

Introducción

- Los quemadores *Lean Direct Injection* (LDI) surgen como alternativa de bajos NOx de los actuales sistemas de combustión en los futuros motores de aviación.
- Poseen la capacidad de mantener una *llama estable* en amplios rangos de operación.
- La *Dinámica de Fluidos Computacional* (CFD) ha demostrado ser una herramienta potente para franquear los límites de las técnicas experimentales.
- El CFD permite el estudio detallado de los *complejos procesos físicos y químicos* involucrados en este concepto de combustión.

Objetivos

- Resolver mediante códigos CFD (*CONVERGE*® y *OpenFOAM*®) las estructuras turbulentas del flujo no reactivo en quemadores LDI mediante *URANS* y *LES*.
- Calibrar y validar los *modelos CFD* con los datos experimentales disponibles [1].
- Hallar el *setup óptimo* que resuelva este *problema multi-escala* en ambos códigos y que permita establecer una base sólida para el posterior estudio de inyección, atomización y evaporación del combustible líquido.

Metodología

Quemador experimental mono-inyector – CORIA [2]

Geometría de estudio

CONFIGURACIÓN INYECCIONES GASEOSAS

- Convergente**
- Cámara de Combustión**
 - 260 x 100 mm
 - Ventanas de cuarzo
- Swirler + Línea Combustible**
 - Radial, 18 palas a 45°
 - $D_{swirler} = 20$ mm
 - $D_{línea} = 4$ mm
- Plenum**

Domínio computacional

CONVERGE CFD SOFTWARE

$T = 298$ K
 $P = 1$ atm

Plenum Inlet
 $\dot{m}_{sw} = 5.612$ g/s
 $\Phi = 0.75$

Line Inlet
 $\dot{m}_{ct} = 0.236$ g/s
 $\Phi = 0.75$

Outlet
 $P = 1$ atm

Tratamiento de Pared

- Ley de Pared (URANS)
- Modelo de Werner y Wengle (LES)

Modelos de Turbulencia

- URANS
 - k - ϵ Standard
 - Reynolds Stresses (RSM – LRR)
- LES
 - (Dyn.) Smagorinsky
 - Dyn. Structural
 - One Equation Eddy

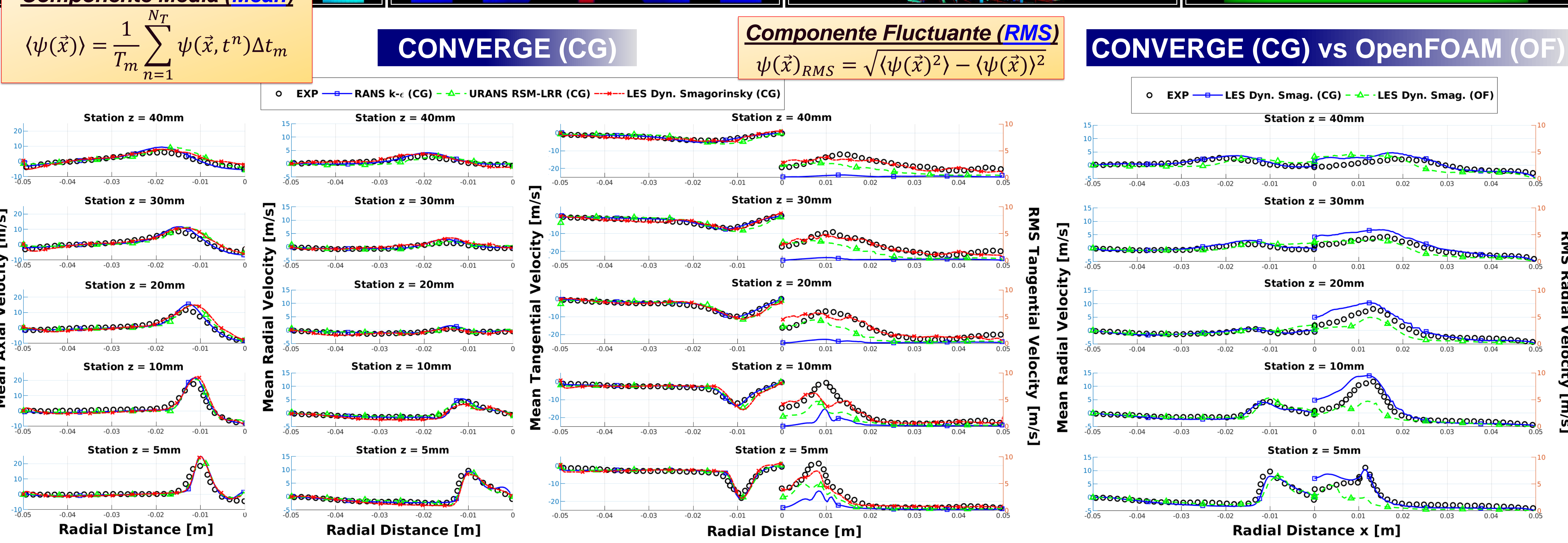
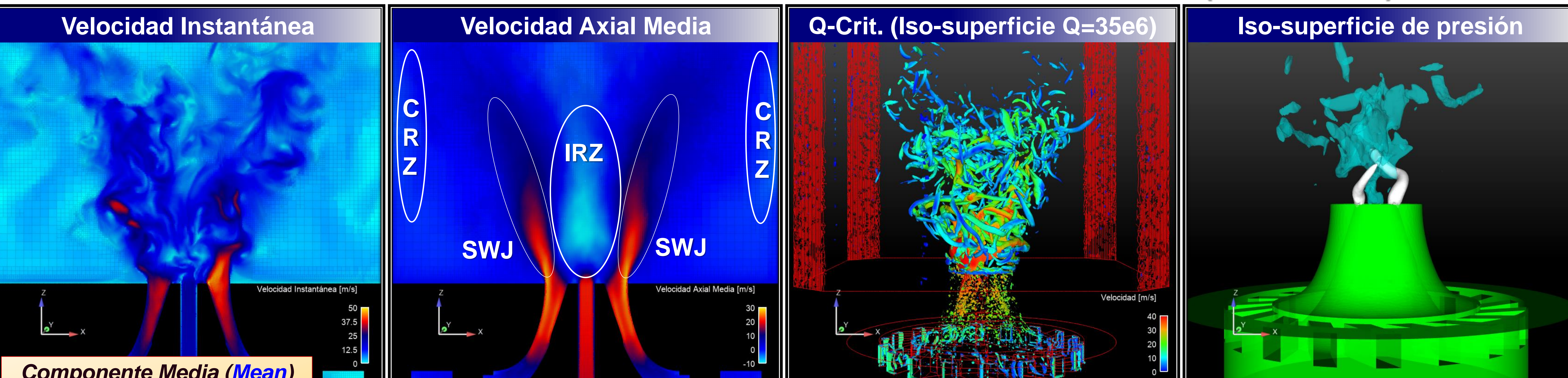
Malla OpenFOAM

- Malla tetraédrica no estructurada
- 2M/6M elementos
- Time step fijo

Malla CONVERGE

- Malla hexaédrica estructurada
- 2M/6M/17M elementos
- Time step fijo

Resultados: CASO NO REACTIVO DE INYECCIÓN PREMEZCLADA (CH₄ + aire)



Conclusiones

- Se ha caracterizado *numéricamente* el flujo *no reactivo* en quemadores LDI mediante tratamientos RANS, *URANS* y *LES* de la turbulencia empleando dos códigos CFD: *CONVERGE* con mallado adaptativo, y *OpenFOAM* con mallado tradicional.
- Se han logrado reproducir las principales *estructuras turbulentas* formadas en el interior de los quemadores LDI: *Swirled Jet* (SWJ), *Inner Recirculation Zone* (IRZ) y *Corner Recirculation Zone* (CRZ).
- Se ha evaluado la *sensibilidad* de los *modelos SGS*, los *esquemas numéricos*, el *tratamiento de la pared* y el *refinamiento de la malla* en la solución obtenida.

Bibliografía

- Cordier, M., Vandel, A., Cabot, G., Renou, B. & Boukhalfa, A. (2013). Laser-induced spark ignition of premixed confined swirled flames. *Combustion Science and Technology*.
- Cordier, M., Vandel, A., Renou, B., Cabot, G., Esclapez, L., Riber, E., Cuenot, B. & Gicquel, A. (2013). Experimental and numerical analysis of an ignition sequence in a multiple-injectors burner. *American Society of Mechanical Engineers*.