

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero Civil
3. **Plan de Estudios:** 2020-1
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Pavimentos
5. **Clave:** 36249
6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06
7. **Etapas de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Felipe de Jesús Pérez Blanco
Karina Cabrera Luna
María Noemí Razcón Rodríguez

**Vo.Bo. de subdirector(es) de
Unidad(es) Académica(s)**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes De Ávila
Daniela Mercedes Martínez Plata

Fecha: 17 de octubre de 2019

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Su propósito es brindar al estudiante conocimientos y habilidades necesarios para realizar el diseño de la estructura de un pavimento, mediante la aplicación de los diversos métodos de diseño, para finalmente elaborar el diseño, utilizados con honestidad y ética en la elaboración de proyectos estructurales de pavimentos. Para esta unidad de aprendizaje se tiene que acreditar antes las unidades de aprendizaje correspondientes a Comportamiento de suelos, Mecánica de suelos, Tecnología de concreto e Ingeniería de Tránsito.

Esta unidad de aprendizaje de carácter obligatorio se encuentra ubicada en la etapa de formación disciplinaria correspondiente al área de Geotecnia y Vías Terrestres.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar la estructura de un pavimento, de acuerdo a la normativa vigente nacional e internacional y a los métodos para diseñar pavimentos, con el fin de ofrecer una solución estructural, en función de las características geotécnicas del suelo, del tipo y volumen de tránsito, de las cargas a las que estará sometida la estructura y las condiciones climáticas del lugar, con creatividad, responsabilidad y honestidad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega el diseño de la estructura de un pavimento de acuerdo a la normativa vigente y los métodos de diseño de pavimento, el cual debe integrar: portada, índice, introducción, justificación, diseño, conclusiones y referencias.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Generalidades

Competencia:

Identificar los elementos fundamentales de una estructura de pavimento, de acuerdo a su clasificación y características, para el diseño estructural de pavimentos, trabajando con responsabilidad y pensamiento crítico.

Contenido:**Duración:** 11 horas

- 1.1. Historia de los pavimentos
- 1.2. Tipos de pavimentos y sus características
- 1.3. Estructuras de los pavimentos
- 1.4. Propiedades mecánicas del suelo de fundación y estabilización de suelos (Normativa SCT e Internacional)
 - 1.4.1. Valor Relativo de Soporte de California (CBR) y Valor Relativo de Soporte de California (CBR) en el lugar.
 - 1.4.2. Prueba de placa.
- 1.4. Cargas.
- 1.5. Tránsito de diseño.
- 1.6. Diferencia entre los pavimentos flexibles y rígidos.

UNIDAD II. Agregados y asfaltos empleados en la pavimentación

Competencia:

Determinar las características de los materiales, de acuerdo sus propiedades físicas, para corroborar que cumplan con las especificaciones requeridas y posterior uso en el diseño estructural de pavimentos, trabajando de manera colaborativa, responsable y pensamiento crítico.

Contenido:

Duración: 15 horas

2.1. Agregados

2.1.1 Propiedades físicas de los agregados

2.2.2. Normas vigentes aplicables en la construcción de terracerías

2.2.3. Normas vigentes aplicables de la sub base, base y carpetas de pavimentos

2.3. Asfaltos

2.3.1. Clasificación de los productos asfálticos

2.3.2. Propiedades y usos de los productos asfálticos.

2.3.3. Normas vigentes aplicables a los productos asfálticos

UNIDAD III. Diseño de pavimento flexibles

Competencia:

Diseñar estructuras de pavimentos flexibles, atendiendo las características geotécnicas del suelo, tipo y volumen de tránsito durante su periodo de diseño y las diferentes metodologías de diseño, para lograr la calidad esperada de la estructura del pavimento, trabajando de manera colaborativa, responsable y pensamiento crítico.

Contenido:**Duración:** 35 horas

- 3.1. Tipos de superficie de rodamiento.
- 3.2. Módulo de reacción y Modulo de resiliencia
- 3.3. Diseño por el método de la UNAM
- 3.4. Diseño por el método AASHTO, 1993.
- 3.5. Otros métodos de diseño

UNIDAD IV. Diseño de pavimentos rígidos

Competencia:

Diseñar estructuras de pavimentos rígidos, atendiendo las características geotécnicas del suelo, tipo y volumen de tránsito durante su periodo de diseño y las diferentes metodologías de diseño, para lograr la calidad esperada de la estructura del pavimento, trabajando de manera colaborativa, responsable y pensamiento crítico.

Contenido:

Duración: 35 horas

- 4.1. Comportamiento de las losas de un pavimento rígido
- 4.2. Diseño por el método PCA
- 4.3. Diseño por el método AASHTO.
- 4.4. Diseño de juntas
 - 4.4.1. Juntas de contracción y dilatación
 - 4.4.2. Juntas de construcción transversal y longitudinal

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Determinar los elementos fundamentales de la estructura de pavimento, de acuerdo a sus características, para identificar los tipos de pavimentos, trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	El docente expone el tema de los diferentes tipos de pavimento, indicando los elementos fundamentales de su estructura, así como, las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. El estudiante identifica y presenta un reporte escrito de los diferentes tipos de pavimento en su entorno y mediante visitas a obras.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas
2	Identificar el parámetro de resistencia de materiales, de acuerdo con la metodología de la prueba de Valor Relativo Soporte de California (CBR), para usar en el diseño estructural de pavimentos, trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	El docente expone el concepto de Valor Relativo de Soporte (CBR), así como, el procedimiento de la prueba y su cálculo. El estudiante identifica y realiza el cálculo del Valor Relativo de Soporte (CBR) de materiales, para conocer y usar el valor de su resistencia en el diseño estructural de pavimentos.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Manual de pruebas de SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas
UNIDAD II				
3	Identificar los materiales, de acuerdo a sus propiedades físicas,	El docente expone los tipos de materiales usados en la	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT	3 horas

	para su uso en la construcción de terracerías, subbase, base y carpetas de pavimentos, trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	construcción de terracerías, sub base, base y carpetas de pavimentos, sus características y pruebas de laboratorio que se realizan a estos. El estudiante identifica y presenta un reporte escrito de las características de materiales usados en la construcción de terracerías, sub base, base y carpetas de pavimentos.	Manual de pruebas de SCT Pizarrón Cañón laptop	
4	Identificar los materiales asfálticos, de acuerdo a sus características, para definir el comportamiento de uso en la construcción de pavimentos, trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	El docente expone las pruebas realizadas a los productos asfálticos empleados en la pavimentación y la metodología Marshall. El estudiante identifica los materiales asfálticos y comprueba mediante la gráfica de viscosidad – temperatura su uso en mezclas asfálticas, además, diseña una mezcla asfáltica usando la metodología Marshall, entregando un reporte de las actividades realizadas.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Manual de pruebas de SCT Pizarrón Cañón laptop	3 horas
UNIDAD III				
5	Identificar los factores a considerar en el proyecto de diseño de pavimento flexible, consultando fuentes de información y metodologías de diseño, para aplicarlos en el diseño estructural,	El docente explica los efectos que causan los factores de clima, tránsito y carga en los pavimentos flexibles. El estudiante identifica en estudios de caso de los factores que influyen	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas

	trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	en el diseño de pavimentos flexibles, entrega un reporte escrito.		
6	Identificar los factores de tránsito y cargas a considerar en el diseño de pavimentos flexibles, de acuerdo a sus características, para realizar el cálculo del tránsito acumulado de ejes sencillos de 8.2 toneladas en el periodo de diseño y usar en el diseño estructural de pavimentos, trabajando con honestidad y responsabilidad.	El docente expone los conceptos de cargas (simple, tandem y tridem) y tránsito. El estudiante identifica los tipos de cargas y realiza el cálculo del tránsito acumulado de ejes sencillos de 8.2 toneladas en el periodo de diseño, entrega un reporte de las actividades realizadas.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Datos viales SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas
7	Diseñar la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a las metodologías de diseño, para cumplir con las especificaciones requeridas, de manera responsable y con honestidad.	El docente explica las metodologías para el diseño de pavimentos flexibles, como son los métodos de Instituto de Ingeniería de la UNAM, AASHTO y otros métodos de diseño. El estudiante diseña y calcula la estructura de un pavimento flexible por los métodos mencionados con anterioridad, entregando un reporte escrito.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Datos viales SCT Pizarrón Cañón laptop	6 horas
8	Analizar los procedimientos de construcción de los pavimentos flexibles, de acuerdo a los requerimientos de las obras, para lograr la calidad deseada, de manera responsable y con honestidad.	El docente explica los procedimientos de construcción de los pavimentos flexibles, así como, las pruebas de laboratorio requeridas para el control de calidad. El estudiante identifica y presenta un reporte escrito de los	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas

		procedimientos de construcción de pavimentos flexibles mediante visitas a obras.		
UNIDAD IV				
9	Identificar los factores de tránsito, clima, materiales y cargas a considerar en el diseño de los pavimentos rígidos, de acuerdo a sus características, consultando fuentes de información, para aplicarlos en el diseño estructural, trabajando con actitud reflexiva, analítica, positiva y responsable.	El docente explica el comportamiento de un pavimento rígido, en función de las características de tráfico y clima, así como, los materiales que intervienen en su construcción. El estudiante identifica, relaciona y presenta un reporte escrito de los factores que influyen en el diseño de pavimentos rígidos.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas
10	Diseñar la estructura de un pavimento rígido, de acuerdo a las metodologías de diseño, para cumplir con las especificaciones requeridas, de manera responsable y con honestidad.	El docente explica las metodologías para el diseño de pavimentos rígidos, como son los métodos de PCA y AASHTO. El estudiante diseña y calcula la estructura de un pavimento rígido por los métodos mencionados con anterioridad, entregando un reporte escrito.	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Pizarrón Cañón laptop	6 horas
11	Identificar los procedimientos de construcción de los pavimentos rígidos, de acuerdo a los requerimientos de las obras, para lograr la calidad deseada, de manera responsable y con honestidad.	El docente explica los procedimientos de construcción de los pavimentos rígidos, así como, las pruebas de laboratorio requeridas para el control de calidad. El estudiante identifica y presenta un reporte escrito de los procedimientos de construcción de	Apuntes de consulta de la unidad Normatividad de carreteras SCT Pizarrón Cañón laptop	2 horas

		pavimentos rígidos mediante visitas a obras.		
--	--	--	--	--

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Obtener un muestreo en campo de bancos, almacenes o maniobras de descarga, mediante la selección aleatoria y representativa de material, para verificar la calidad de los materiales pétreos usados en el diseño y fabricación de mezclas asfálticas, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar el muestreo en campo. El estudiante realiza el muestreo. Obtiene una porción representativa y aleatoria del volumen de material pétreo, directamente en los bancos de explotación, en almacenes de materiales, o durante las maniobras de carga y descarga. Además, realiza las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.	Materiales y/o equipo. - Manual de prácticas de laboratorio de Pavimentos - Sacos - Pala - Etiquetas	2 horas
2	Determinar la composición por tamaños (granulometría) de las partículas del material pétreo empleado en mezclas asfálticas, mediante la	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de granulometría. El estudiante determina la composición granulométrica del	- Juego de mallas (cribas; Horno, - Balanza con capacidad de 2Kg y aproximación de 0.1g. - Vaso de aluminio	2 horas

	clasificación de tamaños a través de mallas de mayor a menor abertura, para verificar que cumpla con los criterios de calidad, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	material a través de una serie de mallas con aberturas determinadas. Coloca la malla con abertura más grande al inicio hasta llegar a las más cerradas, de tal forma que los tamaños mayores se van reteniendo, obtiene la masa que se retiene en cada malla, calcula su porcentaje respecto al total y define la masa que pasa. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.	- Agitador de varilla metálica, Cubo de lámina - Máquina agitadora para las mallas, - Cucharón, Charolas. - Tapas para las charolas. - Regla de madera, de 20 cm de ancho y 80 cm de longitud. - Brocha, Pala	
3	Determinar la cantidad de arcilla en el agregado, mediante la agitación manual o mecánica del agregado en una solución, para asegurar un buen contacto agregado-asfalto y evitar el desgranamiento de las mezclas por pérdida de adherencia, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de equivalente de arena. El estudiante determina la cantidad de arcilla del agregado fino (pasa la malla No.4). Reduce la muestra de agregado a una masa de 2 kg, llena la cápsula con aproximadamente 110 g. Introduce la solución de trabajo (mezcla de cloruro de calcio, formaldehído y glicerina) y la muestra al cilindro, elimina burbujas de aire atrapado deja reposar durante de 10 min, después cierra el cilindro y agita manual o	- Probeta de lucita o acrílico transparente, con escala de alturas graduadas en milímetros, con tapón de hule. - Tubo irrigador de acero inoxidable, provisto de un tramo de manguera de hule y sifón. - Pisón metálico con peso de mil más menos cinco (1000 +/- 5) gramos. - Cápsula metálica de 57 mm de diámetro con capacidad de 85 +/- 5 cm³.	2 horas

		mecánicamente, concluida la agitación lava las paredes del cilindro hacia el fondo, deja reposar durante 20 min. Mide y registra la lectura de finos, introduce la varilla con pisón y toma la lectura de arena. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.	- Embudo de vidrio o plástico, de boca ancha, de 10 cm de diámetro. - Cronómetro con aproximación de 1/5 de segundo. - Dos botellas de vidrio o plástico, con capacidad mínima de 3.78 litros. - Agitador mecánico manual que permita oscilaciones con amplitud de 20 cm de la probeta instalada, o agitador automático con la misma amplitud de oscilaciones y que opere con una frecuencia de 175 +/- 2 ciclos por minuto. - Balanza de 2 kilogramos de capacidad y 0.1 gramo de aproximación. - Horno con termostato que mantenga una temperatura de 100 +/-5 grados centígrados. - Papel filtro con velocidad de filtrado rápido	
4	Determinar la cantidad de fino reactivo en el material (incluyendo arcilla, limo o material orgánico), mediante la agitación de fino con la solución de trabajo, para cumplir con las características de calidad,	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de azul de metileno de materiales pétreos. El estudiante determina el grado de reactividad de los materiales	- Bureta - Soporte universal - Vaso de precipitado de 100ml - Agitador magnético - Varilla de cristal	2 horas

	fomentando el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	fino. Toma una porción de material que pasa la malla No. 200 (1 g), coloca el material en un vaso de precipitados y añade 30 ml de agua destilada, aplica una agitación vigorosa con ayuda de un agitador magnético, cuando observe una solución uniforme, sin detener la agitación, con ayuda de una bureta agrega 1 ml de la solución de trabajo (1 g azul de metileno grado reactivo en 1000 g de agua destilada) al termino de 1 min después de cada adición, toma una gota de la suspensión y la vierte sobre el papel filtro, así sucesivamente hasta que se observe alrededor de la gota un pequeño halo. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.	- Imán - Agua destilada - Azul de metileno - Papel filtro tipo wattmant No.40 - Espátula - Material pasa malla No.200	
5	Determinar el contenido de partículas de forma alargada y lajeada, mediante el uso de calibradores de longitud y espesores, para verificar que cumpla con los criterios de calidad, fomentando el trabajo en	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de contenido de partículas de forma alargada y lajeada. El estudiante determina el contenido de partículas de forma alargada y	- Juego de mallas de las siguientes designaciones: Núms.. 63.0, 50.0, 37.5, 25.0, 19.0, 12.5, 9.5 y 6.3 - Balanza de veinte (20) kilogramos de capacidad y un (1) gramo de	2 horas

	equipo con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	lajeadas. Toman dos muestras de la porción de material retenido en la malla No. 4 que contenga más de 200 piezas, criba para clasificar las partículas. Verifica que cada pieza pase por la ranura correspondiente al calibrador de longitudes, determina la masa de todas las partículas que pasaron por las ranuras. De manera similar pero ahora se pasan por el calibrador de espesores. Finalmente determina el porcentaje de partículas con forma alargada y con forma de laja. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.	aproximación. - Calibrador de espesores. - Calibrador de longitudes. - Cucharón, charola.	
6	Determinar el porcentaje de vacíos de una muestra de agregado fino en estado suelto, mediante el uso del embudo y recipiente cilíndrico, para con los criterios de calidad y evitar la formación de roderas, fomentado el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica que permita determinar el contenido de vacíos en agregados finos. El estudiante determina la angularidad de los finos de la fracción que pasa la malla No. 4 (4.75 mm). Aplicando el Método A: obtiene de la combinación de fracciones individuales de un análisis por mallas:	- Placa de vidrio - Embudo - Soporte del embudo - Recipiente cilíndrico - Charola - Balanza de ± 0.1 g de sensibilidad - Mallas - Espátula	2 horas

		No. 8 a No 16, 44 g No. 16 a la No.30, 57 g No.30 a No 50, 72 g No.50 a No. 100, 17 g total 190g. Homogeniza el material, Aplicando el Método B: fracciones individuales, No. 8 a No 16, 190 g No. 16 a la No.30, 190 g No.30 a No 50, 190 g Aplicando el Método C: granulometría natural o como se recibe, obtiene una porción de 190 g. Vierte el material en el embudo y coloca un dedo para cubrir el orificio y no se tire el material, acomoda el material con la espátula, retira el dedo y deje caer el material en el recipiente cilíndrico, con ayuda de una espátula retira el excedente de una sola pasada, limpia con una brocha toda la materia contenido en la base del cilindro, posteriormente pesa. Calcula el promedio de las dos determinaciones de vacíos del agregado. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados,		
--	--	---	--	--

		reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.		
7	Determinar la consistencia de los cementos asfálticos, mediante el uso del Viscosímetro rotacional Brookfield, para determinar las características de mezclado y compactación, además, garantizar que su manejabilidad y bombeo. fomentando el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de viscosidad rotacional Brookfield de cementos asfálticos. El estudiante determina la consistencia de los cementos asfálticos. Prepara el equipo, selecciona el rotor adecuado y se coloca en la cámara de prueba. Precalienta el equipo hasta la temperatura de prueba. Retira la cámara y vierte el asfalto, regresa la cámara de prueba al contenedor térmico. Ajusta el rotor, deja reposar durante 15 min, activa el funcionamiento del viscosímetro de 12 a 20 rpm, en función del tipo de viscosímetro. Registra tres lecturas a intervalos de 60 s, cuando la lectura del aparato esta entre 2 y 98 unidades.	- Viscosímetro rotacional Brookfield. - Horno - Pinzas - Computadora - Asfalto	3 horas
8	Determinar la penetración de materiales asfálticos, semisólidos o sólidos, mediante el uso del penetrómetro, para determinar la consistencia de los materiales asfálticos, fomentando el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de penetración de materiales asfálticos. El estudiante determina la penetración de materiales asfálticos. Funde el asfalto y llena dos cápsulas, deja enfriar bajo condiciones ambientales. Sumerge las muestras en baño de agua. La penetración se mide por medio del	- Penetrómetro - Aguja de acero - Cápsula - Baño de agua - Horno - Cronometro - Vaso de aluminio de 500cm³ - Termómetro - Asfalto	3 horas

		penetro metro empleando una aguja estándar que se aplica a la muestra, bajo condiciones normalizadas de temperatura, carga y tiempo. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.		
9	Determinar el punto de inflamación de materiales asfálticos, mediante el uso de la copa TAG, para eliminar los peligros de incendio durante el calentamiento y manipulación de los mismos, fomentado el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de determinación del punto de inflamación de materiales asfálticos. El estudiante determina el punto de inflamación con la copa TAG. Tomar 50 ml de la muestra, vierte en la copa hasta el nivel indicado, enciende la llama de prueba, introduce la fuente de ignición en el espacio de la copa y levanta nuevamente, repite sucesivamente con calentamientos graduales hasta ver la inflamación nítida en el interior de la copa. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y	- Equipo de Copa tag - Gas - Encendedor - Cronometro - Termómetro - Asfalto	4 horas

		referencia bibliográfica.		
10	Determinar el contenido óptimo de asfalto, mediante la elaboración de probetas de mezclas asfálticas, para la fabricación de mezclas asfálticas que se empleen como capa de rodamiento, fomentando el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo con las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de contenido óptimo de asfalto. El alumno elabora una serie probetas de mezclas asfálticas. Usa la cantidad necesaria de material pétreo para que el espécimen tenga una altura aproximada de 63.5 mm, aproximadamente de 1100 a 1200 g, de material pétreo. Usa diferentes contenidos de asfalto. Prepara mezclas por triplicado. Para lo cual, calienta el agregado pétreo y asfalto de acuerdo a la gráfica viscosidad-temperatura para mezclado y compactación. Coloca el molde con su collarín (previamente caliente), en el fondo coloca papel filtro circular, vacía dentro del molde la mezcla asfáltica elaborada y acomoda con la espátula, previamente caliente, por tercios introduciéndola 25 veces en el primer tercio y así sucesivamente hasta completar la totalidad de la mezcla. Por último, acomoda otro papel filtro circular. Acomoda sobre el pedestal de compactación y ajusta el dispositivo de este que sostiene el molde. Aplica 50 golpes o 75 golpes, con la pesa deslizante del pisón de	- Moldes metálicos para compactación - Extensión o collarín y una placa de base. - Pedestal de compactación - Martillo de compactación - Máquina prueba Marshall - Extensómetro - Dispositivo para extraer los especímenes del molde. - Mezclador mecánico, con tazones de dos (2) litros de capacidad como mínimo y agitadores de espátula. - Baño de agua o tanque de saturación con control termostático que mantenga una temperatura entre 20-80 °C. - Acondicionador ambiental para mantener la temperatura 25 °C. - Horno con temperatura controlable hasta 200 °C. - Parrilla eléctrica - Balanza de 2 kg de capacidad y de 0.1 g de sensibilidad. - Balanza de 20 kg de capacidad y sensibilidad de 1 g. - Termómetro con cubierta	4 horas

		compactación (previamente caliente), en función de lo que especifique el proyecto para el tipo de tránsito considerado. Una vez aplicado el número de golpes de compactación establecido libera el molde de la sujeción y remueve el collarín, invierte el molde conteniendo el espécimen y ajusta sobre la placa de la base, vuelve a colocar el collarín y el dispositivo que sostiene el molde y enseguida aplica en la otra cara del espécimen el mismo número de golpes que en la cara previamente mencionada. Deja enfriar el espécimen en el molde el tiempo necesario para ser sustraído y no sufra deformaciones. Después de 24 h en reposo, determina y registra el promedio de la altura y peso volumétrico de cada espécimen. A continuación, sumerge los especímenes en el baño de agua a una temperatura de 60 °C durante un lapso de 30 a 40 min, la estabilidad y flujo iniciará a los 30 min de inmersión, para lo cual, extraerá cada espécimen del baño de agua, secará y probará el último a los 40 min de haber sido introducido en el baño de agua. Elimina la humedad superficial del	de metal para registrar temperaturas de 10 a 200 °C. - Termómetro para el baño de agua que registre temperaturas de 20 a 70 °C. - Calibrador tipo máuser, con aproximación de 0.1 mm. - Equipo de uso general (charolas, cucharas de albañil, cucharones, espátulas, pinzas para vasos, guantes de hule y guantes de asbesto). - Estearato de zinc, parafina, crayones. - Papel filtro de forma circular con diámetro ligeramente menor que el molde de compactación	
--	--	--	---	--

		espécimen, coloca sobre la mordaza Marshall, instala sobre la varilla guía el extensómetro para medir el flujo, ajusta a cero su carátula y durante la aplicación de la carga se sujeta por el casquillo, oprimiéndolo contra la mordaza. Aplica carga a una velocidad constante, hasta que se presenta la carga máxima y dicha carga es la estabilidad Marshall, anota y registra en kg. Verifica cada espécimen de estudio. Realiza los cálculos necesarios y elabora las gráficas de contenido de asfalto – peso volumétrico, contenido de asfalto-% de vacíos de la mezcla, contenido de asfalto - % de vacíos del material pétreo, contenido de asfalto- estabilidad y contenido de asfalto – flujo. De cada grafica define cual es el contenido de asfalto que mejor satisface los requisitos de proyecto para cada una de las características que se graficaron y promedia dichos contenidos. De esta manera determina el contenido óptimo de asfalto. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y		
--	--	---	--	--

		equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.		
11	Determinar el desprendimiento por fricción en materiales pétreos, mediante la agitación mecánica o manual de frascos que contienen muestras de mezclas asfálticas en inmersión, para evaluar su estado físico y determinar la pérdida de la película asfáltica, fomentando el trabajo en equipo con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de pérdida de la película asfáltica en los materiales pétreos. El alumno con los materiales previamente calentados, prepara 6 porciones de 500 g cada una aproximadamente de las siguientes mallas No. $\frac{1}{2}$", $\frac{1}{4}$", No. 4 y No. 40 e incorpora el producto asfáltico dentro de la charola que las contienen, la cantidad va a depender a la porción que corresponda. Porción 1 y 20 contenido óptimo más 0.5% de la masa del material pétreo. Porción 3 y 4 contenido óptimo. Porción 5 y 6 contenido óptimo menos 0.5 % de la masa del material pétreo. Mezcla con la cuchara de albañil, a $135 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Finalizada la homogenización, de cada porción toma 2 fracciones para prueba, aproximadamente 50 g cada una Deja enfriar, después coloca las fracciones de prueba en frascos de vidrio y agrega cada una 200 cm³ de agua pura o destilada a 25 °C, tapa y deja reposar 24 h. Transcurrido dicho tiempo observa si no se ha producido algún desprendimiento	- Frascos de vidrio de 500 cm³ - Balanza capacidad de 1000 g y aproximadamente de 0.1 g - Juego de mallas No. $\frac{1}{2}$", $\frac{1}{4}$", No. 4 y No. 40 - Agitador mecánico - Horno capacidad de 20dm³ - Termómetro, calibrado, rango de 0 a 150 °C y aproximación de 1 °C. - Vasos cilíndricos de aluminio - Cuchara de albañil - Cucharon de acero galvanizado - Charolas de aluminio galvanizada - Cemento asfáltico.	3 horas

		apreciable de la película de asfalto en alguno de los frascos, coloca los frascos en el agitador mecánico y los somete a 4 periodos consecutivos de agitación de 15 min cada uno o agitar su contenido vigorosamente con movimiento alternados de un lado a otro, en un espacio de 50 cm a razón de 60 ciclos por minuto, durante 3 periodos de 5 min cada uno. Reporta mediante evaluación visual la superficie en la que se ha desprendido el asfalto, con relación a la superficie total del agregado. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.		
12	Determinar el contenido de residuo o cemento asfáltico en las mezclas, mediante el uso del equipo Rótarex, para conocer la cantidad de cada uno de los materiales que componen la mezcla, fomentando el trabajo en equipo, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo con las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	El docente explica el procedimiento para realizar la práctica de contenido de residuo o cemento asfáltico. El alumno obtiene el contenido de cemento asfáltico de la mezcla ya elaborada, emplea el equipo Rótarex o extractor centrífugo. Calienta la mezcla para que sea desmenuzable y pesa 500 g, lo vierte en la taza del extractor. Agrega un disolvente que puede ser tetracloruro de carbono o gasolina, coloca un filtro y tapa de	- Equipo Rótarex - Balanza con capacidad de 1 kg con aproximación de 0.1 g - Cuchara chica - Charola de lamina - Parrilla o fuente de calor similar	3 horas

		manera segura, hace girar hasta que el disolvente haya salido por el orificio de descarga. Repite esta operación de lavado hasta que desaparezcan los residuos de asfalto (cuando el disolvente salga claro o limpio). Retira la tapadera y pone a secar la muestra ya sea en horno o estufa a fuego lento. Una vez seca obtiene su masa junto con el material fino adherido al papel filtro. Calcula el porcentaje de cemento o residuo asfáltico. Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.		
--	--	---	--	--

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre:

El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas de ingeniería a través del estudio de los pavimentos.

Estrategia de enseñanza (docente):

- Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos concernientes al diseño de pavimentos
- En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos
- Aplica dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios
- El maestro es un monitor y guía de estos
- En sesiones de laboratorio se llevará a cabo la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos de los temas vistos en clase
- Organiza grupos de trabajo para su desarrollo.
- Se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual y por equipos
- Realiza prácticas de laboratorio de temas vistos en clase

Estrategia de aprendizaje (alumno):

- A través del trabajo en equipo, sesiones de taller y prácticas de laboratorio, el alumno aplique los conceptos, en el estudio de un pavimento.
- Los reportes de práctica, serán elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas que, en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar los cálculos en materiales pétreos y asfaltos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 2 Exámenes escritos.....	30%
- Talleres.....	10%
- Prácticas de laboratorio.....	20%
- Evidencia de desempeño.....	40%
(Proyecto estructural de pavimentos)	
Total.....	100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Cal y Mayor, R. (2010). <i>Ingeniería de Transito</i>. México. Ed. AlfaOmega. [Clásica]. Chabot, A., Buttlar, W. G, Dave, E. V, Petit, C. y Tebaldi, G. (2016). <i>8th RILEM International Conference on Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements</i> [recurso electrónico]. Netherlands. Ed. Dordrecht : Springer. Crespo, C. (2011). <i>Vías de Comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos</i>. México. Ed. Limusa. [Clásica]. Dirección General de Servicios Técnicos. (2016). <i>Manual de Proyecto geométrico de Carreteras</i>. Ed. SCT. Olivera, F. (1996). <i>Estructuración de Vías Terrestres</i>. México Ed. Grupo Editorial Patria. [Clásica]. Rondon H. y Reyes F. A.(2016). <i>Pavimentos, Materiales, Construcción Y Diseños</i>. México: Editorial: Ecoe Ediciones	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (1995). <i>Pavimentos de concreto: diseño y construcción, juntas, sobrecarpetas, apertura rápida al tráfico</i>. México. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. [Clásica]. Martin, J. R. y Wallace, H. A. (1958). <i>Design and construction of asphalt pavements</i>. New York. Ed. Mc Graw Hill. [Clásica]. Normativa para la Infraestructura del Transporte https://normas.imt.mx/ Yoder, E. J. y Witczak, M.W. (1975). <i>Principles of pavement design</i>. New York. Ed. John Wiley. [Clásica].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en vías terrestres o área afín, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de vías terrestres y pavimentos, como docente en el área de Ingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.