

Nombre y código de la asignatura			Pavimentos - IC803				
Área académica			Infraestructura vial				
Semestre	Créditos	Requisitos	Horas presenciales (HP)			Horas de trabajo independiente	Total de horas
			Teóricas	Prácticas	HP Totales		
8	3	IC753	3	1	4	5	144

Año de actualización de la asignatura: 2026

1. Breve descripción

La asignatura Pavimentos, de carácter teórico-práctico, aborda los fundamentos del comportamiento de las estructuras de pavimento flexible, rígido y articulado, la caracterización de las variables de diseño (tránsito, subrasante y materiales) y las metodologías convencionales de diseño de pavimentos flexibles (INVÍAS, AASHTO y método racional) y rígidos (AASHTO y PCA). Incluye la identificación de daños y el control de calidad mediante ensayos de laboratorio de agregados, suelos, asfaltos y concreto, en el contexto de la infraestructura vial colombiana y su normativa.

2. Objetivo general

Analizar el comportamiento de las estructuras de pavimento y aplicar criterios técnicos y normativos para caracterizar las variables de diseño, diseñar pavimentos flexibles y rígidos con metodologías convencionales y evaluar su desempeño, mediante la interpretación de ensayos de laboratorio y el uso de herramientas computacionales, desarrollando el criterio ingenieril necesario para sustentar decisiones de diseño, construcción, evaluación y mantenimiento en el contexto colombiano.

3. Resultados de aprendizaje de asignatura

Al finalizar la asignatura, el estudiante:

- Identifica los tipos de pavimento, la función de sus capas y las variables que condicionan su diseño y desempeño, planteando técnicamente el problema de diseño, evaluación o intervención.
- Caracteriza el tránsito de diseño (ejes equivalentes y proyección), la subrasante (compactación, CBR y módulo de reacción) y los materiales de las capas (agregados, asfaltos y concreto) mediante ensayos de laboratorio y análisis de resultados.
- Analiza la respuesta estructural de pavimentos flexibles (Boussinesq, Burmister y sistemas multicapa) y diseña pavimentos flexibles y rígidos con los métodos INVÍAS, AASHTO, racional y PCA, verificando la coherencia de los resultados con apoyo de herramientas computacionales.
- Interpreta los deterioros frecuentes de pavimentos flexibles y rígidos y los resultados de laboratorio y control de calidad (agregados, mezclas y ligantes asfálticos, densidad de campo y fricción superficial), identificando causas probables y formulando recomendaciones preliminares.
- Elabora y sustenta un proyecto de diseño de pavimentos que integra memorias de cálculo, resultados de laboratorio y referencias normativas, reconociendo las limitaciones del estudio.

4. Contenido

El curso comprende 16 semanas con 4 horas semanales de clase (64 h). Su contenido se desarrolla en once unidades temáticas, precedidas por una introducción al curso e intercaladas con dos exámenes parciales y un examen final. Las prácticas de laboratorio se indican en la unidad con cuyos temas se relacionan.

Introducción al curso

Se presenta el programa académico, la metodología de enseñanza, los criterios de evaluación y el cronograma de actividades, incluyendo las prácticas de laboratorio y las fechas de evaluación.

Unidad I – Definición de pavimentos

Introduce el concepto de pavimento, sus tipologías y las etapas de un proyecto de pavimentación, así como las variables que intervienen en su diseño.

- Definición de pavimento y tipos de pavimentos.
- Etapas de los proyectos de pavimentación.
- Variables de diseño en pavimentos.
- Pavimentos flexibles.
- Pavimentos rígidos.
- Pavimentos articulados.
- Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos.
- Rehabilitación de pavimentos.

Unidad II – Principales funciones de un pavimento

Analiza cómo el pavimento distribuye y disipa los esfuerzos transmitidos por el tránsito y la función que cumple cada una de sus capas.

- Disipación de esfuerzos en los diferentes tipos de pavimento.
- Funciones de cada una de las capas de los diferentes tipos de pavimento.
- Diferencias entre pavimentos rígidos, flexibles y articulados.

Unidad III – Capas de pavimentos y elementos adicionales

Estudia los materiales, la construcción y las especificaciones de las capas que conforman la estructura de pavimento, así como sus componentes adicionales.

- Materiales de cada una de las capas.
- Tipos de capas de rodadura: asfálticas, riegos y concreto hidráulico.
- Construcción de las diferentes capas del pavimento.
- Especificaciones generales de construcción: INVÍAS, IDU y otras.
- Otros componentes de los pavimentos.
- **Laboratorio:** granulometría de agregados finos y gruesos (gradación de las capas granulares).
- **Laboratorio:** equivalente de arena y contenido de materia orgánica en agregados finos (aceptación de los materiales de las capas).

Unidad IV – Variables de diseño de pavimento

Identifica y caracteriza las variables que intervienen en el diseño de las estructuras de pavimento.

- Variables de diseño de los pavimentos.
- Tránsito: tipos de vehículos, cargas por eje y presión de inflado.
- Medio ambiente y clima.
- El suelo y las diferentes capas.
- **Laboratorio:** Proctor estándar y modificado: compactación de suelos (práctica mínima).

Unidad V – Materiales para la construcción de las capas de pavimento

Aborda las características y los ensayos de los materiales empleados en las capas de pavimentos rígidos, flexibles y articulados.

- Materiales para capas de rodadura de pavimentos rígidos, flexibles y articulados.
- Características de cada una de las capas: módulos de elasticidad, resistencia y relaciones de Poisson.
- Ensayos para los materiales de las diferentes capas.
- **Laboratorio:** forma de las partículas: proporción de caras fracturadas e índices de alargamiento y aplanamiento de agregados gruesos.

- **Laboratorio:** durabilidad de los agregados: desgaste en la máquina de Los Ángeles, desgaste Micro-Deval y desgaste por acción de sulfatos.
- **Laboratorio:** ligante asfáltico: penetración del cemento asfáltico.
- **Laboratorio:** mezcla asfáltica: elaboración de briquetas Marshall, estabilidad y flujo.

Unidad VI – Daños en los pavimentos

Aborda la identificación de los daños frecuentes en los pavimentos y la inspección de la infraestructura vial.

- Detección de patologías en pavimentos rígidos.
- Detección de patologías en pavimentos flexibles.
- Inspección de la infraestructura vial en general.
- **Laboratorio:** resistencia al deslizamiento con el péndulo británico (CRD) como indicador del estado funcional de la superficie.

Unidad VII – El tránsito

Desarrolla la caracterización del tránsito de diseño y su proyección durante el período de análisis.

- Variables relacionadas con el tránsito: tránsito promedio diario (TPD), clasificación de vehículos y vehículos comerciales.
- Eje equivalente, factores de daño y factor camión.
- Proyección del tránsito con fórmulas de tasa de crecimiento.
- Proyección utilizando series históricas.
- Corrección por confiabilidad.

Unidad VIII – Estudios de suelos para diseño

Estudia la clasificación y las propiedades índice de los suelos que sirven de soporte a la estructura de pavimento y su control en campo.

- Definición, clasificación y formación de suelos.
- Propiedades índice de los suelos: pesos unitarios y peso específico relativo de los sólidos.
- Peso unitario total, peso unitario seco del suelo y peso unitario de las partículas sólidas.
- Densidad de campo.
- **Laboratorio:** densidad de campo con cono de arena y determinación de la humedad con el método Speedy: control de compactación en campo (práctica mínima).

Unidad IX – Resistencia del suelo para el diseño de pavimentos

Evalúa la resistencia de la subrasante mediante los ensayos empleados en el diseño de pavimentos.

- Generalidades del ensayo CBR y métodos de ensayo.
- Ensayo CBR de laboratorio.
- Ensayo de placa y módulo de reacción de la subrasante.
- **Laboratorio:** CBR de laboratorio: determinación e interpretación de la relación de soporte (práctica mínima).
- **Laboratorio:** penetrómetro dinámico de cono para la estimación de la resistencia de la subrasante.

Unidad X – Esfuerzos en pavimentos flexibles

Analiza la distribución de esfuerzos en la estructura de pavimento mediante las teorías de sistemas elásticos.

- Esfuerzos en pavimentos.
- Teoría de Boussinesq (medio homogéneo, isótropo y elástico).
- Teoría de Burmister (sistemas bicapa).
- Sistemas de tres capas.
- Empleo de programas de cálculo para el análisis de sistemas multicapa.

Unidad XI – Diseño de pavimentos flexibles y rígidos

Aplica los métodos de diseño de pavimentos flexibles y rígidos e integra los resultados del curso en el proyecto final.

- Métodos de diseño de pavimentos.
- Pavimentos flexibles: método INVÍAS para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, método AASHTO y método racional.
- Pavimentos rígidos: método AASHTO y método PCA, completo y simplificado.
- Proyecto final de diseño de pavimentos: diseño de una estructura de pavimento para condiciones de tránsito y subrasante definidas, integrando resultados de laboratorio, métodos de diseño y memorias de cálculo.
- **Laboratorio:** módulo de rotura (MR) del concreto en pavimentos, parámetro de diseño de los pavimentos rígidos.

5. Recursos y bibliografía

Recursos: Internet, recursos audiovisuales, documentos escritos entregados, Microsoft Excel y programas de cálculo de pavimentos (BS-PCA, IMT-PAVE u otros equivalentes).

Bibliografía:

- Huang, Y. H. *Pavement Analysis and Design*. 2nd ed. Pearson Prentice Hall, 2004.
- Mallick, R. B.; El-Korchi, T. *Pavement Engineering: Principles and Practice*. 3rd ed. CRC Press, 2018.
- Montejo Fonseca, A. *Ingeniería de pavimentos: fundamentos, estudios básicos y diseño*. Universidad Católica de Colombia, 2014.
- Reyes Lizcano, F. A. *Diseño racional de pavimentos*. Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003.
- Rondón-Quintana, H. A.; Reyes Lizcano, F. A. *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones, 2022.
- INVÍAS. *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito*. 2018.
- INVÍAS. *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*. 2007.
- ICPC; INVÍAS. *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. 2008.
- INVÍAS. *Especificaciones generales de construcción de carreteras*. 2022 (Resolución 1524 de 2022).
- INVÍAS. *Normas de ensayo de materiales para carreteras*. Versión vigente.
- INVÍAS. *Manuales para la inspección visual de pavimentos flexibles y rígidos*. 2006.
- AASHTO. *Guide for Design of Pavement Structures*. 1993.
- PCA. *Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements*. 1984.
- Papagiannakis, A. T.; Masad, E. A. *Pavement Design and Materials*. John Wiley & Sons, 2008.
- Higuera Sandoval, C. H. *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras* (Vols. I y II). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2011.
- Londoño N., C. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, 2001.
- Arenas L., H. L. *Cemento asfáltico*. Editorial FAID, 1999.

6. Metodología

La asignatura se desarrolla mediante clases magistrales dialogadas en las que se exponen los fundamentos del comportamiento de los pavimentos y los procedimientos de diseño, analizando sus hipótesis y limitaciones. Se resuelven ejercicios de tránsito, esfuerzos y diseño de pavimentos flexibles y rígidos, y se desarrollan talleres y exposiciones técnicas, como las relativas a las Especificaciones generales de construcción de carreteras INVÍAS 2022.

Las prácticas de laboratorio se integran a las sesiones de clase y se relacionan con los temas de las unidades en las que se indican: agregados, suelos y subrasante, materiales asfálticos, evaluación de superficies y parámetros de diseño del concreto. Las prácticas mínimas del curso son compactación de suelos, determinación e interpretación del CBR y control de compactación en campo. Cada práctica genera un informe con análisis e interpretación de resultados.

Se emplean Microsoft Excel y programas de análisis y diseño de pavimentos como apoyo y verificación, no como sustituto del razonamiento ingenieril. El proyecto final de diseño de pavimentos integra los resultados de laboratorio, los métodos de diseño y las memorias de cálculo.

El trabajo independiente (5 horas semanales, 80 h en el semestre) comprende la preparación de las sesiones, el estudio de la bibliografía, la resolución de ejercicios, la elaboración de los informes de laboratorio y el desarrollo del proyecto final, con retroalimentación permanente sobre talleres, informes y avances.

7. Evaluación

Se definirá la evaluación al inicio del semestre en acuerdo con los estudiantes. Sin embargo, como mínimo se requieren tres evaluaciones. En la evaluación propuesta se tienen las siguientes actividades.

Primer y segundo corte (30% cada uno)

- Trabajo de clase (25%): talleres, ejercicios y exposiciones técnicas.
- Informes de laboratorio (25%): análisis e interpretación de los resultados de las prácticas.
- Evaluación escrita (50%): examen parcial de cada corte.

Tercer corte (40%)

- Proyecto final de diseño de pavimentos (50%): diseño estructural con resultados de laboratorio y memorias de cálculo.
- Evaluación escrita (50%): examen final integrador.