

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente

2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	202300256633
Título	Generación de una propuesta para un trabajo sobre El Método de los Elementos Finitos. Programación y fundamentos
Responsable	Alberto Solís Fajardo

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Revisión del material de la asignatura correspondiente al tema de elementos finitos
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> • Redactar el tema de elementos finitos de las asignaturas, tratando de darle una estructura que facilite el trabajo de programación, ordenando las ideas de una manera que corresponda con la lógica a la hora de programar el código que se demanda en el trabajo. • Introducir diferentes elementos de discretización.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Todas las actividades previstas en el objetivo fueron realizadas. Se ha elaborado un documento de 22 páginas, que contiene un capítulo denominado: 'El Método de los Elementos Finitos para elasticidad plana' que contiene seis secciones ordenadas de manera secuencial para facilitar el estudio del método descrito.</p> <p>Dicha secuencia sigue el orden lógico de las diferentes partes que debe tener un código de elementos finitos. A su vez, se describen tres elementos de discretización: elementos isoparamétricos de cuatro nodos, triangulares de tres nodos lineales y triangulares de seis nodos cuadráticos.</p> <p>También se ha elaborado una presentación para impartir en clase el tema correspondiente que sigue el guion establecido por el mencionado documento.</p>

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

Objetivo nº 2	Generación de un enunciado autocontenido
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Generar un enunciado autocontenido que describa las diferentes tareas a realizar, perfilando los diferentes ficheros que serán necesarios para implementar el programa que se pide.</i> • <i>Añadir todos los esquemas necesarios, que ordenen el flujo de información y la relación entre las variables de entrada y de salida.</i> • <i>Aportar plantillas que contengan la cabecera de cada subrutina, especificando las variables de entrada y de salida, dejando huecos en los sitios donde se quiera que el alumno aporte instrucciones relevantes. Se debe procurar que la aportación de cada alumno tenga una correspondencia directa con elementos del tema de teoría correspondiente, para facilitar el trabajo.</i> • <i>Especificar todos los entregables necesarios y formular las preguntas que el estudiante debe responder tras interpretar físicamente los resultados que se obtengan.</i>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Todas las actividades previstas en el objetivo fueron realizadas. Se ha elaborado un enunciado de 13 páginas que explica de manera autocontenida cómo abordar las tareas que permiten programar las diferentes partes de un código de elementos finitos.</i></p> <p><i>Se han añadido figuras y esquemas que permiten entender el flujo de información y la relación entre las variables de entrada y salida de cada función y se explica claramente el problema a resolver con el código que se elabore.</i></p> <p><i>El material de partida para el alumno consiste en una serie de plantillas que contienen las cabeceras de las funciones, especificando las variables de entrada y salida de cada una. El contenido a cumplimentar tiene una correspondencia directa con los elementos que se han explicado en el capítulo de teoría desarrollado en el objetivo primero.</i></p> <p><i>Se presenta una sección que expone claramente los entregables a desarrollar y las preguntas a responder por el alumno a la vista de los resultados obtenidos. Se expone la penalización a la calificación correspondiente por no entregar alguno/s de los elementos requeridos o no responder correctamente las preguntas. De esta manera, se pretende que el alumno pueda planificar la profundidad del trabajo que quiere realizar.</i></p>

Objetivo nº 3	Generación de un documento que contenga la solución analítica del estado tensional alrededor de un agujero circular practicado en una placa cuadrada sometida a un estado de tracción pura
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Generar un documento que contenga la citada solución analítica. Dicha exposición debe apoyarse en resultados conocidos por los estudiantes de Estructuras Aeronáuticas y Elementos Estructurales Aeronáuticos, pero también de la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales del curso anterior.</i> • <i>Dicho documento debe dar las claves para poder interpretar físicamente la solución que da el estado de tensión alrededor del agujero, y que se obtiene tras aplicar el algoritmo que se genere.</i>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Todas las actividades previstas en el objetivo fueron realizadas. Se ha elaborado un documento de 11 páginas titulado: 'Estado tensional alrededor de un agujero practicado en una placa indefinida' que contiene las claves para exponer la solución mencionada.</i></p> <p><i>Se ha hecho un esfuerzo por exponer el citado caso de manera que los elementos expuestos sirvan para efectuar el análisis físico de la solución del problema que se debe analizar con el código de elementos finitos que se haya elaborado.</i></p>
Objetivo nº 4	Generación de un fichero que contenga la malla
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Generar un código que contenga las coordenadas nodales del dominio a resolver y las conectividades elementales. También debe contener la numeración de los nodos del contorno. Dicho dominio corresponde con la citada placa cuadrada con un agujero central.</i> • <i>Además, debe generarse un fichero con la información de la malla y el contorno de un dominio diferente y cuyas dimensiones dependan de las cifras del DNI del estudiante. Este dominio debe analizarse con el código previamente validado mediante el problema anterior.</i>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p><i>Todas las actividades previstas en el objetivo fueron realizadas. Se ha generado el código que contiene las coordenadas nodales y las conectividades elementales. Además, se especifica en una matriz numérica aparte la numeración de los nodos del contorno.</i></p> <p><i>El código aportado puede ser copiado y pegado en el entregable del alumno directamente, para facilitar la realización del trabajo.</i></p>

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

Aunque el Método de los Elementos Finitos ya estaba incluido en el temario de las asignaturas Estructuras Aeronáuticas y Elementos Estructurales Aeronáuticos, la duración de dichas asignaturas y el resto de los contenidos hacían complicado recalcar la importancia de dicha herramienta en el desarrollo profesional de la vida del ingeniero.

Así, el Método de los Elementos Finitos se postula hoy día como una herramienta básica para acometer tareas que impliquen el cálculo de elementos estructurales, o la caracterización de elementos que tengan esa función, de las cuales el ingeniero actual es normalmente un usuario.

Sin embargo, la capacidad de hacer interpretaciones físicas de los resultados requiere de un conocimiento profundo del método expuesto que permita identificar errores de modelado, de aplicación de las condiciones de contorno, en la caracterización de los materiales, etc.

En ese sentido, todo el material generado en este proyecto de innovación ha supuesto un avance, no sólo en la docencia relacionada con El Método de los Elementos Finitos sino como material complementario de referencia más allá de la docencia de las asignaturas implicadas.

Durante el curso 23/24, algunos alumnos tutorizados por los responsables de este proyecto han utilizado el material como referencia para la elaboración de Trabajos de Fin de Grado versados en la aplicación del Método de los Elementos Finitos a diferentes problemas. Uno de estos alumnos ha sido el alumno becado en este proyecto.

Por todos estos motivos, los responsables de este proyecto de innovación docente se encuentran satisfechos con los resultados obtenidos.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

En este punto, no se han realizado encuestas a los alumnos. El motivo de esto es que la realización del trabajo de MEF que se propone es opcional, dentro de los requisitos exigidos para la superación de la asignatura. Por esta razón, la cantidad de alumnos que han realizado el trabajo no se considera suficiente para tener una muestra representativa.

Así, la realización de encuestas no estaba incluida en la propuesta del proyecto de innovación inicialmente, ni tampoco estaba estipulado en las bases de la convocatoria como un elemento obligatorio a ser incluido entre las actividades programadas. En consecuencia, se deja en blanco este apartado.

En cualquier caso, la comunicación verbal con los alumnos de la asignatura y desde el punto de vista de los responsables de este proyecto arroja resultados positivos en cuanto a la influencia del proyecto en la opinión de los alumnos.

Opinión de los alumnos al inicio del proyecto				
Número de alumnos matriculados:				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
En el caso de la participación de un profesor invitado				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
<i>En la primera quincena de septiembre de 2024 se programará en la ESI un seminario para presentar los resultados obtenidos con el proyecto. En dicho seminario, se presentarán tanto el guion como el tema de elementos finitos en su versión actualizada, así como el documento que desarrolla la solución que se usa como forma de validación. También se presentarán las principales conclusiones del proyecto.</i>
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
<i>Se ha celebrado un seminario durante la primera quincena de septiembre en donde se han dado a conocer las actividades realizadas. El material generado queda a disposición de profesores de otras asignaturas donde el Método de los Elementos Finitos quede dentro de los contenidos. Se adjunta el programa de la presentación de dicho seminario al final de este documento.</i>

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

Programa de la presentación:

1. Contexto de la realización del proyecto. Necesidad de ampliar los contenidos sobre el Método de los Elementos Finitos.
2. Características generales. Generación de materiales autocontenidos y anexos correspondientes.
3. Explicación sobre el capítulo de teoría y presentación asociada para docencia.
4. Explicación sobre enunciado del trabajo, plantilla asociada y condiciones de entrega.
5. Explicación sobre el documento con la solución analítica.
5. Justificación del trabajo del alumno colaborador.
6. Resultados en el aula y conclusiones.