

## Tarea 01 CFD

### 1 Introducción

OpenFOAM es un poderoso paquete de software de código abierto ampliamente utilizado en la industria y la academia para resolver problemas de dinámica de fluidos computacional (CFD). En esta tarea, trabajará en un caso propuesto donde se le pedirá que modifique aspectos de la geometría y las condiciones de contorno para explorar diferentes escenarios.

#### 1.1 Objetivos

Los objetivos de esta tarea son los siguientes:

1. Familiarizarse con el entorno de trabajo de OpenFOAM.
2. Comparar resultados con lo obtenidos mediante Fluent.
3. Comprender los conceptos básicos de la simulación de fluidos utilizando un enfoque numérico.
4. Modificar la geometría y las condiciones de contorno de un caso propuesto en OpenFOAM.
5. Generar animaciones mediante paraview que muestren la evolución del flujo en el dominio de simulación.
6. Extraer gráficos relevantes para visualizar y comprender mejor el fenómeno en estudio.
7. Formular conclusiones basadas en los resultados de la simulación y la visualización de datos.

### 2 Caso de estudio

El caso propuesto se basa en el problema clásico de Stokes, el cual consiste en estudiar el flujo alrededor de una esfera de diámetro  $d$  en un dominio de dimensiones  $l \times h$ . La figura 1 muestra esquemáticamente las dimensiones del problema.

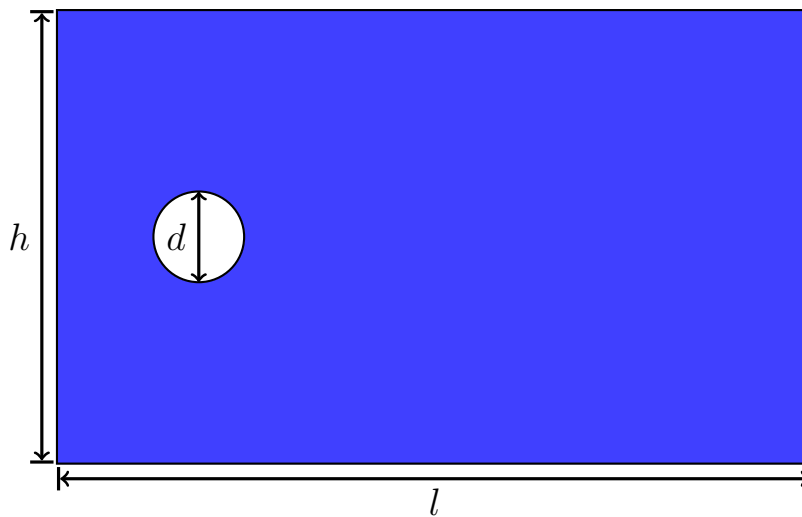


Figure 1: Geometría del caso.

Para descargar el caso en su equipo ejecute en consola el siguiente comando.

```
$ git clone https://www.github.com/miguelrosasvillalobos/tarea01_cfd
```



Dentro del caso se encontrara las siguientes carpetas y archivos.

### Estructura de Carpetas

```
tarea01_cfd/
├── 0/
│   ├── U Campo de velocidades iniciales
│   └── p Campo de presiones iniciales
├── constant/
│   └── transportProperties Propiedades del fluido
├── system/
│   ├── controlDict Archivo de configuración del solver
│   ├── fvSchemes Esquemas de discretización
│   ├── fvSolution Método de solución numérica
│   └── decomposeParDict Esquema de descomposición paralela
├── geometry.geo Geometría del caso en formato gmsh
└── README.md Archivo de información de GitHub
```

De estos archivos solo debe modificar U y/o p (condiciones de contorno), controlDict (tiempo de simulación y paso de tiempo) y geometry.geo (geometría).

Se recomienda consultar las siguientes enlaces:

- Condiciones de contorno  
<https://www.openfoam.com/documentation/user-guide/a-reference/a.4-standard-boundary-conditions>
- Tiempo de simulación y paso de tiempo  
<https://doc.cfd.direct/openfoam/user-guide-v11/controlDict>  
<https://www.openfoam.com/documentation/user-guide/6-solving/6.1-time-and-data-inputoutput-control>
- Geometría  
<https://gmsh.info/doc/texinfo/gmsh.html#t1>

Para el desarrollo de la tarea deberá tener especial cuidado con los siguientes números.

### Número de Reynolds en Fluidos

El **número de Reynolds** ( $Re$ ) se define como:

$$Re = \frac{U \cdot d}{\nu} \quad (1)$$

Donde:

- $U$  es la velocidad característica del flujo.
- $d$  es la longitud característica del problema (diámetro de la esfera en este caso).
- $\nu$  es la viscosidad cinemática del fluido.

El número de Reynolds es importante porque determina el régimen de flujo alrededor de la esfera. Para valores bajos de  $Re$ , el flujo es laminar y sigue patrones de flujo ordenados. Para valores altos de  $Re$ , el flujo es turbulento y se caracteriza por la presencia de vórtices y fluctuaciones en la velocidad.



### Número de Courant-Friedrichs-Lewy en Fluidos

El **número de Courant-Friedrichs-Lewy (CFL)** se define como:

$$CFL = \frac{U \cdot \Delta t}{\Delta x} \quad (2)$$

Donde:

- $U$  es la velocidad característica del flujo.
- $\Delta t$  es el paso de tiempo.
- $\Delta x$  es la distancia de discretización del problema.

El número CFL es importante para garantizar la estabilidad numérica de la simulación. Valores demasiado altos pueden conducir a inestabilidades numéricas, mientras que valores bajos pueden resultar en una convergencia lenta de la solución. Por lo general se suele acotar este número entre 0 y 1.

### 3 Entregables

Los estudiantes deberán presentar los siguientes entregables:

- **Breve informe:** Un informe breve que incluya la descripción de las modificaciones realizadas en la geometría y las condiciones de contorno, los resultados de las simulaciones y las conclusiones obtenidas. Poniendo énfasis en la comparación entre softwares.
- **Código modificado:** Los archivos de código modificados en OpenFOAM, incluyendo los cambios en la geometría y las condiciones de contorno.
- **Animación del flujo:** Una animación que muestre la evolución del flujo alrededor de la esfera para las diferentes configuraciones simuladas. La animación debe ser clara y fácil de entender, permitiendo visualizar los cambios en el flujo debido a las modificaciones realizadas.
- **Gráficos y resultados adicionales:** Gráficos que muestren los resultados de las simulaciones, como perfiles de velocidad, campos de presión y otros parámetros relevantes según decida. Estos gráficos deben estar correctamente etiquetados y presentados de manera clara.