

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL



PROGRAMA DE ESTUDIOS
CONCRETO PRESFORZADO

Elaboró: Dr. Horacio Ramírez de Alba Facultad de Ingeniería

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

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

Concreto presforzado

Clave

LICI44

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.

Esta unidad de aprendizaje se enfoca particularmente a las estructuras de concreto presforzado, es decir, cuando se introducen esfuerzos previos al acero con el objeto de mejorar su comportamiento estructural, así como impedir o controlar la aparición de grietas en el concreto (aspecto que suele ser una desventaja en las estructuras de concreto reforzado). Al comparar con las estructuras de concreto reforzado, en las estructuras de grandes claros, por ejemplo, en puentes vehiculares o ferroviarios, el concreto presforzado permite una solución de menor peso y mejor comportamiento estructural en condiciones de servicio. La importancia del estudio de las estructuras de concreto presforzado y su aplicación se refleja al considerar que del volumen de obra total que se realiza en el país, las estructuras de concreto presforzado representan el 30% y tal porcentaje tiende claramente a incrementarse. Además, el Ingeniero Civil se enfrenta regularmente a este tipo de problemas, principalmente si su vida profesional la dedica al diseño y construcción de obras de grandes dimensiones.

Por principio se hace ver a los estudiantes que el cálculo de las estructuras de concreto presforzado requiere de mayor trabajo numérico que el correspondiente a las estructuras de concreto reforzado. Esto es debido a que en el concreto presforzado se deben revisar diferentes etapas del comportamiento, las principales: transferencia, montaje, servicio y resistencia, considerando principalmente los efectos de flexión y cortante. Además, tomar en cuenta el procedimiento constructivo ya que las cargas actuantes dependen de las diferentes etapas constructivas. También deben considerarse detalles especiales y refuerzo adicional para garantizar el buen comportamiento estructural de los componentes del proyecto.

La unidad de aprendizaje de Concreto presforzado tiene el principal propósito de introducir los métodos de diseño para elementos estructurales de este tipo, comprende cinco unidades temáticas:

1. Unidad 1. Definiciones y conceptos básicos, se establecen las bases teóricas del tema y se discute la manera práctica que se puede llevar a la práctica, principalmente el pretensado y el postensado. Se establecen y aplican los tres conceptos básicos que formalizan esta tecnología.
2. Unidad 2. Se discuten las bases y procedimientos para el diseño de trabes de concreto pretensado para su uso en puentes peatonales y edificios. Se establece el procedimiento para su aplicación
3. Unidad 3. Se discutan las bases y procedimientos para el diseño de trabes de concreto pretensado para su uso en puentes vehiculares. Se establece el procedimiento para su aplicación.
4. Unidad 4. Se establecen las bases y procedimientos para el diseño de trabe postensadas para su uso e puentes vehiculares. Se establece el procedimiento para su aplicación.





5. Unidad 5. Introducción a las estructuras continuas y sus aplicaciones. Se analiza sus ventajas y desventajas, así como los lineamientos para su aplicación a estructuras de grandes claros.

Esta UA contribuye al perfil de egreso al enfatizar sobre el diseño de estructuras de grandes claros. Para ello el estudiante debe ser capaz de aplicar conocimientos adquiridos con anterioridad como estática, dinámica, mecánica de materiales, teoría estructural y análisis estructural.





MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL, 2019



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 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 ¹ obligatorias	38 27 55 124
---	-----------------------

Núcleo Integral: cursar y acreditar 15 UA + 2 ¹ obligatorias	2 8 10 311
---	---------------------

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 ¹ para cubrir 311 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.

Diseñar elementos pretensados y postensados considerando los principios del concreto presforzado, cálculo de presfuerzo, diseño por flexión y cortante, método de carga balanceada, para resolver problemas en edificios, puentes, y cubiertas.

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

Unidad temática 1. Fundamentos teóricos del concreto presforzado

Objetivo: Comparar, por medio del diagrama momento curvatura, el comportamiento estructural de los elementos de concreto reforzado con el de concreto presforzado, a fin de identificar posibilidades de uso, así como, describir y aplicar los tres conceptos fundamentales del concreto presforzado en un ejemplo ilustrativo.

Temas:

- 1.1 Datos sobre el desarrollo del concreto presforzado.
- 1.2 Comparación de los diagramas de momento curvatura para una sección de concreto armado con presfuerzo y sin presfuerzo
- 1.3 Procedimiento técnico del pretensado, propiedades de los materiales y secuencia de fabricación
- 1.4 Procedimiento técnico del postensado, propiedades de los materiales y secuencia de fabricación.
- 1.5 Concepto 1: el presfuerzo transforma permite ver al concreto como material elástico y por lo tanto es aplicable la fórmula de la escuadría y el principio de sobre posición de causas y efectos
- 1.6 Concepto 2: el presfuerzo genera un par interno con materiales de alta resistencia.
- 1.7 Concepto 3: el presfuerzo genera una carga balanceada que se opone en alguna medida a las cargas actuantes.



Unidad temática 2. Diseño de una trabe pretensada en un proyecto convencional

Objetivo: Proponer y diseñar la trabe pretensada, utilizando los conceptos básicos y los procedimientos aplicables apegados a la norma, así como considerando el cálculo de pérdidas de presfuerzo, la revisión de esfuerzos en las etapas de transferencia, montaje y servicio, a fin de comprobar la resistencia a flexión y cortante, y las deformaciones en servicio para un uso convencional diferente a un puente vehicular.

Temas:

- 2.1 Observación de estructuras existentes, propuesta de un caso representativo
- 2.2 Diseño preliminar, propuesta de la sección transversal, estimación de la fuerza de presfuerzo y el área de acero correspondiente
- 2.3 Cálculo de pérdidas por acortamiento elástico, flujo plástico, contracción del concreto y relajación del acero.
- 2.4 Diseño detallado, revisión por flexión (esfuerzos en transferencia, montaje y servicio), cortante, resistencia y deformaciones

Unidad temática 3. Diseño de una trabe pretensada para un puente vehicular

Objetivo: Proponer y diseñar la trabe pretensada para un puente vehicular de claro mediano en las que se requiere optimizar el comportamiento estructural, utilizando los conceptos básicos y los procedimientos aplicables apegados a la norma, así como considerando el cálculo de pérdidas de presfuerzo, la revisión de esfuerzos en las etapas de transferencia, montaje y servicio, a fin de comprobar la resistencia a flexión y cortante, y las deformaciones en servicio.

Temas:

- 3.1 Observación de puentes vehiculares existentes, propuesta de un caso representativo
- 3.2 Diseño preliminar, propuesta de una sección transversal, establecimiento del proceso constructivo y estimación de la fuerza de presfuerzo y el área de acero correspondiente
- 3.3 Establecimiento de las propiedades de la sección sola y la sección compuesta
- 3.4 Cálculo de pérdidas por acortamiento elástico, flujo plástico, contracción del concreto y relajación del acero.
- 3.5 Diseño detallado, revisión por flexión (esfuerzos en transferencia, montaje y servicio), cortante, resistencia, conectores de cortante y deformaciones



Unidad temática 4. Diseño de una trabe postensada para un puente vehicular o bien otra aplicación congruente.

Objetivo: Proponer y diseñar la trabe postensada para un puente vehicular de claro mayor o igual de 40m, haciendo énfasis en las diferencias que implica el sistema de postensado tanto en su diseño como fabricación, utilizando los conceptos básicos y procedimientos aplicables a la norma, y aplicando el principio de carga balanceada, obteniendo las propiedades de la sección, calculando las pérdidas de presfuerzo, haciendo la revisión por flexión, cortante, resistencia, conectores por cortante y deformaciones, para poder elegir la solución técnica más adecuada de un determinado proyecto.

Temas:

- 4.1 Observación de estructuras existentes, propuesta de un caso representativo.
- 4.2 Diseño preliminar, aplicación del principio de carga balanceada para la estimación de la fuerza de presfuerzo y el área de acero correspondiente
- 4.3 Obtención de las propiedades de la sección sola y la sección compuesta.
- 4.4 Cálculo de las pérdidas por anclaje y por fricción.
- 4.5 Cálculo de pérdidas por acortamiento elástico, flujo plástico, contracción del concreto y relajación del acero.
- 4.6 Diseño detallado, revisión por flexión (esfuerzos en transferencia, montaje y servicio), cortante, resistencia, conectores de cortante y deformaciones

Unidad temática 5. Introducción al diseño de estructuras continuas de concreto presforzado

Objetivo: Analizar las ventajas técnicas de lograr continuidad en las estructuras de concreto presforzado, utilizando los principios de la estática y los efectos directos e indirectos del postensado, así como el análisis de proyectos reales y de un caso representativo, con la finalidad de conocer las aplicaciones en estructuras novedosas o no convencionales.

- 5.1 Ventajas y desventajas de estructuras continuas de concreto presforzado.
- 5.2 Estudio de un caso de estructuras continuas de concreto presforzado.
- 5.3 Desarrollo de un proyecto de estructuras continuas de concreto presforzado.



VII. Acervo bibliográfico.

- ANIPPAC. (2022). *Manual Básico para el Diseño de Elementos Prefabricados*.
- Asociación Nacional de Industriales de la Prefabricación y el Presfuerzo. (2016). *Catálogo de productos de las diferentes empresas que son miembros de dicha asociación*. Disponible en: www.anippac.org.mx
- Collins, M. P. and Mitchell D. (1991). *Prestressed Concrete Structures*. Prentice Hall.
- Dolan, C. W. and Hamilton H. R. (2019). *Prestressed Concrete. Building, Design, and Construction*. Springer.
- Hu, D. (2022). *Analysis and Design of Prestressed Concrete*. Elsevier Science.
- Instituto Mexicano del Transporte. (2018). *Cargas vivas en puentes carreteros*.
- Lin, T. Y. and Burns, N. H. (1981). *Desing of Prestressed Concrete Structures* (Third Edition). Wiley.
- Long, W. J. and Lu, L. (2019). *Prestressed Concrete Design*. Scitus Academics.
- Nagarajan, P. (2013). *Prestressed Concrete Design* (First edition). Pearson.
- Nawy, E. G. (2010). *Prestressed Concrete. A fundamental approach* (5th edition). Update. ACI, AASHTO, IBC 2009 Codes Version. Prentice Hall.
- Nilson, A. H. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Presforzado*, Editorial LIMUSA.
- PCI Design Hanbook (2014). *Precast Prestressed Concrete*. Prestressed Concrete Institute.
- Reglamento de construcciones de concreto y comentarios, ACI 318-19/318R-19.
- Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México y Normas Técnicas Complementarias, (2017).