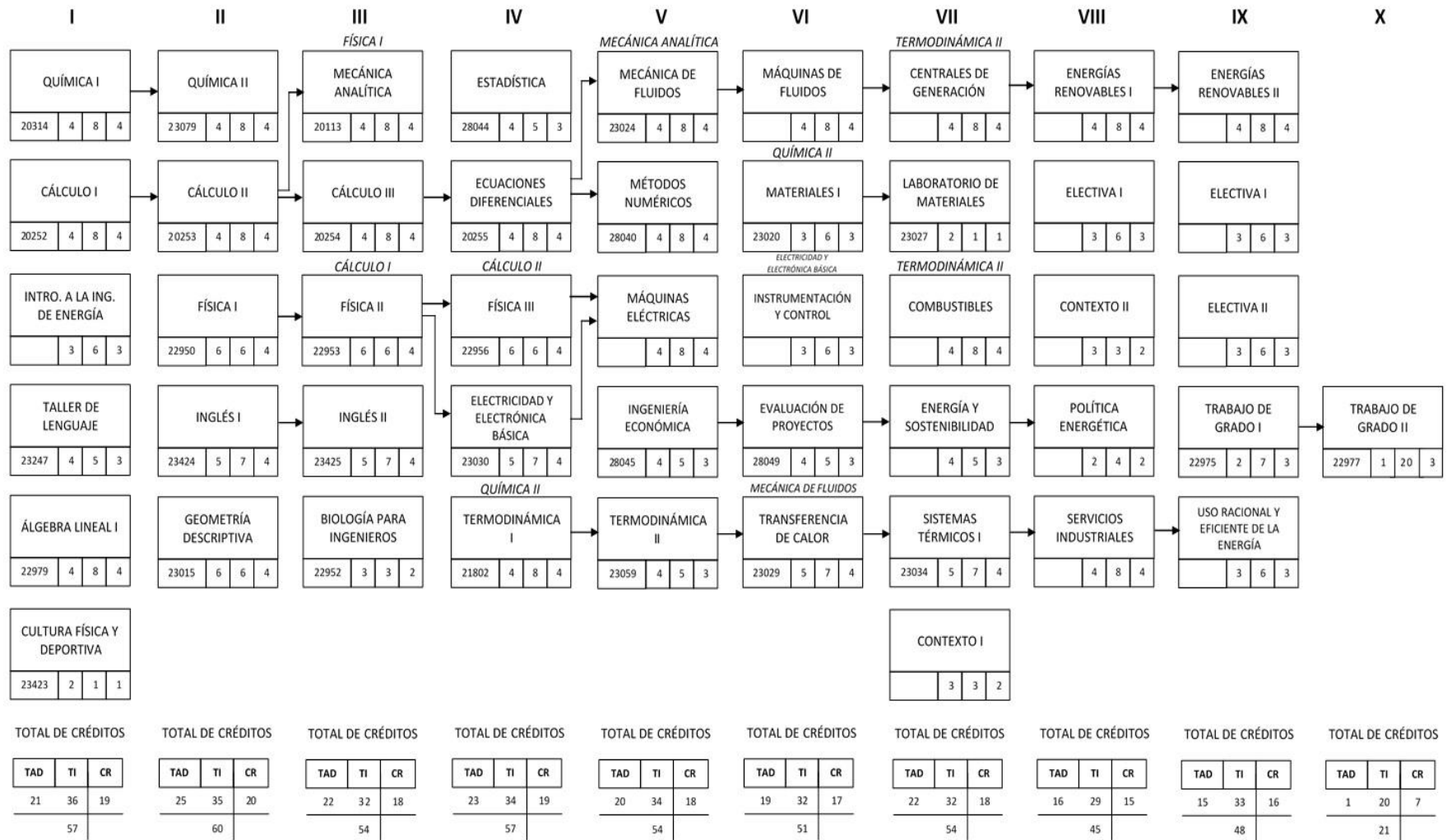


Figura 16. Propuesta de plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía.

Tabla 23.

Propuesta detallada del plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía.

Nivel	Código	Asignatura	Horas del periodo			Créditos	Requisitos	Escuela a cargo de la asignatura
			TAD		TI			
			Teóricas	Prácticas				
I	20314	Química I	4	0	8	4	Escuela de Química	
	20252	Cálculo I	4	0	8	4	Escuela de Matemáticas	
		Introducción a la Ingeniería de Energía	3	0	6	3	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos	
	23247	Taller de lenguaje	4	0	5	3	Escuela de Idiomas	
	22979	Álgebra lineal I	4	0	8	4	Escuela de Matemáticas	
	23423	Cultura física y deportiva	0	2	1	1	Departamento de Educación Física y Deportes	
		Subtotal	19	2	36	19		
II	23079	Química II	4	0	8	4	Química I Escuela de Química	
	20253	Cálculo II	4	0	8	4	Cálculo I Escuela de Matemáticas	
	22950	Física I	4	2	6	4	Escuela de Física	
	23424	Inglés I	5	0	7	4	Instituto de Lenguas	
	23015	Geometría descriptiva	6	0	6	4	Escuela de Diseño Industrial	
			Subtotal	23	2	35	20	

Nivel	Código	Asignatura	Horas del periodo			Créditos	Requisitos	Escuela a cargo de la asignatura
			TAD		TI			
			Teóricas	Prácticas				
III	20113	Mecánica analítica	4	0	8	4	Física I y Cálculo II	Escuela de Física
	20254	Cálculo III	4	0	8	4	Cálculo II	Escuela de Matemáticas
	22953	Física II	4	2	6	4	Cálculo I y Física I	Escuela de Física
	23425	Inglés II	5	0	7	4	Inglés I	Instituto de Lenguas
	22952	Biología para ingenieros	3	0	3	2		Escuela de Biología
		Subtotal	20	2	32	18		
IV	28044	Estadística	4	0	5	3		Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	20255	Ecuaciones diferenciales	4	0	8	4	Cálculo III	Escuela de Matemáticas
	22956	Física III	4	2	6	4	Cálculo II y Física II	Escuela de Física
	23030	Electricidad y electrónica básica	5	0	7	4	Física II	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
	21802	Termodinámica I	4	0	8	4	Química II	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Subtotal	21	2	34	19		

Nivel	Código	Asignatura	Horas del periodo			Créditos	Requisitos	Escuela a cargo de la asignatura
			TAD		TI			
			Teóricas	Prácticas				
V	23024	Mecánica de fluidos	4	0	8	4	Mecánica analítica y Ec. diferenciales	Escuela de Ingeniería Mecánica
	28040	Métodos numéricos	4	0	8	4	Ecuaciones diferenciales	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Máquinas eléctricas	4	0	8	4	Elec. y electrónica básica y Física III	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	28045	Ingeniería económica	4	0	5	3		Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	23059	Termodinámica II	4	0	5	3	Termodinámica I	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Subtotal	20	0	34	18		
VI		Máquinas de fluidos	4	0	8	4	Mecánica de fluidos	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	23020	Materiales I	3	0	6	3	Química II	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Instrumentación y control	3	0	6	3	Elec. y electrónica básica	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	28049	Evaluación de proyectos	4	0	5	3	Ingeniería económica	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	23029	Transferencia de calor	5	0	7	4	Termodinámica II y Mecánica de fluidos	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Subtotal	19	0	32	17		

Nivel	Código	Asignatura	Horas del periodo			Créditos	Requisitos	Escuela a cargo de la asignatura
			TAD		TI			
			Teóricas	Prácticas				
VII	23027	Centrales de generación	4	0	8	4	Máq. de fluidos y Termodinámica II	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Laboratorio de materiales	0	2	1	1	Materiales I	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Combustibles	4	0	8	4	Termodinámica II	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
	23034	Energía y sostenibilidad	4	0	5	3	Evaluación de proyectos	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Sistemas térmicos I	5	0	7	4	Transferencia de calor	Escuela de Ingeniería Mecánica
		Contexto I	3	0	3	2		
Subtotal		20	2	32	18			
VIII		Energías renovables I	4	0	8	4	Centrales de generación	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Electiva I	3	0	6	3		
		Contexto II	3	0	3	2		
		Política energética	2	0	4	2	Energía y sostenibilidad	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Servicios industriales	4	0	8	4	Sistemas térmicos I	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Subtotal		16	0	29	15	

Nivel	Código	Asignatura	Horas del periodo			Créditos	Requisitos	Escuela a cargo de la asignatura
			TAD		TI			
			Teóricas	Prácticas				
IX		Energías renovables II	4	0	8	4	Energías renovables I	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Electiva II	3	0	6	3		
		Electiva III	3	0	6	3		
		Trabajo de grado I	2	0	7	3		Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Uso racional y eficiente de la energía	3	0	6	3	Servicios industriales	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Subtotal	15	0	33	16		
X		Trabajo de grado II	1	0	20	7	Trabajo de grado I	Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos
		Subtotal	1	0	20	7		
		Total	174	10	317	167		

En el plan de estudios planteado, las asignaturas de contexto incluyen cátedras y asignaturas de otras unidades académicas, que varían de semestre a semestre, por lo cual no se especifican en este proyecto. En cuanto a las asignaturas electivas profesionales, se proponen siete asignaturas que se presentan en la tabla 24. Tres de estas son ofrecidas por otras escuelas de universidad: Corrosión y su control, por la Escuela de Ingeniería Química; Dirección empresarial I, por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; e Introducción a la ingeniería de petróleos, por la actual Escuela de Ingeniería de Petróleos, en el plan de estudios de pregrado. Las cuatro asignaturas restantes serían creadas y ofrecidas exclusivamente como electivas del programa.

Tabla 24.

Asignaturas electivas del programa de Ingeniería de Energía.

Código	Asignatura	TAD		TI	Créditos	Requisitos
		Teóricas	Prácticas			
21458	Corrosión y su control	3	0	6	3	Materiales I
23050	Introducción a la ingeniería de petróleos	3	0	6	3	
22964	Dirección empresarial I	4	0	5	3	
	Análisis de ciclos de vida	3	0	6	3	Energía y sostenibilidad
	Innovación tecnológica	3	0	6	3	Servicios industriales
	Redes eléctricas inteligentes	3	0	6	3	Centrales de generación
	Introducción al diseño bioclimático	4	0	5	3	Sistemas térmicos I

4.4 Diagnóstico de capacidades internas

Con el objetivo de establecer los recursos disponibles en la Universidad Industrial de Santander para la implementación del programa de Ingeniería de Energía en la Escuela de Ingeniería de

Petróleos, se efectúa un análisis de ciertos aspectos clave que deben cumplirse para la obtención del registro calificado, según el Decreto 1295 de 2010, para un programa de pregrado.

4.4.1 Bienestar universitario (UIS, 2017). La Universidad Industrial de Santander cuenta con una División de Bienestar universitario que busca mejorar las condiciones de vida de la comunidad universitaria para el excelente desarrollo de las actividades académicas —que es uno de los objetivos misionales de la Universidad— y contribuir en la formación integral de los estudiantes mediante programas y servicios complementarios.

El Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander, en el artículo 94 del capítulo XI, establece: «La Universidad realizará programas de bienestar universitario, entendidos como el conjunto de actividades que se orientan al desarrollo físico, psicoafectivo y social de los estudiantes, profesores y personal administrativo de la Universidad». En ese sentido, la división ofrece un portafolio de servicios que incluye programas de atención en salud, educativo-preventivos y de mejoramiento académico. Seguidamente se mencionan algunos de los existentes actualmente para cada categoría.

- **Programas de atención en salud.** Abarcan la prestación de servicios de salud en el primer nivel de atención a estudiantes que pagan derechos de salud con su matrícula académica. Ofrece servicios de consultas asistenciales y especializadas, atención de enfermería, atención de urgencias médicas y hospitalización, atención de accidentes y urgencias asociadas a trauma, manejo de accidente biológico, laboratorio clínico básico, farmacia, triage y atención oportuna no programada.
- **Programas educativo-preventivos.** Tienen como fin fomentar la promoción de la salud, la prevención de la enfermedad y la adopción de hábitos de autocuidado y formas de vida

saludables entre la comunidad universitaria. Estos programas se subdividen en tres tipos: de vida sana, de salud sexual y reproductiva y de mejoramiento académico. El primer grupo reúne programas de mantenimiento de la salud, inclusión a estudiantes en situación de discapacidad, espalda sana, acondicionamiento físico, prevención y control del riesgo cardiovascular, educación nutricional, salud oral, salud visual, vacunación, promoción de la salud mental y SER-UIS. Del segundo grupo, por su parte, hacen parte los programas de prevención del cáncer de cérvix, mama y testículo, prevención y atención de las enfermedades de transmisión sexual, control de la fecundidad, atención integral a la mujer gestante y educación para el disfrute. Finalmente, en el tercer grupo se incluyen los programas de mejoramiento del rendimiento académico, inducción a la vida universitaria y preparación para el ingreso a la vida laboral.

- **Programas de atención socioeconómica.** Son programas cuyo propósito es mejorar las oportunidades de los estudiantes en un marco de equidad social y mitigar la deserción estudiantil derivada de dificultades económicas. Estos programas reúnen el servicio de comedores, cafetería, combos saludables, residencias estudiantiles, auxilias estudiantiles, auxilio de fondo patrimonial, participación en el comité de matrículas y apoyo a grupos deportivos y culturales.

4.4.2 Planta profesoral. La docencia es una de las actividades más relevantes de la educación universitaria, ya que son los docentes, junto con los estudiantes, la razón de ser de un programa académico. La normativa indica que el perfil profesional de los profesores debe ser compatible con la naturaleza del programa académico a ofrecer, y su nivel profesional debe ser igual o superior al nivel del programa en que fungirán.

Tabla 25.

Profesores de planta que participan en el desarrollo del programa de Ingeniería de Petróleos.

Profesor	Nivel de formación académica			
	Profesional	Especialización	Maestría	Doctorado
Edwar Hernando Herrera Otero	Geología		Geología	
Emiliano Ariza León	Ingeniería de Petróleos	Docencia Universitaria, Ingeniería del Gas	Ingeniería de Hidrocarburos	Ingeniería Química
Érik Giovany Montes Páez	Ingeniería de Petróleos	Producción de Hidrocarburos	Ingeniería de Hidrocarburos	
Fernando Enrique Calvete González	Ingeniería de Petróleos	Docencia Universitaria	Informática	
Germán González Silva	Ingeniería Química		Ingeniería Química	Ingeniería Química
Julio César Pérez Angulo	Ingeniería de Petróleos	Ingeniería Ambiental, Ingeniería del Gas, Química de aguas		
Maika Karen Gambús Ordaz	Ingeniería de Petróleos		Ingeniería de Petróleos	Ingeniería de Petróleos
Manuel Enrique Cabarcas Simancas	Ingeniería de Petróleos		Ingeniería Química	
Nicolás Santos Santos	Ingeniería de Petróleos	Docencia Universitaria, Ingeniería del Gas	Ingeniería de Hidrocarburos	
Olga Patricia Ortiz Cancino	Ingeniería de Petróleos		Ingeniería Química	Ingeniería de Petróleos
Óscar Vanegas Angarita	Ingeniería de Petróleos	Docencia Universitaria, Finanzas		
Samuel Fernando Muñoz Navarro	Ingeniería de Petróleos		Ingeniería de Petróleos, Ingeniería de Hidrocarburos	
Zuly Himelda Calderón Carrillo	Ingeniería de Petróleos	Docencia Universitaria	Ingeniería de Petróleos	Ingeniería Química

Nota: Escuela de Ingeniería de Petróleos. *Personal docente de los programas de la EIP.* Recuperado de <http://petroleos.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S351>.

Actualmente, la Escuela de Ingeniería de Petróleos cuenta con trece (13) profesores de tiempo completo y treinta y nueve (39) profesores cátedra. De los profesores de planta, 38,5% cuentan con título de doctorado, 46,2%, con título de maestría y 15,3%, con título de especialización. De los profesores cátedra en el primer semestre de 2018, 5,1% posee título de doctorado, 56,4%, de maestría, 23,1%, de especialización y 15,4%, de pregrado. La tabla 25 relaciona los profesores de planta con los que cuenta actualmente la Escuela y su nivel de formación académica. Los profesores de cátedra no se listan en este proyecto, ya que pueden variar de semestre a semestre.

4.4.3 Recursos académicos

4.4.3.1 Recursos bibliográficos. La biblioteca central de la Universidad Industrial de Santander cuenta con un área aproximada de 6200 m², con capacidad para contener 200000 unidades de material bibliográfico y 1500 lectores simultáneamente. Cuenta con cerca de 84845 volúmenes de libros, 3947 publicaciones seriadas, 7284 fotocopias de artículos y patentes, 16524 tesis de grado, 697 mapas geológicos, 43 mapas geográficos, 3500 bibliografías, 1800 folletos de archivo vertical, 4044 documentos de producción intelectual, 189730 espectros de compuestos químicos, 741 normas, 600 reportes, 400 directorios, 750 catálogos y alrededor de 2077 títulos de revistas *full text* y 2828272 referenciales en formato electrónico; de los títulos *full text*, 472 tienen acceso en línea (internet).

Los servicios que ofrece la biblioteca incluyen el acceso y consulta a las colecciones, catálogo de consulta en línea, consulta de bases de datos, consulta de videos, casetes y microformas, referencia, préstamo, préstamo interbibliotecario, suministro de documentos y bibliografías, conmutación bibliográfica, reproducción de documentos y difusión de información.

4.4.3.2 Recursos electrónicos. Corresponden a aquellos recursos en línea a los que tiene suscripción la biblioteca, y reúnen bases de datos, bibliotecas digitales, revistas y normas. Las bases de datos permiten la consulta a libros, revistas, normas internacionales, aplicativos de *software*, videos y conferencias, y se agrupan de acuerdo con el área del conocimiento en multidisciplinarias, ciencias básicas, ciencias aplicadas, ciencias sociales y humanas y ciencias de la salud. En cuanto a las bibliotecas digitales, la Universidad cuenta actualmente con la consulta en línea de textos básicos de apoyo de las editoriales Pearson, McGraw Hill, Cengage Learning, Alfaomega y CIB. Asimismo, permite la consulta de revistas en línea del American Institute of Physics, Cambridge University Press, Oxford University Press, la Prensa Científica S.A., la Royal Society of Chemistry y Taylor & Francis, así como de normas técnicas como ICONTEC.

4.4.3.3 Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC). Se enmarca en el proyecto interdisciplinario denominado «Soporte al proceso educativo UIS mediante tecnologías de información y comunicación», y es un centro de tecnología y comunicación de la Universidad Industrial de Santander diseñado según el concepto de edificio inteligente, seguro y automatizado.

Cuenta con cuatro pisos de altura, cerca de 4533 m² con 27 aulas de informática general y más de 800 equipos de cómputo. Adicionalmente, dispone del centro de servidores de los sistemas de información de la Universidad; un centro de control de seguridad, automatización y sonido; cuatro zonas de información y gestión de recursos; diez cabinas multimedios para repaso de videoclases; una sala para educación especial basada en TIC (para usuarios con discapacidades); siete oficinas para desarrollo científico basado en TIC para educación; una sala

multimedia para capacitación de profesores; un auditorio para videoconferencia multidireccional con capacidad para 80 participantes; un centro para cálculo numérico intensivo; una sala para capacitación en supercomputación; un centro de producción audiovisual; tres salas de reuniones con posibilidad de videoconferencia para encuentros de investigadores (pares nacionales e internacionales); una oficina de dirección científica; cuatro salas de descanso con máquinas dispensadoras de refrigerios y 28 baterías sanitarias.

4.4.3.4 Recursos de investigación. Como parte del proceso de formación de los futuros estudiantes de Ingeniería de Energía, se plantea su participación en grupos de investigación de diversas áreas en los que puedan llevar a cabo actividades de rigor investigativo y desarrollar su proyecto de grado. Dada la interdisciplinariedad del programa, se espera que se apoye en grupos de investigación que pertenezcan no solamente a la Escuela de Ingeniería de Petróleos sino también a otras escuelas como Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones e Ingeniería Química, las cuales cuentan con líneas de investigación afines a las áreas de estudio del programa de Ingeniería de Energía. En la tabla 26 se relacionan estos grupos.

4.5 Estructura académico-administrativa

Se espera que, una vez se decida implementar el programa de Ingeniería de Energía, el nombre de la actual Escuela de Ingeniería de Petróleos se cambie por Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos.

Tabla 26.

Grupos de investigación de la UIS con temas afines al pregrado de Ingeniería de Energía.

Grupo	Categoría en Colciencias	Escuela	Líneas de investigación afines
Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales (CEIAM)	A1	Escuela de Ingeniería Química	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de procesos biotecnológicos para el aprovechamiento de residuos agroindustriales 2. Energías alternativas 3. Producción más limpia
Grupo de Investigación en Tecnologías de Valorización de Residuos y Fuentes Agrícolas e Industriales para la Sustentabilidad Energética (INTERFASE)	A1	Escuela de Ingeniería Química	<ol style="list-style-type: none"> 1. Celdas de combustible 2. Combustibles alternos 3. Refinación y petroquímica 4. Valorización de desechos
Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible en Industria y Energía (CIDES)	A1	Escuela de Ingeniería Química	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biocombustibles 2. Evaluación de la sostenibilidad de aplicaciones en energías renovables 3. Investigación en combustión ecoeficiente y segura 4. Elaboración de fundamentos teóricos y experimentales para el desarrollo sostenible de la generación de energía
Grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente (GIEMA)	A	Escuela de Ingeniería Mecánica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energías alternativas 2. Modelado y simulación de sistemas térmicos y energéticos 3. Tecnología del gas y del petróleo
Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica (GISEL)	A	Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Confiabilidad del suministro de energía eléctrica 2. Economía y regulación de los sistemas de energía 3. Operación, control e instalación de sistemas de energía eléctrica 4. Uso racional de la energía (URE) y energías renovables

Nota: Universidad Industrial de Santander. *Listado de grupos UIS.* Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/gruposInvestigacion/listadoGrupos.html>.

Como unidad académico-administrativa, la Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos velará por el cumplimiento de la misión, visión y propósitos consignados en el proyecto institucional universitario, de manera que brindará apoyo especial a los tres ejes misionales de la Universidad: formación, investigación y extensión.

La Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos estará, al igual que las demás unidades académico-administrativas, en cabeza de un director que deberá garantizar el cumplimiento de los propósitos misionales universitarios y del recurso físico y humano con que cuente su unidad. Adicionalmente, el órgano directivo y decisor de la Escuela será el Consejo de Escuela, que brindará apoyo al director en la toma de decisiones.

Ahora bien, la estructura organizacional de la unidad académico-administrativa estará encabezada por el Consejo de Escuela, seguida, en segundo nivel de jerarquía, por el director de Escuela y luego, en un tercer nivel, por cuatro miembros importantes: el líder del área de pregrado, el líder del área de posgrados, el líder del área de investigación y el líder del área de servicios de extensión. Esta estructura se presenta de forma clara en la figura 17.

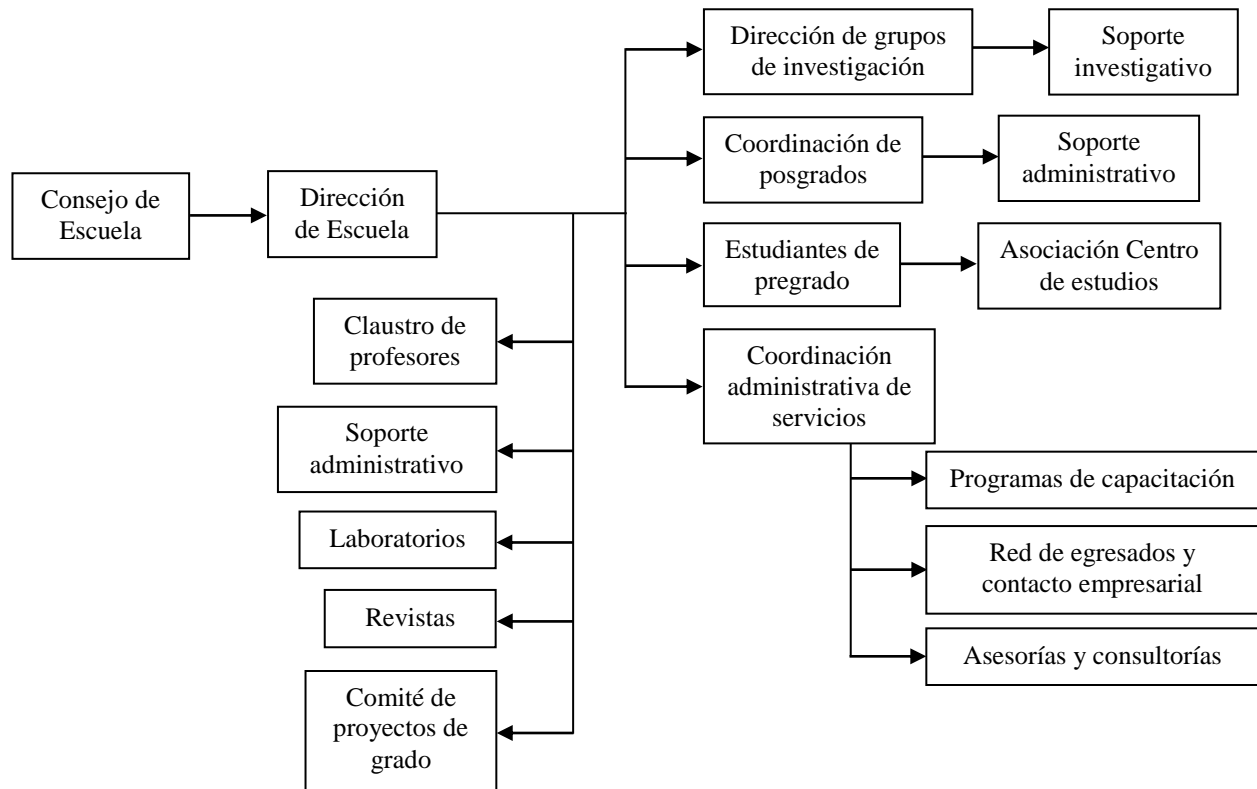


Figura 17. Estructura académico-administrativa de la Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos. Adaptado de Escuela de Ingeniería de Petróleos. *Estructura organizacional*. Recuperado de <http://petroleos.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S86>.

4.6 Retos y barreras para el funcionamiento del programa

Tomando en consideración las características y propuesta curricular del programa, así como el diagnóstico de recursos internos, se pueden predecir los inconvenientes que podrían presentarse una vez se dé inicio al programa de Ingeniería de Energía.

Tabla 27.

Rangos de calificación para cada uno de los aspectos evaluados.

Aspecto	Descripción	Calificación	Explicación de la calificación	Valor
Impacto	Impacto de la barrera en la creación del programa de Ingeniería de Energía	Definitivo	La barrera impacta totalmente, impidiendo la creación del programa	18 - 25
		Moderado	La barrera disminuye moderadamente la viabilidad de crear el programa	9 - 17
		Marginal	La existencia de la barrera no influye notablemente en la creación del programa, aunque su remoción la beneficiaría	1 - 8
Viabilidad	Facilidad de implementación de soluciones para remover la barrera	Alta	La barrera puede superarse mediante ajustes menores a las unidades académico-administrativas	18 - 25
		Moderada	Se requiere implementar cambios moderados en la estructura de las unidades académico-administrativas y ajustes a las normas de la Universidad	9 - 17
		Baja	Se requieren permisos de difícil consecución y cambios drásticos en reglamentos universitarios	1 - 8
Injerencia	Rol que juega la Universidad en la remoción de la barrera	Alta	La remoción de la barrera depende completamente de la Universidad	18 - 25
		Media	La remoción de la barrera depende de condiciones del mercado, pero la Universidad cuenta con herramientas de influencia	9 - 17
		Baja	La superación de la barrera depende únicamente de condiciones del mercado o actores externos	1 - 8
Costos	Costos asociados con la remoción de la barrera	Bajos	Los costos requeridos para la implementación de posibles soluciones son bajos	18 - 25
		Medios	Los costos asociados con posibles soluciones para remover la barrera son moderados	9 - 17
		Altos	Los costos requeridos para remover la barrera son muy altos	1 - 8

Nota: Adaptado de Unidad de Planeación Minero-Energética. *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Siguiendo el modelo del análisis planteado por la UPME (2015), que considera las barreras por nichos de oportunidad, se elabora un esquema de calificación para cada una de las barreras identificadas, el cual considera cuatro aspectos —impacto, viabilidad, injerencia, costos— y asigna la misma ponderación a cada uno de ellos para la evaluación de las barreras. La tabla 27 resume este esquema.

Igualmente, en la tabla 28 se presentan en orden, de acuerdo con el puntaje total obtenido, las barreras a la creación del programa de Ingeniería de Energía en la Universidad Industrial de Santander, que fueron identificadas y derivadas a partir del análisis de recursos disponibles y requeridos.

Tabla 28.

Barreras a la creación del programa de Ingeniería de Energía en la UIS.

Barrera	Descripción	Puntaje	
Cuerpo docente	El cuerpo docente no está capacitado para impartir la totalidad de las asignaturas que tendrá el programa de Ingeniería de Energía, ni para realizar acompañamiento a los estudiantes en actividades de investigación	Impacto	19
		Viabilidad	20
		Injerencia	17
		Costos	16
		Total	72
Servicios de Bienestar universitario	Los programas de atención en salud, educativo-preventivos y de atención socioeconómica de Bienestar universitario podrían ser limitados para cumplir con las expectativas de formación integral de los estudiantes que cursen el programa de Ingeniería de Energía	Impacto	7
		Viabilidad	23
		Injerencia	20
		Costos	20
		Total	70
Recursos académicos	Ciertos recursos bibliográficos, electrónicos y tecnológicos, en las condiciones actuales, harían falta para el desarrollo adecuado del programa de Ingeniería de Energía, de modo que no se cumplirían a cabalidad los propósitos de enseñanza fijados	Impacto	5
		Viabilidad	23
		Injerencia	20
		Costos	15
		Total	63

Barrera	Descripción	Puntaje	
Infraestructura	Algunas restricciones en la infraestructura con la que cuenta la Universidad Industrial de Santander y la unidad académico-administrativa podrían complicar el desarrollo idóneo de las actividades académicas, administrativas e investigativas que demanda el programa de pregrado	Impacto	5
		Viabilidad	23
		Injerencia	18
		Costos	15
		Total	61
Recursos de investigación	Los grupos de investigación existentes en la Escuela son limitados en sus campos de estudio para albergar las líneas de investigación del área de energías, y no existen espacios óptimos para desarrollar estas actividades	Impacto	18
		Viabilidad	15
		Injerencia	18
		Costos	5
		Total	56
Oportunidades para egresados	Por ser una carrera relativamente nueva, el egresado podría encontrarse con un campo de acción limitado —especialmente en el área de energías renovables—, ya que no hay áreas muy definidas ni sectores muy específicos en los que el ingeniero de energías ejerza	Impacto	5
		Viabilidad	19
		Injerencia	11
		Costos	18
		Total	53

Nota: Cada aspecto analizado se calificó entre 0 y 25.

De los resultados obtenidos en la tabla 28 se concluye que las barreras prioritarias a eliminar, por su factibilidad y condiciones, son las de cuerpo docente limitado, servicios de Bienestar universitario insuficientes y recursos académicos limitados. Estos y los demás resultados obtenidos se muestran en la figura 18.

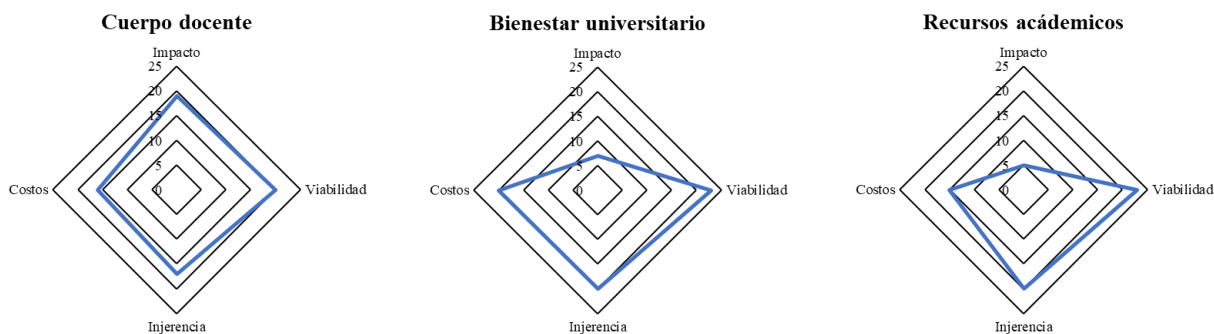




Figura 18. Resultados de valoración por aspecto para cada barrera a la creación del programa de Ingeniería de Energía en la Universidad Industrial de Santander.

5. Conclusiones

Las fuentes de energía alternativas no convencionales se han vuelto una opción atractiva para los gobiernos del mundo debido a los bajos costos que requieren, su amigabilidad con el medio ambiente y su carácter inagotable y/o renovable, razón por la cual muchos proyectos energéticos renovables han visto la luz en los últimos años.

Colombia podría convertirse en una potencia para el desarrollo de las energías renovables ya que, por su posición astronómica y su ubicación geográfica, cuenta con abundantes fuentes de energía renovable. Empero, si bien la normativa en Colombia ha avanzado ostensiblemente desde la Ley 1715 de 2014 en temas de energías alternativas, el Gobierno emitió el decreto que reglamenta la contratación de estos proyectos hasta hace poco más de un mes, de modo que su ejecución corresponderá al próximo gobierno presidencial.

El programa de Ingeniería de Energía de la Universidad Industrial de Santander ofrecerá una perspectiva enfocada especialmente en la explotación de recursos energéticos renovables; sin embargo, su enfoque será interdisciplinar y abarcará asignaturas de varias escuelas, por lo que el egresado tendrá un amplio campo de acción que le permitirá intervenir en procesos que impliquen generación, transporte, distribución y uso final de energía.

La factibilidad de crear el programa de Ingeniería de Energía en la Escuela de Ingeniería de Petróleos y el consecuente cambio a Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos permite que la Escuela amplíe su oferta académica en pregrado, extienda sus objetivos misionales y se muestre innovadora y consonante con la inminente diversificación de la matriz energética propuesta por el Gobierno Nacional y por los gobiernos del mundo, siguiendo el ejemplo de escuelas de ingeniería de petróleo de gran prestigio como la de la Universidad de Stanford, de Estados Unidos.

La superación de las limitaciones relacionadas, en especial, con el cuerpo docente, los servicios de Bienestar universitario y los recursos académicos existentes, es de gran relevancia para el propicio funcionamiento del programa. Por tal razón, es relevante incorporar nuevos profesionales en el área de energías como docentes de tiempo completo a la Escuela, así como diseñar programas de Bienestar universitario de mayor cobertura e incorporar material bibliográfico que corresponda con las áreas de estudio del programa.

6. Recomendaciones

Se propone extender el alcance del presente proyecto mediante la evaluación de la factibilidad de implementar el programa de Ingeniería de Energía en la Escuela de Ingeniería de Petróleos y la posterior formulación del proyecto educativo del mismo, teniendo en cuenta los aspectos que enuncia el Acuerdo 225 de 2010 del Consejo Académico.

Se sugiere, como un proyecto simultáneo al de implementación del programa de Ingeniería de Energía en la Escuela de Ingeniería de Petróleos, el cambio de nombre por Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos, puesto que sería una denominación más general y que incluiría tanto el programa a crearse como el existente de Ingeniería de Petróleos. Otra posibilidad sería la de ofrecer un solo programa denominado Ingeniería de Recursos Energéticos con dos énfasis: en Ingeniería de Petróleos y en Ingeniería de Energía. Este es el caso de la Universidad de Stanford, que se refirió en el presente proyecto como uno de los referentes para plantear el plan de estudios.

Se recomienda que, una vez implementado el programa, se estudie la posibilidad de extenderlo a las sedes de Barrancabermeja, Socorro, Barbosa y Málaga, de acuerdo con el programa de regionalización de la Universidad Industrial de Santander, de manera que se ofrecerían allí los cuatro primeros semestres correspondientes al nivel introductorio, y

posteriormente serían trasladados a la sede central quienes hayan aprobado el nivel introductorio y sean seleccionados de acuerdo con la oferta de cupos.

En consonancia con los contenidos temáticos del programa, se propone crear y ofrecer, a futuro, programas de posgrado en los niveles de especialización y maestría, que, al igual que los existentes en la actualidad en distintas áreas de la Ingeniería de Petróleos, complementen el programa de pregrado en Ingeniería de Energía y, así, enriquezcan la oferta académica de la Escuela.

Referencias bibliográficas

- Aliyu, A. K., Modu, B. & Tan, C. W. (2018). A review of renewable energy development in Africa: A focus in South Africa, Egypt and Nigeria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81 (2). doi: 10.1016/j.rser.2017.06.055.
- Belz, F. M., Peattie, K. y Galí, J. M. (2013). *Marketing de sostenibilidad: una perspectiva global*. Barcelona, España: Profit Editorial.
- BP Energy Company. (2017). *BP statistical review of world energy June 2017*. Recuperado de <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>.
- Brown, C. (2002). *World Energy Resources: Volume 1*. Nueva York, Estados Unidos: Springer.
- Chang, J., Leung, D., Wu, C.Z. & Yuan, Z.H. (2003). A review on the energy production, consumption, and prospect of renewable energy in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7 (5). doi: 10.1016/S1364-0321(03)00065-0.
- Chen, W. M., Kim H. & Yamaguchi, H. (2014). Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea and Taiwan. *Energy Policy*, 74. doi: 10.1016/j.enpol.2014.08.019.

Decreto 1295 de 2010. Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior. Publicado en el Diario Oficial No. 47.687 del 21 de abril de 2010. Colombia.

Díaz, D. (Noviembre, 2012). La economía de la energía: una introducción teórica al análisis costo-beneficio y a la asignación eficiente de los recursos. *Kairos: revista de temas sociales*, 30.

El Universal. (2016). *Arranca la terminal de importación de GNL*. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.co/economica/arranca-la-terminal-de-importacion-de-gnl-241224>.

Erdil, A. & Erbiyik, H. (2015). Renewable energy sources of Turkey and assessment of sustainability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.10.137.

Escuela de Ingeniería de Petróleos. (2017). *Acerca de la EIP*. Recuperado de <http://petroleos.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S86#>.

Escuela de Ingeniería de Petróleos. (2017). *Estructura organizacional*. Recuperado de <http://petroleos.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S86>.

Escuela de Ingeniería de Petróleos. (2018). *Personal docente de los programas de la EIP*. Recuperado de <http://petroleos.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S351>.

Estudio Legal Hernández - Abogados & Asociados. *Marco jurídico de las energías renovables en Colombia*. Recuperado de <http://estudiolegalhernandez.com/noticias/marco-jur%ADico-de-las-energ%ADas-renovables-en-colombia>.

Hua, Y., Oliphant, M. & Hu, E. (2016). Development of renewable energy in Australia and China: A comparison of policies and status. *Renewable energy*, 85. doi: 10.1016/j.renene.2015.07.060.

Instituto de Energías Renovables. (2018). *Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER)*. Recuperado de <http://www.ier.unam.mx/educacion/licenciatura.html>.

International Geothermal Association. *¿Qué es la energía geotérmica?* Recuperado de https://www.geothermal-energy.org/que_es_la_energia_geotermica.html.

International Renewable Energy Agency. (2016). *Renewable energy market analysis: Latin America*. Recuperado de <http://www.irena.org/publications/2016/Nov/Renewable-Energy-Market-Analysis-Latin-America>.

Kandpal, T. & Broman, L. A. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34. doi: 10.1016/j.rser.2014.02.039.

Karekezi, S. & Kithyoma, W. (Junio de 2003). Renewable energy in Africa: prospects and limits. En M. Sall (Presidencia), *Operationalising the NEPAD Energy Initiative*. Simposio llevado a cabo en el Energy Workshop for African Energy Experts, Dakar, Senegal.

Kelly, G. (2007). Renewable energy strategies in England, Australia and New Zealand. *Geoforum*, 38 (2). doi: 10.1016/j.geoforum.2006.08.002.

Khan, B. H. (2009). *Non-conventional Energy Resources*. Nueva Delhi, India: Tata McGraw-Hill.

Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S. & Mishra, S. (2010). Renewable energy in India: Current status and future potentials. En: Elsevier, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (8). doi: 10.1016/j.rser.2010.04.003.

Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Publicado en el Diario Oficial No. 41.433 del 11 de julio de 1994. Colombia.

Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. Publicado en el Diario Oficial No. 41.434 del 12 de julio de 1994. Colombia.

Ley 1665 de 2013. Por medio de la cual se aprueba el «Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)», hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009. Publicado en el Diario Oficial No. 48.853 de 16 de julio de 2013. Colombia.

Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Publicado en el Diario Oficial No. 49.150 del 13 de mayo de 2014. Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Creación de programas académicos*. Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-235796.html>.

Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España (2018). *Fuentes de energía*. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/eda/web/eda2010/newton/materiales/ruiz_perales_francisco_p3/fuentes.html.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Gobierno Nacional sanciona Ley que incentiva el uso de energías renovables*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=669:el-uso-sostenible-de-los-bosques-prioridad-de-minambiente-78>.

Natural Resources Canada. (2017). *About renewable energy*. Recuperado de <http://www.nrcan.gc.ca/energy/renewable-electricity/7295>.

Nitsch, J., Krewitt, W. & Langniss, O. (2003). *Renewable energy in Europe*. Recuperado de <http://www.dlr.de/Portaldata/41/Resources/dokumente/institut/system/publications/Europe.pdf>.

Oviedo-Salazar, J. L., Badii, M. H., Guillén, A. y Lugo, O. (2015). *Historia y uso de energías renovables*. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10 (1). Recuperado de [http://www.spentamexico.org/v10-n1/A1.10\(1\)1-18.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n1/A1.10(1)1-18.pdf).

Peking University. (2014). *Energy & Resources Engineering*. Recuperado de <http://www.coe.pku.edu.cn/Catalog-ERE>.

Pennsylvania State University. (2014). *Recommended Academic Plan for B.S. in Energy Engineering (ENENG) at University Park*. Recuperado de <https://rap.psu.edu/node/1206>.

Quetzal Ingeniería (2018). *Hidroeléctrica*. Recuperado de <https://www.quetzalingeneria.es/blog/hidroelectrica>.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2015). *Renewables 2015: Global status report*. Recuperado de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf.

Sawhney, G. S. (2012). *Non-conventional Energy Resources*. Nueva Delhi, India: PHI Learning Private Limited.

Seoul National University. (2008). *Department of Energy Resources Engineering*. Recuperado de <http://ere.snu.ac.kr/en/university/universitySub01.asp>.

Stanford University. (2018). *Energy Resources Engineering*. Recuperado de <http://exploredegree.s.stanford.edu/schoolofearthsciences/energyresourcesengineering>.

Thomas, C., Jennings, P. & Lloyd, B. (2008). Issues in renewable energy education. *Australian Journal of Environmental Education*, 24. doi: 10.1017/S0814062600000598.

U.S. Energy Information Administration. (2015). *Primary energy production by source*. Recuperado de https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec1_5.pdf.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2016). *Boletín estadístico de minas y energía 2012 - 2016*. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2012_2016.pdf.

Universidad Autónoma de Bucaramanga. (2018). *Ingeniería en Energía - Profesional - Presencial*. Recuperado de <http://www.unab.edu.co/programas/ingenier%C3%ADa-energ%C3%ADa-profesional-presencial>.

Universidad Carlos III de Madrid. (2018). *Grado en Ingeniería de la Energía*. Recuperado de https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Grado/es/Detalle/Estudio_C/1371212296652/1371212987094/Grado_en_Ingenieria_de_la_Energia.

Universidad de Antioquia. (2018). *Ingeniería Energética*. Recuperado de <https://goo.gl/2Rjk7S>.

Universidad de Medellín. (2012). *Ingeniería en Energía*. Recuperado de <https://www.udem.edu.co/index.php/2012-10-12-13-19-26/ingenieria-en-energia/informacion-general>.

Universidad EAN. (2014). *Pregrado en Ingeniería en Energías - Presencial*. Recuperado de <https://universidadean.edu.co/es/formacion/pregrados/pregrado-en-ingenieria-en-energias-presencial>.

Universidad Industrial de Santander. (2007). *Plan de desarrollo institucional 2008-2018*. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf>.

Universidad Industrial de Santander. (2016). *Criterios de admisión*. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/admisiones/documentos/criteriosAdmision.pdf>.

Universidad Industrial de Santander. (2017). *Bienestar universitario*. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/bienestarUniversitario>.

Universidad Industrial de Santander. (2018). *Escuela de Ingeniería de Petróleos*. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/escuelas/ingenieriaPetroleos/index.jsp?variable=6440>.

Universidad Industrial de Santander. (2018). *Listado de grupos UIS*. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/gruposInvestigacion/listadoGrupos.html>.

Universidad Politécnica de Sinaloa. (2011). *Ingeniería de Energía*. Recuperado de http://www.upsin.edu.mx/programas_academicos/carrera/energia.

Universidad Santiago de Cali (2018). *Ingeniería en Energías*. Recuperado de <http://ingenieria.usc.edu.co/index.php/programas/ingenieria-en-energias>.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2018). *Engenharia de Energia*. Recuperado de http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=909.

University of Exeter. (2018). *BEng Renewable Energy Engineering*. Recuperado de <http://www.exeter.ac.uk/undergraduate/degrees/energy/energy-engineering-beng>.

Wood Harbinger (2017). *Tidal energy: the new sustainable resource*. Recuperado de <https://www.woodharbinger.com/tidal-energy-sustainable-resource>.

World Economic Forum. (2017). *Global Energy Architecture Performance Index Report 2017*.

Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Energy_Architecture_Performance_Index_2017.pdf.

World Energy Council. (2016). *World energy resources 2016*. Recuperado de <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>.

f.

Zabala, G. (Abril, 2016). Barreras a la integración de las energías renovables en Colombia.

Revista Business Mail, 127.

Apéndices

Apéndice A. Ficha técnica de las asignaturas del plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía.

En este apartado se mostrarán los objetivos, la justificación y los contenidos generales de las asignaturas que formarían parte del plan de estudios del programa de Ingeniería de Energía. Para las asignaturas existentes, estos aspectos fueron tomados de la página web de la Universidad Industrial de Santander; para las asignaturas nuevas, se consideraron los contenidos de materias similares de las distintas universidades estudiadas en el capítulo 2 y otras que ofrecen el programa de Ingeniería de Energía. En cualquier caso, se refiere(n) la(s) fuente(s) de donde se extrajo la información, al final de cada materia.

Nivel I

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Química I		Código: 20314	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Ninguno
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	8	

Justificación

Este primer curso de la carrera introduce al estudiante en el estudio de la química, haciendo énfasis en la importancia que esta ciencia tiene en el ámbito del conocimiento humano y en la comprensión del universo y de los principios que explican el comportamiento de la materia y de todo cuanto nos rodea. La asignatura prepara al estudiante en el uso de la terminología científica y en el lenguaje particular y los símbolos de la química. El curso es básicamente conceptual, con el fin de preparar al estudiante en las bases mismas de su disciplina. Parte del reconocimiento del átomo como partícula fundamental, lo cual le permite entender e interpretar la estructura y las características de los diversos tipos de sustancias, de tal manera que con este conocimiento puedan inferir las propiedades de estas sustancias y las de los materiales tecnológicos modernos, y reconocer que las propiedades observables de la materia son el resultado de la estructura y las transformaciones en los niveles atómico y molecular. Por otra parte, estos conceptos serán el soporte para el aprendizaje y asimilación de los temas subsiguientes de su carrera y le permitirán desarrollar un pensamiento lógico, manejar el lenguaje científico y relacionar lo aprendido con los conceptos previos que ha adquirido durante la educación media y a lo largo de su existencia, así como también entender la vitalidad de esta ciencia que está en permanente desarrollo.

Objetivos

- Diferenciar las propiedades físicas y químicas de la sustancia.
- Establecer diferencias y semejanzas entre varios elementos químicos, teniendo en cuenta características como la distribución electrónica y niveles de energía.
- Analizar las características de los enlaces y las propiedades generales de las moléculas que se forman.

-
- Reconocer las cualidades de los elementos según características comunes entre ellos.
-

Contenidos

1. Conceptos fundamentales

Materia y energía. Los estados de la materia. Propiedades intensivas y extensivas. Cambios físicos y químicos. Sustancias puras y mezclas. Separación de mezclas. Unidades del sistema internacional. Longitud. Masa. Volumen. Densidad. Presión. Calor. Temperatura. Cantidad de sustancia. Conversión de unidades. Método del factor unitario o análisis dimensional para resolver problemas.

2. Estructura de la materia

Teoría atómica de Dalton. Breve revisión de la evolución del modelo atómico. Estructura atómica: núcleo y electrones. Número atómico, número de masa, masa atómica, masa isotópica, masa atómica promedio, iones. Pesos: fórmula, número de Avogadro y concepto de mol, relaciones de masa y cantidad de sustancia. Antecedentes del modelo moderno: relaciones luz-materia, radiaciones electromagnéticas, espectros continuos y de líneas, cuantización, dualidad, incertidumbre.

3. Estructura electrónica, tabla periódica y generalidades del enlace

Modelo actual del átomo. Conceptos de orbital. Niveles, subniveles y orbitales. Energía de los orbitales. Orden de ocupación, reglas de Pauli y Hund. Propiedades magnéticas de los átomos. Simetría de distribución de cargas. Electrones internos y de valencia. Conceptos de ion más probable y de valencia. Construcción de la tabla periódica. Grupos, periodos, metales, no metales, semimetales, gases nobles, elementos de transición nuclear efectiva y efecto pantalla. Tamaño atómico y tamaño iónico, carga nuclear efectiva y efecto pantalla. Energía de ionización. Electronegatividad. Generalidades de enlace: enlace iónico, enlace metálico, enlace covalente polar y no polar. Fórmulas y proporciones de combinación.

4. Sustancias iónicas, metálicas y covalentes

Formación del enlace iónico. Características y propiedades de las sustancias iónicas. Nomenclatura de sales, óxidos e hidróxidos. Formación del enlace metálico. Características y propiedades de las sustancias metálicas. Redes covalentes, estructura y propiedades. Propiedades comparativas de las sustancias iónicas, metálicas y redes.

5. Enlace covalente y sustancias relacionadas

Teorías acerca del enlace covalente. Sustancias moleculares: forma y polaridad de moléculas sencillas, teoría de la hibridación de orbitales. Análisis de moléculas sencillas con enlaces sigma y pi. Nomenclatura de sustancias moleculares sencillas. Repaso de las funciones orgánicas. Polaridad de las sustancias orgánicas. Interacciones entre moléculas: fuerzas de London, fuerzas bipolares y puentes de hidrógeno. Propiedades de líquidos basadas en las fuerzas intermoleculares: solubilidad, evaporación, presión de vapor, punto de ebullición, viscosidad, tensión superficial. Origen y formación de los polímeros sintéticos, estructura, conformación y configuración. Características y propiedades generales de los polímeros.

6. Estado sólido y los materiales tecnológicos

Sólidos amorfos y cristalinos. Sistemas cristalinos. Formas de empaquetamiento, eficiencia de empaquetamiento, número de coordinación, soluciones sólidas y defectos cristalinos. Tipos de cristales: iónicos, metálicos, moleculares y covalentes. La ciencia e ingeniería de los materiales. Bosquejo histórico. Los materiales en la vida moderna. Tipos de sustancia y tipos de materiales tecnológicos. Importancia de la relación entre la estructura, las propiedades y el procesamiento de materiales. Propiedades comparativas de los materiales. Propiedades mecánicas: deformación plástica y elástica, gráficas de esfuerzo, deformación para los diferentes materiales; otras propiedades mecánicas: relaciones entre esfuerzo aplicado y la respuesta del material. Propiedades físicas: térmicas, eléctricas y magnéticas. Propiedades químicas: corrosión.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20314>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Cálculo I		Código: 20252	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Ninguno
4	0	8	
Justificación			
<p>El cálculo diferencial es una de las herramientas más potentes y eficaces para estudiar diversos fenómenos, pues tiene aplicaciones en muchas ramas de las ciencias. Por lo tanto, es indispensable que el estudiante desarrolle competencias en el manejo y aplicación de los conceptos del cálculo de una variable. El cálculo diferencial integra el pensamiento analítico con el comportamiento real de los sistemas físicos, dando respuesta a necesidades de formación relacionadas con el perfil del egresado, ya que el ingeniero, en el desarrollo de su profesión, debe trabajar en procesos propios de su perfil, al mismo tiempo que manejar y aplicar las innovaciones tecnológicas para una mayor optimización en su trabajo.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las diferentes clases de funciones reales en donde se involucren las desigualdades, la interpretación de gráficas y su aplicación en el área de desempeño. • Deducir resultados mediante procesos de aproximación sucesiva, rangos de variación y límites en situaciones de medición. • Interpretar la noción de derivada como razón de cambio y desarrollar métodos para hallarla en las relaciones y funciones, así como también resolver situaciones problemáticas en diferentes áreas del conocimiento usando el concepto de derivación. 			

Contenidos

1. Funciones y modelos

Cuatro maneras de representar una función. Modelos matemáticos: un catálogo de funciones básicas. Funciones nuevas a partir de funciones antiguas. Calculadoras graficadoras y computadoras. Funciones exponenciales. Funciones inversas y logaritmos.

2. Límite y continuidad de funciones

Introducción, definición de límite. Propiedades de los límites de funciones. Límites laterales: límite por la izquierda, límite por la derecha. Límites al infinito y en infinito. Asíntotas verticales, horizontales y oblicuas. Continuidad de una función. Discontinuidad removible y discontinuidad esencial. Teorema del valor intermedio. Teorema de la función intermedia. Límite de funciones trigonométricas. Teoremas sobre continuidad de funciones. Continuidad de una función en un intervalo abierto, cerrado, semiabierto.

3. Derivada de una función

Derivada de una función: definición. Interpretación geométrica de la derivada. Rectas tangente y normal a una curva en un punto. Fórmulas de derivación, deducción de dichas fórmulas. Derivada de la función compuesta. Regla de la cadena. Derivación implícita. Derivadas de orden superior. Derivada de las funciones trigonométricas, trigonométricas inversas, exponenciales y logarítmicas. Parametrización de funciones y sus derivadas. Derivada de la función inversa. Diferenciabilidad y continuidad.

4. Aplicaciones de la derivada

Teorema de Rolle. Teorema del valor medio. La derivada como razón de cambio. Razones de cambio relacionadas. Valores máximos y mínimos de una función en un intervalo. Máximos y mínimos locales. Funciones crecientes o decrecientes, criterio de la primera derivada. Concavidad y puntos de inflexión, criterio de la segunda derivada. Problemas sobre máximos y mínimos. Diferenciales. Formas indeterminadas y regla de L'Hopital.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20252>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura:		Código:	Número de créditos: 3
Introducción a la ingeniería de energía			
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Ninguno
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	
Justificación			

Nuestras economías están sedientas de energía. Sin energía, la economía mundial simplemente se detendría en seco; no habría generación suficiente de electricidad, combustibles para los automóviles, transporte público, transporte terrestre de mercancías, ya sea por ferrocarril o autobús. No se podrían mover las mercancías por vía marítima, la producción alimenticia sufriría de problemas, el suministro de agua potable se vería comprometido. La energía ha permitido, desde finales del siglo XVIII, un desarrollo sin igual en los ámbitos científico, tecnológico y económico de nuestra sociedad. Hasta ahora, la sociedad ha gozado de un suministro relativamente barato de energía a través de los combustibles fósiles, generando un impacto ambiental negativo. La trayectoria seleccionada de consumo de combustibles fósiles hasta el momento no es sostenible a largo plazo. De ahí el reto que no se debe esquivar, aun cuando podría negarse: ¿qué se debe hacer para lograr una supervivencia futura hacia una economía de bajo carbono, con una menor dependencia de los combustibles fósiles, y así asegurar que las generaciones futuras tengan la posibilidad de disfrutar una mejor calidad de vida? Este curso permitirá al estudiante de primer nivel adentrarse en el fascinante mundo de la energía. Los contenidos del curso, además de brindarle herramientas para la interpretación y manejo de información básica sobre la energía, lo llevarán a través de los cambios históricos ligados con la energía que han sido fundamentales en el desarrollo de la sociedad moderna. El estudiante podrá resolver preguntas como: ¿ha sido siempre la energía un factor de cambio en el desarrollo de la sociedad? ¿La era del petróleo se terminará antes de que se termine el petróleo? ¿Cuál es la importancia actual de los energéticos en la economía? ¿Cómo se obtendrá la energía necesaria para mantener nuestra calidad de vida en el futuro?

Objetivos

- Dar a conocer a los estudiantes los principios fundamentales de la ingeniería de energía, su historia y su importancia en el desarrollo industrial en los diferentes niveles.
 - Ubicar al estudiante en el contexto nacional y mundial de las principales fuentes de energía, sectores de la industria minero-energética y organizaciones que rigen el mundo de la energía.
-

Contenidos

1. Introducción

Combustibles: contenido calorífico y densidad energética. Intensidad energética en la economía. Combustibles usados por la humanidad a lo largo de la historia. Recurso energético: entorno y contexto.

2. La era preindustrial

Fuerza y trabajo: tracción animal y trabajo humano. Energía cinética y potencia: energía del viento y corrientes de agua. Energía térmica: madera y carbón de leña. Energía eléctrica.

3. Primera revolución industrial

Uso de carbón de piedra, producción de coque y gas de coque. Tecnologías y medios de comunicación de la época: máquinas térmicas y comunicación a distancia. Desarrollo científico vinculado a la primera revolución industrial: conservación de la energía, irreversibilidad de los procesos, bases para electricidad y magnetismo. Opciones para una transición energética sustentable.

4. Segunda revolución industrial

Explotación del petróleo: combustibles líquidos. Avances en ciencia y tecnología de la energía a finales del siglo XIX y su impacto en el siglo XX. Desarrollo del sector transporte, comunicaciones y masificación de la electrificación. Transición en la balanza de energéticos: gas natural.

5. Tercera revolución industrial

Los cinco pilares de la tercera revolución industrial. Transición del uso intensivo del carbón de piedra al petróleo y gas natural: implicaciones

tecnológicas y científicas. Integración energética inteligente: el reto de las energías renovables y el almacenamiento de energía. Ciudades y comunidades inteligentes: hacia una infraestructura sostenible.

6. Sostenibilidad energética

Eficiencia energética: límites tecnológicos y límites físicos. Evolución en el desempeño energético de tecnologías. Sistemas para la adecuada administración de los recursos energéticos. Transición hacia una economía de bajo carbono posterior a los combustibles fósiles.

Fuente: Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://www.edx.org/es/course/energia-pasado-presente-y-futuro-tecnologico-de-monterrey-epped1>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Taller de lenguaje		Código: 23247	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	5	Ninguno
Justificación			
<p>La asignatura Taller de lenguaje ofrece al estudiante las herramientas teóricas, metodológicas y críticas para el análisis del lenguaje estructural y los fenómenos culturales en la comunicación, desde una perspectiva reflexiva, operativa e instrumental que permita la aproximación a los procesos de articulación y significación del signo lingüístico, gráfico y artístico en general. Por tanto, ofrece al futuro ingeniero una formación en el área de lectura y escritura que fortalece su ejercicio ingenieril y lo dota de herramientas básicas en el uso de la lengua castellana.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Potenciar el desarrollo del lenguaje y aprendizaje de la lengua materna para fortalecer los procesos comunicativos y de construcción de conocimiento. • Introducir a los estudiantes a las prácticas académicas de habla, escucha, lectura y escritura propias de la Universidad. 			
Contenidos			
<p>1. La oración y el párrafo</p> <p>Clasificación. Según la función. Según el punto de vista. Según el método de elaboración. Según el proceso de desarrollo. Según la estructura.</p> <p>2. Superestructura textual</p> <p>Tipos de textos: descriptivo, explicativo, narrativo, argumentativo, instructivo e informativo. Relaciones de pensamiento. Formas de organizar el discurso.</p>			

3. Tipos de escritos

Párrafos según su clasificación. La toma de notas. Descripción y narración oral. Resumen. Reseña. El mapa conceptual. La toma de apuntes.

4. Teoría de la argumentación

La producción escrita. Condiciones formales de producción textual. Coherencia local. Coherencia lineal. Coherencia global.

5. Producción de textos desde los siete niveles de construcción de sentido.

Tipos de escritos. Textos argumentativos. Columnas de opinión. Relatorías. El discurso oral. Las fuentes. Estrategias de recolección de información. El ensayo.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23427>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Álgebra lineal I		Código: 22979	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Ninguno
4	0	8	
Justificación			
<p>El curso de Álgebra lineal I busca desarrollar en los estudiantes aptitudes que le permitan desarrollar habilidades y destrezas para operar con matrices, vectores, bases, subespacios y aplicaciones lineales en la solución de ejercicios y problemas relacionados y que posteriormente le posibiliten un avance claro y preciso de su conocimiento aplicable en cursos posteriores y cursos propios de su saber específico. El álgebra lineal provee a los estudiantes los conocimientos necesarios para manejar y aplicar los conceptos del álgebra matricial en el planteamiento y solución de sistemas de ecuaciones y de problemas relacionados, todos ellos de habitual utilización en la actuación profesional. El álgebra lineal es una herramienta fundamental para el planteamiento y desarrollo de conceptos que permitan entender y asimilar conocimientos de otras áreas de la ingeniería aplicada.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Dar herramientas básicas para el desarrollo de las matemáticas universitarias. • Identificar lugares geométricos del espacio tridimensional (puntos, planos y rectas) con sistemas de ecuaciones lineales. • Manejar el álgebra de matrices y su utilidad para la solución de sistemas de ecuaciones lineales. • Reconocer la función determinante como una generalización del concepto de área y volumen y utilizarla para el análisis de la consistencia de sistemas de ecuaciones lineales. • Identificar fenómenos de naturaleza lineal y modelamientos algebraicamente. 			

Contenidos

1. Preliminares

Principio de inducción matemática. Aplicaciones: sucesiones recursivas, coeficientes binomiales y teorema del binomio. El campo de los números complejos: representación geométrica, potencias y raíces complejas. Teorema fundamental del álgebra.

2. \mathbb{R}^n como espacio vectorial y como espacio euclidiano

Vectores geométricos. Vectores y coordenadas. Suma de vectores. Producto de un vector por un escalar. Producto escalar de vectores. Producto vectorial y proyecciones. Rectas y planos en el espacio.

3. Matrices y sistemas de ecuaciones lineales

Sistemas de ecuaciones lineales. Solución general de un sistema de ecuaciones lineales. Álgebra de matrices. Operaciones elementales entre filas. Matrices equivalentes por filas. Matrices escalonadas reducidas por filas. Matrices elementales. Matrices invertibles. Algoritmo para encontrar la inversa de una matriz cuadrada.

4. Determinantes

Ampliación del concepto de volumen. Cálculo de determinantes por diagonalización. Fórmula del producto y sus consecuencias. Fórmulas de expansión para calcular determinantes. Determinante de la transpuesta. Regla de Cramer.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=22979>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Cultura física y deportiva		Código: 23423	Número de créditos: 1
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Ninguno
Teóricas	Prácticas		
0	2	1	
Justificación			
<p>La actividad física brinda al futuro ingeniero la posibilidad de desarrollar sus potencialidades deportivas y sus capacidades físicas, así que esta asignatura cobra relevancia en la medida en que complementa el ejercicio académico, dinamizando el proceso de aprendizaje del estudiante y formándolo en la cultura del deporte. Igualmente, para el estudiante es importante la interpretación de los acontecimientos que ocurren alrededor de la práctica del deporte, protagonizados por los distintos grupos sociales, a nivel de masas, y en algunos casos a nivel mundial, así como los diferentes escenarios de la sociedad, para que, desde el acto profesional, se pueda formar y administrar una nueva cultura hacia el deporte.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Crear una cultura física y deportiva que propicie la integración del bienestar físico con calidad de vida y el afianzamiento de valores mediante las diversas prácticas físico-deportivas. • Conocer y aplicar las normas básicas de higiene deportiva y fisiología para la práctica físico-deportiva. • Mejorar la capacidad cardiovascular y afianzar las cualidades motrices mediante actividades ludo-recreativas. • Reforzar las cualidades motoras en el estudiante a través de esquemas corporales desarrollados en la clase. • Desarrollar la coordinación óculo-manual a través del baloncesto, afianzando los fundamentos básicos del deporte. • Desarrollar la coordinación óculo-pedal a través de los fundamentos del fútbol sala. 			

Contenidos

1. Recreación

Conceptualización. La lúdica. El juego. Recreación y medio ambiente. Atletismo. Voleibol. Sóftbol. Bolo criollo. Caminata. Fútbol.

2. Gimnasia

Cualidades motoras. Fuerza. Velocidad. Resistencia. Coordinación. Habilidad.

3. Baloncesto

Historia y generalidades. Posiciones fundamentales. Pases y recepción. *Dribling*. Lanzamientos.

4. Fútbol sala

Historia y generalidades. Posiciones fundamentales Pases y recepción. Conducción.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23423>.

Nivel II

Universidad Industrial de Santander				
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos				
Nombre de la asignatura: Química II		Código: 23079		Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo				Requisitos
TAD		TI		Química I
Teóricas	Prácticas			
4	0	8		
Justificación				
<p>Este segundo nivel de la química general se ha diseñado para que los alumnos, teniendo en cuenta lo estudiado en el primer nivel, afiancen y apliquen los conceptos fundamentales de estructura de la materia y sus propiedades en la comprensión del uso y manejo de sustancias y materiales en situaciones de frecuente ocurrencia en la vida diaria. Asimismo, el curso busca que los alumnos apliquen dichos conceptos en el estudio de los procesos que sufren las sustancias, esto es, sus reacciones o transformaciones y las leyes y principios que las rigen, de forma que logren entender los fundamentos de los cambios de la materia y la energía, construir nuevos conceptos científicos y, en general, prepararse para cursar con suficiencia las asignaturas de los cursos posteriores de la carrera.</p>				
Objetivos				
<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir capacidad de aplicar los principios químicos a actividades prácticas en áreas como soluciones, estequiometría, electroquímica, reacciones químicas, fenómenos biológicos y manejo de ácidos y bases. • Diferenciar entre las propiedades físicas y químicas de la sustancia. • Relacionar los conceptos básicos necesarios para el desarrollo del curso. • Reconocer las cualidades de los elementos según las características comunes entre ellos. 				

Contenidos

1. El estado gaseoso

Presión atmosférica y el barómetro. Leyes de Boyle, Charles, Dalton, Gay-Lussac y Avogadro. Gases ideales, teoría cinética de los gases. Comportamiento de los gases ideales, ecuación general de estado, mezclas de gases, presiones parciales, fracciones molares, masa molar de un gas.

2. Cálculos químicos, ecuaciones y estequiometría

Conceptos de mol y cantidad de sustancia. Relaciones de masa y cantidad de sustancia: masa atómica, masa molecular y masa molar. Fórmulas empíricas y moleculares, porcentaje de composición. Escritura y significado de las ecuaciones químicas. Balanceo de reacciones químicas sencillas, información obtenida de ellas. Relaciones de reactivos y productos, reactivo limitante, pureza de reactivos, eficiencia de la reacción. Tipos de reacciones químicas, reacciones de oxidoreducción. Balanceo por el método del ion-electrón. Cálculos estequiométricos en procesos redox empleando el concepto de equivalentes. Principios de termoquímica.

3. Soluciones

Definiciones, tipos de soluciones según el estado físico de sus componentes y según la cantidad de soluto disuelto. Concentración de las soluciones: Porcentaje p/p, p/v, v/v, molaridad, normalidad, molalidad. Dilución de las soluciones, soluciones de electrolitos y no electrolitos. Propiedades coligativas, difusión y ósmosis. Concepto de coloides: aerosoles, soles, emulsiones y geles. Coloides hidrofílicos e hidrofóbicos.

4. Ácidos bases y sales

Ácidos y bases, propiedades características. Definición de Bronsted-Lowry., reacciones, preparación y usos de algunos ácidos comunes Definiciones de Arrhenius y de Bronsted-Lowry para las bases. Preparación, reacciones y usos de algunas bases comunes. Potencia de ácidos y bases: fuertes y débiles. Equilibrio iónico, ionización del agua. Concepto de pH, pOH y K_w , Cálculo del pH de ácidos y bases fuertes y débiles. Reacciones ácido-base, titulación e indicadores. Sales, propiedades, preparación y uso de sales comunes. Concepto de solución amortiguadora. Hidrólisis de sales.

5. Cinética química y equilibrio químico

Velocidad de la reacción y mecanismo de la reacción. Reversibilidad de las reacciones. Factores que influyen en la velocidad de la reacción. Teorías

sobre la velocidad de reacción. Velocidad de reacción y concentración de los reactantes. Orden de la reacción, tiempo de vida media. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Concepto de equilibrio, la constante de equilibrio, concentraciones en el equilibrio. Velocidad de reacción y equilibrio. Principio de Le Chatelier, efecto del cambio de la concentración, de la presión y del volumen, de la presencia de catalizadores. Constantes de ionización, producto de solubilidad, soluciones amortiguadoras.

6. Principios de electroquímica

Procesos electroquímicos y electrolíticos. Celdas electrolíticas. Electrólisis de la sal fundida y en solución acuosa. Electrólisis del agua acidulada. Leyes de Faraday, aplicaciones de celdas electroquímicas. Concepto de fuerza electromotriz, potenciales estándar de electrodo. Variación del voltaje con la concentración y con la temperatura. Generalidades sobre la corrosión del hierro.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/assignaturas/competencias.jsp?codigo=23079>.

Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Cálculo II		Código: 20253	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Cálculo I
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	8	

Justificación

El cálculo es una herramienta básica en la formación del científico y del ingeniero, no solo en su conceptualización y aplicación, sino en el desarrollo de competencias de comunicación, de interpretación, análisis, síntesis, la capacidad crítica-reflexiva, sin las cuales un profesional difícilmente se enfrenta a la solución de los problemas de la vida real y los propios de su profesión. El curso de Cálculo II estudia fundamentalmente el concepto de integral como el proceso inverso de la derivación. El concepto de integral es fundamental para resolver problemas tales como el cálculo de áreas, el cálculo de volúmenes, el cálculo de masas, entre otros. El concepto de integral es esencial para la solución de ecuaciones diferenciales las cuales son usadas para modelar fenómenos de la naturaleza.

Objetivos

- Conocer la definición de integral e identificar cuando una función es integrable.
- Utilizar el teorema fundamental del cálculo, manejar correctamente las técnicas de integración.
- Conocer las aplicaciones de la integral para resolver problemas de áreas, volúmenes, longitud de arco, trabajo, presión y fuerza.
- Aplicar los conceptos del cálculo a funciones vectoriales y estudiar el movimiento curvilíneo en el plano y el espacio.

Contenidos

1. Integración

La integral indefinida. Integrales básicas. La integral definida. Propiedades de la integral definida. Funciones definidas por medio de integrales. Teoremas del valor medio para integrales. Teoremas fundamentales del cálculo. Integración por sustitución.

2. Logaritmos y exponenciales

Función logarítmica y sus propiedades. Función exponencial y sus propiedades. Aplicaciones de las funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones hiperbólicas y sus inversas.

3. Aplicaciones de la integral definida

Área de regiones planas. Volumen de un sólido de revolución usando los discos y cortezas cilíndricas. Volúmenes de sólidos con secciones conocidas. Área de una superficie de revolución. Valor promedio de una función. Presión de un fluido. Trabajo. Área de regiones planas en coordenadas polares.

4. Métodos de integración e integrales impropias

Integración por sustitución. Integración por partes. Algunas integrales trigonométricas. Sustituciones trigonométricas. Integrales que contienen funciones cuadráticas. Fracciones parciales. Integración de funciones racionales. Sustituciones especiales. Integrales impropias de primera, segunda y tercera clases.

5. Funciones vectoriales y curvas en el espacio

Gráficas. Derivadas e integrales de funciones vectoriales. Longitud de arco. Integrales de línea de funciones escalares.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20253>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Física I		Código: 22950	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Ninguno
Teóricas	Prácticas		
4	2	6	
Justificación			
<p>Física I es una de las asignaturas planteadas en el pènsum de los programas de ingeniería, y es fundamental para la formación académica de los profesionales en estas disciplinas. Por ello, mediante una descripción panorámica del desarrollo de la física y su estado actual, se pretende motivar a los estudiantes por el estudio de esta ciencia, dada su importancia en el desarrollo científico y tecnológico del país y del mundo. Los estudiantes tienen mediante esta asignatura la oportunidad de conocer en forma global los temas que profundizarán en el transcurso de su carrera o que le servirán de apoyo para la comprensión y aplicación de conocimientos de asignaturas afines. Por otra parte, se necesita también que los estudiantes conozcan y apliquen correctamente los principios básicos de la experimentación, para una eficiente interpretación de los fenómenos físicos.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Presentar al estudiante los principios básicos sobre los cuales se fundamenta la mecánica clásica, como una herramienta que le permita realizar un manejo de ideas conducentes a la comprensión de los fenómenos que tendrá que confrontar en el curso de su carrera. • Desarrollar en el estudiante habilidades que lo capaciten en el análisis y solución de problemas: el nexo entre el saber y el saber hacer, característica fundamental del ingeniero. 			

Contenidos

1. Vectores

Suma de vectores. Multiplicación de un vector por un escalar. Componentes cartesianas y polares de un vector. Vectores unitarios. Producto escalar o producto punto dos vectores. Producto cruz o producto vectorial de dos vectores.

2. Cinemática

Movimiento rectilíneo. Desplazamiento, velocidad, aceleración. Representación vectorial de la velocidad y la aceleración en el movimiento rectilíneo. Movimiento en el plano (2D). Movimiento circular. Velocidad angular, aceleración angular. Movimiento curvilíneo general en un plano. Velocidad, aceleración, Componentes tangencial y normal de la aceleración. Movimiento relativo. Velocidad relativa, movimiento relativo de traslación uniforme.

3. Dinámica

Leyes de Newton. Unidades de fuerza. Momento lineal. Principio de conservación del momento. Fuerza de fricción. Movimiento curvilíneo. Fuerzas fundamentales de la naturaleza. Aplicaciones de las leyes de Newton. Estática de la partícula.

4. Trabajo y energía

Trabajo, potencia, unidades de trabajo y potencia. Trabajo de una fuerza de magnitud variable y constante. Energía cinética y potencial. Conservación de la energía de una partícula. Movimiento rectilíneo bajo fuerzas conservativas. Fuerzas no conservativas.

5. Dinámica de un sistema de partículas:

Movimiento del centro de masa de un sistema de partículas. Momento angular de un sistema de partículas. Energía cinética de un sistema de partículas. Conservación de la energía de un sistema de partículas. Momento lineal y su conservación. Impulso y cantidad de movimiento. Colisiones.

6. Dinámica de un cuerpo rígido

Moméntum angular de un cuerpo rígido. Calculo del momento angular. Ecuación de movimiento de la rotación de un cuerpo rígido. Energía cinética de rotación.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=22950>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Inglés I		Código: 23424	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	
5	0	7	Ninguno
Justificación			
<p>Teniendo en cuenta que el idioma inglés se ha convertido en el idioma universal, aprenderlo es ahora un requisito indispensable para desenvolverse en un mundo cada vez más globalizado. Por esta razón, la Universidad Industrial de Santander brinda a sus estudiantes la posibilidad de aprender el inglés como herramienta para desenvolverse con propiedad en campos profesionales donde este idioma es requerido.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Entender y usar expresiones básicas y coloquiales para satisfacer necesidades concretas e inmediatas. • Presentarse y presentar a otros e indagar sobre información personal. • Describir en forma sencilla aspectos de su vida personal y áreas de necesidad inmediata. • Interactuar de forma sencilla con otros en situaciones cotidianas como hacer y responder preguntas, dar y seguir instrucciones. • Identificar el tema de discusión en textos auditivos claros y sencillos. • Comprender la idea general de textos sencillos. • Comprender textos cortos y sencillos que contengan palabras compartidas mundialmente. • Comprender textos cortos y sencillos relacionados con el campo de estudio o profesión. • Comprender mensajes cortos y sencillos que contengan expresiones cotidianas. • Escribir textos cortos, notas sencillas y cartas personales. • Expresar planes y compromisos de forma sencilla. • Describir de forma básica eventos, cosas y personas. • Diligenciar formatos que requieran información personal. 			

Contenidos

1. Tiempo presente (afirmativas, negativas y preguntas)

Presente simple. Presente continuo. Presente perfecto y presente perfecto continuo.

2. Tiempo pasado (afirmativas, negativas y preguntas)

Pasado simple. Pasado continuo. Pasado perfecto.

3. Futuro (afirmativas, negativas y preguntas)

Uso de «going to» y «will».

4. Condicionales (afirmativas, negativas, preguntas)

Primer condicional. Segundo condicional.

5. Voz pasiva (afirmativas, negativas, preguntas)**6. Reporte de discursos****7. Patrones de verbos (patrones «+ing» y «+ infinitive»)****8. Verbos modales****9. Determinantes**

Cuantificadores para sustantivos contables y no contables (afirmativas, negativas y preguntas), artículos, adjetivos (comparativos y superlativos).

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23424>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Geometría descriptiva		Código: 23015	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Ninguno
Teóricas	Prácticas	TI	
6	0	6	
Justificación			
<p>La geometría descriptiva es una ciencia que permite la representación gráfica en superficies bidimensionales, de los acontecimientos del espacio en que intervienen puntos, líneas y planos. Los diseñadores gráficos e industriales, estudiantes de bellas artes y de arquitectura encontrarán a través del estudio de la geometría el sistema de representación que les facilitará expresar una idea, presentar un diseño o elaborar un proyecto en forma rápida y técnica. Además, podrán escoger el sistema más adecuado de representación para cada uno de los casos que se les presenten.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Presentar los diferentes sistemas de representación gráfica de 3D a 2D y de 2D a 3D. • Identificar las invariantes de transformación al pasar de tres a dos dimensiones. • Seleccionar el método de representación gráfica que permita la mejor solución a un problema propuesto. • Analizar e interpretar las relaciones espaciales de los objetos en la reducción de dimensión. 			
Contenidos			
1. Preliminares			
Panorama histórico e importancia de la representación grafica			
2. Conceptos generales de representación gráfica			
Sistema de representación gráfica, primer y tercer cuadrante, proyecciones axonométricas, caracterización, sistema de proyección ortogonal.			

Elementos que intervienen: el observador (localización), el objeto (a partir de un volumen dado), planos de proyección, superficies de representación, rayos visuales, alineaciones, líneas de construcción. Proyecciones principales: dimensiones en el espacio (ancho, altura y profundidad), dimensiones reales, relación entre plano de proyección vs. dimensión real. Dibujo isométrico: posición en el espacio (relación observador-objeto) y clasificación de líneas y planos según su posición en el espacio (a partir de volúmenes). Proyecciones auxiliares: manejo de las dimensiones en espacio (vistas adyacentes y anexas). Rumbo y pendiente (conceptos básicos aplicados a líneas y planos, tamaño real de planos y longitud real de líneas).

3. Relaciones entre elementos

Relación punto-línea: mínimas distancias. Relación punto-plano: mínimas distancias, (menor, horizontal y vertical). Relación línea-línea: clasificación, mínimas distancias, ángulos reales.

4. Intersecciones y visibilidad

Relación línea-plano: punto de intersección, visibilidad, ángulo real. Relación plano-plano: línea de intersección, visibilidad, ángulo diedro. Determinación de volúmenes a partir de las vistas, completar tercera vista, vistas incompletas. Relación plano-poliedro: plano cortante, secciones poliédricas, visibilidad. Vistas dirigidas, visibilidad.

5. Volúmenes de simple curvatura

Superficies de curvatura simple: construcción de conos y cilindros, secciones. Relación plano-superficies de simple curvatura.

6. Desarrollos

Desarrollo de volúmenes con superficies planas (prismas y pirámides). Desarrollo de volúmenes con superficies de curvatura simple y doble. Desarrollo de volúmenes en intersecciones.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23015>.

Nivel III

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Mecánica analítica		Código: 20113	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Física I Cálculo II
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	

Justificación

La práctica moderna de la ingeniería requiere un alto nivel de creatividad y capacidad analítica, las cuales se logran mediante el desarrollo de los principios básicos y el hábito de una organización lógica de los problemas y situaciones que se le presentan al ingeniero. La mecánica analítica proporciona al estudiante en forma clara y objetiva las teorías de la estática y dinámica de cuerpo rígido, así como sus diversas aplicaciones ingenieriles otorgando al ingeniero las competencias necesarias para el desarrollo de su profesión.

Objetivos

Capacitar al estudiante para analizar y predecir por medio de los cálculos respectivos, el comportamiento de las partes o sistemas que soportan cargas y experimentan movimiento. Estos análisis y cálculos los realizará empleando los principios básicos contenidos en las leyes de Newton, expresados analíticamente por las ecuaciones de equilibrio o de movimiento.

Contenidos

1. Introducción

Conceptos básicos y principios fundamentales.

2. Sistemas de fuerzas

Fuerzas en el plano y en el espacio, representación vectorial y componentes rectangulares. Momentos de fuerzas respecto a un punto y de un eje cualquiera. Teorema de Varignon. Centro de Gravedad, centro de masa, centroide. Diferencias. Centroides de áreas simples y áreas compuestas. Cargas distribuidas. Hidrostática. Presión hidrostática. Conversión de una fuerza en una fuerza par y viceversa de un sistema fuerza-par en una simple fuerza. Resultantes de fuerzas. Concurrentes en el plano y en el espacio. Paralelas en plano y en el espacio. General en el plano y en espacio. Torsor o llave.

3. Equilibrio

Concepto de fuerza externa y fuerza interna. Diagrama de cuerpo libre, concepto y aplicación. Reacciones típicas en el plano y en el espacio. Ecuaciones generales de equilibrio. Aplicación de las ecuaciones de equilibrio en el plano. Aplicación de las ecuaciones de equilibrio en el plano. Aplicación de las ecuaciones de equilibrio en el espacio.

4. Estructuras

Armaduras planas. Análisis de armaduras por el método de los nudos. Análisis de armaduras por el método de las secciones. Análisis de los marcos.

5. Fuerzas distribuidas

Rozamiento. Conceptos de rozamiento seco. Leyes de rozamiento seco, coeficientes. Ángulo de rozamiento. Momento de inercia de placas planas y de placas compuestas. Vigas con cargas concentradas y distribuidas. Diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores en las vigas.

6. Cinemática de los cuerpos rígidos

Traslación rectilínea y curvilínea. Rotación sobre un eje fijo. Movimiento plano general. Velocidad absoluta y relativa. Centro instantáneo de

rotación. Aceleración absoluta y relativa. Aceleración de Coriolis.

7. Cinética de los cuerpos rígidos

Traslación del cuerpo rígido. Rotación del cuerpo rígido. Movimiento plano del cuerpo rígido.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20113>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Cálculo III		Código: 20254	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Cálculo II
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	8	

Justificación

Existen varios motivos para el estudio del cálculo en varias variables. En primer lugar, se convierte en un lenguaje que permite expresar ideas que aparecen en la física y la ingeniería como las relacionadas con el movimiento de objetos, fuerzas y problemas de optimización. En segundo lugar, se tiene que conceptos que se estudian en el curso permiten construir modelos en variadas problemáticas de la física y la ingeniería permitiendo su interpretación. En tercer lugar, se pueden citar razones relacionadas con temas como el del trabajo interdisciplinario, el de crear bases para la profundización en áreas de ingeniería y las relacionadas con la formación en matemáticas ya que en este curso se puede mostrar cómo se pueden hacer algunas generalizaciones y extensiones de nociones que el estudiante conoce para funciones de una sola variable y además mostrar la utilidad de conceptos estudiados en otros cursos.

Objetivos

- Estudiar nociones generales sobre los diferentes tipos de funciones de varias variables y algunos aspectos geométricos relacionadas con estas.
- Estudiar e interpretar los conceptos de: límite de una función de varias variables, derivada direccional y derivada total, integral múltiple e integral en línea.
- Adquirir alguna destreza operativa e intuitiva en el cálculo e interpretación de las derivadas parciales de la noción de derivada y en el cálculo de integrales dobles, triples y de línea. Además, hacerse a algunas ideas sobre las relaciones existentes entre los cursos de matemáticas estudiados previamente.

Contenidos

1. Funciones de varias variables

Campos escalares y vectoriales. Algunos aspectos geométricos relacionados con conjuntos del plano, gráfica y conjuntos de nivel. Límite de un campo escalar en un punto, algunas propiedades básicas para el cálculo de límites, continuidad de un campo escalar en un punto, límites y continuidad de un campo vectorial. Derivada direccional parcial.

2. Derivación

Derivada total en un punto para un campo escalar con su interpretación geométrica, gradiente y la relación entre derivación y derivada direccional. Derivada de un campo vectorial y regla de la cadena. Máximos y mínimos de campos escalares en dos variables, multiplicadores de Lagrange y el criterio de la segunda derivada.

3. Integral múltiple

Definición de integral de un campo escalar en dos variables sobre regiones rectangulares y el cálculo por integración reiterada, la integral sobre regiones de tipo más general y su cálculo utilizando el teorema de Fubini, interpretación de la integral como volumen y como modelo para calcular centros de masa de regiones planas. Integral triple. Cambio de variable destacando: coordenadas polares, cilíndricas esféricas y cambios lineales.

4. Integrales de línea.

Definición de trayectorias en el plano y el espacio, reparametrizaciones, definición de integrales de línea de un campo vectorial y su interpretación como trabajo. Teoremas fundamentales del cálculo para integrales de línea. Campos gradientes y cálculo de potenciales. Teorema de Green.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20254>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Física II		Código: 22953	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Física I Cálculo I
Teóricas	Prácticas	TI	
4	2	6	

Justificación

La energía eléctrica es un componente vital en cualquier sociedad y, en particular, de cualquier ciudadano dentro de ella. De aquí la importancia de conocer los elementos básicos que encierra este fenómeno físico, fuente energética por excelencia. Desde otro punto de vista, el estudio de los modelos matemáticos asociados al electromagnetismo permiten al estudiante percibir la potencia de estos modelos que dan cuenta de hechos naturales, lo que le trae como consecuencia una mayor comprensión de los objetos matemáticos en juego.

Objetivos

Exponer a los estudiantes y analizar conjuntamente con ellos las leyes físicas que les permitan la interpretación de los fenómenos electromagnéticos que les proporcionen una visión acorde para su relación adecuada con el mundo que lo rodea, al mismo tiempo que mostrarles en ejemplos del papel de la física en las disciplinas de la ingeniería.

Contenidos

1. Carga eléctrica, fuerzas eléctricas y campo eléctrico

Fenómenos de electrostática. Ley de Coulomb. Principio de superposición. Sistemas de cargas puntuales. El campo eléctrico: concepto. Casos generales: distribuciones discretas y continuas. Casos particulares: distribuciones lineales, superficiales, volumétricas. Conductores y campo eléctrico. Condiciones electrostáticas. Líneas de fuerza como recurso cualitativo para describir el campo electrostático. Flujo eléctrico. Ley de Gauss. Aplicaciones de la ley de Gauss. Casos: distribuciones con simetría axial, plana y esférica, conductores y no conductores.

2. Potencial eléctrico y energía potencial eléctrica

Trabajo electrostático. Energía potencial eléctrica. Diferencia de potencial y potencial. Cálculo del potencial para distribuciones finitas: una carga puntual Potencial para un sistema de cargas puntuales y generalización para una distribución continua de carga. Cálculo del potencial para distribuciones infinitas. Ejemplos: distribución lineal superficial o volumétrica. Campo en función del potencial, concepto de gradiente y superficie equipotencial. Ejemplos: distribuciones lineales, superficiales. Potencial de un conductor. Conductor dentro de un campo eléctrico. Relación entre potencial y energía potencial, para un sistema de cargas puntuales. Generalización para una distribución continua de carga.

3. Polarización eléctrica y capacidad eléctrica

Potencial del dipolo eléctrico, componentes radial y transversal del campo del dipolo eléctrico. Energía y torque del dipolo eléctrico en un campo eléctrico externo. Polarización de la materia al colocarse en un campo eléctrico externo. Vector polarización eléctrica. Susceptibilidad eléctrica. Campo eléctrico dentro del dieléctrico. Densidad de carga libre o verdadera. Permittividad dieléctrica. Capacidad eléctrica: condensadores con y sin dieléctricos. Combinaciones de condensadores. Energía almacenada en un condensador en función de Q y V (comportamiento según la fuente esté conectada o desconectada).

4. Intensidad de corriente eléctrica, resistencia eléctrica y circuitos

Corriente eléctrica, densidad de corriente, Ley de Ohm: formulación microscópica. Conductividad y resistividad eléctrica. Ley de Ohm: formulación macroscópica, resistencia eléctrica, resistencias en serie y en paralelo. Disipación de energía en una resistencia (ley de Joule). Potencia eléctrica. Fuerza electromotriz, resistencia interna. Leyes de Kirchoff. Ejemplos: puente de Wheatstone. Ejercicios. Aparato medidor de corriente, de voltaje y de resistencia eléctrica. Corrientes en otros medios: semiconductores, superconductores. Corrientes en electrolitos.

5. Campo magnético

Magnetismo. Naturaleza. Fuerza magnética sobre cargas aisladas en movimiento; fuerza de Lorentz. Trayectoria de las partículas cargadas en un campo magnético externo. Fuerza magnética sobre elementos de corriente. Par y energía de una espira en un campo magnético externo. Momento dipolar magnético. Flujo magnético. Ley de Gauss para el magnetismo. Fuerza entre elementos de corriente. Ley de Biot-Savart. Cálculo de B debido a: espira circular, solenoide; fuerza entre conductores rectilíneos con corriente. Ley circuital de Ampère. Aplicaciones de la ley de Ampère.

6. Propiedades magnéticas de la materia

Modelo de la magnetización de la materia. Materiales magnéticos. Clasificación de las sustancias según la susceptibilidad magnética. Parámetros magnéticos. El paramagnetismo. El diamagnetismo, el ferromagnetismo. Materiales superconductores.

7. Fuerza electromotriz inducida

Aspecto histórico. Experimentos básicos a partir de los cuales se obtiene la ley de Faraday: a) variación del campo magnético. b) por movimiento del circuito primario o secundario. c) por variación del área del circuito primario o secundario. Ley de Lenz (se puede hacer en forma demostrativa). Ejemplos de la ley de Faraday y Lenz: generador de corriente continua, generador de corriente alterna. Fuerza electromotriz inducida. Coeficientes de Autoinducción. Ejemplos. Energía almacenada por un inductor. Coeficiente de inducción mutua. Energía almacenada. El transformador y otros.

8. Ecuaciones de Maxwell

Resumen de las ecuaciones de Maxwell en forma integral y diferencial para un medio y para el vacío. Ecuación de Ampère-Maxwell (o de campos magnéticos inducidos). Corriente de desplazamiento.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=22953>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Inglés II		Código: 23425	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Inglés I
5	0	7	
Justificación			
<p>Teniendo en cuenta que el idioma inglés se ha convertido en el idioma universal, aprenderlo es ahora un requisito indispensable para desenvolverse en un mundo cada vez más globalizado. Por esta razón, la Universidad Industrial de Santander brinda a sus estudiantes la posibilidad de aprender el inglés como herramienta para desenvolverse con propiedad en campos profesionales donde este idioma es requerido.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Interactuar de manera sencilla en lugares donde se habla inglés. • Entender y usar expresiones cotidianas para interactuar en lugares del diario vivir (tiendas, almacenes, bancos, hoteles, restaurantes). • Mantener conversaciones en situaciones de intercambio de información claro y directo. • Describir las condiciones de trabajo, rutinas diarias, preferencias, gustos y disgustos de él mismo y otros de forma oral y escrita. • Hablar de forma sencilla sobre temas familiares de su conocimiento e interés. • Describir experiencias y eventos pasados de forma oral y escrita. • Expresar sus sueños, ambiciones y planes en forma oral y escrita. • Argumentar de forma sencilla sus opiniones y puntos de vista. • Escribir reportes cortos y sencillos. • Escribir cartas personales que expresen detalladamente sentimientos, experiencias y eventos. • Encontrar información específica en avisos, propagandas, anuncios, folletos, boletines y documentos oficiales cortos. • Encontrar información específica en textos cortos para completar una tarea. 			

-
- Reconocer información general en periódicos.
 - Entender discursos con lenguaje estándar y claro.
-

Contenidos

1. Tiempo presente (afirmativas, negativas y preguntas, expresiones de tiempo)

Presente simple. Presente continuo. Presente perfecto y presente perfecto continuo

2. Tiempo pasado (afirmativas, negativas y preguntas)

Pasado simple. Pasado continuo. Pasado perfecto

3. Futuro (afirmativas, negativas y preguntas)

«Going to», «will» y presente continuo

4. Condicionales (afirmativas, negativas, preguntas)

Condicional cero. Primer condicional. Segundo condicional

5. Voz pasiva (afirmativas, negativas, preguntas)

6. Reporte de discursos

7. Patrones de verbos

8. Verbos modales: obligación, permiso y probabilidad.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23425>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Biología para ingenieros		Código: 23015	Número de créditos: 2
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Inglés I
Teóricas	Prácticas	TI	
3	0	3	
Justificación			
<p>Este curso está diseñado principalmente para que estudiantes de ingeniería conozcan la estrecha relación existente entre la biología (ciencia de la vida) y la tecnología, a partir de la cual se ha generado un fuerte impacto en nuestra sociedad. El acercamiento a la biología se logrará teniendo en cuenta tres aspectos principales a partir de los cuales la tecnología ha logrado grandes avances: imitación de mecanismos y procesos encontrados en la naturaleza, replicación de métodos naturales de producción de compuestos químicos por parte de animales y plantas e imitación de principios de organización social de insectos.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar a los estudiantes de ingeniería los conocimientos básicos de biología que le permitan la comprensión de los fenómenos biológicos y su aplicación a los procesos industriales. • Formar profesionales conscientes de la necesidad de considerar la naturaleza como un componente fundamental para la subsistencia de la humanidad. • Concientizar a los estudiantes de ingeniería para que sean profesionales activos en la transformación de la teoría económica, y que los servicios proporcionados por la naturaleza dejen de ser procesos económico-productivos. • Analizar el impacto económico de los avances biológicos y el impacto de las decisiones económicas sobre los sistemas biológicos. 			

Contenidos

1. La naturaleza de la biología, origen y definición de la vida

Origen de la vida. Bases químicas de la vida. Carbohidratos. Lípidos. Proteínas. Ácidos nucleicos.

2. Biología celular

Categorías celulares. Organismos procariotas. Organismos eucariotas. Fisiología celular. Membrana celular. Retículo endoplásmico. Núcleo interfásico. Complejo de Golgi. Lisosoma. Mitocondrias. Cloroplastos. Estructura propiedades generales de los microorganismos. Virus y retrovirus. Bacterias y su aprovechamiento industrial. Aplicación de la complejidad celular a los sistemas industriales.

3. Medio ambiente y ecología

Principios de ecología. Principales ecosistemas. Estructura de los ecosistemas. Biomas terrestres y marinos. Funcionamiento del ecosistema. Flujo de energía en los ecosistemas. Transferencia de energía. Fundamentos termodinámicos y complejidad de los sistemas. Otras fuentes de obtención de energía. Alteraciones de los ecosistemas. Alteraciones ambientales de las obras de ingeniería. Explotación de los recursos naturales. Abastecimiento y saneamiento de ciudades. Urbanismo y planeamiento urbano. Producción y transporte de energía. Obras hidráulicas fluviales. Reciclaje de residuos.

4. Contaminación ambiental

Fuentes y control. Efecto a gran escala. Bioindicadores, Efecto sumidero. Soluciones para el clima. Eficacia energética. Producción de energía. Energía limpia. Protocolo de Kyoto.

5. Cambio climático

Calentamiento global. Algunos efectos que contribuyen al cambio climático. Efecto de los aerosoles de compuestos de azufre. Lluvia ácida. Fertilización con dióxido de carbono. El transporte vehicular.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/ asignaturas/competencias.jsp?codigo=23015>.

Nivel IV

Universidad Industrial de Santander		
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos		
Nombre de la asignatura: Estadística	Código: 28044	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo		Requisitos
TAD		TI
Teóricas	Prácticas	
4	0	5
Justificación		
<p>El profesional en Ingeniería de Energía utiliza la información estadística de datos, proveniente de muestreos, información histórica y/o pruebas de laboratorio, necesaria para la elaboración de correlaciones, análisis de distribución y tendencia, pruebas de hipótesis, inferencias de incertidumbre y riesgo, indispensables para describir y predecir, mediante simulaciones, el comportamiento de las variables que características de los procesos de la industria minero-energética.</p>		
Objetivos		
<ul style="list-style-type: none"> • Descomponer, sintetizar y valorar los procesos y los productos de cada uno de los módulos del curso, a través de la planificación y seguimiento y control al realizar las actividades y tareas establecidas para cada módulo. • Realizar, conocer e interpretar y entender los conceptos de modelo, escala, precisión, exactitud, redondeo, experimento, población, muestra aleatoria. • Realizar, conocer e interpretar y entender los conceptos de experimento aleatorio, probabilidad condicional, principio multiplicativo y sumativo y teorema de Bayes. • Realizar, conocer e interpretar y entender los conceptos de medida de tendencia central, medidas de dispersión, leyes de distribución y probabilidad conjunta para variables aleatorias discretas y continuas. • Conocer, interpretar, entender y realizar inferencias estadísticas con datos a través de los métodos de estimación y muestreo con niveles de confianza o una margen de error. 		

Contenidos

1. Estadística descriptiva

Tipo de variables. Tipo de datos. Representación de datos. Agrupamiento de datos. Tabla de frecuencias. Parámetros estadísticos de centramiento. Parámetros de posicionamiento. Parámetros de dispersión.

2. Probabilidades

Enfoques para el cálculo de probabilidades. Reglas de probabilidad. Teorema de Bayes. Distribuciones de probabilidad. Árboles de decisión. Análisis bajo incertidumbre y riesgo.

3. Pruebas de hipótesis

Distribución muestral. Estimación por intervalo. Prueba de una media. Prueba de una proporción. Prueba de diferencia de dos medias. Prueba de diferencia de dos proporciones. Pruebas de independencia. Prueba de bondad y ajuste. Análisis de Varianza.

4. Diseño de experimentos

Introducción al diseño de experimentos. Diseño en bloques. Diseños factoriales. Diseños factorial $2k$, $3k$ y mixtos. Diseños factoriales fraccionados $2k-p$. Diseño robusto. Planeación de un experimento.

5. Series cronológicas

Análisis de regresión lineal simple. Regresión no lineal simple. Regresión lineal múltiple. Tendencia, ciclicidad, estacionalidad e irregularidad. Modelo Aditivo. Modelo Multiplicativo. Promedios móviles. Curvas de declinación.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=28044>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Ecuaciones diferenciales		Código: 20255	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Cálculo III
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	8	

Justificación

El curso se justifica en el pñsum de la carrera, ya que enseña técnicas y métodos sobre cómo resolver una ecuación diferencial de cualquier orden, y además se estudia la transformación de Laplace, conceptos que se necesitarán y aplicarán en cursos posteriores de la carrera. Las ecuaciones diferenciales forman una de las herramientas más poderosas para la solución de problemas científicos. Las técnicas desarrolladas en el curso del programa ayudan al ingeniero a la resolución de problemas, en especial en situaciones donde los problemas sean modelados bajo variaciones de propiedades con respecto al tiempo y otras variables. La matriz le permitirá al estudiante desarrollar las técnicas que utilizará a futuro, como métodos numéricos y programación dinámica.

Objetivos

- Ampliar el conocimiento del lenguaje matemático y físico para la construcción de modelos descritos a través de ecuaciones diferenciales con el objetivo de comprender y explicar los procesos y fenómenos físicos.
- Elaborar modelos a través de datos usando para esto algunos de los modelos presentados en la clase.
- Resolver ecuaciones diferenciales por medio de métodos analíticos.
- Interpreta las soluciones obtenidas por medio de los métodos analíticos, cualitativos y numéricos.
- Usar el *software* correspondiente para resolver las ecuaciones diferenciales por métodos numéricos.

Contenidos

1. Concepto de modelo

Clasificación de los modelos. El proceso de modelación matemática. Modelos Matemáticos. Problemas bien puestos. Planteamiento de problemas que se describen mediante un modelo de ecuaciones diferenciales ordinarias.

2. Definición de ecuación diferencial

Clasificación. Teorema de existencia y unicidad. Método analítico: separación de variables. Método cualitativo: campos de pendiente. Procedimiento numérico: método de Euler. Métodos analíticos. Cambio de variables. Ecuaciones diferenciales lineales. Método de variación de parámetros. Ecuaciones diferenciales autónomas. Concepto de solución de equilibrio; línea de fase. Clasificación de los puntos de equilibrio. Bifurcaciones.

3. Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden

Modelación por medio de sistemas. Geometría de sistemas. Solución de línea recta. Planos fase para sistemas con valores propios reales. Valores propios complejos. Casos especiales: valores propios repetidos y cero. Concepto de la estabilidad de la solución.

4. Ecuaciones diferenciales de segundo orden.

Variación de parámetros. Método de los coeficientes indeterminados. Forzamiento y resonancia.

5. Transformada de Laplace

Transformadas de Laplace de funciones discontinuas. El método de transformadas de Laplace. Transformadas inversas de Laplace. Observaciones concernientes a la existencia y unicidad de las transformadas inversas de Laplace. Función delta y forzamiento de impulso. Convoluciones.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=20255>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Física III		Código: 22956	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Física II Cálculo II
4	2	6	
Justificación			
<p>El entendimiento de las oscilaciones y ondas le permite al estudiante comprender cómo el fenómeno de resonancia se relaciona con el transporte de información y las telecomunicaciones. Siendo las ondas la forma base de transmisión natural de la información, nuestros sentidos de la vista, tacto y oído utilizan la resonancia ondulatoria para comunicar la información del mundo exterior a nuestro cerebro. Por tal razón, el estudio de las ondas es un pilar fundamental de la física.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Familiarizar a los estudiantes con las oscilaciones y los movimientos periódicos. • Entender las ondas como la consecuencia de la propagación de la energía con que se perturban los sistemas oscilantes. • Familiarizar a los estudiantes con el concepto de onda mecánica y su descripción matemática en diferentes medios: cuerdas, gases y sólidos. • Introducir el concepto de onda electromagnética a partir de las ecuaciones de Maxwell. • Analizar relaciones entre las ondas mecánicas y las electromagnéticas e inferir consecuencias a partir de su naturaleza. • Introducir los principios y propiedades comunes en las ondas, pero que tienen consecuencias fundamentales en la descripción de los fenómenos luminosos y en general de la naturaleza. • Analizar el espectro electromagnético e inferir cualitativamente el origen de dicho espectro, haciendo énfasis en la importancia y consecuencias de las diferentes regiones en que se divide claramente dicho espectro. • Introducir el problema de la radiación, viendo este como la base de la discusión que dio origen a la nueva física. • Discutir ampliamente los problemas fundamentales que constituyeron la estructura básica de la física moderna, como la ley de Planck, efecto 			

fotoeléctrico, efecto Compton, modelos atómicos, los rayos X.

- Introducir el concepto de dualidad, para la descripción de la naturaleza, como una necesidad de unificar bajo un mismo criterio, del punto de vista ondulatorio.
-

Contenidos

1. Oscilaciones

Oscilaciones libres. Movimiento periódico. Movimiento armónico simple. Sistema masa-resorte. Movimientos pendulares. Superposición de movimientos armónicos simples. Energía en el movimiento simple. Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones forzadas. Resonancia.

2. Ondas mecánicas

Ondas armónicas. Clasificación de las ondas. Ondas en cuerdas, ondas estacionarias. Ondas en gases, sonido, tubos sonoros. Ondas en sólidos. Ecuación de onda y función de onda. Principio de superposición, interferencia espacial y temporal. Propiedades generales de las ondas. Velocidad de grupo. Energía transportada por las ondas y potencia. Intensidad de las ondas.

3. Ondas electromagnéticas

Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas, generación del espectro electromagnético. La luz, su naturaleza y velocidad. Energía y cantidad de movimiento en las ondas electromagnéticas, vector de Poynting. Principio de Huygens. Propiedades: reflexión, refracción, interferencia, difracción, experimento de Young y polarización. La fibra óptica.

4. Introducción a la física moderna

El problema de la radiación, radiación del cuerpo negro. Hipótesis de Planck y ley de radiación de Planck. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Espectros atómicos y modelos atómicos. Los rayos X. El efecto láser. Dualidad en la materia, ondas de De Broglie. Difracción de electrones. Principio de Heisenberg y relaciones de incertidumbre.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=22956>.

Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Electricidad y electrónica básica		Código: 23030	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Física II
Teóricas	Prácticas		
5	0	7	

Justificación

Dentro del proceso de formación de los ingenieros de energía, este curso se constituye en la puerta de entrada hacia el estudio del manejo de la electricidad y la electrónica en sus diferentes especialidades. Su aporte principal consiste en la fundamentación teórica necesaria para analizar cualquier tipo de circuito eléctrico lineal, resultante de un modelamiento del sistema físico real, mediante elementos simples como resistores, inductores, capacitores y fuentes.

Objetivos

- Ofrecer un acercamiento al lenguaje técnico utilizado en las disciplinas de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica, para que el futuro profesional de otras especialidades pueda interpretarlo y utilizarlo dentro del ámbito de su propia disciplina.
- Propiciar el manejo de conceptos básicos de electricidad y electrónica, en un ambiente de trabajo en equipo interdisciplinario
- Presentar una visión actualizada de algunas aplicaciones de la electricidad y la electrónica en áreas diferentes a las ingenierías eléctrica y electrónica.

Contenidos

1. Solución de circuitos

Sistemas de unidades: magnitudes fundamentales asociadas a la electricidad y electrónica, magnitudes derivadas asociadas a la electricidad y electrónica, análisis dimensional. Ley de Ohm: definición, estructura básica de aplicación, cálculos. Leyes de Kirchoff: ley de voltajes, ley de corrientes, análisis de circuitos por nodos, análisis de circuitos por mallas. Circuitos equivalentes: transformación de fuentes, equivalente de combinación de resistencias, teorema de Thévenin y Norton. Linealidad de los circuitos resistivos: efectos de fuentes diferentes, teorema de superposición. Potencia en DC: potencia entregada, potencia consumida, convención de signos para la tensión y corriente, análisis de transitorios en corriente continua. Otros elementos circuitales: inductancia y capacitancia, condiciones impuestas por los elementos circuitales, respuesta natural, respuesta forzada, respuesta completa y condiciones iniciales. Análisis de circuitos en régimen senoidal permanente: fuentes de alimentación AC, concepto de fasor, concepto de impedancia, solución de circuitos en AC por medio de fasores. Potencia en AC: potencia instantánea, potencia promedio, potencia compleja, potencia aparente, factor de potencia, corrección del factor de potencia. Simulación: circuitos DC, circuitos AC.

2. Relés y contactores

Contactores: partes del contactor, metodología para elección de un contactor, extinción del arco, aplicaciones. Relés: relés de control, relés de acción instantánea, relés de tiempo o temporizadores, relés de protección.

3. Elementos de mando y señalización

Elementos de mando: pulsadores, interruptores, paradas de emergencia, enclavamientos.

4. Motores eléctricos

Introducción a los principios de las máquinas eléctricas: campo magnético, Ley de Faraday, fuerza inducida sobre un conductor, voltaje inducido sobre un conductor, campo magnético, giratorio, fuerza magnetomotriz, voltaje inducido en máquinas de CC y CA, efecto del paso de la bobina sobre los estatores. Motores de inducción: conceptos básicos, circuito equivalente, potencia y torque, características torque velocidad, arranque de los motores de inducción, protecciones de los motores de inducción, control de velocidad de los motores de inducción, accionamientos de estado sólido, especificaciones nominales, motor universal, motor de inducción monofásico, arranque de motores monofásicos, modelo del circuito de un motor

monofásico, control de velocidad de motores de inducción monofásico.

5. Amplificación electrónica

Amplificadores operacionales ideales: conceptos de tensión y de corriente para el amplificador operacional ideal, circuito equivalente, solución de circuitos con amplificador operacional. configuraciones típicas con amplificadores operacionales: amplificador inversor y amplificador no inversor, amplificador diferencial, amplificador de instrumentación, integradores y derivadores, comparadores y detectores de nivel, conversores voltaje corriente y conversores corriente voltaje.

6. Electrónica de conmutación

Diodos de silicio: curva característica, hojas de datos, modelado de diodos dispositivos de tres terminales: SCR, transistores bipolares como interruptores, Transistores FET como interruptores, transistores IGBT puentes inversores: configuraciones típicas, análisis de la conversión DC/AC.

7. Etapas de salida TTL y CMOS

Características de las familias TTL y CMOS: inversor ideal, transferencia del inversor real, etapas de salida TTL, etapas de salida CMOS.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23030>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Termodinámica I		Código: 21802	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Química II
4	0	8	
Justificación			

El ingeniero de energía requiere, como todos los ingenieros, conocer, comprender y manejar los principios involucrados en las transformaciones energéticas relacionados con los procesos químicos, físicos o fisicoquímicos presentes en la transformación de materia prima hasta producto final. La termodinámica le suministra al ingeniero la información y fundamentación necesarias sobre las leyes, equipos y propiedades de las sustancias, tales como aire, agua, vapor, refrigerantes, etc., ampliamente utilizados en las transformaciones de energía para generar potencia útil, calentar o refrigerar.

Objetivos

- Identificar y formular problemas de ingeniería relacionados con la termodinámica y transformaciones energéticas en una forma conceptual, así como en términos de modelos fisicomatemáticos.
- Aplicar los principios básicos de termodinámica clásica para el análisis de procesos y ciclos que involucran sustancias simples y puras.
- Generalizar efectivamente los axiomas básicos de los análisis de la termodinámica clásica, macroscópica y extrapolar estos conceptos a sistemas y sustancias no necesariamente cubiertas específicamente por el curso.

Contenidos

1. Conceptos fundamentales de termodinámica

Termodinámica y energía. Dimensiones y unidades. Sistema cerrado y volumen de control. Propiedades de un sistema. Estado termodinámico y equilibrio. Procesos y ciclos. El postulado de estado. Presión y Temperatura. Ley cero de la termodinámica.

2. Propiedades de las sustancias puras

Sustancia pura. Sustancia simple compresible. Fases de una sustancia pura. Diagrama de propiedades para procesos con cambio de fase. Tablas de propiedades termodinámicas. El gas ideal y su ecuación. Factor de compresibilidad. Otras ecuaciones de estado. Relación de los estados correspondientes.

3. La primera ley de la termodinámica

Introducción. Transferencia de calor. Trabajo y formas mecánicas del trabajo. La primera ley de la termodinámica. Calor específico. Experimento Joule-Thomson. Energía interna, entalpía y calores específicos en pares ideales, sólidos y líquidos. Aspectos termodinámicos de los sistemas biológicos y enfoque ambiental de la termodinámica. Análisis termodinámico del volumen de control. El proceso de flujo permanente y dispositivos de ingeniería de flujo permanente. Procesos transitorios.

4. Segunda ley de la termodinámica

Introducción. Conceptos básicos.

5. Principios de Clausius y Kelvin-Plank

Procesos reversibles e irreversibles. El ciclo y principios de Carnot. Eficiencia térmica y coeficiente de operación. La desigualdad de Clausius. Entropía. El principio de incremento de la entropía. Relaciones Tds. Cambio de entropía. Trabajo y flujo permanente reversible.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/ asignaturas/competencias.jsp?codigo=21802>.

Nivel V

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Mecánica de fluidos		Código: 23024	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Ecuaciones diferenciales Mecánica analítica
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	
Justificación			
<p>El conocimiento y la comprensión de los principios y conceptos básicos son esenciales para el análisis y diseño de cualquier sistema que use un fluido como medio de trabajo. El diseño medio de transporte requiere, la aplicación de los principios de la mecánica de fluidos, al igual que el diseño de todos los tipos de maquinarias hidráulicas. Llámense bombas, ventiladores, compresores, turbinas, vehículos levitantes, etc., la mecánica de los fluidos abarca un sin número de aplicaciones industriales a la vez que permite el conocimiento y manejo de recursos naturales como el aire, el agua y sus diferentes usos.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar la importancia de la mecánica de fluidos como ciencia de ingeniería. • Comprender las diferencias entre un fluido y otras sustancias, estudiar los fenómenos relacionados con los fluidos y las propiedades que los caracterizan. • Aprender a utilizar los principios de la conservación de la masa, la cantidad de movimiento y la energía según se aplican a los fluidos. 			
Contenidos			
1. Conceptos fundamentales			
Definición y naturaleza de los fluidos, objetivos de la mecánica de fluidos, fluido como medio continuo, diferencia entre líquidos y gases, compresibilidad. Propiedades de los fluidos: densidad y peso específico, gravedad específica, densímetros, campo de esfuerzos, presión absoluta y			

manométrica, presión y porcentaje de vacío, paradoja de Pascal, viscosidad dinámica y cinemática, fluido newtoniano y no newtoniano, viscosímetros, presión de vapor, cavitación, ecuación de estado del gas ideal, tensión superficial, capilaridad.

2. Estática de fluidos

Ecuación básica de la estática de fluidos, variación de la presión en un fluido estático, la atmósfera estándar, transmisión de fuerza hidráulica, fluidos estratificados. Manometría: barómetro, manómetro de tubo en U, piezómetro, manómetro de Bourdon. Fuerzas hidroestáticas sobre superficies planas y curvas sumergidas, centro de presión, cabeza piezométrica. Flotación, principio de Arquímedes, centro de flotación, estabilidad de los cuerpos flotantes

3. Cinemática de fluidos

Campo de velocidades, flujo unidimensional, bidimensional y tridimensional, flujo estable y transiente, flujo viscoso y no viscoso, flujo compresible e incompresible, flujo laminar y turbulento, flujo interno y externo, trayectorias y líneas de corriente, flujo másico a través de una superficie, flujo volumétrico o caudal. Campo de aceleraciones, derivada material, local y convectiva, el operador Euleriano, conservación de la masa. Movimiento de una partícula fluido: traslación, rotación y vorticidad, tasa de deformación lineal y angular. Movimiento como cuerpo rígido: aceleración lineal y velocidad angular constantes. Ecuación de momento en un flujo no viscoso: ecuación de Euler; integración de la ecuación de Euler a lo largo de una línea de corriente: ecuación de Bernoulli; restricciones y aplicaciones de la ecuación de Bernoulli, ecuación de Bernoulli inestable. Medición del flujo: tubo Venturi, tubo de Pitot, orificios, otros fluxómetros; coeficientes de contracción, velocidad y descarga.

4. Dinámica de fluidos

Sistema y volumen de control (VC) y superficie de control (SC), enfoque diferencial contra enfoque integral en los métodos de análisis. Teorema del transporte de Reynolds, interpretación física. Conservación de la masa para un VC, casos especiales, conservación de especies químicas. Conservación de la cantidad de movimiento lineal: ecuaciones para un VC fijo, con velocidad constante y con aceleración rectilínea; aplicaciones: propulsión a chorro. Conservación de la cantidad de movimiento angular: ecuaciones para un VC fijo y rotatorio; aplicaciones: aspersores, hélices y turbomaquinaria. La 1ª ley de la termodinámica: ecuación general de la energía para un VC, trabajo de eje, cabeza de bombas y turbinas, eficiencia hidráulica, pérdidas de cabeza por fricción.

5. Análisis diferencial del movimiento de un fluido

Esfuerzos que actúan sobre una partícula de fluido; fluido newtoniano: ecuación de Navier - Stokes. Flujo laminar entre placas infinitas o de Couette; flujo laminar en una tubería o de Poiseuille; flujo sobre un plano inclinado; lubricación. Capa límite, concepto, espesor; capa límite laminar sobre una placa plana. Arrastre: flujo sobre placas, cilindro y esfera, perfil aerodinámico, sustentación.

6. Pérdidas de carga en tuberías

Análisis dimensional: teorema Pi de Buckingham; grupos adimensionales de importancia en mecánica de fluidos, rugosidad relativa. Concepto de turbulencia y su aleatoriedad, experimentos de Reynolds, Prandtl, Von Karman y Nikuradse, fórmula de Darcy, diagrama de Moody, factor de fricción en flujo laminar y turbulento, fórmula de Colebrook. Cálculo de pérdidas: pérdidas mayores, pérdidas menores, ductos no circulares; solución de problemas de flujo en tuberías: como seleccionar el diámetro de una tubería, tuberías con bombas y turbinas, tuberías en serie y en paralelo.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23024>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Métodos numéricos		Código: 28040	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Ecuaciones diferenciales
4	0	8	
Justificación			
<p>Los métodos que se estudian en el curso proporcionan al estudiante de ingeniería un conocimiento básico de las aplicaciones matemáticas para la solución numérica de problemas, permitiendo así mismo presentarle las pautas utilizadas para el diseño de algoritmos y la construcción de programas que, con la ayuda del computador, facilitan el trabajo al ingeniero.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las principales herramientas numéricas existentes para la solución de ecuaciones presentes en problemas de ingeniería. • Analizar problemas y solucionarlos numéricamente en lugar del lenguaje de programación, con la selección de un programa de fácil manejo, buenas características gráficas y numéricas. 			
Contenidos			
1. Modelamiento			
Componentes de un modelo matemático. Las ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos. Implicaciones de la solución analítica. Modelos en ingeniería.			
2. Aproximación numérica			
Solución numérica. Cifras significativas. Exactitud y precisión. Aporte de las series a las aproximaciones numéricas. Definiciones de error. Errores de redondeo. Errores de truncamiento. La serie de Taylor. Propagación del error. Error numérico total. Simulación numérica: concepto, aplicaciones,			

tareas.

3. Raíces de ecuaciones

Métodos gráficos. Métodos cerrados: bisección, falsa posición. Búsquedas por incremento. Determinación de valores iniciales. Métodos abiertos: punto fijo, Newton-Raphson, secante. Cálculo de raíces múltiples. Manejo básico de polinomios: métodos convencionales, método de Muller, método de Bairstow. Cálculo de raíces complejas.

4. Métodos directos para solución de sistemas ecuaciones lineales

Antecedentes matemáticos. Métodos de solución convencionales. Eliminación de Gauss simple. Dificultades en los métodos de eliminación. Técnicas para mejorar las soluciones. Eliminación de Gauss-Jordan. Técnicas complementarias: descomposición LU, matriz inversa, análisis del error y condición de un sistema.

5. Métodos iterativos para solución de sistemas de ecuaciones lineales

Matrices especiales. Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel. Método de Gauss-Seidel con relajación. Apartado especial: solución numérica de sistemas no lineales de ecuaciones.

6. Tratamiento de la información

Mediciones estadísticas básicas. Regresión: lineal, no lineal, lineal multivariable. Interpolación: lineal, polinomial (Newton, Lagrange), Splines, TFI.

7. Diferenciación e integración numéricas

Regla trapezoidal. Reglas de Simpson. Integración con segmentos desiguales. Integrales múltiples. Aproximación por diferencias finitas.

8. Tratamiento numérico de ecuaciones diferenciales ordinarias

Método de Euler. Metodo de Euler mejorado. Método de Runge Kutta. Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Problemas de valor inicial. Problemas de valor de frontera. Problemas de valores propios.

9. Tratamiento numérico de ecuaciones diferenciales parciales

Ecuaciones elípticas: ecuación de Laplace, técnicas de solución. Ecuaciones hiperbólicas: ecuación de onda. Ecuaciones parabólicas: la ecuación de conducción de calor, métodos explícitos, métodos implícitos, método de Crank-Nicholson, manejo de dos dimensiones espaciales.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/assignaturas/competencias.jsp?codigo=28040>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Máquinas eléctricas		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Física III Electricidad y electrónica básica
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	
Justificación			

La conversión de la energía mecánica en eléctrica, o viceversa es una de las formas más comunes de aprovechamiento de la energía. El uso de máquinas eléctricas es bastante común hoy en día y las encontramos tanto en las aplicaciones industriales como en artefactos eléctricos cotidianos. El curso de Máquinas eléctricas permite estudiar los principios de funcionamiento de transformadores, motores y generadores de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC), características constructivas, evaluación del desempeño a través de su circuito equivalente, criterios de selección para diversas aplicaciones, estrategias básicas de control y formas de conexión, todos estos conceptos orientados dentro del marco filosófico de la optimización y del uso racional de la energía (URE), que son el fundamento del programa de Ingeniería en Energía.

Objetivos

- Determinar la forma de aplicación de las principales leyes electromagnéticas en el funcionamiento de las máquinas eléctricas.
- Estudiar la estructura física de las diferentes máquinas eléctricas, su forma de construcción y materiales empleados en ella.
- Analizar el comportamiento de las diferentes variables electromagnéticas al interior de la máquina y el efecto producido por ellas.
- Familiarizarse con la forma de operación del transformador y de los motores eléctricos y las medidas de precaución que deben tenerse en cuenta para su uso.

Contenidos

1. Análisis de cargas monofásicas y trifásicas

Conceptos de fasor e impedancia. Análisis de cargas monofásicas. Análisis de cargas trifásicas balanceadas. Transformación de conexiones Δ -Y. Análisis de cargas trifásicas no balanceadas.

2. Fundamentos de los circuitos magnéticos

Circuitos magnéticos y materiales magnéticos. Métodos de análisis de los circuitos magnéticos. Enlaces de flujo, inductancia y energía. Propiedades de los materiales magnéticos. Circuito magnético con excitación senoidal. Pérdidas en el núcleo de un circuito magnético.

3. Transformadores monofásicos y trifásicos

Introducción a los transformadores. El transformador ideal. Circuito equivalente del transformador real. Circuito equivalente aproximado del transformador. Pruebas para determinación de parámetros. Evaluación del desempeño de un transformador. El autotransformador. Transformadores trifásicos. Transformadores de medición. Sistema de cálculos por unidad. Conexión de transformadores en paralelo.

4. Motor de inducción

Clasificación y métodos de construcción. Campo magnético giratorio del estator. Fuerza magnetomotriz del rotor y deslizamiento. Circuito equivalente del motor de inducción. Par y potencia desarrollada en el motor de inducción. Determinación de parámetros a partir de pruebas. Selección y aplicación del motor de inducción. Arranque y control de velocidad. Motores de inducción monofásicos.

5. Máquina síncrona de corriente alterna

Fundamentos de la máquina síncrona. Circuito equivalente del generador de polos cilíndricos. Regulación de voltaje en el generador de polos cilíndricos.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://miportalu.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/ELEC18002.pdf>.

Universidad Industrial de Santander		
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos		
Nombre de la asignatura: Ingeniería económica	Código: 28045	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo		Requisitos
TAD		TI
Teóricas	Prácticas	
4	0	5

Justificación

Un profesional integral debe estar en capacidad de evaluar financieramente los recursos invertidos en cada una de las operaciones de la cual es responsable. Igualmente, dentro del trabajo en equipo, debe estar en capacidad de aportar en la evaluación financiera de proyectos de inversión. Para lograrlo, debe tener conocimientos claros en matemáticas financieras; específicamente en el cálculo de intereses, evaluación de los costos de financiación y el estimativo de los planes de pago. El profesional en Ingeniería de Energía, a partir de las herramientas que brindan las matemáticas financieras, podrá tomar decisiones objetivas, enmarcadas dentro de los parámetros de la economía y el fin empresarial.

Objetivos

- Crear en el ingeniero la capacidad de analizar, planificar, orientar y dirigir con eficacia los procesos económicos de los sectores de producción, administrativos, financieros y bancarios, de la empresa en general, de los sectores productivos y del desarrollo regional y nacional, partiendo de premisas que enfatizan las variables estratégicas de producción, mercado tecnología, productividad, calidad total, comercio internacional y finanzas.
- Proporcionar al estudiante conocimientos en análisis y comparación económica de alternativas operacionales y/o proyectos de inversión mediante empleo de técnicas matemáticas apropiadas que consideren el valor del dinero en el tiempo.

Contenidos

1. Concepto de interés y tasas de interés

Factores que determinan el costo del dinero (interés: inflación - devaluación). Inversión en moneda extranjera. Interés simple e interés compuesto. Tasa nominal, tasa efectiva y tasas equivalentes. Capitalización continua.

2. Ecuación de equivalencia y traslado de dineros diagrama tiempo-valor

Flujos de egresos-ingresos. Traslado de un valor. Traslado de varios valores. Solución algebraica para ecuaciones de una incógnita. Ejercicios prácticos.

3. Series uniformes o anualidades

Anualidad francesa o cuota fija: anualidad vencida, anticipada, diferida y perpetua. Anualidad inglesa: abono fijo a capital. Ejercicios prácticos.

4. Series variables

Gradiente aritmético: creciente y decreciente. Gradiente geométrico: creciente y decreciente. Cuota semifija: con crecimiento y decrecimiento aritmético, con crecimiento y decrecimiento geométrico. Ejercicios prácticos. Uso de Excel.

5. Criterios de evaluación financiera

Tasa de interés de oportunidad (TIO), valor presente neto (VPN), valor anual neto (VAN), costo anual equivalente (CAE), relación beneficio costo (RB/C), periodo de restitución o de pago (PR), tasa interna de retorno (TIR), tasa verdadera de retorno (TVR).

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=28045>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Termodinámica II		Código: 23059	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Termodinámica I
4	0	5	
Justificación			

En la práctica totalidad de los procesos industriales se requiere la aplicación de los principios de la termodinámica. El conocimiento de estos principios es básico en ingeniería térmica, por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), una refinería de petróleo, un ciclo de refrigeración, etc. El conocimiento de si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad es imprescindible para el diseño de nuevos procesos, así como el conocimiento de las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que imposibilitan obtener esas máximas prestaciones. El estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos de trabajo que circulan por los dispositivos, agua, aire, refrigerantes, gases y mezcla de gases, es indispensable para analizar el comportamiento de los sistemas térmicos. Asimismo, el estudio del procedimiento a seguir para el análisis energético de instalaciones energéticas de sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire y en procesos de combustión es de gran interés.

Por esta razón se considera esta asignatura totalmente necesaria para una formación integral del ingeniero actual, ya que con el estudio de la termodinámica aplicada se dan los pasos previos para el posterior desarrollo de la ingeniería térmica (los sistemas térmicos de potencia, los sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire, además de las energías renovables); siendo incluso necesaria para el estudio de los campos de la transmisión del calor y la mecánica de fluidos elemental.

Objetivos

- Continuar con el desarrollo de la termodinámica, iniciado en el curso de Termodinámica I
 - Presentar y enseñar al estudiante las aplicaciones de la Termodinámica más comunes y más útiles para la carrera
 - Preparar y dar las bases necesarias al estudiante para el estudio de otras asignaturas más avanzadas de la ciencia térmica
-

Contenidos

1. Relaciones de las propiedades termodinámicas

Fundamento matemático. Derivadas parciales y relaciones asociadas. Las relaciones de Maxwell. Aplicaciones de las relaciones de Maxwell. Funciones características. La ecuación de Clapeyron. Relaciones generales para energía interna, entalpía y entropía en términos de presión (p), volumen específico (v) y temperatura (T). Relaciones de calores específicos. El coeficiente de Joule-Thomson. Variaciones de entalpía, energía interna y entropía de gases reales.

2. Mezclas de gases

Mezclas de gas-gas y gas-vapor. Mezclas de gases. Análisis de las mezclas. Presión parcial y volumen parcial. Modelo de Dalton. Modelo de Amagat. Propiedades de mezclas de gases ideales basadas en el modelo de Dalton. Mezclas de gases ideales. Propiedades de las mezclas de gases ideales con base en el modelo de Dalton. Proceso de mezclado de gases ideales. Mezclas de gases reales. Ecuaciones de estado de gases reales. Comportamiento p - v - T de las mezclas de gases reales. Casos especiales de procesos de mezclas de gases. Procesos de mezcla reversibles. Trabajo mínimo de separación de mezclas. Separación de mezclas de dos componentes. Desalinización.

3. Mezclas de gas-vapor (sistemas aire-vapor de agua)

El aire atmosférico. Humedad específica o absoluta del aire atmosférico. Humedad relativa y relación con la humedad absoluta. Temperaturas usadas en la descripción de sistemas aire-vapor de agua. Temperatura de bulbo seco. Temperatura de rocío. Temperatura de bulbo húmedo. Temperatura de saturación adiabática. Las cartas psicrométricas. Psicrometría y análisis de continuidad y de conservación de energía aplicados a sistemas psicrométricos. Procesos psicrométricos característicos. Calentamiento y enfriamiento sensible de aire húmedo. Calentamiento con humidificación. Enfriamiento con deshumidificación. Humidificación simple. Enfriamiento evaporativo. Mezcla adiabática de corrientes de aire húmedo. Aplicaciones

de ingeniería. Acondicionamiento de aire de locales (calefacción y enfriamiento). Secado. Torres de enfriamiento húmedo. Infiltración de aire atmosférico en condensadores de vapor al vacío. Infiltración de aire atmosférico en condensadores de vapor al vacío. Mezclas binarias. Características de las mezclas binarias. Definiciones para sistemas complejos. La regla de fase. Leyes de Raoult y de Henry. Diagramas de fase T_{xy} y xy de sistemas binarios. Usos y aplicaciones en ingeniería. Equilibrio líquido-vapor: líquidos miscibles. Equilibrio líquido-gas: solubilidad. Sistemas de ingeniería. Rectificadores. Desaireadores. Separadores. Destiladores. Concepto y efectos de la presión osmótica.

4. Reacciones químicas - Combustión

Generalidades. Ecuaciones básicas de la combustión. La composición del aire seco. Balance de materiales. Combustión ideal. Combustión real. Balance de materiales de la combustión real. Análisis Orsay de los productos de la combustión. Balance de energía de la combustión. Sistema cerrado, volumen de control. Energía interna de combustión. Combustión real. Representación gráfica de DUR. Cálculo de DU para cualquier proceso. Relaciones entre DUR y DHR. Entalpía de combustión. Poder calorífico superior. Poder calorífico inferior. Entalpía de reacción y entalpía de formación. Forma general de cálculo de la variación de entalpía en la combustión. Datos de la combustión. Temperatura máxima de combustión adiabática. Nociones de equilibrio químico de la combustión. Análisis de segunda ley de los sistemas reactivos. La tercera ley de la termodinámica. Acerca del estado estándar. Tópico especial: celdas de combustible. Equilibrio químico en reacciones de gases ideales.

5. Sistemas de potencia turbo-gas

Modelado de sistemas de potencia turbo-gas. Ciclo de Brayton o ciclo básico turbo-gas. La noción de aire normal o estándar. Desviaciones de las condiciones ideales. Regeneración en sistemas turbo-gas. Interenfriamiento y compresión múltiple en turbo-compresores de gas. Recalentamiento y expansión múltiple en turbinas de gas. Ciclos ideales de propulsión a chorro con turbinas de gas. Empuje. Post combustión. Motor de turbopropulsión. Motor de turboventilación o turbosolante. Propulsión por cohete. Análisis de segunda ley de los sistemas de potencia turbo-gas.

6. Sistemas de potencia a vapor

Modelado de plantas de potencia a vapor. Modelo de ciclo Carnot a vapor. Ciclo de Rankine simple ideal para sistemas de potencia a vapor. Análisis de energía del ciclo Rankine ideal. Desviaciones de las condiciones ideales. Mejoramiento del ciclo Rankine ideal. Efecto de la reducción de la presión del condensador. Disminución de la T baja, promedio. Sobrecalentamiento del vapor a alta temperatura. Incremento de la T alta, promedio.

Incremento de la presión de la caldera. Incremento de la T alta, promedio. Ciclo Rankine ideal con recalentamiento. Ciclo Rankine ideal regenerativo. Precalentadores cerrados de agua de alimentación, o de contacto. Precalentadores abiertos de agua de alimentación, o cámaras de mezcla. Análisis de segunda ley del ciclo Rankine de potencia a vapor. Otros ciclos de potencia de vapor. Funcionamiento a presión variable. Cogeneración. Aprovechamiento de potencia y calor adicional. Plantas de potencia de ciclo binario. Plantas de potencia de ciclo combinado gas-vapor.

7. Sistemas de refrigeración

Refrigeradores y bombas de calor. Parámetros de rendimiento de refrigeración. El ciclo de Carnot invertido. Modelo de sistemas de refrigeración a gas. Ciclo Brayton invertido. Sistemas aeronáuticos de refrigeración. Modelo de sistemas de refrigeración a vapor. El ciclo de compresión de vapor. Diagrama de Mollier para sustancias refrigerantes. Compresión seca. Compresión húmeda. Ciclo real de refrigeración por compresión de vapor. Características y selección de las sustancias refrigerantes. Sistemas de refrigeración en cascada o binarios. Sistemas de refrigeración por compresión de múltiples etapas. Sistemas de refrigeración de propósito múltiple con un solo compresor. Refrigeración al vacío o de eyector de vapor. Refrigeración por absorción. Principios de funcionamiento. Ciclo básico de refrigeración por absorción de agua y amoníaco. Diagrama de equilibrio de soluciones refrigerantes agua-amoniaco. Modificación del ciclo básico de absorción con inclusión de intercambiador de calor para el líquido entre el rectificador y el generador, y un rectificador para retirar el agua del amoniaco a la entrada del condensador. El diagrama de fases bromuro de litio-agua. Sistema de refrigeración por absorción de doble efecto o de dos etapas. Sistema de refrigeración Servel por absorción. Licuefacción de gases. Sistema de Hampson de licuefacción de gases por absorción. Sistema Claude de licuefacción de gases por absorción.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/assignaturas/competencias.jsp?codigo=23059>.

Nivel VI

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos

Nombre de la asignatura: Máquinas de fluidos**Código:****Número de créditos:** 4**Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo****Requisitos****TAD****TI****Teóricas****Prácticas**

Mecánica de fluidos

4

0

8

Justificación

Conocidos los fundamentos de la termodinámica y la mecánica de fluidos, el curso de máquinas de fluidos constituye la puerta de entrada al estudio de la turbomáquinas hidráulicas y térmicas. Utilizadas en los diversos procesos de generación de energía. Su aporte principal consiste en la fundamentación teórica sobre el funcionamiento, uso, operación. Y características principales de las maquinas hidráulicas y de las maquinas térmicas de vapor y de gas.

Objetivos

- Identificar y calcular los parámetros de los fluidos que aplican para el transporte de los mismos.
 - Estudiar los conceptos fundamentales de las máquinas hidráulicas (bombas y turbinas).
 - Estudiar el principio de operación de las máquinas de transporte de fluidos.
 - Diseñar y proyectar sistemas de tuberías para el transporte de fluidos incompresibles y compresibles en estado permanente.
 - Estudiar la información técnica de apoyo de los fabricantes para la selección respectiva de las máquinas.
-

Contenidos

1. Caracterización de los fluidos

Propiedades de transporte (incidencia). Viscosidad. Unidades y conversión. Gravedad específica y grados API. Presión de vapor y gases disueltos. Inflamabilidad. Toxicidad. Temperatura. Concentración. Fracción de volumen sólido. Fracción de peso sólido. Tamaño de partícula. Grado de abrasión. Grado de corrosión. Clasificación de los Fluidos industriales y comerciales según el comportamiento de la viscosidad. Independientes del tiempo. Dependientes del tiempo no elásticos. Dependiente del tiempo elástico.

2. Instalaciones hidráulicas

Aspectos hidráulicos del diseño de una estación de bombeo. Consideraciones generales. Componentes de un sistema de bombeo. Aspectos que se deben considerar en el diseño de una estación de bombeo. Válvulas y accesorios. Tipos y selección de válvulas. Válvulas de purga. Válvulas de retención. Válvulas relevadoras de presión. Válvulas de inclusión y expulsión de aire. Uniones y juntas de conducción. Dimensionamiento de una estación de bombeo. Planeamiento del sistema. Área disponible para la estación. Aspectos a considerar en el diseño de una estación de bombeo. Captación. Tuberías de succión y descarga. Sala de máquinas. Tablero de control. Subestación de energía. Servicios auxiliares. Identificación y clasificación de las tuberías. Símbolos gráficos. Símbolos gráficos para tuberías. Símbolos gráficos para válvulas y accesorios. Identificación de los sistemas de tuberías. Clasificación de las tuberías. Tubos de hierro fundido. Tubos de acero galvanizado o hierro forjado. Tubos de cobre. Tubos de plástico. Instalación de bombas. Motores. Tuberías de succión y descarga. Válvulas e instrumentos. Tanques y depósitos. Localización y montaje.

3. Bombas rotodinámicas

Clasificación y principio de operación. Parte hidráulica de las bombas rotodinámica. Altura y caudal generado en el impulsor. Fórmulas que relacionan los parámetros de diámetro, rotación, caudal, cabeza y potencia. Cálculo de la curva de una bomba a distintas velocidades y diámetros. Modificación del rotor de una bomba. Velocidad específica. NPSH. Cavitación. Coeficiente de cavitación de Thoma. Efectos de la viscosidad sobre las características de operación de la bomba. Caudal mínimo de la bomba. Operación de bomba en serie y paralelo. Medidas de protección y control de la bomba. Desempeño de las bombas centrifugas en diferentes circuitos hidráulicos. Circuitos en serie. Circuitos en paralelo. Circuitos en serie con carga fija. Circuitos en paralelo con cargas fija. Circuitos en paralelo con diferentes cargas fijas. Circuitos en serie con una salida lateral. Circuitos mixtos. Bombas en paralelo con líneas individuales y comunes. Bombas en serie con tuberías ramificadas. Diagnóstico de problemas de instalaciones

hidráulicas.

4. Compresión de gas

Generalidades. Introducción. Tipos de compresores. Conducción de los compresores. Descripción de una estación de compresión. Compresores reciprocantes. Principio de operación. Componentes principales. Determinación del número de etapas. Determinación de los caballos de potencia. Control de la capacidad. Reciclar/derivar. Estrangulamiento de la succión. Descarga de la válvula de succión. Cavidades de espacio libre.

5. Turbinas hidráulicas

Introducción. Clasificación de las turbinas. Principios de operación de las turbinas. Selección de turbinas.

6. Bombas de desplazamiento positivo

Principio del desplazamiento positivo. Clasificación de las máquinas desplazamiento positivo. Bombas alternativas: bombas de émbolo o de pistón. Bombas rotoestáticas. Clasificación de las máquinas rotoestáticas.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://miportalu.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/TERF18004.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Materiales I		Código: 23020	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Química II
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	

Justificación

Resulta importante para un futuro ingeniero de energía el comprender, de manera general, los distintos tipos de materiales que pueden encontrarse, en un mundo en que la ciencia de materiales avanza rápidamente, lo que permite el desarrollo de diversas industrias. Adicionalmente, es importante el conocimiento de las propiedades mecánicas propias a cada uno de estos tipos de materiales y así poder seleccionar el más adecuado para la aplicación a trabajar.

Objetivos

- Conocer las estructuras que conforman los materiales para establecer los conceptos fundamentales que permitan interpretar el comportamiento y las propiedades de un material específico.
- Conocer los mecanismos que relacionan las fuerzas de cohesión atómica y la resistencia a la tracción, así como también los mecanismos de deslizamiento y su relación con la deformación plástica, usados para explicar la respuesta de un material sometido a diferentes solicitudes.
- Comprender las diferentes fases que se obtienen a través de un proceso de solidificación en equilibrio, y su relación con las propiedades finales del material.

Contenidos

1. Introducción

Introducción. Ciencia e ingeniería de materiales. Tipos de materiales. Materiales metálicos. Materiales cerámicos. Materiales poliméricos. Materiales compuestos. Materiales electrónicos. Relación estructura-propiedades-procesos. Propiedades. Estructura. Procesamiento.

2. Estructura atómica y enlace

Estructura atómica. Número atómico y masa atómica. Estructura electrónica de los átomos. Estabilidad atómica y electronegatividad. Termodinámica y cinética. Tipos de enlaces atómicos y moleculares. Enlaces primarios: iónicos, covalentes y metálicos. Enlaces secundarios. Enlaces mixtos. Energía de enlace y espaciamiento atómico. Empaquetamiento atómico y número de coordinación.

3. Estructuras cristalinas

Redes espaciales y celda unidad. Principales estructuras cristalinas metálicas. Estructura cúbica centrada en el cuerpo. Estructura cúbica centrada en las caras. Estructura hexagonal compacta. Índices de Miller. Coordenadas de puntos. Índices de direcciones. Índices de planos. Direcciones y planos en sistema hexagonal. Densidades y factores de empaquetamiento. Densidad atómica lineal. Densidad atómica planar. Densidad volumétrica. Posiciones y tamaños intersticiales. Intersticios en la estructura CCC. Intersticios en la estructura CCB. Intersticios en la estructura HC. Monocristales y materiales policristalinos. Alotropía y poliformismo. Anisotropía. Análisis de estructuras cristalinas

4. Imperfecciones cristalinas y difusión en sólidos

Solidificación de metales. Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea. Crecimiento de cristales en un metal líquido. Soluciones sólidas metálicas. Soluciones sólidas sustitucionales. Soluciones sólidas intersticiales. Imperfecciones cristalinas. Defectos puntuales. Defectos lineales (dislocaciones). Defectos superficiales. Defectos volumétricos. Planos y direcciones de deslizamiento. Mecanismo de deslizamiento en la deformación plástica de cristales metálicos. Sistemas de deslizamiento. Difusión en estado sólido. Mecanismos de difusión. Difusión en estado estacionario. Difusión en estado transitorio.

5. Equilibrio y diagramas de fases

Diagramas de fase de sustancias puras. Regla de las fases de GIBBS. Equilibrio de fases en un sistema binario. Especificación de la composición. Diagrama isomorfo para sistemas ideales. La regla de la palanca. Solidificación y microestructura de las aleaciones isomorfas. Desviaciones del comportamiento ideal. Diagrama de fases eutéctico. Definición de términos. Enfriamiento lento de la aleación eutéctica. Solidificación de una aleación hipoeutéctica. Pb-Sn. Diagrama de fases peritéctico. Diagrama de fases monotéctico. Equilibrio de fases con reacciones entre sólidos. Sistema eutéctico Sistema hierro-carburo de hierro. Compuestos intermedios. Equilibrio de fases en un sistema ternario.

6. Propiedades mecánicas

Introducción. Deformación elástica. Características. Mecanismo atómico de la deformación elástica. Significado de los módulos elásticos. Deformación plástica. Dislocaciones y curvas esfuerzo-deformación. Mecanismos de endurecimiento. Pruebas de tensión. Diagrama convencional s-e. SY, SU, E, ductilidad, módulo de Resiliencia y módulo de tenacidad. Diagrama real s-e. Prueba de compresión. Fracturas dúctil y frágil. Pruebas de dureza: Brinell, Rockwell, Vickers. Tenacidad y fractura. Tenacidad a la entalla (impacto). Tenacidad a la fractura. Crecimiento de grieta. Fractura por fatiga. Fenómeno de fatiga. Características de la falla por fatiga. Teorías sobre mecanismo de falla por fatiga. Ensayos de resistencia a la fatiga. Ensayos de termofluencia.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23020>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Instrumentación y control		Código:	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Electricidad y electrónica básica
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	
Justificación			

En las últimas décadas, la instrumentación y los sistemas de control han desempeñado un rol vital en el desarrollo y avance tecnológico de la ciencia y la ingeniería, y por ende de la sociedad moderna. En la última década se han convertido en componentes esenciales en el control de vehículos espaciales, sistemas robóticos, y más indispensables aún, en el procesamiento de productos alimenticios, combustibles, industria petroquímica, generación y distribución de energía eléctrica, distribución y tratamiento de aguas residuales y servidas, electrónica de automóviles, electrodomésticos, etc.

La instrumentación y los sistemas de control están involucrados de manera implícita en todos los aspectos de la vida diaria, siendo su objetivo fundamental el de mantener los más altos estándares de calidad de los productos (composición, pureza, color, etc.), manteniendo los niveles de producción a mínimo costo y proporcionando además las condiciones de trabajo adecuadas para satisfacer la seguridad industrial y ambiental, con la menor intervención del ser humano. En consecuencia, es necesario que el ingeniero actual tenga sólidos conocimientos teóricos y prácticos para poder ser un factor crítico y de cambio en la utilización, diseño e implementación de tecnologías que cumplan con el objetivo fundamental de los sistemas de control.

El curso de Instrumentación y Control estudia los fundamentos matemáticos de los sistemas de control, así como el principio de funcionamiento de dispositivos relacionados con la captura de señales de un proceso industrial, análisis y modificación de variables del proceso, mediante el uso de transductores y la identificación de estos elementos en un plano de ingeniería de detalles, , todos estos conceptos orientados dentro del marco filosófico de la optimización y del uso racional de la energía, que son el fundamento del programa de Ingeniería de Energía.

Objetivos

- Introducir a los alumnos en la teoría clásica de control de procesos y sus aplicaciones en las industrias de proceso.
 - Reconocer procesos y sistemas de control simples, el estudio de su respuesta temporal a las perturbaciones, mediante la construcción de modelos matemáticos y la correspondiente resolución de las ecuaciones que se generan.
 - Describir los elementos físicos que forman parte del sistema de control, previo al estudio y análisis de sistemas de control avanzados.
-

Contenidos

1. Introducción

Importancia del control de procesos en la industria. Definiciones y terminología a emplear. Revisión de transformadas de Laplace. Representaciones gráficas. Función de transferencia.

2. Análisis del lazo de control

Elementos de primer orden. Respuesta transitoria. Elementos de segundo orden. Linealización. Elementos de orden superior. Interacción. Análisis dinámico de lazo de control. Respuesta en el dominio de la frecuencia. Diagramas de Bode y Nyquist.

3. Respuesta de sistemas de control analógico convencional

Análisis de características de modos de control.

4. Modelación matemática de procesos

Casos de estudio más comunes. Análisis de grados de libertad, configuración de control en plantas completas.

5. Control óptimo y control difuso

Conceptos de estabilidad de los sistemas de control. Criterios de estabilidad, selección de parámetros de control. Bases del control difuso.

6. Control digital

Controladores basados en microprocesador. Elementos de hardware. Elementos de software.

7. Sensores y controladores

Descripción de sensores de variables más comunes en la industria: temperatura, presión, caudal, nivel. Descripción y calibración de controladores más comunes.

8. Válvulas de control.

9. PLC

Fuente: Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de <http://fing.uncu.edu.ar/catedras/InstrumentacionYControl/instrumentacion-y-control-automatico>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Evaluación de proyectos		Código: 28049	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Ingeniería económica
Teóricas	Prácticas		
4	0	5	
Justificación			
<p>En la industria energética se ejecutan proyectos que requieren, involucran y/o comprometen cuantiosos recursos económicos, humanos, ambientales, culturales y sociales, por lo cual, el profesional en Ingeniería de Energía debe estar capacitado para participar en la formulación, programación y evaluación integral de los mismos, lo cual implica no solamente ser capaz de formularlo, planearlo, gestionarlo y administrarlo, sino también de evaluar su factibilidad financiera, económica, social y ambiental. Todo proyecto debe superar cada uno de estos parámetros para que sea viable su ejecución.</p>			
Objetivos			
<p>Proporcionar al educando las herramientas suficientes para la realización de los diferentes estudios y evaluaciones que definan la viabilidad de invertir y ejecutar un proyecto en la industria energética. Estos estudios no son responsabilidad directa e individual del profesional en Ingeniería de Energía, pero sí debe estar en capacidad de integrar los equipos multidisciplinarios que los realizan. O sea, debe estar en capacidad de aportar conceptos favorables o desfavorables para definir la viabilidad del proyecto, conforme a parámetros técnicos, financieros, económicos, sociales y ambientales.</p>			
Contenidos			
1. Gestión de proyectos			
<p>Construcción de un proyecto de inversión. Estudio económico. Viabilidad técnica del proyecto. Características de la formulación. Ciclos del proyecto. Horizonte del proyecto. Proceso para tomar la decisión de invertir. Etapas de un proyecto. Formulación de un proyecto. Planeación de un proyecto. Evaluación, ejecución y seguimiento (PERT y CPM).</p>			

2. Evaluación financiera

Variables que intervienen. Decisiones de inversión o de financiamiento. Repaso de los conceptos sobre criterios de evaluación financiera (VPN, VAN, CAE, RB/C, PR, TIR, TVR). Estructura de los flujos de caja en términos corrientes y constantes (para el proyecto y para el inversionista). Ilustración práctica. Ejercicio de aplicación en Excel.

3. Evaluación bajo incertidumbre y riesgo

Los riesgos del proyecto. Planeación de riesgos. Técnicas para identificar riesgos. Análisis cuantitativo de riesgos (valor esperado, valor ajustado al riesgo). Técnicas de análisis y modelado (matriz de pagos y árboles de decisión). Modelado y simulación del riesgo por Montecarlo.

4. Evaluación económica y social

Tasa social de descuento. Cálculo de la tasa social de descuento. Algunas sugerencias prácticas. Criterios de evaluación económica de proyectos. Impactos económicos, sociales y culturales. La evaluación social. Beneficios sociales.

5. Evaluación ambiental

Consideraciones ambientales. Evaluación ambiental de los proyectos. Metodologías para la evaluación. Identificación de los aspectos ambientales. Factores ambientales. Identificación de los factores ambientales afectados. Valoración de los impactos ambientales. Medidas de mitigación. Características de los impactos ambientales.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/assignaturas/competencias.jsp?codigo=28049>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Transferencia de calor		Código: 23029	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Mecánica de fluidos Termodinámica II
Teóricas	Prácticas		
5	0	7	
Justificación			
<p>La transferencia de calor es una de las ciencias básicas que el ingeniero de energía debe dominar para afrontar los retos relacionados a los procesos de intercambio de energía que son las situaciones a las que se verá obligado a enfrentar en su labor profesional. Las competencias desarrolladas en este curso le permitirán solucionar problemas de remoción o suministro de calor bajo determinadas condiciones de eficiencia, seleccionar equipos térmicos conociendo sus parámetros de funcionamiento, integrar los fundamentos del flujo de fluidos y las propiedades de las sustancias adecuadamente, conocer el diseño térmico y construcción de los diferentes equipos y seleccionarlos adecuadamente.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar instrucción fundamental de la transferencia de calor según los requerimientos ingenieriles, empleando los métodos y lenguaje usados en la industria. • Comprender los procesos físicos por los cuales el calor se transfiere, las leyes y mecanismos que gobiernan la transferencia de calor. • Conocer las herramientas necesarias para obtener soluciones cuantitativas de problemas que involucran uno o más de los modos básicos del flujo de calor. 			
Contenidos			
1. Introducción			
Justificación del estudio de la transferencia de calor. Descripción de los mecanismos de la transferencia de calor.			

2. Transferencia de calor por conducción

Introducción. Tipos de conducción. Ecuación general y balance de energía. Condiciones de frontera. Conducción en estado estable, unidimensional sin generación. Conducción en estado estable, unidimensional con generación. Conducción en estado estable, bidimensional sin generación. Conducción en estado estable, bidimensional con generación. Método analítico y numérico. Conducción en estado transitorio, unidimensional. Método analítico y numérico. Conducción en estado transitorio, bidimensional.

3. Transferencia de calor por convección

Introducción. Ecuaciones de continuidad, momento y energía. Teoría de la semejanza. Régimen laminar y turbulento en una placa plana. Determinación del h en conductos circulares. Correlación del h en tubos con flujo transversal. Bancos de tubos. Arreglos, paso. Intercambiadores de calor. Doble tubo y casco y tubo. Convección natural en placas, cilindros verticales y horizontales. Convección natural en espacios cerrados.

4. Transferencia de calor por radiación

Introducción. Absortividad. Reflectividad. Transmisividad. El cuerpo negro. Emisividad. Ley Stefan-Boltzman. Energía de un cuerpo negro entre dos longitudes de onda. Factor de visión. Método del plano cruzado. Intercambio de calor por radiación en recintos cerrados, superficies negras. Intercambio de calor por radiación entre dos superficies isotérmicas curvas recintos cerrados, superficies grises. Intercambio de calor por radiación en recintos cerrados con un gas isotérmico participante. Radiación térmica de los gases.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23029>.

Nivel VII

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Centrales de generación		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Termodinámica II Máquinas de fluidos
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	
Justificación			
<p>Es de gran relevancia para el ingeniero de energía conocer conceptos básicos acerca de las características, tipos, constitución y funcionamiento de las centrales de generación eléctrica convencionales, siendo estas divididas para su estudio en centrales hidráulicas y centrales térmicas, proveyendo de herramientas importantes para la identificación de aquellos escenarios que representan oportunidades de ahorro de los recursos energéticos disponibles e inexplorados y el uso eficiente de aquellos que actualmente están en funcionamiento.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el diseño conceptual de soluciones energéticas basadas en fuentes de energía convencionales, alternativas e híbridas; así como de sistemas de generación y transporte, basados en la utilización de carburantes de sustitución y otros vectores energéticos, identificando a su vez, oportunidades de negocio en el mercado energético regional, nacional e incluso internacional. • Identifica oportunidades de reemplazo de tecnología, reposición de maquinaria y equipos o sustitución de fuente energéticas y procesos obsoletos, con el propósito de gestionar los recursos energéticos y naturales en general, dentro de un contexto de sostenibilidad. 			

Contenidos

1. Aspectos generales relacionados con la generación de electricidad

Consumo energético a nivel mundial y nacional, sistemas de generación convencional en Colombia. Ecuaciones de conservación. Tipos de centrales eléctricas, características comunes y diferenciadores entre las centrales térmicas e hidráulicas, análisis comparativo, eficiencia e impacto ambiental, aspectos ambientales. Elementos comunes de una central eléctrica: disposición de planta, equipos y servicios auxiliares, Acoplamiento y sincronismo, reguladores de voltaje, reguladores de velocidad, subestaciones. Alternativas de generación convencional para cogeneración y zonas no interconectadas: estado del arte y opciones de implementación en el contexto nacional.

2. Sistemas hidroenergéticos

Clasificación y disposición de una central hidráulica, características de carga. Tipos de turbinas y aplicación: comportamiento de las turbinas con respecto a la variación de la caída y el caudal, revoluciones específicas. Aspectos generales de diseño: tuberías, cavitación, regulación de velocidad, golpe de ariete, elementos de cierre, túneles de presión. Sistema eléctrico: generadores, transformadores, sistemas auxiliares, controles. Esquemas de mantenimiento.

3. Sistemas termoenergéticos

Clasificación y disposición de una central térmica, combustibles y combustión, características de carga, revisión de conceptos básicos de termodinámica y análisis energético. Tipos de turbinas de vapor y aspectos generales de diseño: plantas *fuel oil*, gas, carbón, nucleares y otros. Aspectos generales de diseño: generadores de vapor, bombas, economizadores, plantas de ciclo combinado, sistemas de auxiliares y de control y eficiencia parcial e integral. Esquemas de mantenimiento. Condiciones de arranque y apagado en los diferentes tipos de centrales térmicas.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://servicios.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/TREN18001.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Laboratorio de materiales		Código: 23027	Número de créditos: 1
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Materiales I
0	2	1	
Justificación			
<p>Resulta de suma importancia que el estudiante comprenda el modo en que se logran caracterizar los materiales basados en propiedades mecánicas como su resistencia a compresión o tensión, o dureza y, además, cómo dichas propiedades se ven afectadas debido a tratamientos térmicos. Como complemento a la asignatura Materiales I, se propone este laboratorio, que le dará una perspectiva multidisciplinaria al ingeniero de energía y mejorará su comprensión de los fenómenos físicos a los que debe enfrentarse en su quehacer.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Familiarizar al estudiante con las técnicas de laboratorio y preparación de muestras para el ensayo de materiales, y sus efectos sobre los resultados obtenidos. • Estudiar el efecto del contenido de carbono sobre la microestructura del acero obtenido mediante enfriamiento lento (aceros hipoeutectoides, eutectoides e hipereutectoides). • Estudiar el efecto de diferentes velocidades de enfriamiento por inmersión sobre la dureza y la microestructura del acero. • Reconocer, mediante un manejo apropiado de los datos y una buena interpretación de los resultados, el comportamiento de los materiales sometidos a cargas • Obtener experimentalmente las principales propiedades mecánicas de un material. • Comprender la manera como las propiedades mecánicas de un material pueden relacionarse y modificarse. 			

Contenidos

1. Ensayo de materiales y elaboración de informes

Reglamento y cuidados especiales dentro del laboratorio. Manejo de datos y elaboración de curvas. Cifras significativas. Elaboración del informe de laboratorio.

2. Preparación de muestras metalográficas

Corte, disposición y pulido de muestras para ensayos de metalografía.

3. Aceros al carbono: influencia del contenido de carbono en las fases de equilibrio

Observación y análisis de las estructuras de los aceros hipoeutectoides, eutectoides e hipereutectoides.

4. Tratamiento térmico del acero

Temple del acero. Dureza de la martensita con respecto al contenido de carbono. Revenido del acero. Dureza de la martensita revenida, con respecto a la temperatura del proceso.

5. Templabilidad: ensayo Jominy

Obtención de curvas de templabilidad

6. Ensayos de dureza

Dureza Brinell. Dureza Rockwell. Dureza Vickers.

7. Ensayo de tracción

Obtención del diagrama s-e para un material dúctil y para un material frágil. Obtención de las principales propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo.

8. Ensayo de compresión

Obtención del diagrama s-e para un material dúctil y para un material frágil. Obtención de las principales propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo. Relación entre las propiedades obtenidas en este ensayo y las obtenidas en los ensayos anteriores.

9. Ensayo de impacto

Obtención de la energía de impacto necesaria para romper probetas de materiales metálicos dúctiles y frágiles. Significado de los resultados de un ensayo de impacto y comparación con el módulo de tenacidad del respectivo material.

10. Ensayo de torsión

Obtención de los diagramas t-g para un material dúctil y para un material frágil. Obtención de las principales propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo. Comparación de las propiedades obtenidas en este ensayo y las obtenidas en los ensayos de tracción y de compresión.

11. Efecto de las entalladuras sobre la resistencia a la tracción

Obtención de la resistencia a la tracción para probetas con diferentes grados de entalladuras. Análisis de los resultados obtenidos.

12. Efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo de tracción

Obtención de las principales propiedades mecánicas en probetas sin tratamiento y en probetas tratadas térmicamente. Análisis de los resultados obtenidos.

13. Efecto del acabado superficial sobre las propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo de tracción

Obtención de las principales propiedades mecánicas en probetas con diferentes grados de acabado superficial. Análisis de los resultados obtenidos.

14. Efecto del tamaño de la probeta sobre las propiedades mecánicas relacionadas con el ensayo de tracción

Obtención de las principales propiedades mecánicas en probetas de diferente tamaño. Análisis de los resultados obtenidos.

15. Socialización de los temas de investigación

Exposición y discusión de los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones experimentales realizadas.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23027>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Combustibles		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Termodinámica II
4	0	8	

Justificación

Este curso se enmarca dentro del campo de la energía y ambiente y busca preparar a los futuros ingenieros para su inmersión en uno de los campos de acción con mayor potencial profesional para los ingenieros de energía. Se enfoca desde la perspectiva de la evolución o transición de los esquemas de producción de combustibles tradicionales a partir de petróleo, gas, carbón, hacia las tecnologías de producción de combustibles de sustitución como biogás, biomásas y otros energéticos, que son promovidas en conjunto con políticas de mitigación de los impactos ambientales y socioeconómicos a nivel regional e internacional.

Objetivos

- Conocer procesos o sistemas de producción de energía y propone según el contexto, procesos o rutas para la obtención de carburantes de sustitución y nuevos vectores energéticos, así como estrategias para mitigar los impactos ambientales asociados al uso de la energía para la industria en general.
- Identificar oportunidades de reemplazo de tecnología, equipos o sustitución de fuentes energéticas y procesos obsoletos, con el propósito de gestionar los recursos energéticos y naturales en general en un contexto de sostenibilidad.
- Realizar el diseño conceptual de soluciones energéticas basadas en fuentes de energía convencionales, alternativas e híbridas; así como de sistemas de generación y transporte, basados en la utilización de carburantes de sustitución y otros vectores energéticos, identificando a su vez, oportunidades de negocio en el mercado energético regional, nacional e incluso internacional.

Contenidos

1. Introducción a los simuladores de procesos**2. Operaciones unitarias**

Procesos industriales, control de procesos. Intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, reactores químicos. Balance de masa y energía en operaciones unitarias. Procesos de separación: destilación, absorción, adsorción, secado, filtración.

3. Recursos y combustibles

Descripción general del proceso de obtención de derivados del petróleo. Destilación fraccionada. Cracking catalítico. Isomerización y aromatización. Recobro de fondos. Índices de cetano, índices de octano y otras propiedades fisicoquímicas de los carburantes. Crudos pesados. Mezclado.

4. Gas

Obtención del gas natural. Usos energéticos. Gas de síntesis (SYNGAS). Procesos GTL y CTL.

5. Carbón

Producción y caracterización. Usos energéticos. Proyección mundial.

6. Hidrógeno

Producción. Purificación y almacenamiento. Gestión de seguridad y salud.

7. Biocombustibles

De primera generación: biodiesel y bioetanol. De segunda generación: gasificación y pirólisis de biomasa. De tercera generación.

8. Impacto ambiental y gestión de salud y seguridad relacionada a combustibles

Características de la combustión de gasolinas, alcoholes, diésel y GNV. Gases de combustión automóvil: nociones de poscombustión automóvil (control de emisiones). Sostenibilidad de la demanda y recursos implicados.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://servicios.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/ENAM18002.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Energía y sostenibilidad		Código:	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Evaluación de proyectos
Teóricas	Prácticas	TI	
4	0	5	
Justificación			
<p>La creciente preocupación por la relación entre energía y sostenibilidad se encuadra dentro de los convenios internacionales, declaraciones y programas de acción suscritos por los gobiernos de la región que propician un estilo de desarrollo energético más eficiente, socialmente más equitativo y en armonía con el medio ambiente. La conservación y uso eficiente de la energía, así como el desarrollo de las fuentes nuevas y renovables de energía, a través de programas de energización que sean concebidos de manera integral, constituyen una línea de acción que permitiría armonizar los objetivos de crecimiento, equidad social y sostenibilidad ambiental. Por esta razón, el ingeniero de energía debe familiarizarse íntegramente con la relación entre energía y sostenibilidad y ubicar el consumo y oferta de energía en el contexto económico, social, institucional y ambiental del desarrollo sostenible.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el concepto de desarrollo sostenible y su surgimiento. • Estudiar las tres aristas del desarrollo sostenible: social, económico, ambiental, en el ámbito de la energía y el papel de las instituciones. • Identificar la relación entre energía y el desarrollo sostenible. • Reconocer las orientaciones y tipos de modelos de planeación de la oferta y demanda energética: de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo y sus alcances para diseñar sistemas energéticos sustentables. • Entender el diseño y alcance de los precios de la energía, subsidios y externalidades y su relación con el desarrollo sostenible. • Concebir la eficiencia energética y las fuentes renovables en el marco del desarrollo sostenible. • Distinguir y aplicar las metodologías e indicadores de sostenibilidad energética. 			

Contenidos

1. Desarrollo sostenible

Informe Bruntland. Conferencia de Río y Agenda 21. Metas del milenio. Energía y metas del milenio. Políticas contemporáneas.

2. Modelos de planeación energética de sistemas energéticos sostenibles

La energía como medio y no como fin. Modelos de arriba hacia abajo. Modelos econométricos. Modelos de abajo hacia arriba- usos finales. Actividad, estructura, intensidad, combustibles.

3. Indicadores y metodologías para cuantificar y calificar la sustentabilidad

Ejes de la sustentabilidad (social, económico y ambiental) y energía. Indicadores de sustentabilidad energética. Metodologías de cuantificación y normalización. Comparación internacional.

4. Precios de la energía y su relación con el desarrollo sostenible

Costo marginal, costo nivelado. Subsidios. Externalidades. Costo de energía ahorrada y costo de carbón evitado.

5. El sustento institucional y la estructura de las industrias energéticas

Marcos institucionales y desarrollo sustentable. Propiedad, integración vertical. Regulación y desregulación.

6. Energía y cambio climático

Escenarios. Convención de las partes y protocolos. Los mecanismos. El mercado de bonos de carbono.

7. Eficiencia y fuentes renovables en el marco del desarrollo sustentable

Administración de la demanda y políticas públicas para promover el ahorro y uso eficiente de la energía. Políticas y medidas de promoción de fuentes renovables de energía. Aplicación de metodología de sustentabilidad a sistemas que incorporen fuentes renovables de energía.

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/0B_xgFQCM1I_VNy1IdmNYZ0ZhZHc/view.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Sistemas térmicos I		Código: 23034	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Transferencia de calor
5	0	7	
Justificación			
Sistemas térmicos I es una asignatura que permite conocer las aplicaciones de asignaturas básicas como termodinámica y transferencia de calor, acercando al estudiante a lo encontrado en las industrias a nivel de procesos térmicos y capacitándolo para el adecuado diseño de dichos sistemas.			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los fundamentos del proceso de diseño de sistemas térmicos. • Evaluar diferentes subsistemas de los sistemas térmicos en cuanto a su función, principio de operación, diseño, optimización y selección, componentes, operación y mantenimiento. • Manejar herramientas computacionales aplicadas al diseño de los subsistemas térmicos. • Identificar y evaluar experimentalmente mediante prácticas sobre subsistemas térmicos y sus componentes. 			
Contenidos			
1. Introducción al diseño de sistemas térmicos			
Tipos de diseño. Ciclo de vida del diseño. Aspectos del diseño térmico. Ambientales. Seguridad y fiabilidad. Desempeño y costos.			
2. Intercambiadores de calor			
De intercambio de calor sensible. De casco y tubos. De placas. De superficies extendidas. De intercambio de calor latente. Torres de enfriamiento.			

Secadores. Híbridos (latente + sensible). Secadores de aire. Condensadores evaporativos.

3. Quemadores e incineradores

Tipos de quemadores. Por combustible. Por sistema de alimentación del aire. Por pérdida de carga. Por atomización. Quemadores especiales. Subsistemas de los quemadores. Subsistema de mezcla aire-combustible. Subsistema de potencia y control. Tipos de incineradores. Subsistemas de incineradores.

4. Calderas

Clasificación de calderas. Subsistemas de calderas pirotubulares. Subsistema de combustión. Subsistema de agua. Subsistema de potencia y control.

5. Equipos de aprovechamiento del vapor

Autoclaves. Marmitas. Trampas de vapor.

6. Colectores solares

De placa plana. Fotovoltaicas.

7. Refrigeración y aire acondicionado

Descripción de un sistema básico de refrigeración. Caracterización y selección de cada uno de los componentes. Balance de los componentes del ciclo de refrigeración. Descripción de un sistema básico de aire acondicionado. Estimación de la carga térmica de un sistema de aire acondicionado utilizando herramientas computacionales. Selección de equipos en aire acondicionado.

8. Motores de combustión interna

Principios de operación y funcionamiento. Clasificación. Curvas características y selección.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23034>.

Nivel VIII

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Energías renovables I		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Centrales de generación
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	
Justificación			
<p>Es de gran importancia que el estudiante del programa de Ingeniería de Energía adquiera el conocimiento básico relacionado con las tecnologías emergentes utilizadas en el aprovechamiento de las energías renovables. En la actualidad, existe una necesidad de minimizar el uso de los combustibles fósiles generadores de los gases de invernadero que, a su vez, son responsables del calentamiento global, por lo cual varias naciones han entrado en un tránsito hacia formas de energía más amigables con el medio ambiente y de carácter renovable. Este curso permitirá al estudiante revisar en el estado del arte, los diferentes conceptos tecnológicos para la transformación de energía de manera no convencional a partir de recursos renovables, sus características, tipos, constitución y funcionamiento, proveyendo de las bases científicas e ingenieriles necesarias para entender en detalle las diferentes opciones de producción limpia y sus posibilidades de implementación o mejoramiento en el contexto nacional, bajo esquemas de desarrollo sostenible. Este primer curso presenta las generalidades de los sistemas renovables, y se enfoca en bioenergía y energía solar.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el estado del arte de las energías renovables, las dificultades actuales y las posibles soluciones para la masificación de la generación de energía limpia. • Seleccionar, calcular y dimensionar aplicaciones en pequeña, mediana escala de energía solar fotovoltaica y térmica y de energía proveniente de la biomasa y realiza el diseño conceptual a partir de su uso individual o integrado. • Realizar el diseño conceptual de soluciones energéticas basadas en fuentes de energías convencionales, alternativas e híbridas, así como de sistemas 			

de generación y transporte, basados en la utilización de carburantes de sustitución y otros vectores energéticos, identificando a su vez, oportunidades de negocio en el mercado energético regional, nacional e incluso internacional.

Contenidos

1. Introducción

Reseña histórica, evolución del consumo energético en el mundo durante los últimos siglos. Clasificación de fuentes de energía. Dependencia energética hoy. Principales fuentes de energía utilizadas en la actualidad. Impacto de la energía en el medio ambiente. Principales emisiones y sus efectos. Situación tecnológica del aprovechamiento de distintos tipos de energía renovable.

2. Energía de la biomasa

Valor energético de la materia orgánica. Tipos de biomasa energética. Principales usos de la biomasa en el sector energético. Análisis de inventario de bioenergía contenida en diferentes fuentes de biomasa. Procesos de degradación orgánica (ruta del biogás: rellenos sanitarios, PTARs, fermentadores, etc.). Generación de electricidad a partir del biogás (motores y microturbinas). Combustión y OVH de biomásas sólidas, para generación de vapor. Pirólisis y de gasificación de biomásas. Principales casos de cogeneración con biogás y biomásas sólidos orgánicos.

3. Energía solar

Radiación solar y cálculos de irradiancia, evaluación del potencial energético. Energía solar térmica: fundamentos, tipos de colectores solares y características constructivas. Diseño de colectores solares: establecimiento de la demanda, sistemas de captación, conducción, almacenamiento y servicios auxiliares. Energía solar fotovoltaica: fundamentos, tipos de paneles solares, elementos del sistema y características constructivas. Dimensionamiento de sistemas de energía solar fotovoltaica, establecimiento de la demanda, sistemas de captación, regulación de carga, conducción, almacenamiento y servicios auxiliares.

Fuente: Universidad de Cantabria. Recuperado de <http://web.unican.es/estudios/Documents/Guias/2017/es/G727.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Política energética		Código:	Número de créditos: 2
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Energía y sostenibilidad
Teóricas	Prácticas		
2	0	4	
Justificación			
<p>La energía se ha constituido como un recurso productivo crítico en la economía de los países, con impactos de diversa índole, tanto en su producción como en su utilización. Colombia no es ajena a esta situación, dado que el sector energético es uno de los principales aportantes al PIB de la nación, y su importancia tanto económica como estratégica le han dado un carácter prioritario en los planes de desarrollo. La operación, regulación y el mercado mismo de la energía en sus diferentes formas aborda complejidades que es necesario estudiar y comprender para desempeñarse exitosamente en este sector. Dentro de las competencias generales del ingeniero de energía, la gestión del recurso energético dentro de un marco técnico, financiero, regulatorio y prospectivo, así como la identificación de opciones de negocios dentro del mercado energético, se constituyen en características altamente diferenciadoras en su perfil. Este marco, que define más precisamente el rol de la Ingeniería de Energía, implica que sus profesionales estén inmersos en el problema de oferta o de demanda, tanto del servicio mismo de la energía como de bienes y productos secundarios de la energía, que constituyen la potencia física del desarrollo económico. El curso de Política energética busca precisamente, a través del estudio de los diferentes aspectos relacionados con las estructuras organizativas, operativas, entorno legal, regulatorio y comercial de los diferentes recursos energéticos de que dispone el país, establecer características propias del mercado, de manera tal que el estudiante comprenda el funcionamiento de la industria energética.</p>			
Objetivos			
<p>Conocer el contexto mundial y nacional de los recursos energéticos, su entorno económico, geopolítico y ambiental, así como los procesos producción, transporte, distribución y comercialización en el ámbito nacional, relativos a los diferentes negocios dentro del sector energético, que le permiten gestionar estos recursos dentro de un marco técnico, regulatorio, prospectivo y del mercado.</p>			

Contenidos

1. Introducción al sistema energético colombiano

Organización del sector minero energético colombiano. Marco constitucional y legal alrededor del manejo de los recursos energéticos, los servicios públicos domiciliarios y su desarrollo histórico. Planeación de los recursos energéticos a nivel nacional.

2. Reestructuración del sector eléctrico colombiano

Proceso de reestructuración del sector eléctrico. Marco legal y normativo. Organización del sector eléctrico. Estructuras vertical y horizontalmente integradas. Mercado de libre competencia y monopolista.

3. Composición del sector eléctrico colombiano

Recursos de generación. Recursos de transporte y distribución. Características del mercado de energía eléctrica. El negocio de comercialización de energía.

4. El mercado de energía mayorista

Despacho de unidades generadoras, liquidación de cuentas por generación y costo de servicios complementarios. Tipos de contratos bilaterales y bolsa de energía. El mercado organizado regulado (MOR). Cargo por confiabilidad. Contratos a futuros.

5. Tarificación de la energía eléctrica

Referentes legales y regulatorios. Componente de comercialización. Componente de compra de energía, pérdidas y restricciones. Componentes de transporte y distribución.

6. El sector de los hidrocarburos: historia e infraestructura

Antecedentes históricos. Recursos petroleros, procesos productivos e infraestructura de exploración, producción, transporte y refinación. Recursos gasíferos, procesos productivos e infraestructura de exploración, producción y transporte.

7. Política petrolera colombiana

Fundamentos de la política petrolera. Organización del sector. Historia de contratación petrolera y tipos de contratos. Régimen de regalías. Determinación del *state take*, e ingresos para los agentes de la cadena de valor del petróleo crudo.

8. Tarifas de combustibles líquidos y GLP

Cadena de los combustibles líquidos. Componentes tarifarios del precio al consumidor final de gasolina y ACPM. El GLP como servicio público domiciliario. Componentes tarifarios del precio al consumidor final de GLP.

9. Sistema nacional de transporte de gas natural

Regulación vigente en la operación y nominaciones de la red de transporte de gas. Determinación del ingreso al productor y costos asociados al sistema de transporte.

10. Sector minero colombiano: carbón mineral

Recursos e infraestructura del sector minero. Marco legal (código de minas y régimen de regalías) y económico del sector carbón.

11. Marco legal y regulatorio de las fuentes no convencionales de energía

Plan nacional de desarrollo de FNCE. Recursos energéticos no convencionales. Contexto legal y regulatorio de las FNCE. Contexto legal de los biocombustibles.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://miportalu.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/ENAM18005.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Servicios industriales		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Sistemas térmicos I
4	0	8	
Justificación			
<p>Los servicios industriales como el vapor, el aire comprimido, el agua, la ventilación y las redes eléctricas son uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en toda instalación industrial. Estos servicios son un paso siguiente en el proceso de la transformación de las fuentes de energía primaria hacia otra forma de energía de uso final; por lo tanto, se deben desarrollar las competencias para el manejo de estos servicios, conocer los parámetros más importantes de su utilización y las posibilidades de su uso eficiente.</p>			
Objetivos			
<p>Conocer el contexto mundial y nacional de los recursos energéticos, su entorno económico, geopolítico y ambiental, así como los procesos producción, transporte, distribución y comercialización en el ámbito nacional, relativos a los diferentes negocios dentro del sector energético, que le permiten gestionar estos recursos dentro de un marco técnico, regulatorio, prospectivo y del mercado.</p>			
Contenidos			
1. Aplicaciones del vapor			
Instalaciones para potencia eléctrica. Instalaciones industriales. Procesos de secado. Procesos de calentamiento. Redes de vapor.			
2. Sistemas de aire comprimido			
Conceptos teóricos básicos. Tipos y rendimiento de compresores. Compresión por etapas. Eficiencia de sistemas de aire comprimido. Pérdidas de energía y fugas en sistemas de aire comprimido. Redes de aire comprimido.			

3. Sistemas de ventilación y calentamiento de aire

Principios básicos y leyes de ventiladores. Estructura de un sistema de ventilación y calentamiento de aire. Dimensionamiento básico. Estimación de pérdidas y fugas.

4. Sistemas de agua para calentamiento

Clasificación de los sistemas de calentamiento por agua. Sistemas por gravedad. Sistemas de flujo forzado. Aplicaciones. Ventajas y desventajas de estos sistemas.

5. Sistemas y redes eléctricas

Elementos básicos de una instalación eléctrica industrial. Alimentadores, sub-alimentadores, circuitos ramales y tableros. Selección de conductores eléctricos: capacidad de corriente y caída de voltaje. Canalizaciones eléctricas.

Fuente: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Recuperado de <http://servicios.unab.edu.co/Archivos/?p=GuiasDeCatedra/UFEN18001.pdf>.

Nivel IX

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Energías renovables II		Código:	Número de créditos: 4
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Energías renovables I
Teóricas	Prácticas		
4	0	8	
Justificación			
<p>Es de gran importancia que el estudiante del programa de Ingeniería de Energía adquiera el conocimiento básico relacionado con las tecnologías emergentes utilizadas en el aprovechamiento de las energías renovables. En la actualidad, existe una necesidad de minimizar el uso de los combustibles fósiles generadores de los gases de invernadero que, a su vez, son responsables del calentamiento global, por lo cual varias naciones han entrado en un tránsito hacia formas de energía más amigables con el medio ambiente y de carácter renovable. Este curso permitirá al estudiante revisar en el estado del arte, los diferentes conceptos tecnológicos para la transformación de energía de manera no convencional a partir de recursos renovables, sus características, tipos, constitución y funcionamiento, proveyendo de las bases científicas e ingenieriles necesarias para entender en detalle las diferentes opciones de producción limpia y sus posibilidades de implementación o mejoramiento en el contexto nacional, bajo esquemas de desarrollo sostenible. Este segundo curso aborda los temas de energía eólica, hidráulica, electroquímica, geotérmica y oceánica.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar, calcular y dimensionar aplicaciones en pequeña, mediana escala de energía eólica, hidráulica y de otras fuentes (renovables) y realiza el diseño conceptual a partir de su uso individual o integrado. • Realizar el diseño conceptual de soluciones energéticas basadas en fuentes de energías convencionales, alternativas e híbridas, así como de sistemas de generación y transporte, basados en la utilización de carburantes de sustitución y otros vectores energéticos, identificando a su vez, oportunidades de negocio en el mercado energético regional, nacional e incluso internacional. 			

Contenidos

1. Energía eólica

El viento, causas, tipos y evaluación del potencial energético. Fundamentos de la energía eólica: Ley de Betz, rugosidad del terreno, abrigo del viento. Aerogeneradores, fundamentos de diseños, eficiencia y coeficientes de potencia, aspectos constructivos. El parque eólico: consideraciones del diseño y establecimiento del factor de planta. Dimensionamiento de sistemas de energía eólica a mediana y pequeña escala, establecimiento de la demanda, sistemas de captación, regulación de carga, conducción, almacenamiento y servicios auxiliares.

2. Energía hidráulica a pequeña escala

El recurso hídrico, evaluación del potencial energético vs. usos del agua. Aspectos constructivos de las pequeñas, mini y micro centrales hidráulicas. Dimensionamiento de sistemas de energía hidráulica, establecimiento de la demanda de energía eléctrica, caudales, alturas de salto, demanda para riego, agua potable y/o saneamiento básico. Diseño de sistemas de captación, desarenador, canales, tanque de carga, tubería de presión y casa de máquinas - selección de turbinas, generadores y servicios auxiliares. La central de generación: administración, operación y mantenimiento.

3. Energía electroquímica

Hidrógeno: Potencial energético, formas de obtención, almacenamiento y distribución. Celdas de combustible - aspectos constructivos, dimensionamiento y sistemas auxiliares. Aplicaciones de las celdas de combustible y consideraciones de seguridad.

4. Otras formas de energía renovable

Energía geotérmica: fundamentos y formas de utilización, aspectos constructivos de centrales de generación geotérmica. Energía oceánica: fundamentos y formas de utilización, aspectos constructivos de centrales de generación mareomotriz y undimotriz.

Fuente: Universidad de Cantabria. Recuperado de <http://web.unican.es/estudios/Documents/Guias/2017/es/G727.pdf>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura:		Código:	Número de créditos: 3
Uso racional y eficiente de la energía			
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Servicios industriales
3	0	6	

Justificación

El uso racional y eficiente de los recursos energéticos disponibles en el proceso productivo puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre sí: por una parte, mediante una mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de operación y mantenimiento; por otra, mediante la optimización de sistemas a través de la adquisición de tecnologías y equipos de alta eficiencia para la reposición, adecuación o remodelación de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas. Cualquiera de las dos permite reducir el consumo específico, pero la combinación de ambas (de una manera ordenada) es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo. El curso de Uso racional y eficiente de la energía es, sin duda uno de los más trascendentales dentro de la formación académica del ingeniero de energía, ya que lo prepara para el desempeño dentro del área de la consultoría energética, permitiéndole proponer alternativas al consumidor de energía para maximizar su beneficio. El curso pretende dotar al estudiante de las herramientas clave en los campos de la auditoría energética y, en general, de la gestión energética integral, así como de la implementación de tecnologías eficientes.

Objetivos

Dimensionar y verificar la adecuada operación de redes de consumo interno de energía eléctrica, gas, vapor, aire comprimido, así como sistemas de refrigeración, iluminación, vacío, bombeo y otros servicios industriales, proponiendo tanto opciones de mejoramiento como estrategias para su operación eficiente y mantenimiento.

Contenidos

1. Introducción al concepto de URE

Panorama Energético y Definición de URE. Entorno legal y Mecanismos de apoyo. Evolución del concepto de URE. Empresas de Servicios Energéticos (ESCO).

2. Energía como un área gerenciable en la industria

Concepto de mejoramiento continuo. Sistemas de administración energética. Gestión integral de la energía. Proceso de implementación ISO-50001. Balances y costos energéticos. Proceso de caracterización y auditoría energética interna. Evaluación de proyectos de eficiencia energética.

3. Oportunidades de URE en el sector industrial

Sistemas Eléctricos. Redes Eléctricas e instalaciones internas. Corrección del factor de potencia. Calidad del servicio de energía eléctrica. Motores eléctricos. Transformadores. Sistemas de iluminación. Sistemas termofluidicos. Combustión y generación de vapor. Hornos y secadores. Redes de distribución de vapor y equipos auxiliares. Optimización de sistemas de aislamiento térmico. Cogeneración 3Posibilidades de URE. Servicios industriales auxiliares. Sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire. Sistemas de aire comprimido. Sistemas de acueducto y bombeo. Equipos de medición.

Fuente: Instituto Tecnológico de Veracruz. Recuperado de <http://carreras.itver.edu.mx/academico/electrica/Materias/All-1201%20Uso%20Eficiente%20de%20Energ%C3%ADa.pdf>.

Asignaturas electivas

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Corrosión y su control		Código: 21458	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Materiales I
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	
Justificación			
<p>En las diferentes estructuras que actualmente se utilizan por la industria (especialmente la de alimentos, transporte, estructural y la del cracking del petróleo) existen varias formas de corrosión por diversas causas y mecanismos que conllevan al deterioro del metal. También, diversos factores afectan sustancialmente el grado, velocidad y afectación de la corrosión en dichas estructuras cuando están expuestas a diferentes ambientes que las rodean.</p> <p>En la actualidad, muchos gobiernos que basan su economía en la producción industrial de materiales, así como en la transformación y procesamiento de alimentos, cada vez están exigiendo un estricto control en el proceso de producción, refinación, modificación, transformación y transporte. Puesto que se invierte millones de dólares para el control de corrosión en cada uno de los casos antes mencionados, tomando como base requerimientos dados por la NACE (National Association of Corrosion Engineers), la API (American Petroleum Institute), la ASME (American Society of Mechanical Engineers) y la FDA (Food and Drug Administration).</p> <p>El curso de Corrosión y su control permitirá a los estudiantes estar en la capacidad de identificar diversas formas de corrosión y cómo actuar ante ellas para que los sistemas que analicen puedan seguir en servicio y que no presenten fallas por daño corrosivo.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los fundamentos de los diferentes mecanismos de corrosión, analizando sus causas, los factores más importantes que intervienen y las medidas preventivas para cada uno de ellos. • Determinar las condiciones en las cuales los sistemas funcionales pueden presentar un proceso benéfico o perjudicial al ocurrir estados corrosivos. 			

-
- Facilitar la identificación e interpretación de corrosión en diferentes medios para procesos en el área de la Ingeniería química.
 - Identificar valores numéricos de potencial, densidad de corriente, pH y de valores potenciodinámicos que permitan garantizar que el sistema está protegido contra la corrosión.
-

Contenidos

1. Introducción

Significado de la corrosión. Costos de la corrosión. El impacto industrial, social y ambiental del fenómeno de la corrosión. Ingeniería y ciencia de la corrosión.

2. Termodinámica y potencial de electrodo

Energía libre y potencial de electrodo. Serie de fuerzas electromotriz y serie galvánica. Efecto de la concentración sobre el potencial de electrodo. Electrodo de referencia. Aplicaciones de la ecuación de Nernst. Diagramas potencial/pH.

3. Cinética electroquímica en corrosión

Ley de Faraday. Densidad de corriente de intercambio. Polarización electroquímica. Potenciales de corrosión y densidad de corriente. Espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS). Diseño de celdas de polarización.

4. Pasivación de aleaciones

Descripción. Películas pasivas-propiedades. Estructura y propiedades de las películas pasivas. Criterios para la pasivación. Comportamiento de las películas en sistemas activos-pasivos. Procedimientos potencioestáticos y potenciodinámicos. Aplicaciones de la polarización anódica potenciodinámica. Evaluación de aleaciones.

5. Métodos para medir la velocidad de corrosión

Técnicas cuantitativas-pérdida de peso. Técnicas cualitativas-técnicas electroquímicas. Extrapolación Taffel. Resistencia a la polarización. EIS. Probetas comerciales para el monitoreo de la corrosión.

6. Tipos de corrosión

Corrosión en aleaciones metálicas: corrosión uniforme, corrosión galvánica, corrosión selectiva, corrosión intergranular, corrosión por empaques, corrosión por depósitos, corrosión localizada - picado, corrosión erosión, corrosión fricción, corrosión-cavitación, SCC, corrosión fatiga, daños por hidrógeno.

7. Corrosión marina y en suelos

Resistividad de suelos, concentración de sales, perfiles de resistividad, parámetros y variables de la corrosión marina, métodos de control.

8. Protección catódica

Principios y aplicaciones. Protección catódica por corriente impresa. Protección catódica por ánodos de sacrificio. Criterios de protección catódica. Factores de diseño. Procedimientos de monitoreo y control.

Fuente: Escuela de Ingeniería Química. Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://iq.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S642>.

Universidad Industrial de Santander		
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos		
Nombre de la asignatura: Introducción a la ingeniería de petróleos	Código: 21458	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo		Requisitos
TAD		TI
Teóricas	Prácticas	
3	0	6
Justificación		
<p>Los educandos en Ingeniería de Energía deben tener una noción global de la industria petrolera, conociendo sus orígenes, su desarrollo y la influencia que los hidrocarburos han tenido en la transformación del mundo y las costumbres del hombre, al propender por la industrialización y el desarrollo económico y social.</p>		
Objetivos		
<p>Proporcionar al futuro ingeniero de energía una visión general y conceptual de la industria del petróleo, su historia, el origen, migración y acumulación del petróleo, sus estados en la naturaleza y las principales áreas de desempeño, describiéndole cada uno de los eslabones, incluyendo la exploración, la perforación, la producción, el transporte y la refinación.</p>		
Contenidos		
1. Historia de la industria petrolera		
<p>Historia mundial de petróleo. La OPEP, la OCDE y la AIE. Historia de la industria petrolera en Colombia. Panorama mundial de petróleo. Reservas probadas mundiales de petróleo y de Colombia. Nuevo orden petrolero mundial. El petróleo en Latino América latina y Colombia.</p>		
2. Teorías de origen del petróleo		
<p>El origen del Universo, de la Tierra y de la vida. El pasado catastrófico de la tierra, extinciones masivas, origen de los continentes, las cuencas sedimentarias y las cordilleras. Teorías inorgánicas. Teoría orgánica, diagénesis, catagénesis y metagénesis.</p>		

3. Migración y almacenamiento del petróleo

Estado del petróleo en la naturaleza y su composición química. Clasificación del petróleo y el gas natural según su estructura molecular y su densidad. Migración del petróleo. Tipo de rocas y tipo de trampas. Clasificación de los yacimientos de acuerdo a su tamaño y energía.

4. Estructura de la industria petrolera en Colombia

Estructura organizacional y gubernamental del petróleo en Colombia: MME, ANH, UPME, Ecopetrol, TGI, La CREG, entre otras. Empresas operadoras y de servicios. Principales campos de petróleo y gas en Colombia. Red de oleoductos, gasoductos y poliductos.

5. Áreas de la industria petrolera

Exploración: métodos de prospección. Perforación: tipo de taladros, cuadrilla de perforación, sistema de elevación, sistema de rotación, sistema de circulación, sistema de energía, sistema de seguridad, servicios especiales como cementación, registro de pozos, entre otros. Producción de hidrocarburos: mecanismos de producción, métodos de producción, facilidades de superficie, tratamiento de hidrocarburos. Sistemas de transporte de hidrocarburos. Refinación de hidrocarburos, derivados más importantes y principales refinerías en Colombia. Petroquímica y los productos finales más importantes provenientes del petróleo.

6. Futuro de la energía

Canasta energética mundial. Proyección de la demanda y la oferta de energía. Crisis energética. Curva de Hubber. Teoría de Olduvai. Otras fuentes de energía: energías alternativas y renovables. Cuando el petróleo se acabe.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=23050>.

Universidad Industrial de Santander		
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos		
Nombre de la asignatura: Dirección empresarial I	Código: 22964	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo		Requisitos
TAD		TI
Teóricas	Prácticas	
3	0	6

Justificación

La globalización de la economía, la modernización de las comunicaciones, la revolución científica y tecnológica han generado una dinámica de cambio que afecta directamente a las empresas. Hoy el tema del cambio se ha convertido en el problema dominante que todo gerente enfrenta. El aumento progresivo de la turbulencia del entorno ha replanteado el estudio de la administración, los temas relevantes son la gente, la tecnología, la globalización y el liderazgo como elementos determinantes de la competitividad y sobrevivencia de las organizaciones; igualmente las estructuras de las organizaciones han cambiado, son más flexibles y dinámicas de tal forma que puedan competir de manera efectiva. El curso de Dirección Empresarial I ayuda a los estudiantes a ubicarse en el entorno real de las empresas, mostrando sus componentes primordiales y las principales interrelaciones que se dan entre sus agentes, e indicando las principales técnicas existentes para su administración.

Objetivos

- Analizar los cambios generados por la economía y su influencia en la transformación de las organizaciones y en la redefinición de los trabajos de las personas.
- Permitir al estudiante reconocer el nuevo rol del gerente, quiénes son, qué hacen, cuáles las habilidades que debe desarrollar para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades de hoy y de mañana.
- Estudiar la importancia de la toma de decisiones como un elemento clave de la vida organizacional, su proceso, las evidencias que se deben tener en cuenta para tomarlas y como mejorar su efectividad en el momento de tomarlas.
- Presentar los elementos esenciales de la planeación y describir el proceso de control, identificando aquellos elementos en la organización que la

gerencia busca controlar.

- Describir la evolución de las estructuras organizacionales enfatizando el estudio de los modelos contemporáneos que buscan el equilibrio entre la eficiencia y la necesidad de flexibilidad.
 - Conceptuar la cultura de organizacional, como es creada y transmitida y revisar algunas técnicas para administrarlas.
-

Contenidos

1. La organización

Un contexto histórico. La función administrativa. Competitividad. Calidad. Velocidad. Innovación. Precio. El futuro de la administración. Globalización. Competidores. Proveedores. Clientes.

2. El ambiente externo

El macroambiente. Leyes y regulación. Las tendencias y legislación internacional. La regulación ambiental.

3. Toma de decisiones

Características de las decisiones gerenciales. La estructura. La incertidumbre y el riesgo. El proceso de toma de decisiones. Identificación y diagnóstico del problema. Generación de alternativas de solución. Evaluación y selección de alternativas. Implementación de la decisión. Barreras para la toma de decisiones. El *empowerment*.

4. Administración y estrategia

Niveles de planeación. Planeación estratégica. Planeación táctica. Planeación operativa. El proceso de planeación. Alianzas estratégicas. El *joint venture*. La fusión. El licenciamiento. La franquicia. La molecularización. El *outsourcing*.

5. La estructura

Fundamentos de la organización. Integración. Estructura vertical. Estructura horizontal. Estructuras para la innovación. Estructuras globales.

6. Administración de recursos

Administración del recurso humano. Planeación del recurso humano. Selección de personal. Evaluación del desempeño. Sistemas de remuneración. Relaciones laborales. Administración de la producción. Requerimiento de materiales. Inventarios. Sistemas de producción. Administración financiera. Fuentes de financiación. Administración del capital de trabajo. Administración del tiempo. Cronograma de actividades. PERT.

7. Liderazgo

Dirección, administración y seguimiento. Poder y liderazgo. Características del liderazgo. Estilos de liderazgo.

8. Equipos de trabajo

Actividades de grupo. De los grupos a los equipos. Los roles de los integrantes de los equipos. La administración de los equipos de trabajo. La integración de los equipos de trabajo.

9. Los proceso y los procedimientos

Las características de los procesos. Las actividades que agregan valor. El diseño del proceso.

10. El control organizacional

Sistemas de control. El ciclo de control. Sistemas de control. La auditoría. Administrativa. Financiera. Operativa. Técnica. De mercado.

Fuente: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/asignaturas/competencias.jsp?codigo=22964>.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura:		Código:	Número de créditos: 3
Análisis de ciclos de vida			
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			
Teóricas	Prácticas	TI	Energía y sostenibilidad
3	0	6	

Justificación

Para hablar de procesos más sostenibles, se ha hecho necesario desarrollar herramientas que permitan comparar sistemas de producción entre sí y, además, evaluar sistemáticamente la totalidad de impactos asociados a un proceso o a los productos que de él emanan, bajo criterios de ponderación y en perspectiva de tiempo, para introducir la noción de sostenibilidad. En este escenario y con más de una década de existencia, la metodología de análisis de ciclo de vida se consolida como una herramienta metodológica para la evaluación de impacto ambiental multicriterio en el diseño, comparación y/o reporte, de acuerdo al lugar de aplicación, más robusta, y aceptada internacionalmente, en particular desde su normalización por la ISO en 1997.

Bajo este marco de referencia, se plantea el curso de Análisis de ciclos de vida, como un referente para la idoneidad en la formación de un ingeniero de energía que encuentra en su razón de ser el continuo debate entre la demanda creciente de energía y la sostenibilidad integral del sector, particularmente afectado por los impactos ambientales asociados y la disminución de las reservas tradicionales de energía fósil. Se propone, con este curso, sentar las bases del pensamiento en sentido del ciclo de vida, que consiste en desarrollar la capacidad para describir las relaciones ambientales, económicas y sociales que conlleva un sistema de producción o un producto en sí mismo a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta su eliminación o incluso hasta el cierre u ocaso de la empresa o del sistema productivo. Posteriormente, el curso aborda los componentes instrumentales del ACV, que permiten la realización de gestión ambiental a partir de su aplicación, es decir, el inventario de ciclo de vida, el análisis ambiental, el análisis de costos, el análisis social, el eco-etiquetado (*eco-labeling*) y la eco-concepción.

Objetivos

- Realizar balances de energía y de materiales, así como inventarios de recursos e impactos ambientales, a fin de determinar consumos, costos y oportunidades de valorización energética marginal de flujos residuales y energéticos generados en los procesos industriales, del mismo modo que oportunidades de reemplazo de tecnología, reposición de maquinaria y equipos o sustitución de fuentes energéticas y procesos obsoletos, con el propósito de gestionar los recursos energéticos y naturales en general en un contexto de sostenibilidad.
 - Identificar y analizar los impactos ambientales causados por los procesos productivos y realiza un análisis sobre los resultados obtenidos en un estudio de ACV en un contexto global que envuelva aspectos sociales, económicos y ambientales, para verificar que se favorece una disminución neta de los impactos y que se promueve un esquema de producción más sostenible.
 - Compara sistemas de producción entre sí y evalúa sistemáticamente la totalidad de impactos asociados a un proceso o a los productos que de él emanan, bajo criterios de ponderación y en perspectiva de tiempo, para introducir la noción de sostenibilidad.
-

Contenidos

1. Procesos industriales: nociones y perspectiva histórica

Evolución histórica de la producción industrial. Metodología de Intensificación de procesos y sistemas multifuncionales. Grandes problemas de contaminación vs. histórico de la producción industrial. Procesos Industriales críticos en el uso y producción de energía. Diversificación de fuentes energéticas en los procesos industriales. Problemática ambiental de los sectores productivos

2. Fundamentos de gestión ambiental y de ecoconcepción

Evolución de la gestión ambiental y concepción del desarrollo sostenible. Principios del desarrollo sostenible. Definición y elementos de SGA. Tipos de enfoques y metodologías de gestión ambiental. Herramientas de la producción más limpia. Ecoproductos y ecoprocesos. Mercados verdes

3. Principios de aplicación de la metodología ACV: norma ISO 14040

Normas ISO 14000 y relacionadas. Normas ISO 14040 y subsiguientes. Concepto de ciclo de vida. Historia y aplicaciones de la metodología de ACV. Conceptos básicos. Tecnosfera vs. ecosfera. Flujos económicos vs. flujos ambientales. Calidad vs. disponibilidad de Energía. Métodos matriciales aplicados en ACV.

4. Metodología del ACV

Descripción de la problemática ambiental relacionada a un proceso o un producto. Estructura de la metodología de ACV. Definición del objetivo y alcance. Definición del contexto espaciotemporal, geográfico, tecnológico y socioeconómico, etc. Definición de las fronteras del sistema. Definición de reglas de asignación (másicas, volumétricas, económicas). Hipótesis simplificatrices. Metodología para tratar reciclados de materia y de energía al interior del sistema. Definición de la función de comparación y de la unidad funcional. Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV). Elementos del análisis de inventario: fuentes de datos, modelos matemáticos, fiabilidad, etc. Inventarios predominantemente másicos vs. predominantemente energéticos. Evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV). Estudio y selección de las metodologías de impacto ambiental. Metodologías de impacto ambiental estrechamente relacionadas con el uso de la energía. Interpretación de resultados. Metodologías para interpretación de resultados. Caso: análisis de sustitución (escenarios). Análisis de sensibilidad y de incertidumbre. Limitaciones del análisis de ciclo de vida. Introducción al ACV por consecuencias. Herramientas informáticas para el análisis de ciclo de vida. Uso de Simapro.

5. Estudio de casos

ACV de productos. ACV de sistemas energéticos. ACV de procesos industriales.

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/0B_xgFQCM1I_VVGpVbUg4dEdycTA/view.

Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Innovación tecnológica		Código:	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD			Servicios industriales
Teóricas	Prácticas	TI	
3	0	6	

Justificación

La importancia de la tecnología se ha acentuado junto con la intensificación de los procesos de globalización de la producción y del mercadeo de bienes y servicios. A la par de una creciente homogeneización de los procesos productivos —y los satisfactores producidos gracias a estos—, es necesaria una marcada y profunda especialización. La generación y el aprovechamiento de tales especializaciones están íntimamente vinculadas a la ciencia, la tecnología y la técnica de las distintas economías. La evidencia actual plasmada en un sinnúmero de estudios de caso se orienta a destacar el «liderazgo tecnológico» que ciertas economías ostentan gracias a sus esfuerzos por privilegiar los procesos de innovación tecnológica. Algunas de estas han tenido un liderazgo histórico en la economía mundial, pero en otros casos, este liderazgo es reciente y las ha colocado en posiciones relativas de superioridad, que se debe en buena parte a la forma en que se relacionan su sector académico y el productivo. Por lo anterior, resulta relevante para el ingeniero de energía estudiar los procesos económicos y sociales mediante los cuales se lleva a cabo la innovación tecnológica.

Objetivos

Proporcionar un conocimiento actualizado y especializado de los principales enfoques, autores y técnicas de trabajo en el estudio de las dimensiones técnica, social y económica de la innovación tecnológica, enfatizando los temas de la gestión de la innovación y del conocimiento científico-tecnológico.

Contenidos

1. Creación de valor y administración del conocimiento

Teoría del valor. Creación y gestión del conocimiento.

2. Teorías sobre innovación y cambio tecnológico

Modelo lineal del proceso de innovación. Enfoques tradicionales. Enfoques evolucionistas.

3. Aproximación al concepto de innovación

Innovación y productividad. Diferencia entre invención e innovación. Actividades de I & D como acercamiento al concepto de innovación. Innovación y creatividad en las organizaciones.

4. La gestión del conocimiento

La administración de la tecnología en la empresa. La gestión de innovaciones tecnológicas. Fuentes de innovación tecnológica. Condiciones para la transferencia de innovaciones tecnológicas. Adopción de tecnologías.

5. La protección de los resultados de investigación

Tipos de propiedad intelectual. El vínculo conceptual entre innovación y propiedad intelectual. Metodología de patentes para la investigación en la economía de la innovación.

6. Los sistemas nacionales de innovación

Concepciones sobre los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). La construcción de *technological capabilities*. Los SNI en países industrializados: el caso de Japón. La evidencia empírica del caso de México.

7. Tecnología, innovación y sustentabilidad

Ahorro de energía: innovación en productos y procesos. La curva de aprendizaje tecnológico de las fuentes renovables de energía. El costo social de

emplear tecnologías menos eficientes.

8. La innovación tecnológica en las empresas de fuentes renovables de energía

Importancia de las innovaciones en las empresas de fuentes renovables de energía. I & D en empresas de fuentes renovables de energía. Las innovaciones y fuentes renovables de energía como foco de negocio.

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/SampereLJC/intro.pdf>.

Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Redes eléctricas inteligentes		Código:	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Centrales de generación
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	
Justificación			
<p>Las redes inteligentes de energía surgen de la aplicación de la electrónica y las tecnologías de la información y las comunicaciones a las redes eléctricas convencionales. Por tanto, los aspectos implicados en las redes inteligentes son numerosos y su estudio puede enfocarse desde múltiples puntos de vista. Esta asignatura pretende realizar una revisión de las tecnologías y aplicaciones de las redes inteligentes de energía, desde un punto de vista integral.</p>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la problemática general de las redes inteligentes de energía, su finalidad, su estado actual y sus retos de futuro. • Analizar la arquitectura de las redes inteligentes de energía: comunicación, control local, control centralizado y supervisión. 			
Contenidos			
1. Introducción			
Concepto y arquitectura de <i>smart grids</i> (SG). Retos de las SG: control distribuido, predicción de la demanda, predicción de la generación, gestión de la demanda, desacoplo demanda-generación, integración vehículo eléctrico, etc.			
2. Infraestructura de medida avanzada			
Tecnologías. Infraestructura. Gestión de datos de medida. Gestión de la demanda. Las comunicaciones: protocolos y estándares. PLC-PRIME, PLC G3, DLMS/COSEM. Seguridad.			

3. Automatización de la red de distribución

Equipos de control en campo. Equipos de control en subestación secundaria. Control distribuido vs. centralizado. Gestión de activos.

4. Recursos energéticos distribuidos

Gestión de la generación distribuida de baja tensión. Microrredes. Vehículo eléctrico: infraestructura de recarga, V2G.

5. Diseño de soluciones para redes inteligentes

Arquitectura SGAM. Metodología de diseño, comunicaciones, protocolos, interoperabilidad y ciberseguridad.

6. Hogar inteligente

Submetering. Dispositivos inteligentes de registro energético (DIRES). Desagregación de energía y monitorización de cargas (ILM y NILM). Aplicaciones (ADL, GAD, ...). Comunicaciones para HAN (alámbricas e inalámbricas): HomePlug Green PHY, Zigbee Smart Energy, 6LoWPAN (IoT).

Fuente: Universidad de Alcalá. Recuperado de http://www1.uah.es/estudios/asignaturas/descarga_fichero.asp?CodAsig=202016&CodPlan=M163&Anno=2016-17.

Universidad Industrial de Santander			
Escuela de Ingeniería de Recursos Energéticos			
Nombre de la asignatura: Introducción al diseño bioclimático		Código:	Número de créditos: 3
Intensidad horario semanal o intensidad horaria por periodo			Requisitos
TAD		TI	Sistemas térmicos I
Teóricas	Prácticas		
3	0	6	

Justificación

El diseño bioclimático se basa fundamentalmente en el estudio de los procesos que relacionan al hombre y su morada con el entorno natural. El resultado de un buen estudio bioclimático aplicado a cualquier proyecto de construcción debe minimizar el uso de energía tanto para climatizar el lugar por medios mecánicos como para iluminarlo artificialmente ya que integrará al edificio a su entorno y a sus ciclos naturales. Por esta razón, cobra especial relevancia el curso de Introducción al diseño bioclimático, ya que proporciona un acercamiento al diseño bioclimático desde el enfoque energético pero también interdisciplinar con áreas como la ingeniería civil, la ingeniería ambiental y la arquitectura. Además, mostrará al estudiante estrategias de diseño que consideren grandes ahorros de energía, a diferencia de muchos diseños actuales que no toman en cuenta el contexto ni el clima del lugar y usan una gran cantidad de equipos de aire acondicionado y mucha iluminación artificial, desaprovechando la luz natural y las orientaciones que se le puedan dar al edificio para proporcionar climas agradables que se encuentren en la zona de confort.

Objetivos

- Estudiar la evolución histórica del diseño bioclimático, analizando su situación actual y su prospectiva a nivel internacional, nacional y regional.
- Entender la relación entre los parámetros climatológicos y el diseño de edificaciones y comprender el movimiento aparente del Sol y sus implicaciones en el diseño de espacios habitables.
- Comprender los conceptos básicos de confort higrotérmico, lumínico, y acústico, así como la calidad del aire y el efecto de estos en las edificaciones.
- Determinar las estrategias de diseño para lograr el confort dentro de una edificación con base en el análisis de las condiciones climatológicas y físicas del lugar.
- Conocer diferentes ecotecnologías aplicables a la edificación.

-
- Evaluar las alternativas del diseño bioclimático y sistemas que consuman energía, así como su factibilidad económica.
-

Contenidos

1. Introducción al diseño bioclimático

Diseño tradicional. Arquitectura bioclimática. Consumo de energía en el sector edificaciones. Nuevos conceptos de diseño de edificaciones y ciudades.

2. Climatología y geometría solar para las edificaciones

Climatología para el diseño. Diagramas y análisis climatológico. Geometría solar en edificaciones. Modelos y herramientas de evaluación.

3. Confort

El hombre y el confort. Confort higrotérmico. Confort lumínico. Confort acústico. Aplicaciones.

4. Estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático

Asoleamiento y control solar. Materiales y sistemas constructivos. Calentamiento-enfriamiento. Humidificación-deshumidificación. Ventilación y calidad del aire. Iluminación. Control de ruido.

5. Ecotecnologías aplicadas en la edificación

Ecotecnologías posibles y aplicables a la edificación. Colectores solares para calentamiento de agua y aire. Humidificadores pasivos y activos. Sistemas fotovoltaicos. Sistemas de ahorro de agua y recuperación de agua pluvial. Sistemas de tratamiento y reuso de aguas. Sistemas de separación y tratamiento de desechos sólidos. Estufas de leña y estufas solares.

6. Evaluación económica

Costo de sistemas energéticos en la edificación. Evaluación del tiempo de recuperación de la inversión.

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://drive.google.com/file/d/0B_xgFQCM1I_VT3BIV0k3TkFmZUU/view.