



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
DEL DISEÑO



MODELADO CFD DE LA ATOMIZACIÓN DEL COMBUSTIBLE EN QUEMADORES DE TURBINAS DE GAS

Máster Universitario en Ingeniería
Aeronáutica

21 de julio de 2017

Autor: Agustín García Galindo

Índice

- Introducción y Objetivos
- Metodología
 - Descripción del caso
 - Modelado y Mallado
 - Implementación en Star CCM+
 - Fase continua
 - Flujo multifásico
- Resultados
 - Estudio de validación de la fase continua no reactiva
 - Estudio paramétrico de la fase continua no reactiva
 - Estudio del proceso de atomización
- Estimación del presupuesto
- Conclusiones

Introducción

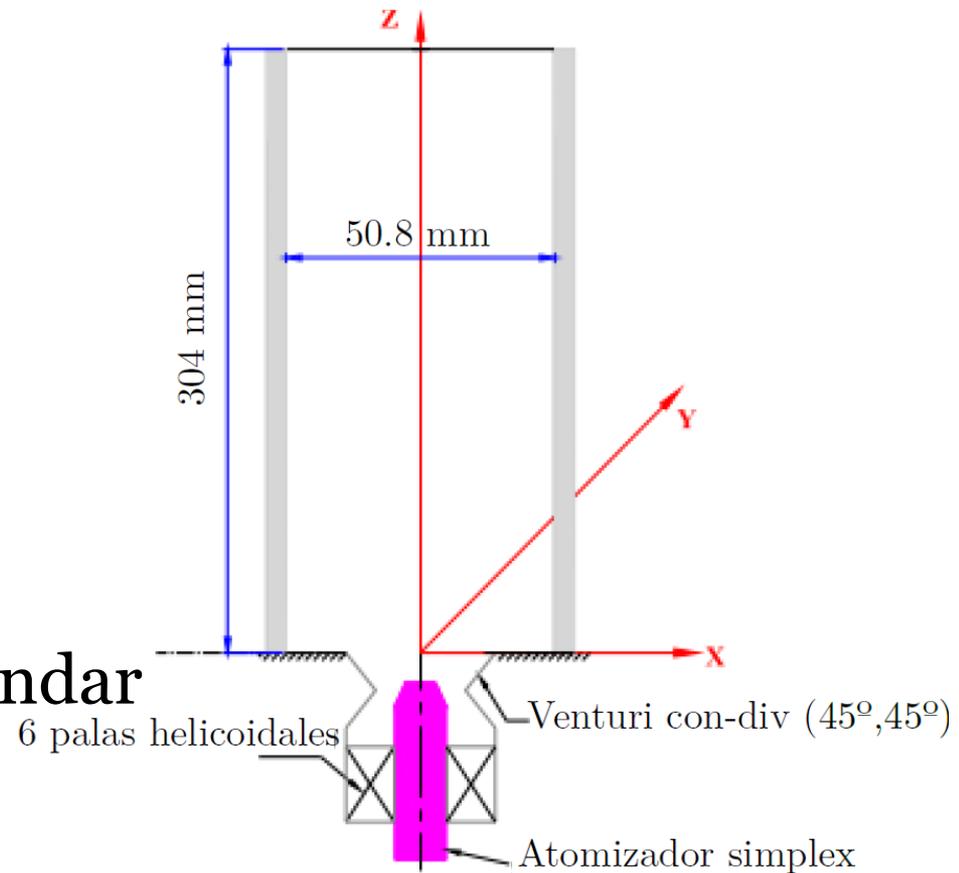
- Importancia de la atomización del combustible
 - Disminución de la emisión de NO_x
 - Disminución del consumo
- Patrón del flujo en una cámara de combustión
- Elementos de la cámara de combustión

Objetivos

- Validar código CFD para la fase continua no reactiva
 - Determinar tipología de malla adecuada
 - Comparativa 2D vs 3D
 - Análisis de los resultados
- Estudio paramétrico CFD de la fase continua no reactiva
 - Influencia del parámetro θ
 - Influencia del parámetro u_{Axial}
- Estudio del proceso de atomización
 - Diámetros característicos
 - Velocidades de las partículas

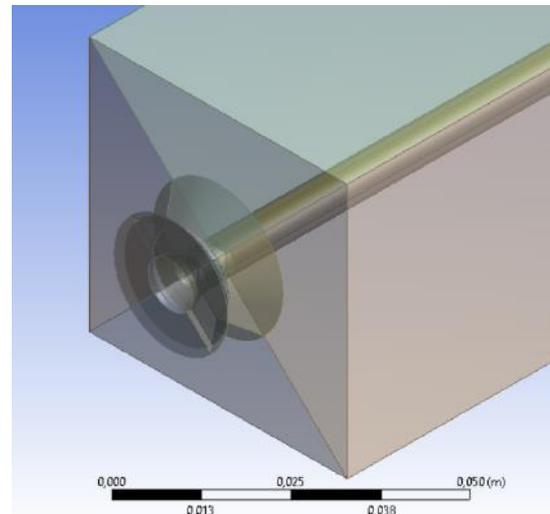
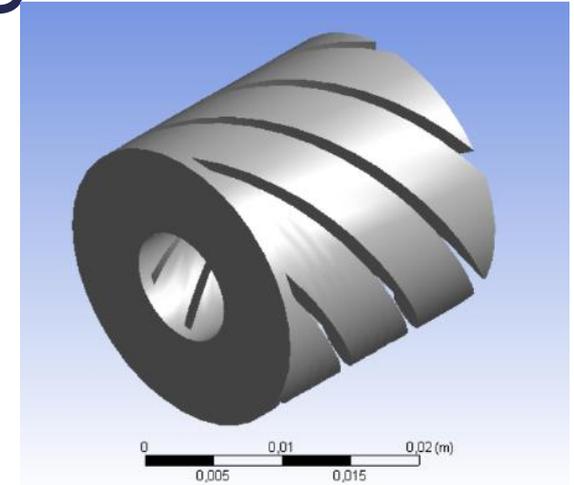
Metodología. Descripción del caso

- *Swirler axial*
 - $\theta=60^\circ$
 - Palas torsionadas
- Venturi Con-Div (45°)
- Inyector *simplex*
- Cámara de combustión
 - Sección cuadrada (50.8 x 50.8 mm)
 - Longitud: 304 mm
- Aire en condiciones estándar
 - $P_{atm}=101325$ Pa
 - $T=298$ K
 - $\dot{m}_{aire}=0.008134$ kg/s



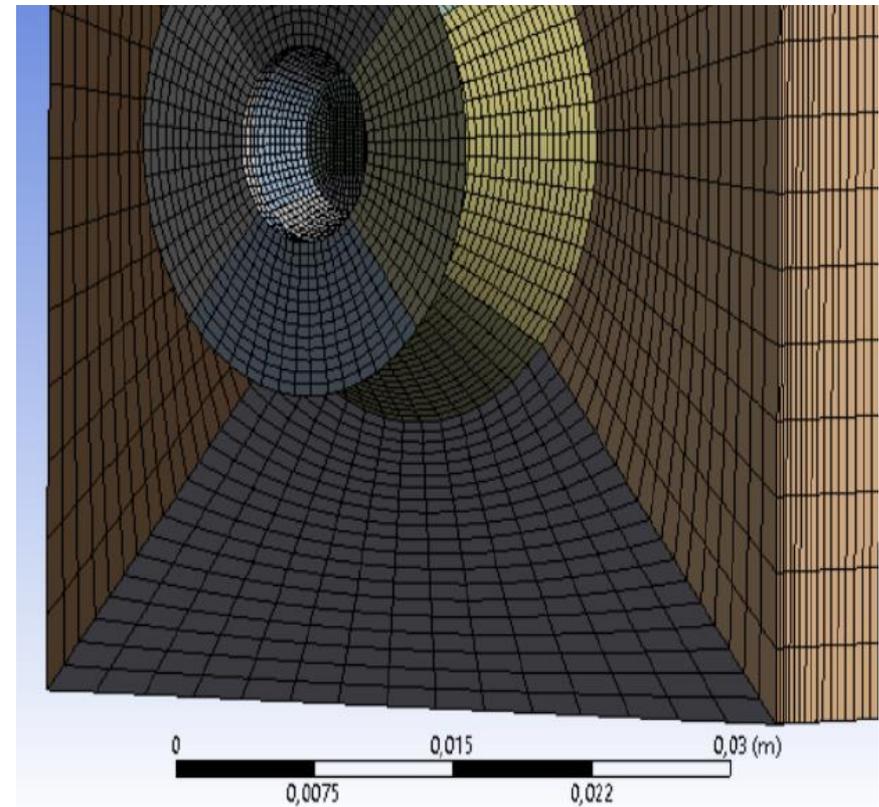
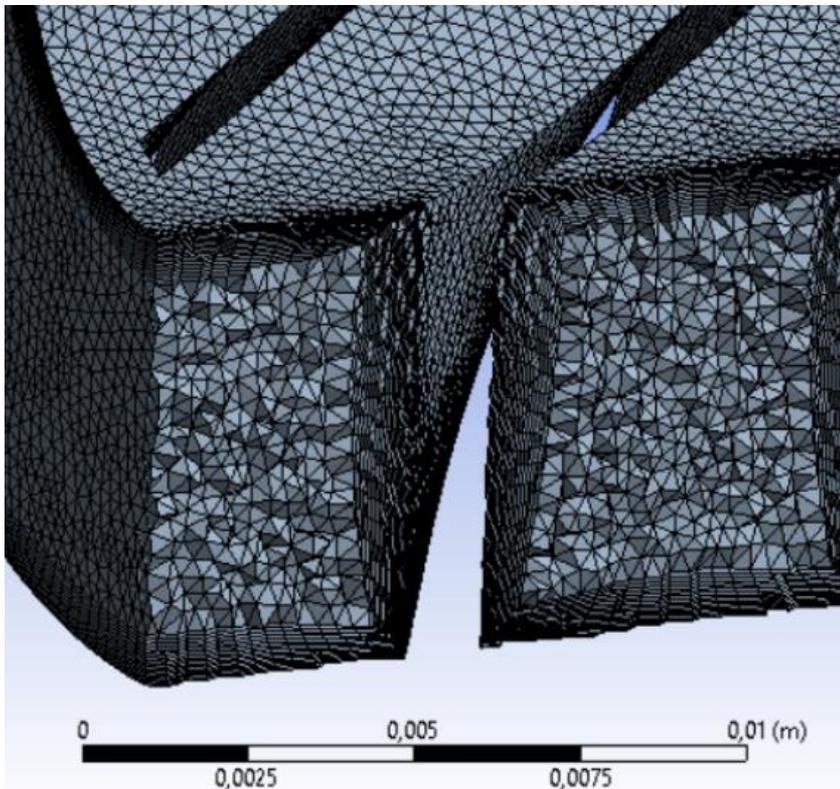
Metodología. Modelado y mallado

- Modelado 2D y 3D con ANSYS
 - Enfoques de alto y bajo Reynolds
- División del dominio computacional
- Preparación para el mallado estructurado
- Estudios de independencia de malla



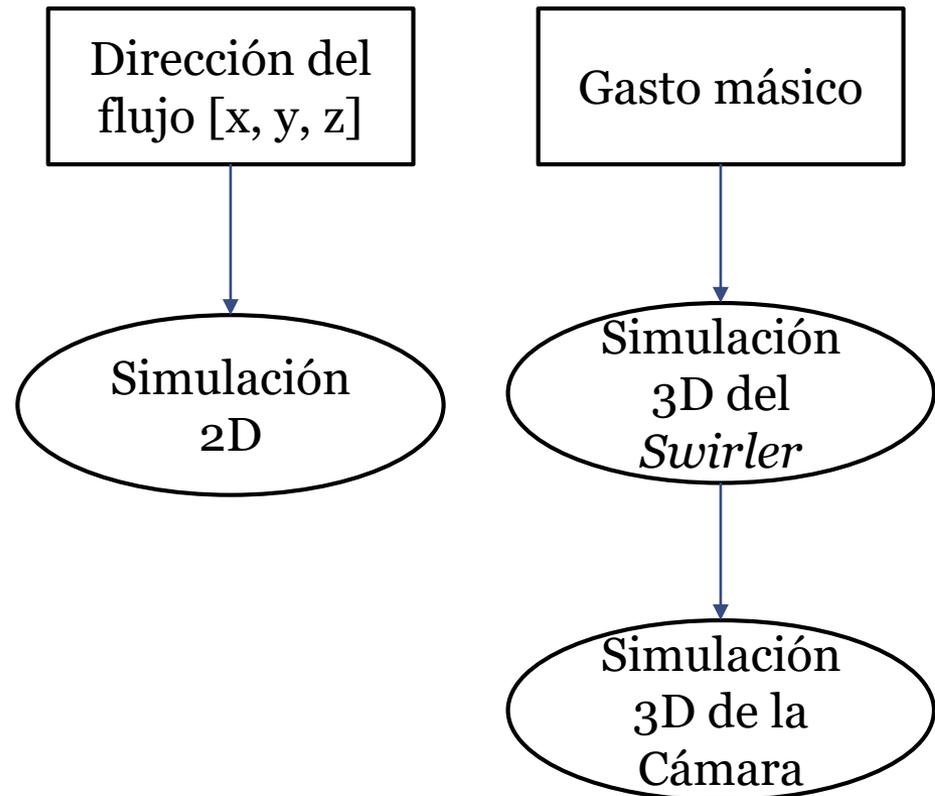
Metodología. Modelado y mallado

- Mallado 3D. *Swirler* y Cámara de combustión



Metodología. Implementación en Star CCM+. Fase continua.

- Modelos comunes
 - k- ϵ Standard
 - All y+ treatment
 - Segregated Flow
 - Segregated Isothermal
 - Steady
- Modelos Mallado 2D
 - Axisymmetric Swirl
 - Two dimensions
- Modelos Mallado 3D
 - Three dimensional



Metodología. Implementación en Star CCM+. Flujo Multifásico.

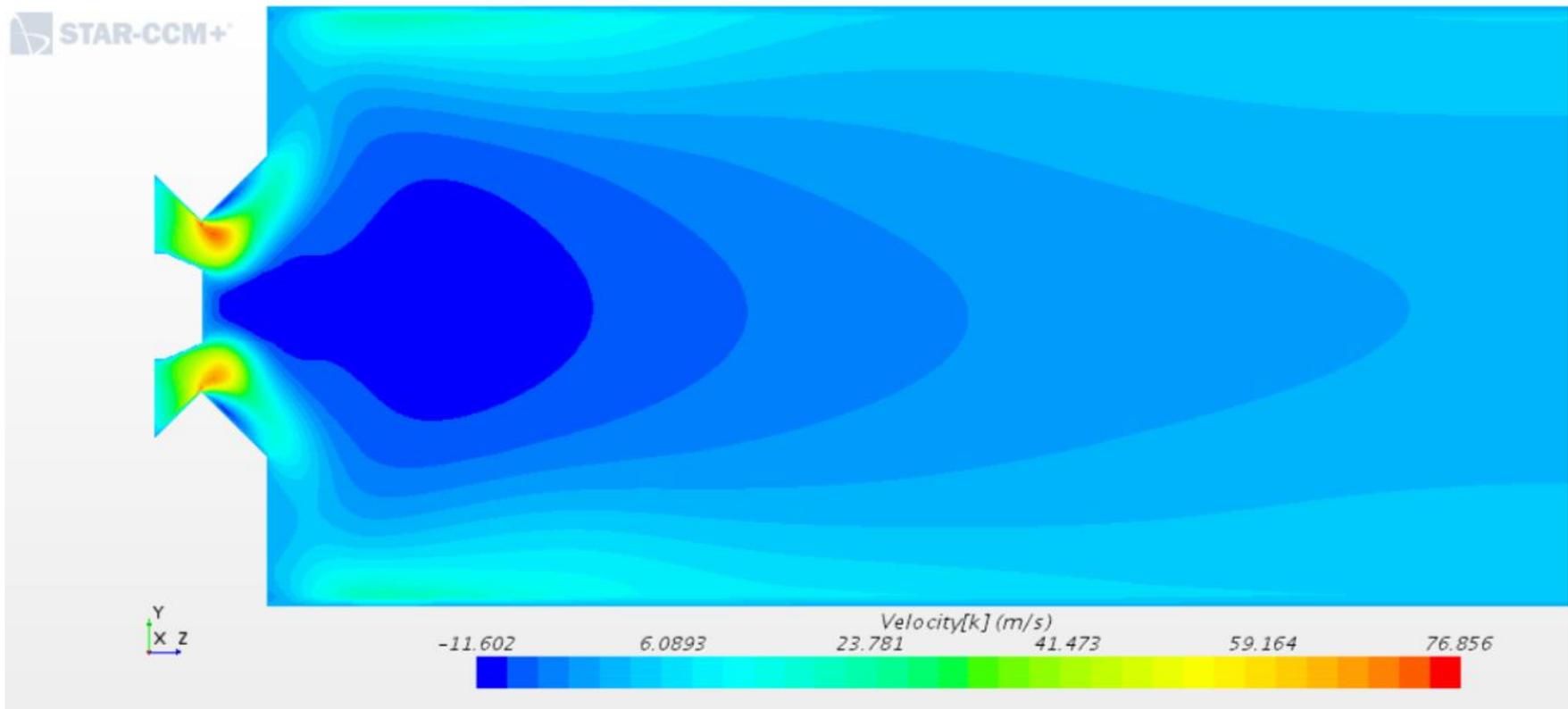
- Modelos generales
 - k- ϵ Standard
 - All y^+ treatment
 - Segregated Flow
 - Segregated Isothermal
 - Implicit Unsteady
 - Three dimensional
- Modelo Lagrangian Multiphase (enfoque euleriano-Lagrangiano)
- Modelado del Inyector

Informe de resultados. Validación fase continua no reactiva

- Patrón del flujo en el interior de la cámara

Informe de resultados. Validación fase continua no reactiva

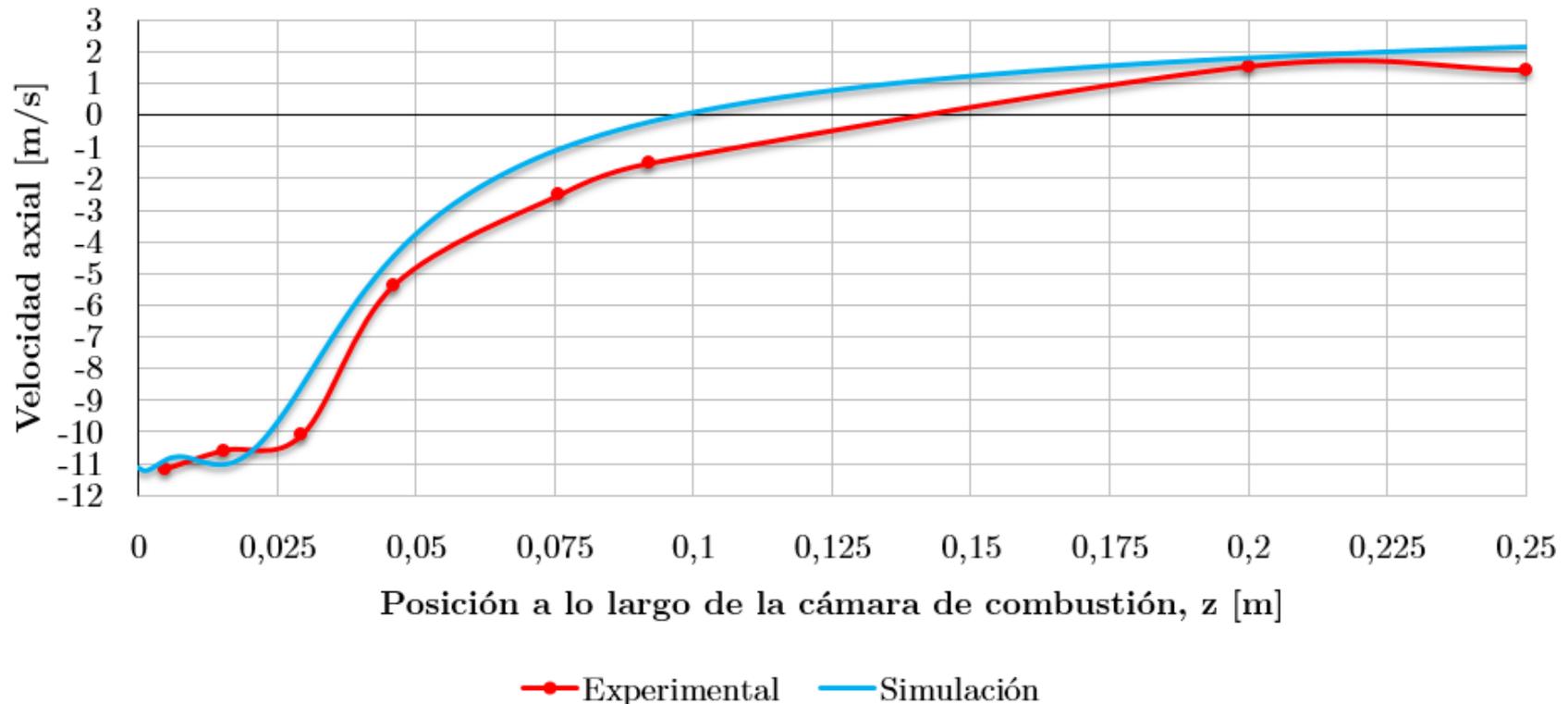
- Patrón del flujo en el interior de la cámara



Resultados. Validación fase continua no reactiva

- Comparativa 3D vs Experimentos

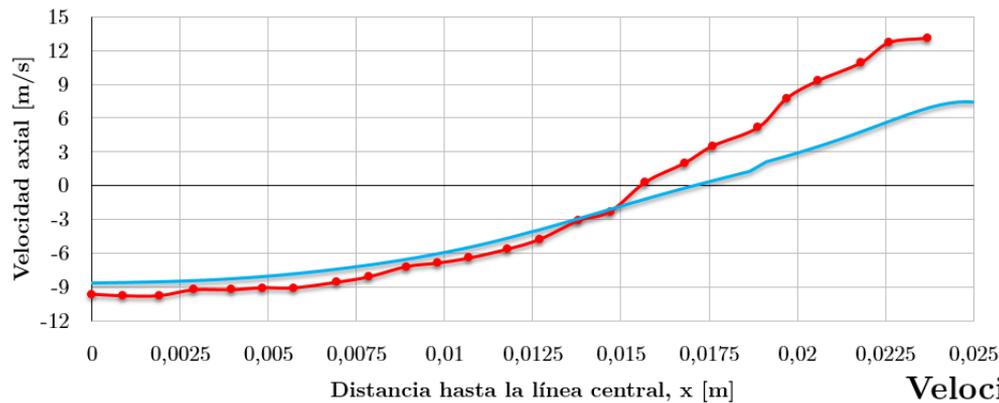
Perfil de velocidad axial en el eje central



Resultados. Validación fase continua no reactiva

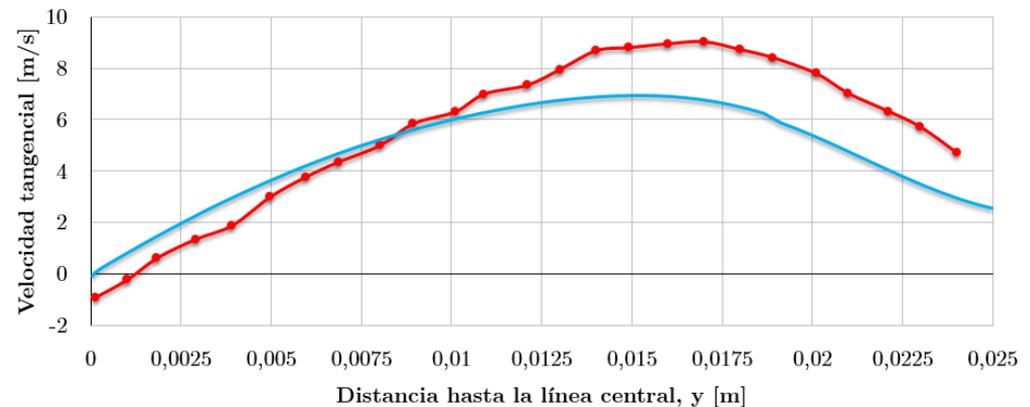
- Comparativa 3D vs Experimentos

Velocidad axial en la estación $z=29$ mm



—●— Experimental — Simulación

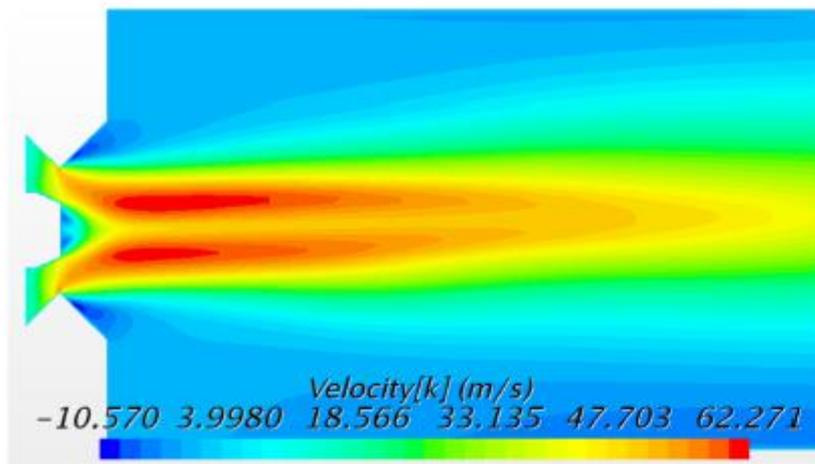
Velocidad tangencial en la estación $z=29$ mm



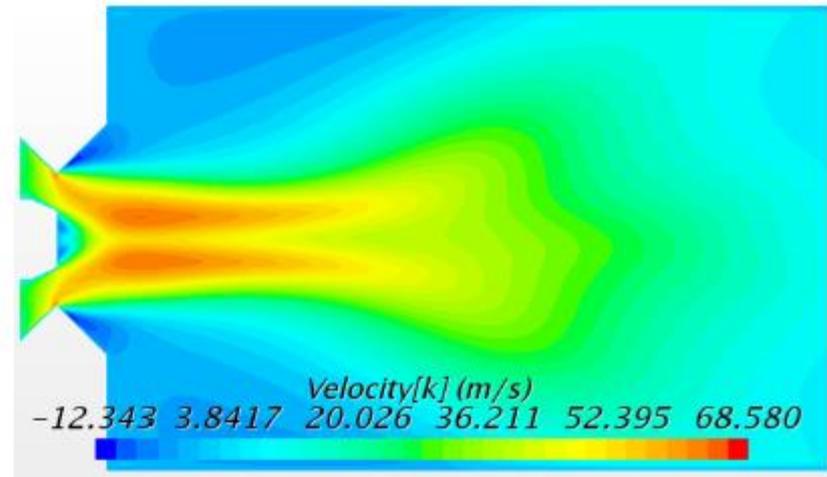
—●— Experimental — Simulación

Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

- Parámetro θ



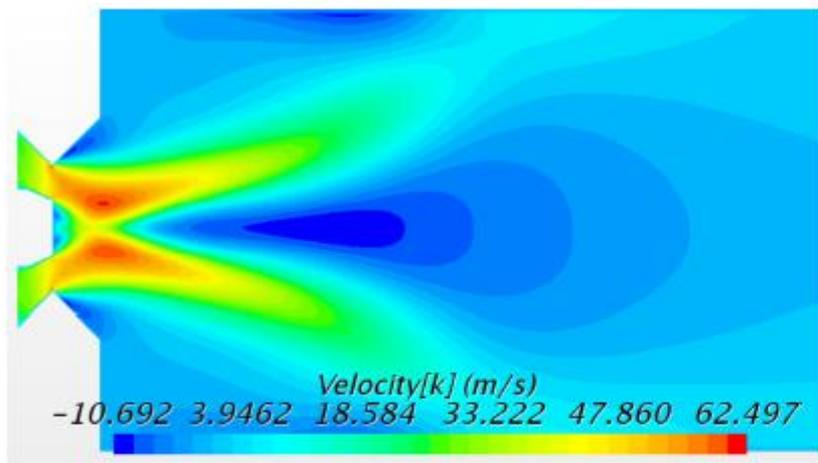
(a) $\theta = 30^\circ$



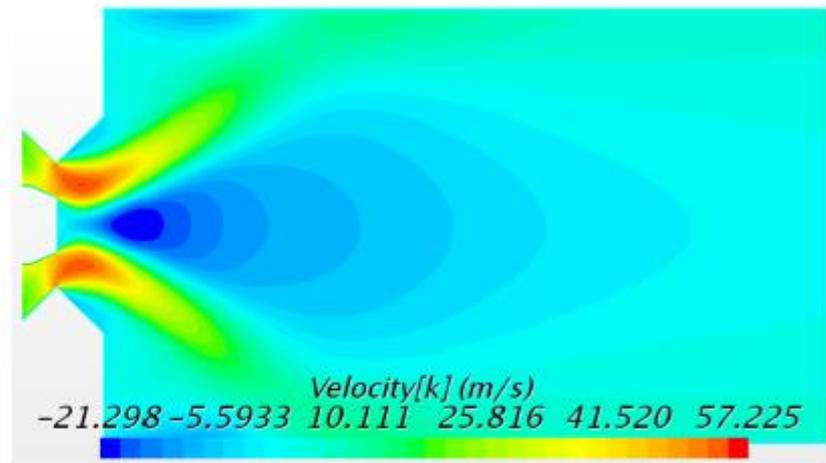
(b) $\theta = 40^\circ$

Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

- Parámetro θ



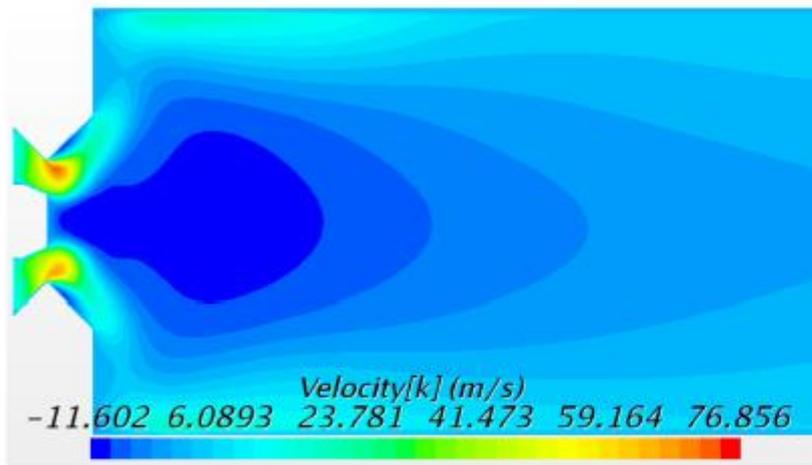
(c) $\theta = 50^\circ$



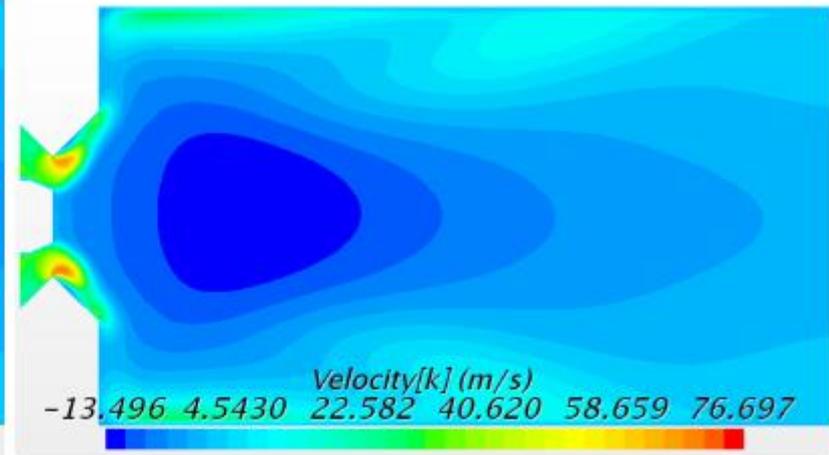
(d) $\theta = 55^\circ$

Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

- Parámetro θ



(e) $\theta=60^\circ$

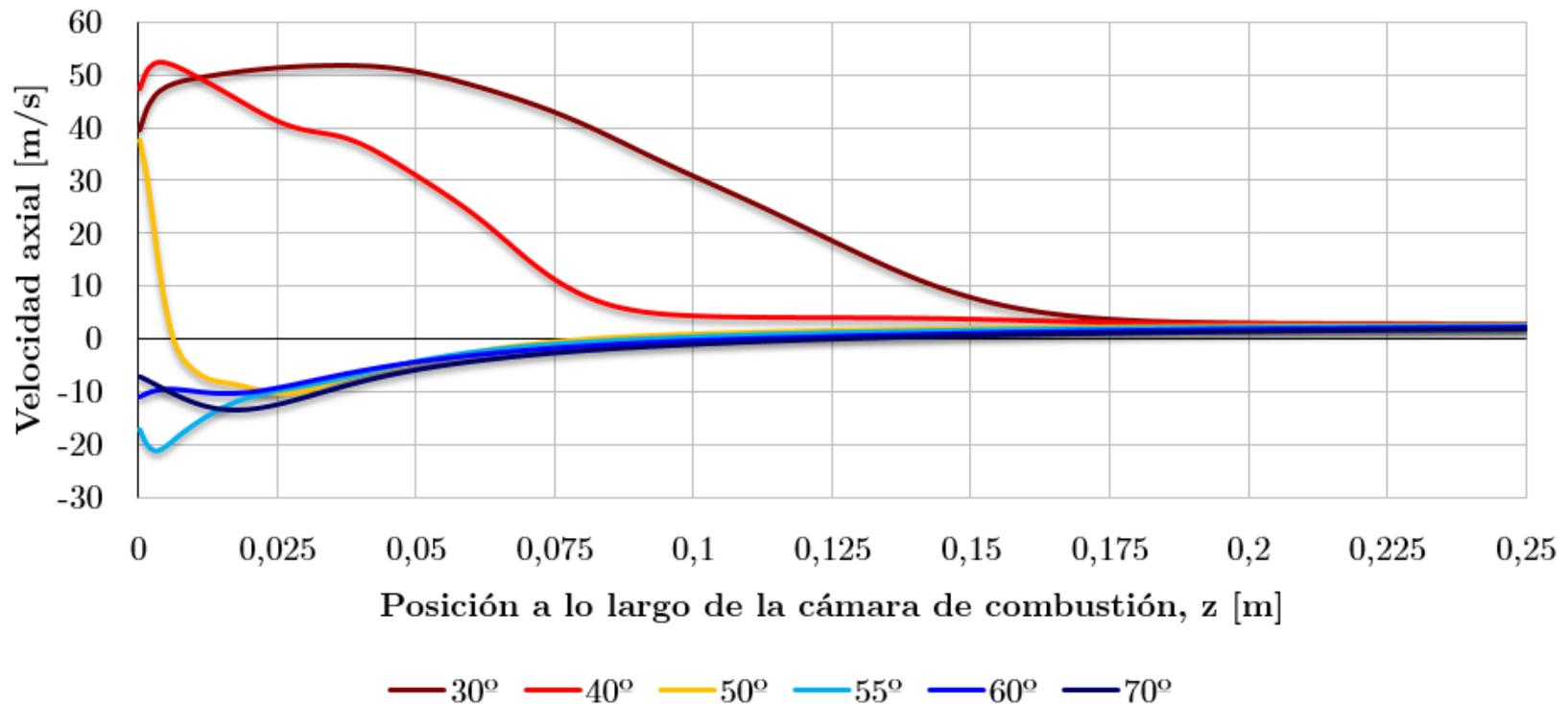


(f) $\theta=70^\circ$

Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

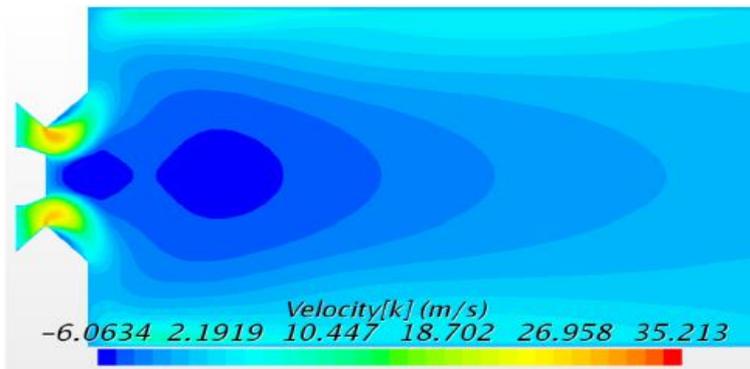
- Parámetro θ

Perfil de velocidad axial en el eje central

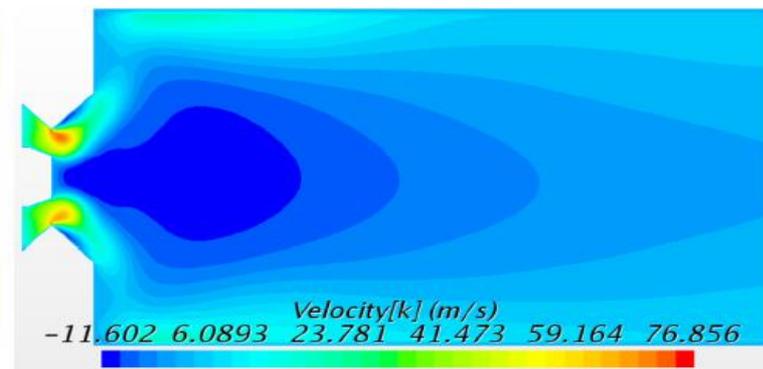


Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

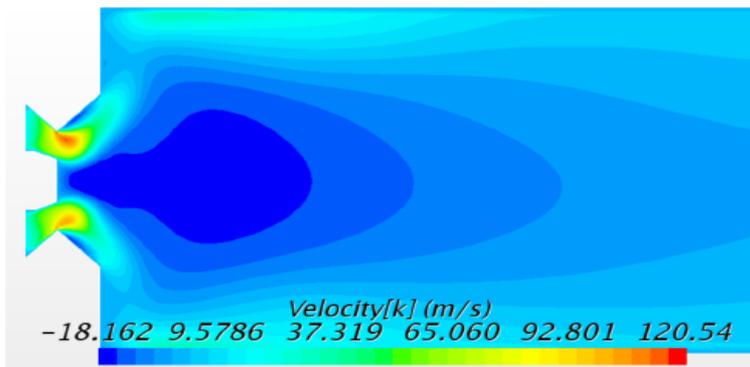
- Parámetro u_{Axial}



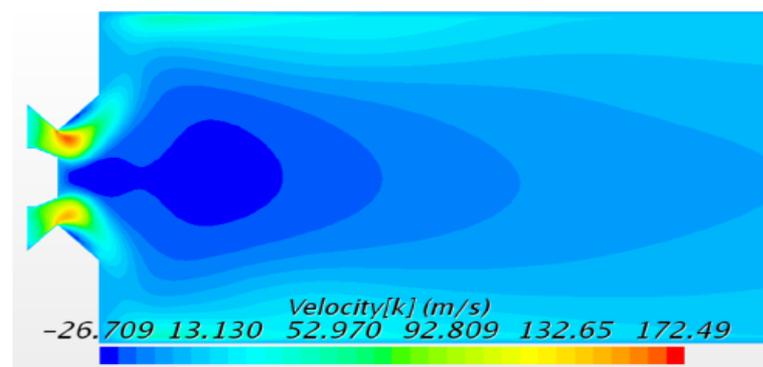
(a) 10 m/s



(b) 20 m/s



(c) 30 m/s

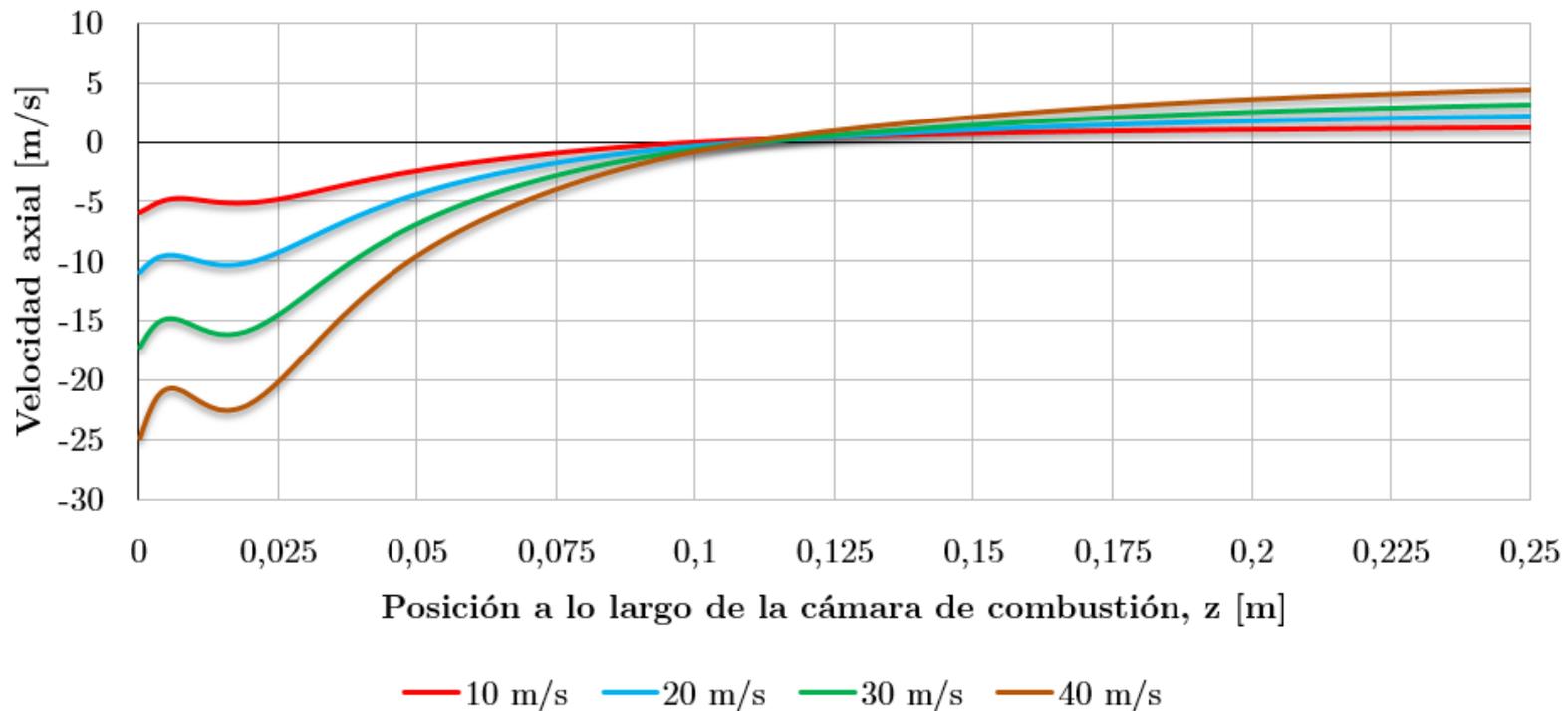


(d) 40 m/s

Resultados. Estudio paramétrico fase continua no reactiva

- Parámetro u_{Axial}

Perfil de velocidad axial en el eje central



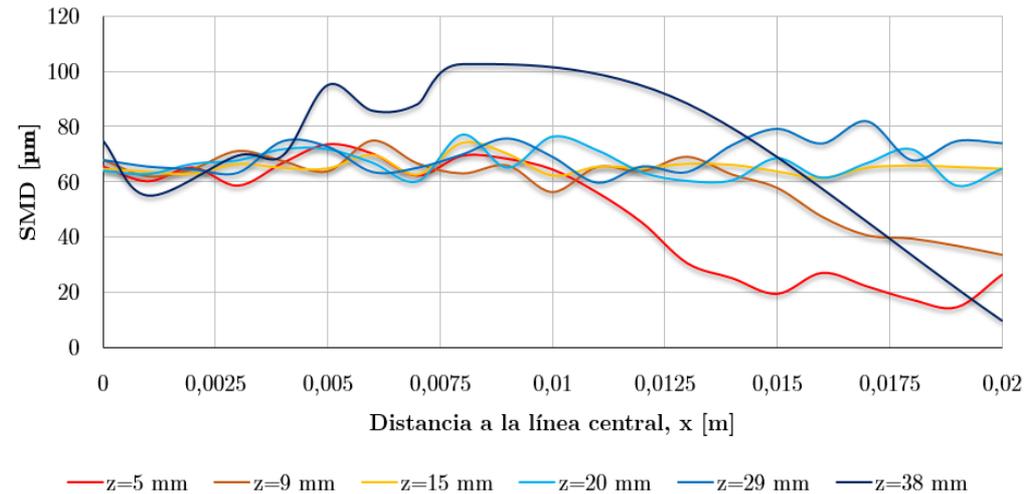
Resultados. Estudio del proceso de atomización

- Patrón del spray

Resultados. Estudio del proceso de atomización

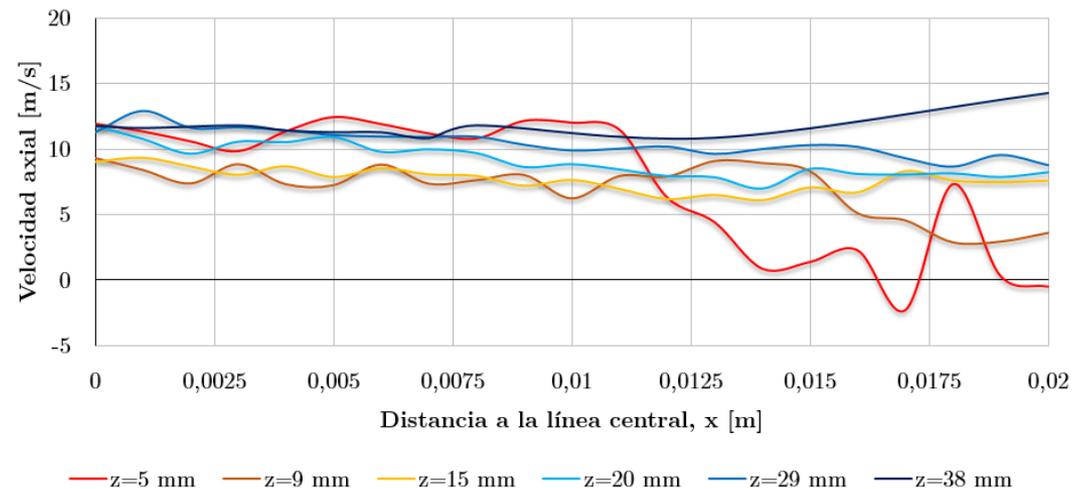
- Diámetros de partículas

Sauter Mean Diameter D_{32}



- Velocidad axial media de las partículas

Velocidad axial media de las partículas



Estimación del presupuesto

- Cuantía becario: 2750 €
- Cuantía profesor ayudante doctor: 1780.8 €
- Cuantía doctorando: 1334€
- Cuantía horas licencia Star CCM+: 600€

| Concepto | Coste [EUR] |
|--------------------|-------------|
| Costes de personal | 5864.8 |
| Costes de equipos | 600 |
| Costes generales | 3232.4 |
| Subtotal | 9697.2 |
| IVA (21 %) | 2036.41 |
| TOTAL | 11733.61 |

Conclusiones

- Validación de código CFD exitosa pese a las limitaciones del $k-\varepsilon$
- Determinación de la necesidad de un mallado estructurado
- Estudio paramétrico. Influencia en la formación de la zona de recirculación y en la magnitud de la velocidad
- Obtención de valores adecuados en la atomización en comparación con otros estudios. Se establece una referencia

Gracias por su atención
Turno de preguntas