

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL



PROGRAMA DE ESTUDIOS

SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN

Elaboró:	Ing. Luis Eduardo Mejía Pedrero	Facultad de Ingeniería
-----------------	---------------------------------	------------------------

Asesoría técnica:	M. en T.D.E. Araceli Rivera Guzmán	Dirección de Estudios Profesionales
--------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico 06 de diciembre de 2023	H. Consejo de Gobierno 08 de diciembre de 2023
-----------------------------	--	--

Facultad de Ingeniería



Índice

	Pág.
I. Datos de identificación.	3
II. Presentación del programa de estudios.	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular.	6
IV. Objetivos de la formación profesional.	8
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.	10
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.	10
VII. Acervo bibliográfico.	13





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ingeniería

Estudios profesionales

Licenciatura de Ingeniería Civil, 2019

Unidad de aprendizaje

Software de optimización

Clave

LIC154

Carga académica

1

Horas
teóricas

3

Horas
prácticas

4

Total de
horas

5

Créditos

Carácter

Optativa

Tipo

Taller

Periodo escolar

Octavo

Área
curricular

**Ingeniería Aplicada y Diseño de
Ingeniería**

Núcleo de
formación

Integral

Seriación

Ninguna

UA Antecedente

Ninguna

UA Consecuente

Formación común

No presenta

X



II. Presentación del programa de estudios.

El entorno globalizado en el que actualmente se desarrollan las actividades de la Ingeniería Civil, así como la escasez de recursos financieros, humanos y materiales ha traído como consecuencia que los gobiernos, comunidades, empresas, dependencias e individuos tengan que planificar y hacer uso de sus recursos para lograr altos rendimientos y ser competitivas, en condiciones de volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad, con una necesaria toma de decisiones continua y en ocasiones sin la información necesaria o suficiente generando riesgos para la estabilidad financiera, económica y social. Así, cobra relevancia la optimización de procesos, ya que permite mejorar la forma en que se realizan las diferentes actividades de una organización teniendo como objetivo principal la eficiencia del uso de recursos, permitiendo agilidad y certeza en sus decisiones y actividades.

Para que el egresado de la licenciatura en Ingeniería Civil cuente con los conocimientos, competencias y habilidades para afrontar el entorno antes descrito, es necesario que adquiera el conocimiento de uso y aplicación de modelos de optimización que ofrece la investigación de operaciones, que buscan obtener una utilización óptima de los recursos, tanto de los disponibles para realizar sus operaciones normales o extraordinarias ante un cambio en el entorno.

A efecto de lograr lo anterior, la presente Unidad de Aprendizaje propone retomar y usar de manera concreta los conceptos de materias sustantivas y de aplicación que integran el plan de estudios, a efecto de aterrizar con un análisis situacional de casos en los que interviene el Ingeniero Civil en el diseño, construcción y operación de infraestructura, identificando las restricciones, las variables bajo su control, los elementos del entorno en los que no tiene influencia y modelando diversos escenarios para obtener soluciones óptimas que sirvan para la toma de decisiones del propio profesionista o de tomadores de decisiones del ámbito gubernamental, empresarial o social.

El programa de estudios consta de 4 unidades temáticas. En la primera unidad temática denominada, la optimización y sus ámbitos de aplicación se tratan los fundamentos, tipos, teoría y uso de software de optimización, las variables decisionales, función objetivo, las restricciones y la construcción de modelos. La segunda unidad temática, Teoría de la dualidad y análisis de sensibilidad, comprende la teoría e interpretación económica de la dualidad, relaciones primal-dual y adaptación a otras formas del primal, así como, el papel de la teoría de la dualidad en el análisis de sensibilidad y su aplicación utilizando una hoja de cálculo. En la tercera unidad temática, Optimización de costos y tiempos en proyectos de construcción, se estudian las diferentes metodologías de optimización, como, algoritmos multiobjetivo, valor ganado, 5D CAD y metodología BIM, construcción esbelta, para control de costos y tiempos, redes y ruta crítica, así como, estimación y predicción basadas en datos históricos, simulación de Montecarlo, métodos Delphi, intranet y tecnologías de información y trabajos de gestión, aplicables en el ámbito del diseño, construcción y operación de infraestructura, a través de la revisión de la información requerida, procedimientos y resultados, para la toma de





decisiones, mediante el uso de software específico, como OPUS 22, Lingo y Excel. La cuarta unidad temática, Aplicaciones de la teoría y software de optimización en diversos aspectos del diseño en Ingeniería Civil, abarca el uso de los Sistemas de Información Geográfica, la optimización de la operación de obras hidráulicas, la aplicación del software EPANET, R y MatLab para el diseño óptimo de diversas obras hidráulicas, uso de modelo de inventarios, de espera o teoría de colas, de decisión markovianos.

Asimismo, se busca que el alumno aporte sus conocimientos de las diferentes disciplinas de la Ingeniería Civil, así como los criterios básicos de toma de decisiones y una amplia apertura y facilidad en el manejo de herramientas informáticas y bases matemáticas para la definición de los modelos a optimizar.

La planta docente deberá guiar para que el estudiantado integre en su formación la necesidad de promover esquemas de toma de decisiones para fomentar el análisis y la creación de modelos, a través de una intervención profesional planificada y estratégica; ser conscientes de la necesidad de incorporar visiones y formas de trabajo interdisciplinarios en las obras civiles (en su planeación, ejecución y abandono), así como, incluir en la toma de decisiones un análisis contextual del entorno y del micro entorno, donde el Ingeniero Civil tiene un papel protagonista.







Proyecto curricular de la Licenciatura de Ingeniería Civil
Reestructuración, 2019
Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
							Software de transporte 1 3 4 5	Ferrocarriles 1 3 4 5	
							Proyecto ejecutivo de carreteras 1 3 4 5	Carreteras 1 3 4 5	
							Estructuras de mampostería 1 3 4 5	Puentes 1 3 4 5	
							Concreto pretensado 1 3 4 5	Proyecto estructural 1 3 4 5	
							Hidráulica de ríos 1 3 4 5	Tratamiento de agua residual municipal 1 3 4 5	
							Aprovechamientos hidráulicos 1 3 4 5	Modelación computacional en hidráulica 1 3 4 5	
							Sustainable building ¹ 1 3 4 5	Disposición de residuos sólidos 1 3 4 5	
							Software de optimización 1 3 4 5	Estrategias competitivas 1 3 4 5	
								Supervisión de obra 1 3 4 5	

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje (UA)	HT: Horas Teóricas HP: Horas Prácticas TH: Total de Horas CR: Créditos
----------------------------	---

→ 15 líneas de separación.
22 créditos mínimos y 56 máximos por periodo escolar.

* Actividad académica

** Las horas de la actividad académica

¹ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico: cursar y acreditar 21 UA obligatorias	56 25 54 140
--	-----------------------

Núcleo sustantivo: cursar y acreditar 26 UA obligatorias	63 49 112 175
--	------------------------

Núcleo Integral: cursar y acreditar 13 UA + 2* obligatorias	38 27 55 124
---	-----------------------

Núcleo Integral: cursar y acreditar 2 UA obligatorias	2 2 4 8
---	------------------

Total del núcleo básico: acreditar 21 UA para cubrir 140 créditos

Total del núcleo sustantivo: acreditar 26 UA para cubrir 175 créditos

Total del núcleo Integral: acreditar 15 UA + 2* para cubrir 131 créditos
--

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	60 + 2 Actividades académicas
UA optativas	2
UA a acreditar	62 + 2 Actividades académicas
Créditos	446



Departamento de Desarrollo Curricular

Programa de Estudios
Aprobado por los HH. Consejos
Académico y de Gobierno



IV. Objetivos de la formación profesional

Objetivos del programa educativo:

Son objetivos de la Licenciatura de Ingeniería Civil, formar profesionistas con los conocimientos necesarios para participar en la planeación, el proyecto, el diseño, la construcción, la operación y mantenimiento de las obras civiles, considerando los aspectos metodológicos, social, económico, técnico y ecológico; bajo una perspectiva ética y buscando el aprovechamiento óptimo de los recursos existentes en el lugar donde la infraestructura será realidad, y desarrollar los aprendizajes y competencias para:

Generales

- Ejercer el diálogo y el respeto como principios de la convivencia con sus semejantes, y de apertura al mundo.
- Reconocer la diversidad cultural y disfrutar de sus bienes y valores.
- Convivir con las reglas de comportamiento socialmente aceptables, y contribuir en su evolución.
- Adquirir los valores de cooperación y solidaridad.
- Cuidar su salud y desarrollar armoniosamente su cuerpo; ejercer responsablemente y de manera creativa el tiempo libre.
- Ampliar su universo cultural para mejorar la comprensión del mundo y del entorno en que vive, para cuidar de la naturaleza y potenciar sus expectativas.
- Participar activamente en su desarrollo académico para acrecentar su capacidad de aprendizaje y evolucionar como profesional con autonomía.
- Asumir los principios y valores universitarios, y actuar en consecuencia.
- Emplear habilidades lingüístico-comunicativas del inglés.
- Evaluar el progreso, integración e incertidumbre de las ciencias, ante la creciente complejidad de las profesiones.

Particulares

- Justificar la necesidad e inversión de la obra de vivienda, industria, hidráulica, de transporte, servicio y recreación a través de la identificación y proyección de la población beneficiada, así como de los costos y beneficios que permiten evaluar los indicadores de valor presente neto y la tasa interna de retorno para contribuir en el desarrollo de obras civiles priorizando aquellas que tengan un mayor beneficio a la sociedad.





- Formular proyectos de obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, a través del estudio de la topografía, geotecnia, mecánica de materiales, análisis y diseño estructural, hidráulica, vías terrestres, factores ambientales, así como los procedimientos constructivos, normas y reglamentos de construcción; para contar con proyectos ejecutivos de obras que faciliten la movilidad de personas y productos, que incidan en el aprovechamiento y tratamiento del agua, que permitan contar con inmuebles de vivienda, industria y/o servicios seguros, con un uso racional de los recursos y un enfoque sustentable.
- Crear obras civiles de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación, integrando los procesos constructivos, los materiales, el personal, y el equipo conforme a lo especificado en el proyecto ejecutivo de diseño, a la normatividad aplicable, así como a los programas físicos y financieros que controlan y administran la obra, con la finalidad de generar, remodelar y/o mantener infraestructura que atienda las demandas sociales en favor del desarrollo personal y colectivo de manera que contribuya a mejorar sus actividades cotidianas y calidad de vida.
- Ejecutar cada una de las etapas de la administración de la obra civil de vivienda, industria, hidráulica, transporte, servicio o recreación a evaluar, diseñar, construir o remodelar y mantener a través de la justificación, gestión de recursos económicos, contratación, asignación, supervisión y cierre de la misma, para desarrollar infraestructura segura, sustentable y de calidad en apego a la normativa aplicable.

Objetivos del núcleo de formación:

Proveer al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.

Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Desarrollar evaluaciones, diseños, construcciones o remodelaciones y mantenimiento de obras civiles mediante principios de análisis y diseño estructural de materiales como el concreto, acero y la madera; procedimientos de construcción, programación y presupuestación y normatividad; estudios de campo, laboratorio y gabinete de geotecnia, componentes de los sistemas del agua superficial y subterránea; diseño geométrico, operación y mantenimiento de las vías terrestres y método de investigación científica para contribuir en el aprovechamiento del agua y su disposición final, optimización de los sistemas de transporte, en la construcción de estructuras resistentes y seguras de vivienda, industria, servicios y/o recreación que favorezcan la calidad de vida y desarrollo económico de la población, en un marco de sustentabilidad.





V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Modelar problemas reales en Ingeniería Civil, mediante el uso de software apropiado y la interpretación de sus resultados para la optimización de recursos económicos, materiales, humanos y maquinaria.

VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. La optimización y sus ámbitos de aplicación

Objetivo: Contrastar los diferentes tipos y métodos de optimización y sus modelos, mediante la revisión de las funciones, variables y restricciones que intervienen en los algoritmos necesarios, para la construcción de un modelo, aplicando software especializado.

Temas:

- 1.1 Fundamentos de optimización.
- 1.2 Tipos de optimización.
- 1.3 Teoría de optimización clásica.
- 1.4 Variables decisionales.
- 1.5 Función objetivo.
- 1.6 Restricciones.
- 1.7 Construcción de modelos.
- 1.8 Presentación y uso del software de optimización disponible (Lingo).

Unidad temática 2. Teoría de la dualidad y análisis de sensibilidad

Objetivo: Analizar los conceptos relacionados con la precisión de los análisis de optimización, para determinar los alcances, fallas y limitaciones de los algoritmos, mediante la aplicación de software específico y considerando la teoría de la dualidad.

Temas:

- 2.1 Teoría de la dualidad.
- 2.2 Interpretación económica de la dualidad.
- 2.3 Relaciones primal-dual.
- 2.4 Adaptación a otras formas del primal.
- 2.5 Papel de la teoría de la dualidad en el análisis de sensibilidad.
- 2.6 Análisis de sensibilidad.
- 2.7 Aplicación del análisis de sensibilidad.
- 2.8 Realización de análisis de sensibilidad en una hoja de cálculo.





Unidad temática 3. Optimización de costos y tiempos en proyectos de construcción

Objetivo: Evaluar las diferentes metodologías de optimización aplicables en el ámbito del diseño, construcción y operación de infraestructura, a través del uso de la teoría de optimización, procedimientos y resultados, para discernir sobre la conveniencia de su uso en la toma de decisiones, mediante el uso de software específico.

Temas:

- 3.1. Algoritmos multiobjetivo.
- 3.2. Valor ganado.
- 3.3. 5D CAD y metodología BIM
- 3.4. Construcción esbelta.
- 3.5. Metodologías de control de costos y tiempos, redes y ruta crítica.
- 3.6. Estimación y predicción basadas en datos históricos.
- 3.7. Simulación de Montecarlo.
- 3.8. Métodos Delphi.
- 3.9. Intranet y tecnologías de información.
- 3.10. Trabajos de gestión.
- 3.11. Uso del software para control de proyectos (OPUS 22, Lingo y Excel).



Unidad temática 4. Aplicaciones de la teoría y software de optimización en diversos aspectos del diseño en Ingeniería Civil.

Objetivo: Emplear la teoría y software de optimización en diversos aspectos del diseño en Ingeniería Civil, como selección de rutas de sistemas de información geográfica y operación de obras hidráulicas, para encontrar e identificar las mejores alternativas de solución y hacer un uso más eficiente de los recursos empleados para el desarrollo de obras civiles.

Temas:

- 4.1. Uso de los Sistemas de Información Geográfica para encontrar ruta óptima.
- 4.2. Optimización de la operación de una presa para suministro de riego y agua potable.
- 4.3. Aplicación del software EPANET para el diseño óptimo de una red de agua potable.
- 4.4. Diseño óptimo de una línea de conducción de agua potable.
- 4.5. Diseño óptimo de un sistema de riego y drenaje.
- 4.6. Modelo de inventarios.
- 4.7. Modelos de espera o teoría de colas.
- 4.8. Modelos de decisión markovianos.
- 4.9. Uso del software R.
- 4.10. Uso del software MatLab.



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- B. Chase, R., Robert Jacobs, F. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- Cerdá, E. (2001). *Optimización dinámica*. México: Prentice Hall.
- Díaz Hernández, A., Novo Sanjurjo, V., Perán Manzón, J. (2013). *Optimización. Casos Prácticos*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Eppen, G.D. (2000). *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*. México: Prentice Hall.
- Hilliar, Frederick S., Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Hillier, F., Hillier, M. (2008). *Métodos cuantitativos para investigación*. México: McGraw-Hill.
- Izar Landeta, J.M. (1996). *Fundamentos de Investigación de Operaciones para Administración*. UASLP, México: Editorial Universitaria Potosina.
- Novo Sanjurjo, V. (1999). *Teoría de la Optimización*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Pérez Peña, R., (2019). *Introducción a los modelos de optimización*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia.
- Rincón Abril, L. A. (2001). *Investigación de Operaciones para Ingenierías y Administración de Empresas*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Taha, Hamdy A. (2012). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Winston, Wayne L. (2005). *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. México: Thompson.

Literatura en inglés:

- Lindo Systems Inc. (2020). *Lingo. The modeling language and optimizar*, Chicago, Illinois: Lindo Systems Inc.
- Shure, L. (2015). *Solving Optimization problems with Matlab*. New York, N.Y: MathWorks.

Complementario:

- Baquela, E., Redchuck, A. (2013). *Optimización matemática con R*. España: Bubok Publishing.
- Moore, H. (2007). *MatLab para Ingenieros*. México: Prentice Hall.
- MyMathLab. Larson. Plataforma Online.
- Zanini, V. (2013). *Macros en Excel 2013*. Buenos Aires: Fox Andina.

