

**JPI**  
INGENIERÍA  
INNOVACIÓN

CURSO

# PROGRAMANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

“La habilidad de programar nos permite ir más allá  
de las limitaciones de un software”

CON LA  
COLABORACIÓN DE:





# PROGRAMANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

El curso proporciona herramientas valiosas para programar línea por línea la solución de diversos problemas a través del método de elementos finitos. La programación comprende desde la generación sistematizada del mallado, la aplicación del método y hasta la visualización de resultados en Python. Los casos por desarrollar en el curso son: elementos unidimensionales, bidimensionales, tridimensionales, elementos tipo viga Timoshenko y Euler-Bernoulli, adicionalmente se presentará el análisis modal a partir de la matriz de rigidez y masa.

## DIRIGIDO A:

El curso está dirigido a estudiantes y profesionales de Ingeniería que deseen realizar sus propios códigos de programación para la solución de problemas ingenieriles aplicando el método de elementos finitos. Este curso es teórico - práctico por lo que solo es necesario tener nociones básicas del método de elementos finitos y programación.

## OBJETIVOS:

- Proporcionar herramientas útiles del lenguaje de programación Python para desarrollar algoritmos y códigos base para el desarrollo de códigos más complejos.
- Los participantes adquirirán conocimientos sobre la programación de algoritmos para la definición de funciones de forma de elementos finitos 1D y 2D.
- Definir la matriz de elementos finitos y ensamblarlo entre ellos usando matrices sparse para la solución de manera eficiente del método de elementos finitos.
- Brindar un flujo de trabajo mediante herramientas open source para realizar un análisis por elementos finitos en sus 3 etapas (pre, pro y post procesamiento).
- Desarrollar proyectos integrales en Python acorde al campo de aplicación de cada profesional.

## BENEFICIOS:

- Clases vía **ZOOM**
- Aula Virtual **POWERED BY OPEN edX**
- Uso de Hojas de Cálculo Smath Studio **S**
- Códigos desarrollados en Colab
- Generación de mallas con Gmsh
- Revisión de Proyectos



# PLAN DE ESTUDIOS

SEMANA 1

## INTRODUCCIÓN AL CURSO

- Presentación general del curso
- Introducción a la plataforma Colab.

## COMANDOS FUNDAMENTALES

- Sintaxis y atajos
- Variables
- Condiciones y bucles
- Diccionarios y Tuplas
- Manejos de archivos
- Funciones
- Librería Numpy y Scipy

## INTRODUCCIÓN AL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

- Presentación y alcance del método
- Método de parámetros indeterminados
- Ventajas y desventajas del MEF
- Ejemplos de aplicaciones del MEF
- Conceptos básicos
- Estructuras de un programa de elementos finitos

## FUNCIONES EN PYTHON PARA EL PRE-PROCESAMIENTO

- Funciones para la discretización
- Definición de Condiciones de Borde
- Creación de Matrices 'Sparse'
- Definición de Propiedades

SEMANA 2

## FORMULACIÓN DE ELEMENTOS UNIDIMENSIONALES

- Deformaciones y esfuerzos en un cuerpo unidimensional
- Ecuaciones de equilibrio en su forma fuerte
- Formulación débil de las ecuaciones gobernantes
- Discretización mediante funciones de forma
- Integración y solución del problema.

## PROGRAMACIÓN MEF PARA ELEMENTOS UNIDIMENSIONALES

- Discretización de una viga en 1D
- Definición de Funciones de Forma
- Matriz de Rigidez de un elemento
- Ensamble en la Matriz de Rigidez Global
- Análisis de Sensibilidad del mallado

SEMANA 3

## FORMULACIÓN DE ELEMENTOS BIDIMENSIONALES

- Deformaciones y esfuerzos
- Ecuaciones de equilibrio en su forma fuerte
- Formulación débil de las ecuaciones gobernantes
- Discretización mediante funciones de forma
- Integración numérica usando la cuadratura de Gauss

## PROGRAMACIÓN MEF PARA ELEMENTOS BIDIMENSIONALES

- Discretización de una viga en 2D
- Definición de Funciones de Forma
- Matriz de Rigidez de un elemento
- Ensamble en la Matriz de Rigidez Global
- Análisis de Sensibilidad del mallado

SEMANA 4



# PLAN DE ESTUDIOS

SEMANA 5

## APLICACIONES DEL MEF EN 2D

- Análisis de un cuerpo con 2 elementos Quad4
- Análisis de Asentamiento – Elementos Tri3
- Análisis de una llave metálica – Elementos Quad4
- Análisis de una placa metálica en tracción con Elementos Tri3 y Quad4

## EL MEF APLICADO A ELEMENTOS TIPO VIGA

- Cinemática y equilibrio de un elemento tipo viga
- Formulación del elemento viga de Timoshenko
- Formulación del elemento viga de Euler-Bernoulli

SEMANA 7

## ANÁLISIS MODAL MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

- Introducción a la formulación del MEF dinámico
- Definición de la matriz de rigidez
- Definición de la matriz de masa
- Obtención de modos de vibración

## FLUJO DE TRABAJO PARA EL MEF EN 3D

Creación de geometría 3D con Python  
Mallado en Gmsh  
Análisis de esfuerzo deformación tridimensional con PAMEF  
Visualización de resultados con PyVista y ParaView Glance.

### EVALUACIÓN PARCIAL

## PROGRAMACIÓN MEF PARA ELEMENTOS TIPO VIGA

- Funciones de Forma del elemento viga Euler-Bernoulli
- Funciones de Forma del elemento viga Timoshenko
- Matriz de Rigidez de un elemento
- Ensamble en la matriz de Rigidez global
- Análisis de Sensibilidad del mallado

### ASIGNACIÓN DE PROYECTO FINAL

## OBTENCIÓN DE MODOS DE VIBRACIÓN EN PYTHON

- Matriz de masa de elementos unidimensionales
- Matriz de masa de elementos bidimensionales
- Matriz de masa de elementos tipo viga
- Ensamble en la matriz de Masa global
- Estimación de Modos y Frecuencias

### CONSULTAS SOBRE EL PROYECTO FINAL

SEMANA 6

**SEMANA 8** Entrega y Revisión de Proyecto Final  
Presentación de aplicaciones de elementos finitos desarrollados.

\*MEF: Método de Elementos Finitos

## CALIFICACIÓN

PRÁCTICAS	:	30
EVALUACIÓN PARCIAL	:	30
PROYECTO FINAL	:	40
PUNTAJE TOTAL	:	100

## CERTIFICADO

El certificado se emite al haber aprobado con un puntaje mínimo de 70 y un porcentaje de asistencia mayor al 50% de las clases virtuales. Se otorga al participante que lo requiera y firmado por el Ingeniero que realiza el curso.

# DOCENTES

## Ing. Julian Palacios

Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y maestrando en la Universidad de Tokio, actualmente asistente de investigación en el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID). Cuenta con experiencia en Simulaciones Numéricas en caso de Sismo y Tsunami, Análisis Dinámico de Estructuras, Monitoreo de la salud estructural, programación en Paralelo y elaboración de Aplicaciones. Además, ha publicado y fue ponente en el Simposio Internacional “Enhancement of Building Technologies for Resilient Cities”.



## B. Sc. Jorge Lulimachi

Bachiller en ciencias en ingeniería civil y maestrando en ciencias en ingeniería estructural de la Universidad Nacional de Ingeniería. Ha participado en proyectos de diseño sismorresistente y reforzamiento estructural en el Departamento de Ingeniería Sísmica del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID). Experiencia en el desarrollo de aplicaciones de diseño para ingeniería estructural y codificación con enfoque de investigación en dinámica estructural y aislamiento sísmico de edificaciones.



## Humberto Rojas

Egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, actualmente está desarrollando investigación en el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID). Forma parte de los grupos estudiantiles Gadest y GeoGroup en el área de proyectos de estructuras y geotecnia respectivamente. Cuenta con experiencia en el desarrollo de aplicaciones de escritorio y web para la optimización de procesos aplicados al modelamiento numérico, monitoreo de instrumentación geotécnica, análisis y diseño estructural.



# INFORMACIÓN GENERAL

Inicio de clases	11 de Febrero
Duración	60 horas durante 8 semanas
Clases Zoom	Sábado de 6pm a 8pm
Clases Asincrónicas	5 horas semanales en JPI-online
Inversión	- Público general: S/ 450 - Estudiantes: S/ 300 - Ex alumnos JPI: S/ 300
Plataforma	<b>Zoom</b>
Vacantes	40

## DESCUENTO

Descuento por pronto pago: 10% de la Inversión.

Cuando se realiza antes de sábado 28 de enero.

\*No aplica a los convenios que ya existen con JPI.

## PROCESO DE INSCRIPCIÓN

01 Realizar el depósito o transferencia de S/ 450 a la cuenta:

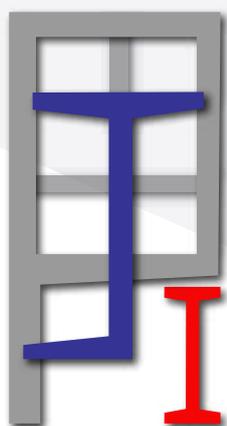
**BCP** N° Cuenta BCP: 19302432472041  
N° Cuenta Interbancaria: 00219310243247204115  
\*Depósitos en provincia tendrán que adicionar S/ 9.00 por comisión BCP.

**BBVA** N° Cuenta BBVA: 0011-0284-0200536806  
N° Cuenta Interbancaria: 011-284-000200536806-79  
\*Depósitos en provincia tendrán que adicionar S/ 7.50 por comisión BBVA.

02 Llenar el **Formulario de Inscripción**

03 Adjuntar una imagen que permita visualizar el pago realizado.

04 Recibir un mensaje de confirmación del correo [admin@jpi-ingenieria.com](mailto:admin@jpi-ingenieria.com)



**JPI**  
INGENIERÍA  
INNOVACIÓN



JPI. INGENIERIA. INNOVACION



935 883 929  
935 625 036

[jpi-ingenieria.com](http://jpi-ingenieria.com)



CON LA  
COLABORACIÓN DE:

