

**PROGRAMA TEORICO-PRACTICO  
QUINTA EDICION DEL CURSO EVALUACION ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS  
CURSO-TALLER BASICO Y CURSO-TALLER AVANZADO**

**1. INTRODUCCION**

El diseño mecanístico de pavimentos es una materia que generalmente se omite en la malla curricular universitaria de la ingeniería civil, en la mayoría de los países de Latinoamérica, incluso a nivel de posgrado. Finalmente, cuando se diseña un pavimento todo se reduce al aprendizaje mecánico de un programa de cómputo, sin ningún contexto estructural de por medio. El empleo casi generalizado del método empírico AASHTO 1993 ha contribuido a dicha carencia. Por otro lado, el curso de Evaluación Estructural de Pavimentos que naturalmente debería ser complementario al de diseño, no existe como curso universitario en ningún nivel, es decir, pregrado o posgrado.

Sin embargo, la dinámica de la vida profesional cada vez más exigente en el ámbito local, y más aún internacional, así como los retos de la globalización que propicia la interacción con profesionales de otros países, demanda que los ingenieros viales por propia iniciativa asuman la preparación adicional que requieren, para que por lo menos tengan un conocimiento básico sobre estos temas, que, sin haber formado parte del currículo de los estudios universitarios de ingeniería civil, comprenden indudablemente la tecnología práctica utilizada hoy en día en los proyectos viales.

Temas como, la tecnología para ligantes y mezclas asfálticas SUPERPAVE™, el diseño de mezclas y construcción de pavimentos con asfaltos modificados con polímeros, la evaluación estructural de pavimentos, mediante la medición y análisis de deflexiones, con diversos equipos y sus metodologías de análisis asociadas; la modelación mecanística o diseño incremental de pavimentos, el empleo de herramientas informáticas para la gestión de activos viales, etc., son algunas de las materias que en la actualidad deben conocer los profesionales, si es que desean ser parte del mercado laboral y mantener su vigencia profesional con un nivel competitivo favorable.

Por otro lado, los niveles directivos o las jefaturas de proyectos se encuentran en la necesidad de tomar decisiones como parte de su actividad gerencial diaria, para lo cual requieren por lo menos estar bien informados sobre los numerosos rubros técnicos que comprenden los proyectos, sin necesidad de ser especialistas, a fin de que estas decisiones sean tomadas en forma correcta y técnicamente sustentadas, ya que estas incidirán definitivamente en los resultados de su gestión y con ello en el éxito de los emprendimientos cuya dirección les ha sido encomendada.

**ESCUELA DE CAMINEROS** como centro de educación continua, tiene un programa de enseñanza para cada caso específico. Pensando en el ámbito Latinoamericano, pero sobre todo en la coyuntura de los ingenieros y profesionales viales que, debido a su actividad, viajan frecuentemente, residen en ciudades del interior o en campamentos de obras, ofrece los "cursos teórico-prácticos virtuales en tiempo real", a cargo de expositores/instructores de reconocida trayectoria profesional internacional, que son una respuesta a las necesidades planteadas previamente.

Para el caso de los profesionales en cargos gerenciales, de mayor responsabilidad y para quienes no existen horarios, se han diseñado la "capacitación personalizada en línea", sobre temas específicos de interés del participante, y en los horarios más convenientes a su elección. El servicio Premium es a medida, y a disponibilidad 24/7. Elaboramos programas especiales de capacitación individual, o de discusión técnica sobre casos de ingeniería práctica "a medida"; el profesional plantea su tema de interés, y se diseña la capacitación bajo condiciones estrictas de confidencialidad.

## 2. IMPORTANCIA

Por definición un pavimento es una estructura cuyos elementos son capas interdependientes, en donde los esfuerzos se transmiten a través de la superficie de contacto entre ellas, disipándose conforme se profundizan. Los esfuerzos a su vez generan deformaciones cuya magnitud depende de la resistencia o módulo de rigidez de los materiales de las mismas capas y de las subyacentes. Los elementos de la estructura se apoyan sobre el cimiento, que es el suelo de fundación.

Al ser un pavimento una estructura cuyos elementos son capas, el análisis estructural basado en la mecánica clásica, como por ejemplo el análisis de vigas mediante la hipótesis de Euler-Bernoulli, no es aplicable para la determinación de esfuerzos y deformaciones. Para tal fin se emplea la teoría de la elasticidad aplicada a modelos multicapa elástico-lineales, que en la actualidad viene implementada en programas de cálculo como Bisar 3.0, Elsym5, WinDepav (Alize III), etc., que se aplican para el diseño de pavimentos, es decir, la determinación de los espesores de las capas para determinadas propiedades mecánicas, que finalmente garanticen un óptimo desempeño a lo largo de un determinado periodo de servicio.

La evaluación estructural de pavimentos consiste, básicamente, en la determinación de la capacidad portante del sistema pavimento-subrasante que es parte de una infraestructura vial existente, en términos de los módulos de elasticidad de las capas. Esto se realiza durante el periodo constructivo para verificar que su performance cumple con lo estipulado en el diseño, por ejemplo, la capacidad de soporte de la subrasante, y finalmente cuando se concluye finalmente la construcción. Pero también en cualquier momento de la vida de servicio, para verificar los niveles de servicio, establecer intervenciones de mantenimiento, o para cuantificar las necesidades de refuerzo o recapado, al fin de su vida útil o cuando el pavimento va a cambiar de función.

Ante un problema de evaluación estructural, el Ingeniero Vial tradicionalmente ha recurrido a la perforación de calicatas, a la toma de muestras para su ensayo en el laboratorio, y al análisis de cada uno de sus componentes (materiales) por separado, para incorporarlos luego en el sistema (pavimento) y deducir acerca de las características estructurales del mismo.

Como una alternativa para la evaluación estructural se tienen las metodologías “no-destructivas” que se basan en la interpretación de deflexiones medidas en la superficie de un pavimento. Estas metodologías no se fundamentan en que la forma y dimensión de la curva de deflexiones encierran una valiosa información acerca de las características estructurales del pavimento y su subrasante. Para interpretar esta información en forma cuantitativa, se compara al pavimento-subrasante reales con un modelo matemático utilizando las deflexiones medidas para determinar los parámetros estructurales del sistema. Una vez determinados, estos parámetros estructurales, puede usarse como insumo para establecer las necesidades de refuerzo.

Podría decirse entonces que, en general, la evaluación estructural es un proceso de diseño inverso ya que utiliza la respuesta del sistema para establecer sus características estructurales, lo cual es conceptualmente opuesto a un proceso de diseño.

El desarrollo de soluciones para modelos matemáticos de pavimentos, la simpleza, rapidez y economía de las mediciones de deflexiones, el carácter no-destructivo de los ensayos, y la disponibilidad masiva de las computadoras, han contribuido a que las metodologías de evaluación estructural de pavimentos empiecen a cobrar auge hace ya 50 años, y que en un proceso de evolución y perfeccionamiento permanente continúen vigentes hasta la fecha.

### **3. TEMARIO**

#### **3.1. CURSO-TALLER BASICO**

Este curso ha sido diseñado para aprender desde los fundamentos más básicos, como son los conceptos de esfuerzos, deformaciones unitarias y deflexiones, así como la modelación mecánica para el cálculo de dichos parámetros, y su aplicación en el diseño de pavimentos.

Se explicará el método más simple para la medición de las deflexiones en la superficie del pavimento con la Viga Benkelman y el análisis de los datos con un método simple basado en los modelos de Hogg y Burmister, así como el concepto de espesor equivalente propuesto por Ullidtz-Odemark.

Se aprenderá con ejemplos prácticos a efectuar todos los cálculos que se deben efectuar, para la determinación de los valores de deflexiones y los módulos de las capas del sistema suelo-pavimento, y su aplicación para el control de calidad en la construcción de pavimentos, y para el diseño de refuerzo de pavimentos en servicio.

El temario que comprenderá el Curso-Taller Básico es:

- 1) Cronología sobre el desarrollo de la tecnología sobre la evaluación estructural de pavimentos.
- 2) Conceptos mecánicos para el diseño y evaluación estructural de pavimentos.
- 3) Evolución de los métodos deflectométricos para evaluación estructural.
- 4) Medición de deflexiones con Viga Benkelman (VB).
- 5) Métodos empíricos y racionales para evaluación estructural de pavimentos.
- 6) Aplicación de un método empírico para el cálculo del refuerzo de un pavimento.
- 7) Método de Hogg-Burmister para evaluación estructural de pavimentos.
- 8) Aplicación del método de Hogg-Burmister para el cálculo del refuerzo de un pavimento.
- 9) Método de Hogg simplificado para el cálculo del CBR de la subrasante y uso de aplicativo.
- 10) Trabajo práctico domiciliario sobre evaluación estructural de pavimentos con VB.

#### **3.2. CURSO-TALLER AVANZADO**

En este curso se tratará la evaluación estructural de pavimentos empleando el método de medición de deflexiones con el Deflectómetro de Impacto (FWD), los métodos para el cálculo de módulos de backcalculation y el forward calculation, sus ventajas y desventajas. Se pondrá énfasis en enseñar al participante el empleo de los resultados de la evaluación estructural en proyectos reales de rehabilitación y mantenimiento de pavimentos. Se darán nociones sobre los métodos más evolucionados para evaluación de pavimentos con mediciones con el Traffic Speed Deflectometer.

El temario que comprenderá el Curso-Taller avanzado es:

- 1) Recapitulación del alcance del curso básico y análisis del primer trabajo domiciliario.
- 2) Medición de deflexiones con deflectómetro de impacto (FWD).
- 3) Métodos de retrocálculo y cálculo directo para el análisis de deflexiones medidas con FWD.
- 4) Retrocálculo de módulos del pavimento con el programa ELMOD 6 de Dynatest.
- 5) Retrocálculo de módulos del pavimento con el programa MODULUS 6.1 del Texas TTI.
- 6) Cálculo del Número Estructural Efectivo (S<sub>Neff</sub>) con el método AASHTO 1993.
- 7) Cálculo del Número Estructural Efectivo (S<sub>Neff</sub>) con el método Yonapave.
- 8) Cálculo del espesor de refuerzo de un pavimento empleando el método Yonapave.
- 9) Introducción a la medición y análisis de deflexiones con el Traffic Speed Deflectometer (TSD).
- 10) Trabajo práctico domiciliario sobre evaluación estructural de pavimentos con FWD.

#### 4. METODOLOGIA

El programa sobre Evaluación Estructural de Pavimentos consta de 2 cursos-taller, uno básico y otro avanzado, cada uno de 15 horas de duración, considerando 12 horas lectivas de clases teórico-prácticas y 3 horas adicionales para desarrollo de un trabajo práctico a ser resuelto en casa u oficina. Si se toman los dos cursos se completaría un total de 30 horas de aprendizaje y entrenamiento.

Las clases teórico-prácticas, tanto para el curso-taller básico como para el curso-taller avanzado, serán dictados en forma virtual, en tiempo real, mediante la plataforma de comunicación de ZOOM. Una vez realizada la inscripción los participantes recibirán una dirección web a donde tendrán que entrar los días que se han programado para las clases, y que se indican abajo. El enlace para entrar a las clases se enviará en forma individual a cada uno de los participantes, el mismo día por la tarde.

La dirección web de Zoom es <https://zoom.us/es-es/meetings.html> , que se recomienda visitar previamente para familiarizarse con el sistema que es muy simple y está en español. También es recomendable que trate de usar una conexión a internet que tenga una velocidad de conexión igual o mayor a 10 Mbps. Usted puede verificar la velocidad de su conexión entrando a Internet y haciendo una prueba mediante el siguiente enlace: <https://www.speedtest.net/es> .

Al entrar a las sesiones, que están programadas, es posible que el sistema pida instalar un pequeño software de Zoom, lo cual se puede hacer sin ningún temor.

Ingrese a la clase y verifique la ubicación de los iconos del sonido (micrófono) y video (cámara), y que estén desactivados. También dispondrá de una ventana de Chat en donde podrá escribir sus mensajes o preguntas al expositor o al auditorio. Ubique la ventana de Chat y esté preparado. Una vez que tenga la primera experiencia de aprendizaje, las sucesivas les resultarán muy simples y amigables. Es posible que el profesor del curso indique que activen la cámara para verificar su asistencia.

#### 5. HORARIOS

El curso-taller básico se realizará los días 11-12-13 de Setiembre del 2024, en el horario de 6 a 9 p.m. (GMT-5) hora de Lima, Quito, Bogotá. Es decir, en cada uno de los días indicadas se realizarán sesiones de 3 horas de duración, online vía ZOOM. El día 14 de agosto el participante desarrollará un trabajo práctico domiciliario, que una vez terminado enviará por correo electrónico.

El curso-taller avanzado se realizará los días 18-19-20 de Setiembre del 2024, en el horario de 6 a 9 pm (GMT-5) hora de Lima, Quito, Bogotá. Es decir, en cada uno de los días indicados se realizarán sesiones de 3 horas de duración, online vía ZOOM. El día 21 de agosto el participante desarrollará un trabajo práctico domiciliario, que una vez terminado enviará por correo electrónico.

Los residentes de países diferentes a los indicados deben verificar la hora que les corresponde haciendo una búsqueda en Internet (Google). De existir la necesidad de algún cambio, en las fechas u horarios, que por motivos de fuerza mayor sea necesario, se comunicará previamente vía correo electrónico o a través de WhatsApp.

#### 6. COSTOS

Los costos de inscripción, expresados en Dólares de los EE. UU. son:

**Participación en el Curso-Taller básico:**

El costo regular por la inscripción en el curso-taller básico es US \$ 180.00.

**Participación en el Curso-Taller avanzado:**

El costo regular por la inscripción en el curso-taller avanzado es US\$ 180.00.

**Participación en el Curso-Taller básico y Curso-Taller avanzado:**

El costo regular por la inscripción en los dos cursos-taller es de US \$ 360.00, sin embargo, si se paga los dos cursos a la vez se aplicará un descuento de US \$60.00, por lo que se deberá cancelar solamente US \$ 300.00.

Para participar en el curso-taller avanzado será requisito llevar primero el curso-taller básico, o poseer conocimientos sobre el tema debidamente demostrado. No hay obligación de llevar los dos cursos, pero de no demostrar poseer conocimientos suficientes se deberá empezar por el curso-taller básico.

## **7. INSCRIPCIÓN Y PAGO**

La inscripción se realizará enviando el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN debidamente cumplimentado, que se puede descargar en la dirección: <https://bit.ly/46QjwpQ>. En el formulario se deberá consignar su correo electrónico, número de teléfono celular con código de país, y el número de transacción del pago efectuado. Verifique que la información es la correcta.

El pago se podrá efectuar de la siguiente manera:

**Perú: Pago mediante depósito en cuenta bancaria**

Ahorros dólares INTERBANK N° 041-341-720-1951  
Código Interbancario (CCI) N° 003-041-013417201951-12

**USA: Pago mediante transferencia a cuenta bancaria**

Bank of America N° 898011515220 – Código ABA o Routing Number 063000047  
o envío de dinero mediante:

Western Union: Depósito a Cuenta bancaria Bank of America N° 898011515220 – Código ABA o Routing Number 063000047

**Pago con tarjeta de crédito o débito mediante PayPal**

Pago por PayPal utilizando el siguiente enlace;

<https://www.paypal.com/paypalme/escueladecamineros>.

El participante debe tener cuenta en PayPal o utilizar la cuenta de PayPal de un tercero.

Si el participante no tiene cuenta PAYPAL, podrá abrir una cuenta en español mediante un procedimiento en muy simple, entrando a: <https://www.paypal.com/pe/webapps/mpp/home>. Se deberá emplear la opción “Compra y envía pagos en línea”.

Para pagar con PayPal solo se requiere contar con una tarjeta de crédito/débito VISA o MASTERCARD.

Para separar su cupo deberá enviar su constancia de pago a: [escueladecamineros@gmail.com](mailto:escueladecamineros@gmail.com)  
Solo se considerarán los primeros 20 participantes que envíen su CONSTANCIA DE PAGO, el envío del formulario solamente no garantiza su cupo en el taller.

## 8. INFORMES:

**Enviar correo electrónico a:** [escueladecamineros@gmail.com](mailto:escueladecamineros@gmail.com)

**Mensaje por WhatsApp:** +51 946 633 102 (Horas de oficina y solo mensajes de texto)

## 9. BENEFICIOS

- Derecho a participar en todas las sesiones programadas para los cursos y recibir el material gráfico del curso (presentaciones, separatas, hojas de cálculo, etc.).
- Se entregará un Certificado de Aprobación por haber llevado el curso-taller básico, de 15 horas de duración, previo envío de trabajo práctico domiciliario debidamente desarrollado.
- Se entregará un Certificado de Aprobación por haber llevado el curso-taller avanzado, de 15 horas de duración, previo envío de trabajo práctico domiciliario debidamente desarrollado.
- Se entregará un Certificado de Aprobación del curso completo, de 30 horas de duración, previa entrega de los dos trabajos prácticos correctamente desarrollados.
- Se entregarán Certificados de Asistencia para ambos cursos a los participantes que asistan a todas las clases y no cumplan con enviar los trabajos domiciliarios debidamente desarrollados.
- Los cursos califican como requisito para obtener posteriormente un Diploma de Especialista en Pavimentos, luego de completar otros cursos que serán publicados posteriormente, debiéndose completar un total de 120 horas.
- Asistencia pedagógica continua sobre los temas de los cursos, preguntas y respuestas, a través del correo electrónico, WhatsApp, Twitter, LinkedIn, Facebook, Messenger FB.
- Tutoría para el desarrollo de los trabajos prácticos domiciliarios, vía correo electrónico o WhatsApp.
- Asesoría permanente post-curso sobre la aplicación de las metodologías de evaluación estructural y la interpretación de sus resultados, vía correo electrónico o WhatsApp.
- Por política institucional no habrá grabación de clases, respetando la leyes de privacidad de la información personal. Sin embargo, si el participante desea reforzar sus conocimientos puede volver a asistir a las sesiones del curso básico o del curso avanzado, sin ningún costo adicional, y las veces que desee. Deberá inscribirse previamente como alumno libre.
- Los certificados se enviarán por correo electrónico en formato digital, en un lapso mínimo de 30 días luego de terminado el proceso de entrega de trabajos prácticos domiciliarios de ambos cursos y luego de la revisión de estos. Los certificados tienen que se elaborados, firmados e inscritos en el registro de certificados de la institución.

## 10. EXPOSITOR

### **Ing. Pablo del Aguila**

Estudios de Ingeniería Civil y Maestría en Ingeniería Vial. Estudios de Diplomado en Mecánica de Suelos y Pavimentos, y Diplomado en Ingeniería y Gestión Vial.

Profesor de la Maestría en Ingeniería Vial de la Universidad de Piura en Perú, y profesor invitado de universidades e instituciones educativas de Perú, Argentina, Bolivia y México. Expositor en congresos o invitado a dictar conferencias en Perú, Chile, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, México, República Dominicana, España. Autor de trabajos técnicos presentados y expuestos en congresos nacionales e internacionales por más de 30 años. Investigador, innovador y autor de métodos de cálculo para ingeniería de pavimentos.

Consultor Internacional especializado en Infraestructura de Transportes (Carreteras, Aeropuertos, Vías Urbanas, Concesiones Viales), experto en Ingeniería de Pavimentos y Materiales. Mas de 35 años de experiencia profesional en la especialidad, con participación en todas las fases de la gestión de más de 20,000 km de proyectos viales de primer orden, en la región Latinoamericana y el Caribe.

Consultor de empresas constructoras y consultoras de Latinoamérica y Europa. Consultor del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú-MTC, de la Fuerza Aérea del Perú-FAP, Agencia de Promoción de la Inversión Privada del Perú-PROINVERSION, Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público del Perú-OSITRAN, Servicio Nacional de Caminos de Bolivia-SNC, Chemonics International-USAID, Naciones Unidas (United Nations Office for Project Services-UNOPS), Banco Interamericano de Desarrollo-BID, entre otros.

Actualmente es CEO de la empresa **CAMINEROS CONSULTING ENGINEERS, LLC.**, en Florida, EE.UU., Presidente de la Fundación Camineros de las Américas y Director del Programa de Educación Continua y Capacitación Profesional “Escuela de Camineros”.

Mas información sobre el expositor: <https://www.linkedin.com/in/pmdelaguila/>

## 11. **ESCUELA DE CAMINEROS**

Es un programa educativo sin fines de lucro de la **Fundación Camineros de las Américas**, cuyas actividades empezaron en Internet hace 20 años, mediante la realización de webinars, mini-cursos y publicaciones técnicas gratuitos a través del portal **YAHOOGROUPS**, en donde en el 2004 empezó el Foro Técnico **GRUPO DE CAMINEROS**, red profesional pionera en las redes sociales, creado para la divulgación técnica y para la discusión e intercambio de temas sobre ingeniería vial y/o promoción de eventos educativos a través del correo electrónico; el grupo permaneció activo hasta la desaparición de dicha plataforma en el mes de enero del 2021. Actualmente el **GRUPO DE CAMINEROS** se ha renovado completamente gracias a las posibilidades audiovisuales que brinda **FACEBOOK GRUPOS**: <https://www.facebook.com/groups/398022701602597>, siendo la inscripción y participación totalmente gratuitas.

Con la metodología actual de educación y capacitación en línea, mediante el dictado de cursos virtuales vía internet, **Escuela de Camineros** acerca el conocimiento práctico al centro de labores, que para el caso de construcción de carreteras generalmente se encuentra en los lugares más recónditos, fuera de las ciudades, o en campamentos de obra, por lo que se incluye un servicio de asesoría y tutoría técnica gratuitos, vía internet, a todos los participantes de los cursos, y profesionales en general.

**ESCUELA DE CAMINEROS** combina la realización de cursos teórico-prácticos con la presentación de conferencias online (webinars) gratuitos, cursos presenciales, clínicas en la especialidad de pavimentos, publicación de artículos técnicos, manuales, aplicativos para smartphone (celulares), así como un canal para fines pedagógicos en YouTube. Por ser un programa educativo sin fines de lucro, también ofrece becas y descuentos en los eventos pagados.

La **Fundación Camineros de las Américas** y **Escuela de Camineros** tienen su sede principal en la ciudad de Weston, Estado de Florida, en los Estados Unidos.