

**JPI**  
INGENIERÍA  
INNOVACIÓN

CURSO

# PROGRAMANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS EN 3D

“El lenguaje es el vestido de los pensamientos”  
Samuel Johnson.

CON LA  
COLABORACIÓN DE:



POWERED BY  
**OPEN**edX®



# PROGRAMANDO EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS EN 3D

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: análisis usando elementos unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales. Finalmente, se desarrollarán aplicaciones de modelos numéricos 3D usando el software "gQuake", el cual utiliza eficientemente los recursos computacionales en la nube.

## 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, 2D y 3D.
- Definir la matriz de elementos finitos y ensamblarlo entre ellos usando matrices dispersas 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).
- Utilizar un software especializado para realizar simulaciones numéricas 3D de acuerdo al campo de aplicación de cada profesional.

## BENEFICIOS:

- Clases vía **ZOOM**
- Aula Virtual **OPENedX**
- Uso de Hojas de Cálculo en Excel y Smath Studio
- Códigos desarrollados en Colab
- Generación de mallas con Gmsh
- Uso de software gQuake en la nube



# 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
- Métodos de parámetros indeterminados
- Ventajas y desventajas del MEF
- Ejemplos de aplicaciones del MEF
- Conceptos básicos
- Estructura de un programa de elementos finitos

## FUNCIONES EN PYTHON PARA EL PRE-PROCESAMIENTO

- Funciones para la discretización
- Definición de Condiciones de Borte
- Creación de Matrices Dispersas
- Definición de Propiedades

SEMANA 2

SEMANA 3

## FORMULACIÓN DE ELEMENTOS UNIDIMENSIONALES

- Descripción de un problema de elasticidad 1D
- 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 Funciones de Forma
- Matriz de Rigidez de un elemento
- Ensamble en la Matriz de Rigidez Global
- Análisis de Sensibilidad del mallado

SEMANA 4

## FORMULACIÓN DE ELEMENTOS BIDIMENSIONALES

- Descripción de un problema de elasticidad 2D
- 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
- Obtención de desplazamientos y esfuerzos

## PROGRAMACIÓN MEF PARA ELEMENTOS BIDIMENSIONALES

- Discretización 2D con el método Delaunay
- Definición Funciones de Forma
- Matriz de Rigidez de un elemento
- Ensamble en la Matriz de Rigidez Global
- Solución del sistema y Análisis de convergencia
- Interpretación de deformaciones y esfuerzos

## EVALUACIÓN PARCIAL



# 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

## INTRODUCCION Y APLICACIONES DEL MEF EN 3D

- Tendencias en la simulación numérica 3D
- Uso del software gQuake en la nube
- Creación de geometría 3D con Python
- Discretización en Gmsh
- Visualización del modelo numérico 3D en Paraview

### EVALUACIÓN PARCIAL

## FORMULACIÓN DE ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES

- Descripción de un problema de elasticidad 3D
- 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
- Obtención de desplazamientos y esfuerzos

## PROGRAMACIÓN MEF PARA ELEMENTOS TRIDIMENSIONALES

- Discretización 3D con el método de Delaunay
- Definición de Funciones de Forma
- Matriz de Rígidez de un elemento
- Ensamble en la Matriz de Rígidez Global
- Solución del sistema y Análisis de convergencia
- Interpretación de deformaciones y esfuerzos

SEMANA 6

## SEMANA 7 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

• • •

## Mag. Ing. Julian Palacios

Máster en Ingeniería otorgado por la Universidad de Tokyo (UTokyo) e Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Se especializó en Computación de Alto Rendimiento para simulaciones sísmicas de gran escala. Actualmente es asistente de investigación en el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID-UNI). Cuenta con experiencia en Simulaciones Numéricas en caso de Sismo/Tsunami mediante la programación paralela en CPU/GPU. Además, tiene experiencia en el Monitoreo de la Salud estructural, sistematización de Procesos y elaboración de Software.



## 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.

# INFORMACIÓN GENERAL

• • • •

Inicio	10 de Febrero
Duración	60 horas durante 07 semanas (publicadas en el aula virtual JPI-online)
Clases vía Zoom	Sábados (3 - 5pm) <b>zoom</b>
Inversión	- Público en general : S/ 480 - Estudiantes : S/ 360 - Ex alumnos JPI : S/ 360
Vacantes	40

## DESCUENTO

Descuento por pronto pago: 10% de la Inversión  
Cuando se realiza antes del 21 de enero.

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

## PROCESO DE INSCRIPCIÓN

01



Realizar el depósito o transferencia de S/ 480 a la cuenta:  
Nº Cuenta BCP: 193-02432472-0-41  
Nº Cuenta Interbancaria: 002-219310243247204115  
\*Depósitos en provincia tendrán que adicionar S/ 9.00 por comisión BCP.



Nº Cuenta BBVA: 0011-0284-0200536806  
Nº Cuenta Interbancaria: 011-284-000200536806-79  
\*Depósitos en provincia tendrán que adicionar S/ 7.50 por comisión BBVA.



Enlace de Paypal



02

Llenar el **Formulario de Inscripción**

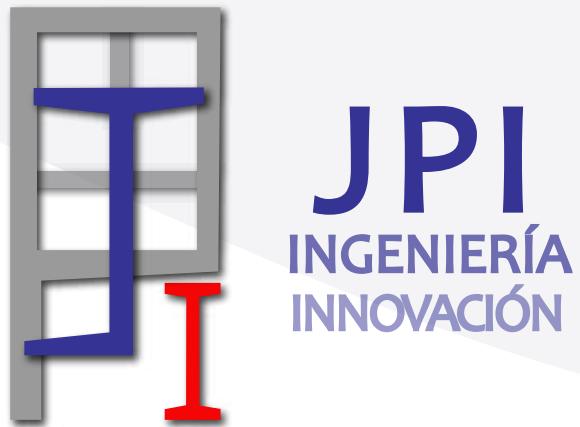


03

Adjuntar una imagen que permita visualizar el pago realizado.

04

Recibir un mensaje de confirmación del correo  
admin@jpi-ingenieria.com



JPI.INGENIERIA.INNOVACION



935 883 929  
935 625 036

jpi-ingenieria.com



CON LA  
COLABORACION DE:



POWERED BY  
**OPEN** **edX**®