

El flujo de agua a través de la sección de un canal de pendiente constante en estado estacionario viene determinado por la ecuación en 2D:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -\frac{g \sin(\alpha)}{\nu} \quad \text{en } \Omega \quad (1)$$

siendo α la pendiente del canal, g la aceleración de la gravedad, ν la viscosidad cinemática del fluido, $u(x, y)$ el campo de velocidades alcanzado y Ω el dominio que define la sección del canal.

Un ingeniero desea calcular el campo de velocidades y el caudal que pasa por una cuneta de geometría triangular y ángulo recto en su base, siendo a la altura o el semiancho de la cuneta (figura 1).

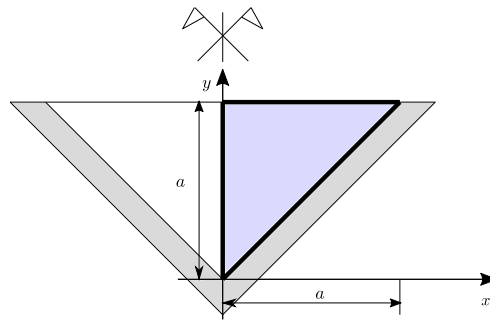


Figura 1: Discretización de la geometría.

De acuerdo con las condiciones geométricas y físicas del dominio son de aplicación las siguientes condiciones de contorno:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0; & \text{(Por simetría)} \\ \frac{\partial u}{\partial y} \Big|_{y=a} = 0; & \text{(Por condición de borde libre)} \\ u(x, y) = 0 & \text{en } y = x; \quad \text{(Por condición de pared)} \end{array} \right. \quad (2)$$

En estas condiciones y bajo las hipótesis establecidas, se pide:

1. Desarrollar completamente un modelo numérico mediante el método de diferencias finitas con aproximación de segundo orden tanto de la EDP como de las condiciones de contorno para este problema. El modelo debe ser específico para este problema y eficiente.
2. Resolver numérica y eficientemente mediante un programa de ordenador en lenguaje Fortran el modelo desarrollado en el apartado anterior para calcular el campo de velocidades.
3. Calcular numéricamente a partir del campo de velocidades del apartado anterior el caudal que transcurre por el canal.
4. Proponer una técnica numérica que permita obtener la altura a necesaria de canal para que circule por el mismo un caudal de fluido Q determinado. Se recomienda, para evitar problemas de escala en este apartado, o bien utilizar parámetros físicos y valores realistas para una cuneta o bien utilizar valores unitarios para Q y para $(g \sin(\alpha)/\nu)$.

FECHA LÍMITE DE ENTREGA:

- El día 14 de MAYO de 2026 para cualquiera de las dos oportunidades (Junio o Julio)

CONDICIONES DEL TRABAJO DE CURSO

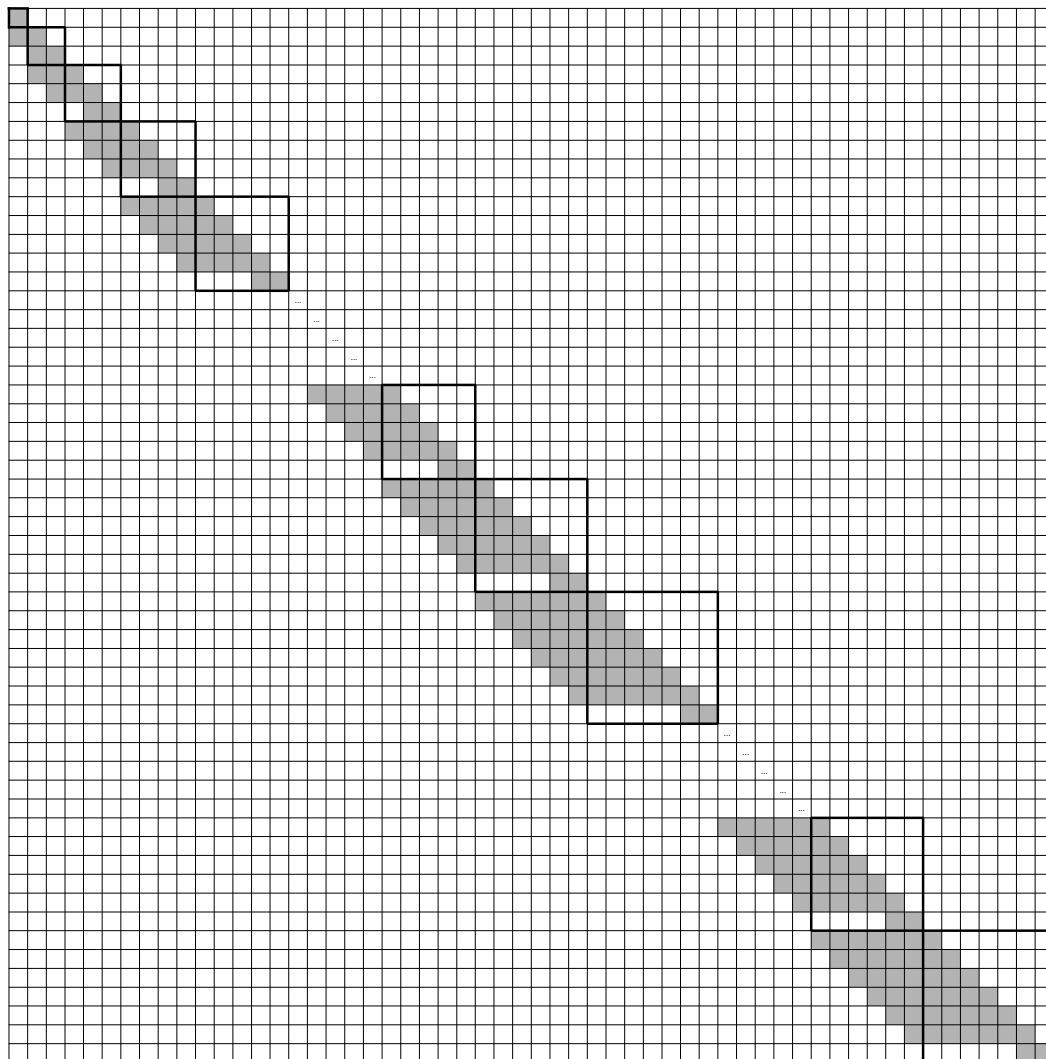
- a) El trabajo de curso estará formado obligatoriamente por un documento de memoria, el programa de ordenador en lenguaje Fortran con el que se realizan los cálculos y los ejemplos de aplicación.
- b) En el campus virtual de la asignatura se habilitará una tarea en la que el estudiante podrá cargar los archivos correspondientes. Cada estudiante creará dentro de esa tarea un directorio denominado “Memoria” en el que cargará el documento de la memoria del trabajo, un directorio denominado “Programa” en el que se incluirá únicamente el código fuente en Fortran y las subrutinas y archivos necesarios, y opcionalmente otro directorio denominado “Otros” en el que podrá cargar ejemplos, pruebas y material complementario que considere oportuno.
- c) Se entregará una copia de la memoria en formato papel a los profesores de la asignatura.
- d) Toda la documentación relativa al trabajo de curso deberá ser entregada en el plazo indicado.
- e) El estudiante debe ser capaz de explicar a solicitud de los profesores cualquier apartado del trabajo de curso que ha presentado, tanto de la memoria como del programa de ordenador.

CONDICIONES PARA LA MEMORIA

- a) La memoria estará escrita con un editor de textos que permita incluir figuras, tablas y fórmulas.
- b) La memoria debe contener:
 - Una portada con, al menos, un título, el nombre del autor, y la asignatura y curso académico.
 - Un índice de los distintos apartados que la constituyen.
 - La memoria deberá constar al menos de los siguientes apartados:
 - b.1) Definición del problema
 - b.2) Desarrollo completo y específico de la formulación numérica empleada (hipótesis, discretización, orden de los errores, tiempo de computación, etc.).
 - b.3) Análisis y/o explicación de los algoritmos numéricos utilizados para resolver el problema resultante (algoritmos utilizados, motivación, tiempo de computación, convergencia cuando proceda, etc.). Se recomienda añadir un diagrama de flujo del programa.
 - b.4) Ejemplos de aplicación e interpretación de resultados con un análisis de la influencia de los diferentes parámetros en el problema físico y numérico.
 - b.5) Conclusiones.
 - b.6) Apéndice con el código fuente completo desarrollado en lenguaje Fortran.
- c) La no inclusión en la memoria de alguno de estos apartados puede ser motivo de no aceptación del trabajo. En particular, será motivo de no aceptación si no se incorporan los apartados 2 y 4.

CONDICIONES PARA EL PROGRAMA DE ORDENADOR

- a) El programa tiene que ser original y realizarlo el propio estudiante.
- b) El programa tiene que estar diseñado de forma modular, es decir, existirá un programa principal desde el que serán llamadas las distintas subrutinas o funciones.
- c) El estudiante debe comprobar que los distintos módulos del programa funcionan correctamente.
- d) Tanto el programa principal como los módulos tienen que estar convenientemente comentados.
 - d.1) En cada módulo debe incluirse una breve descripción de lo que realiza esa parte.
 - d.2) Se recomienda definir el significado de las variables clave que intervienen en cada módulo.
 - d.3) Se recomienda dejar líneas en blanco para separar módulos y utilizar indentaciones para los distintos bloques de código (bucles do, instrucciones if, etc.)



$u(1,1)$	
$u(1,2)$	
$u(2,2)$	
$u(1,3)$	
$u(3,3)$	
$u(1,4)$	
$u(2,4)$	
$u(3,4)$	
$u(4,4)$	
$u(2,5)$	
$u(2,5)$	
$u(3,5)$	
$u(4,5)$	
$u(5,5)$	
...	
...	
...	
$u(1,j-1)$	
$u(2,j-1)$	
$u(1,j-1)$	
$u(1,j)$	
$u(2,j)$	
...	
$u(j-1,j)$	
$u(1,j+1)$	
$u(2,j+1)$	
...	
$u(j-1,j+1)$	
$u(j,j+1)$	
...	
...	
...	
$u(1,n-1)$	
$u(2,n-1)$	
$u(n-3,n-1)$	
$u(n-2,n)$	
$u(2,n)$	
$u(3,n)$	
...	
$u(n-2,n)$	
$u(n-1,n)$	
$u(n,n)$	

[illegible]