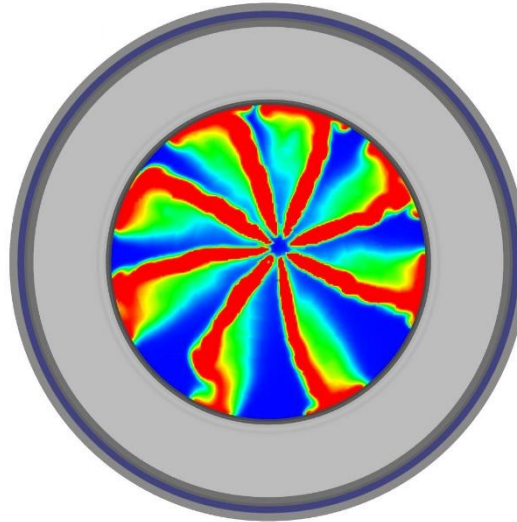


ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN Y LA FORMACIÓN DE EMISIONES EN UN MOTOR DE AUTOMOCIÓN COMBINANDO MODELADO CFD Y EXPERIMENTOS



Ángel Novella Estellés

Tutor: Dr. Ricardo Novella Rosa

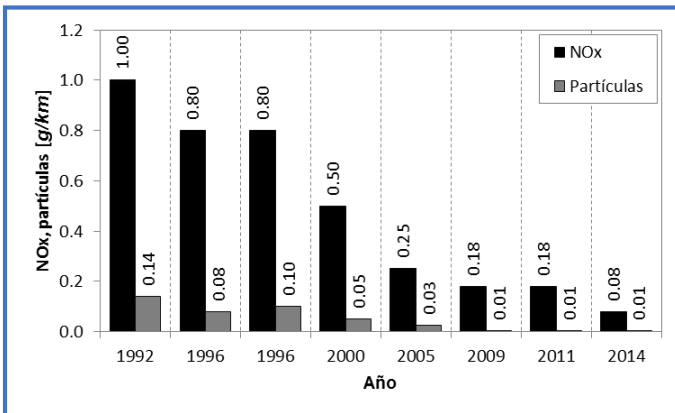
- **INTRODUCCIÓN**
- **HERRAMIENTAS EXPERIMENTALES Y TEÓRICAS**
- **METODOLOGÍA**
- **ESTUDIO Y RESULTADOS**
- **CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**
- **PRESUPUESTO**

- **Problemática global de emisiones**
- **Normativa cada vez más estricta**
- **Importancia del estudio y comprensión de la combustión en motores para intentar reducir las emisiones**

NOX → Lluvia ácida

Partículas → Problemas de salud (respiratorios)

CO2 → Efecto invernadero



Caso Volkswagen y Audi

“Caso Volkswagen: La vergüenza de emitir dos millones de toneladas de gases contaminantes” Fuente: El Mundo

OBJETIVO:

Análisis del proceso de combustión y formación de emisiones de un motor diesel de automoción en diferentes puntos de operación.

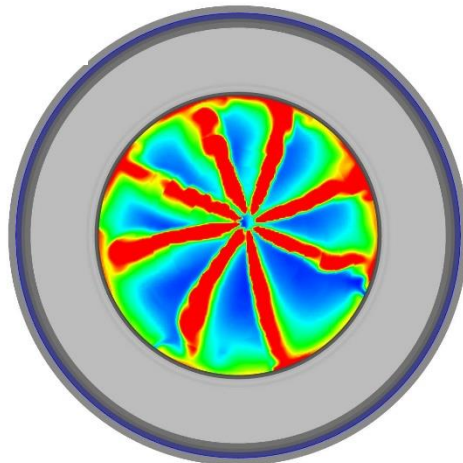
Motor de investigación:

- Diesel
- 4 Tiempos mono-cilíndrico
- Cilindrada: 365 cc (76x80.5 mm)
- Equipado en multitud de vehículos como: Renault Mégane, Nissan Juke...



Teóricas:

- Converge
- CALMEC
- Matlab
- EnSight



VENTAJAS CFD

- Obtención de información no disponible experimentalmente
- Flexibilidad a la hora de realizar pruebas
- Reducción de costes

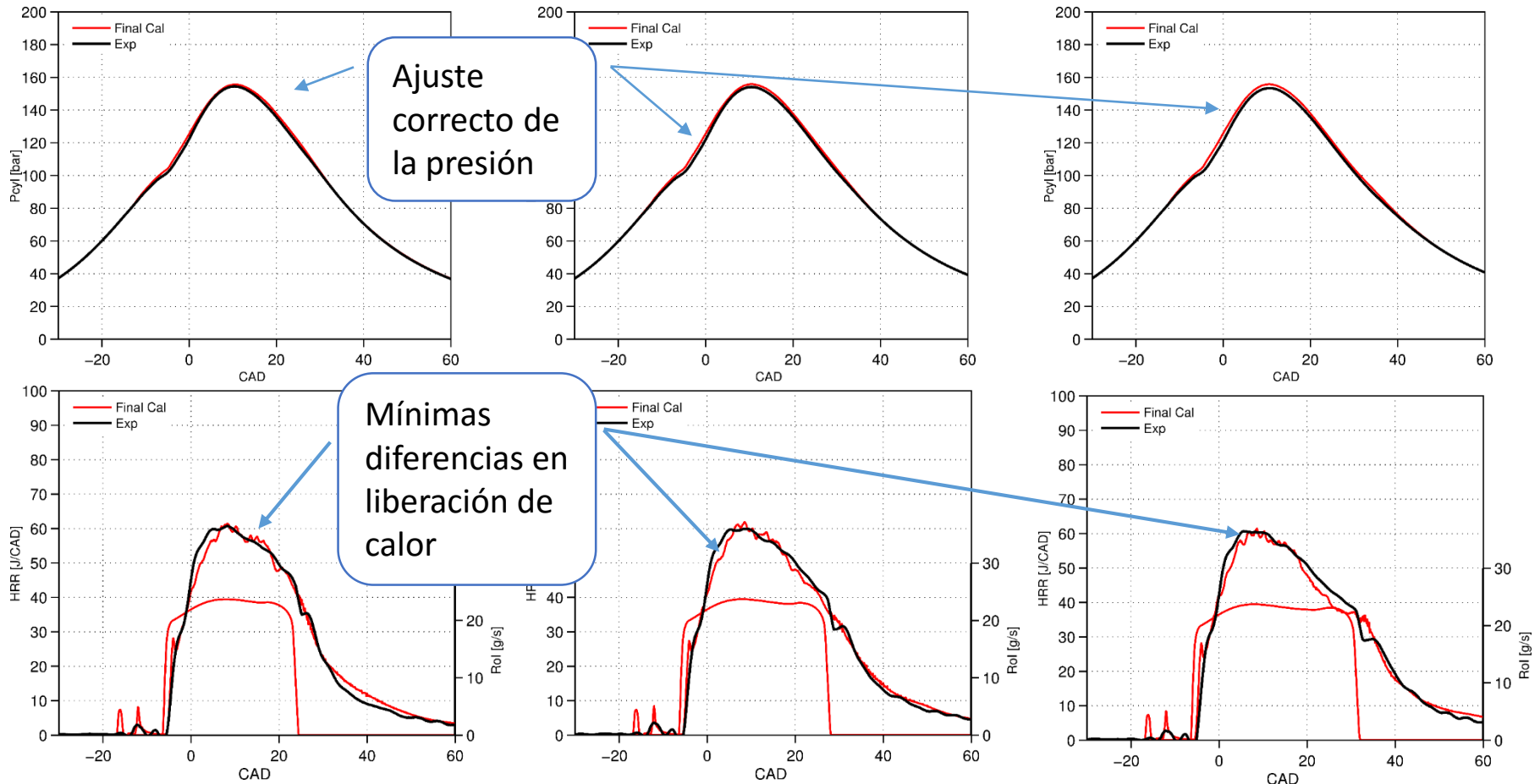
PLAN DE TRABAJO

- Estudio de 2 puntos del mapa motor: **Máximo PAR y Máxima POTENCIA**
NOTA: Los resultados en ambos puntos son similares → sólo se presenta máximo PAR por limitación de tiempo
- Calibrar los puntos mediante un barrido a diferentes relaciones combustible/aire (dosados)
- Análisis del proceso de combustión y formación de emisiones
- Análisis del impacto de la tobera de inyección

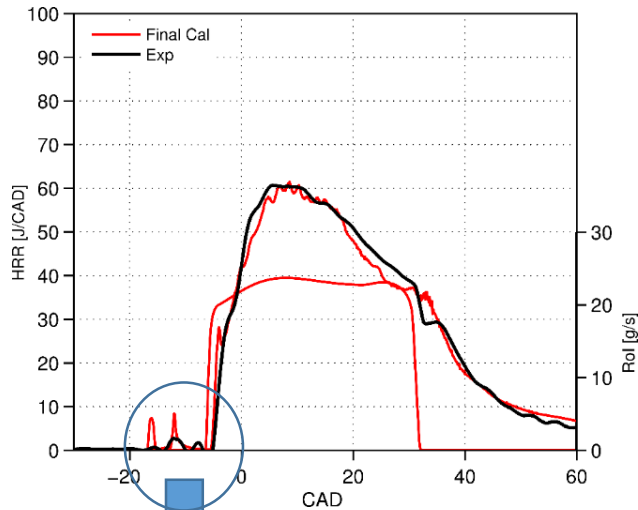
Velocidad [rpm]	masa iny. [mg]	IMEP [bar]	Tadm [K]	Tesc [K]	Sol [CAD]	Fr [-]
2500	46.98	24.10	384.22	1406.27	-11.20	0.75
2500	58.98	26.78	383.54	1628.50	-11.10	0.95
3750	35.51	18.64	420.93	1267.92	-24.30	0.60
3750	46.80	22.39	427.46	1596.96	-23.80	0.82

CALIBRACIÓN PUNTO MÁXIMO PAR

Barrido de DOSADO

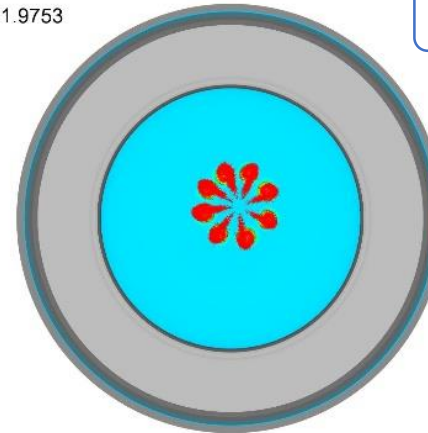


ANÁLISIS COMBUSTIÓN MÁXIMO PAR (Máx. Dosado)



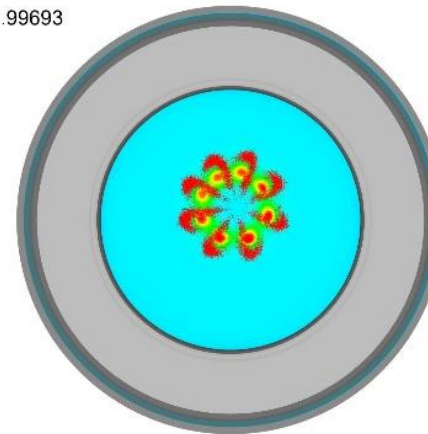
Inyección piloto

Crank_angle = -11.9753

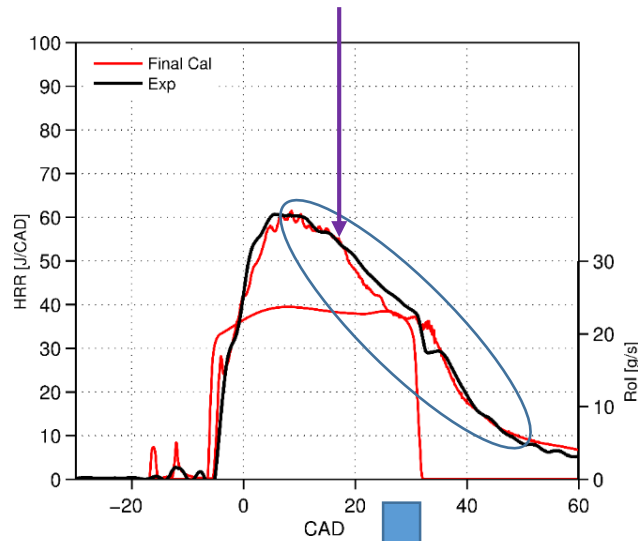


Temperatura

Crank_angle = -7.99693



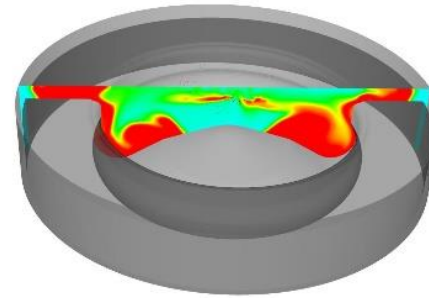
ANÁLISIS COMBUSTIÓN MÁXIMO PAR (Máx. Dosado)



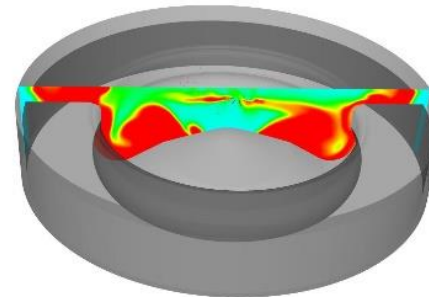
Bloqueo de la
combustión en
la pared del
cilindro

Crank_angle = 16.0035

Temperatura

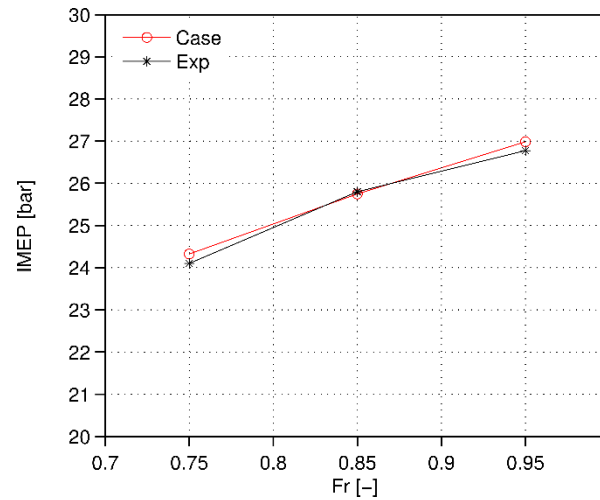
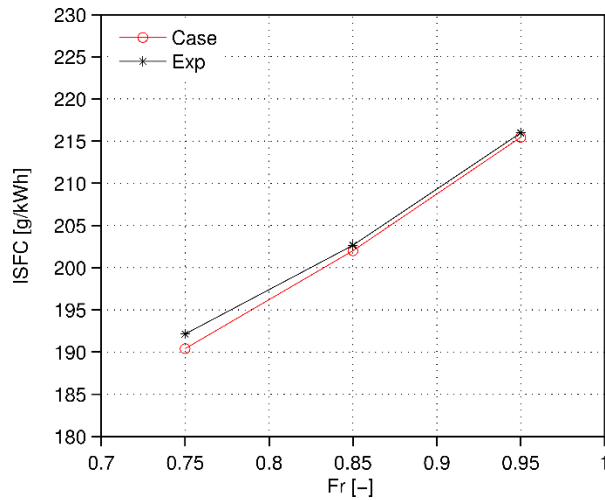


Crank_angle = 18.0023

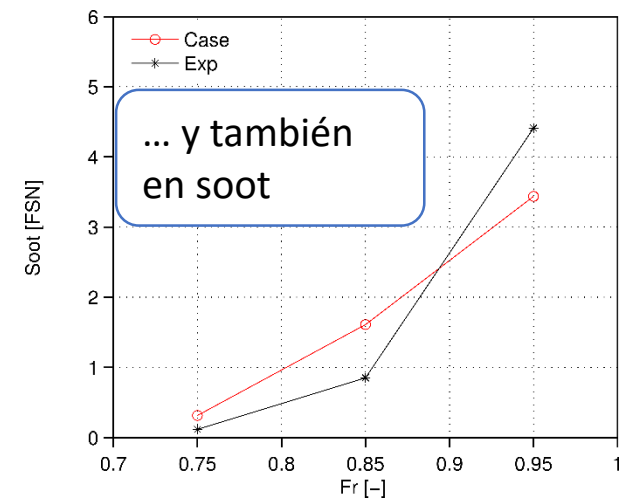
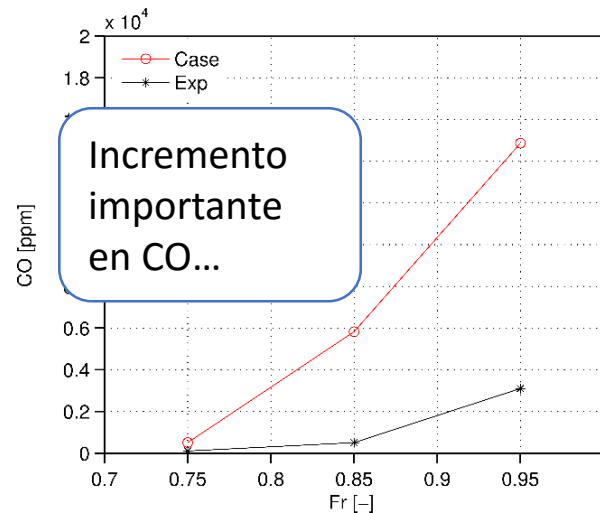
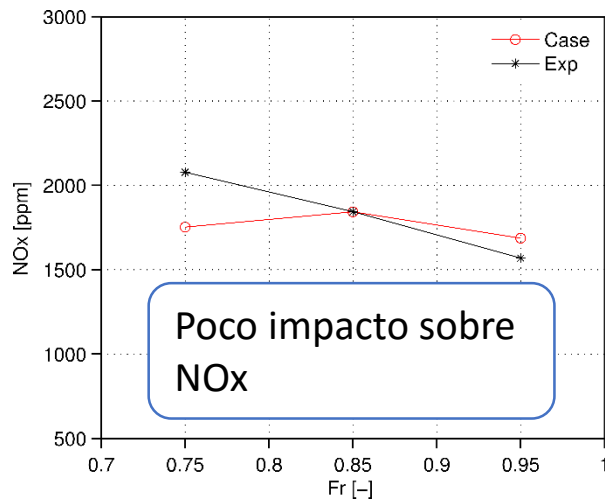


ANÁLISIS TENDENCIAS MÁXIMO PAR

Barrido de DOSADO



Impacto importante en consumo → Compromiso entre potencia y consumo (emisiones de CO₂)

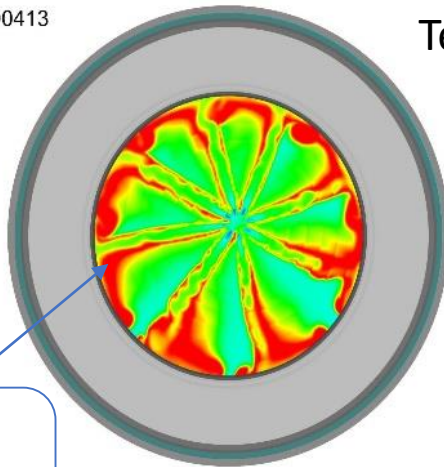


ANÁLISIS EMISIONES MÁXIMO PAR (Máx. Dosado)

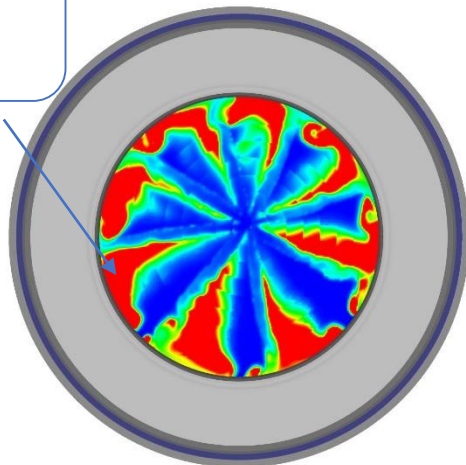
Formación NOx

Crank_angle = 6.00413

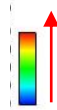
Temperatura



Alta T y
alta
Presión



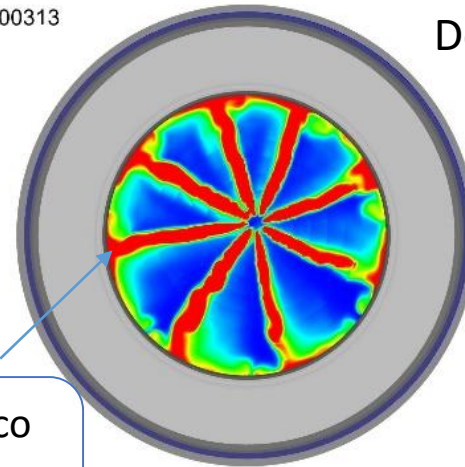
NOx



Formación Soot

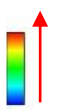
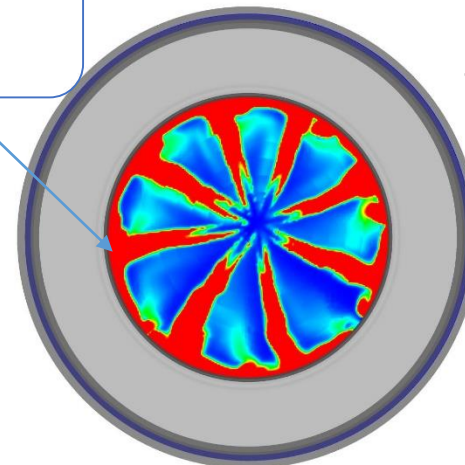
Crank_angle = 8.00313

Dosado



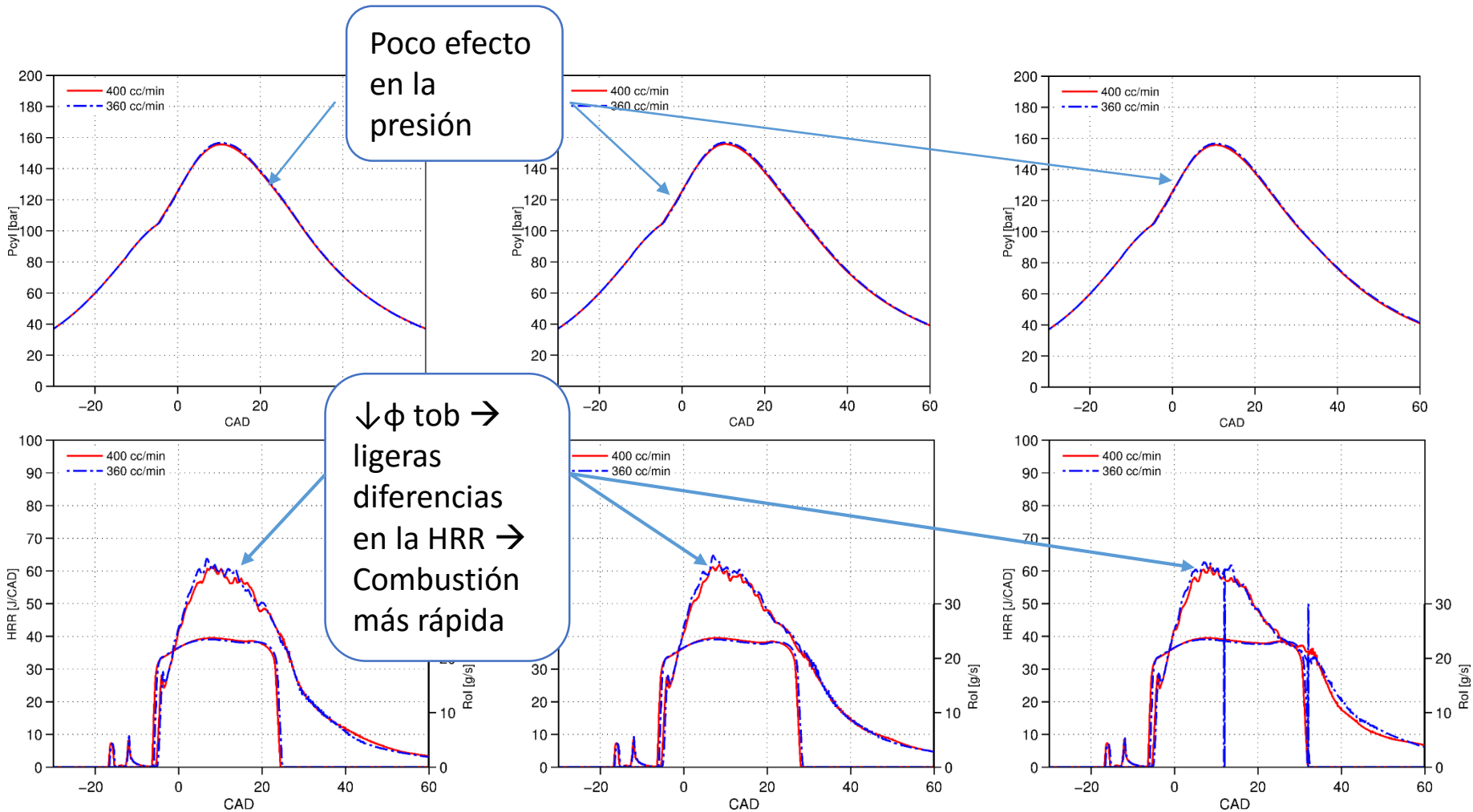
Dosado Rico
y alta T
(como CO)

Soot



COMPARACIÓN INYECTORES MÁXIMO PAR

Barrido de DOSADO



COMPARACIÓN INYECTORES MÁXIMO PAR

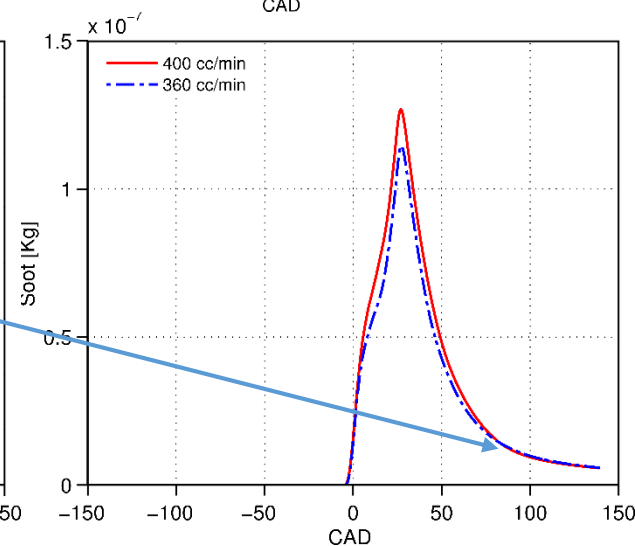
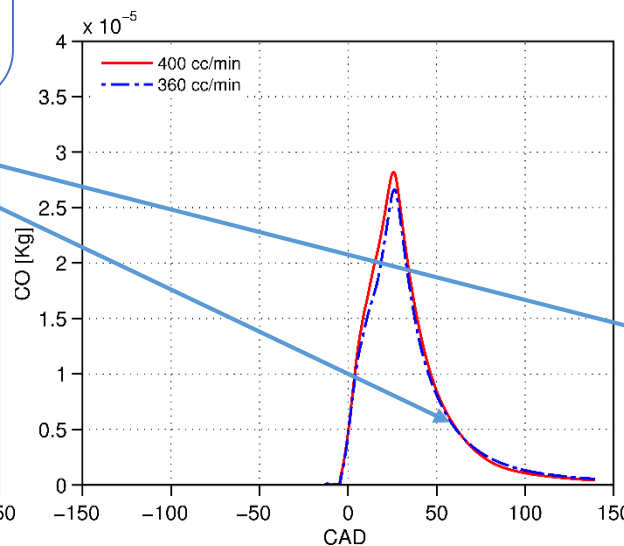
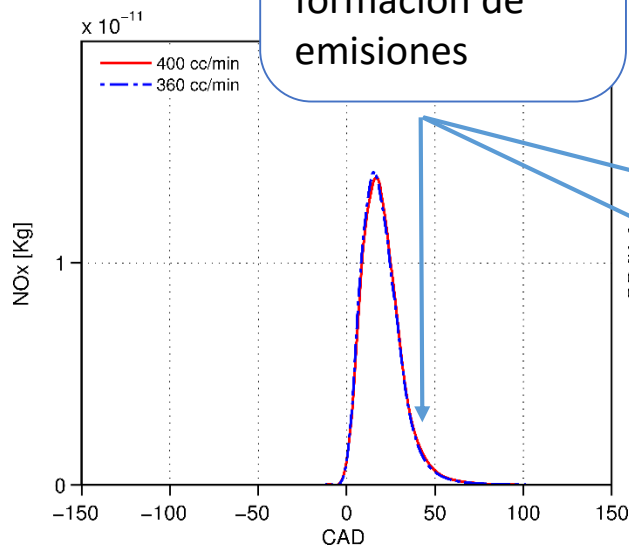
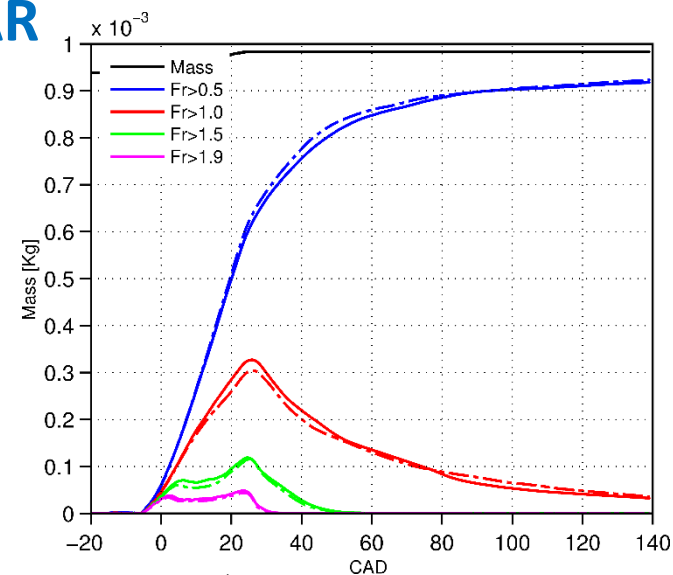
MÍNIMIO DOSADO

Línea CONTINUA → 400 cc/min

Línea DISCONTINUA → 360 cc/min

Resultado final
de fracción de
mezcla similar

↓ ϕ_{tob} →
ligeras
diferencias en la
formación de
emisiones



COMPARACIÓN INYECTORES MÁXIMO PAR

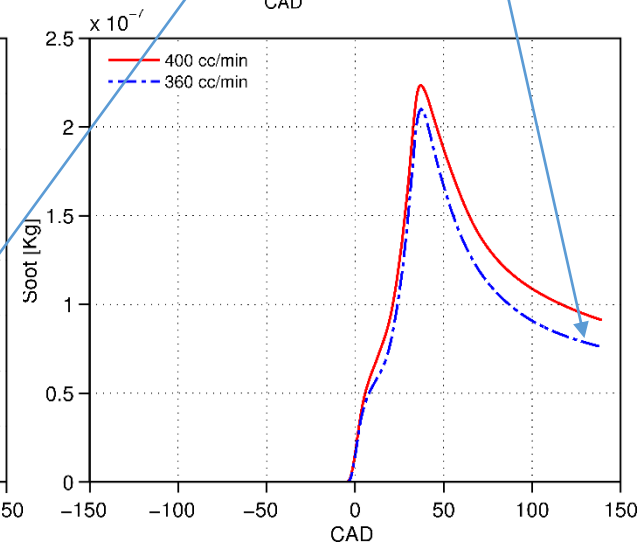
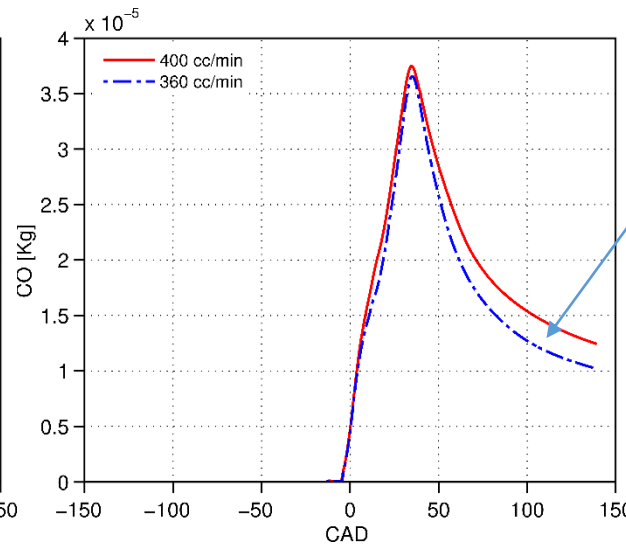
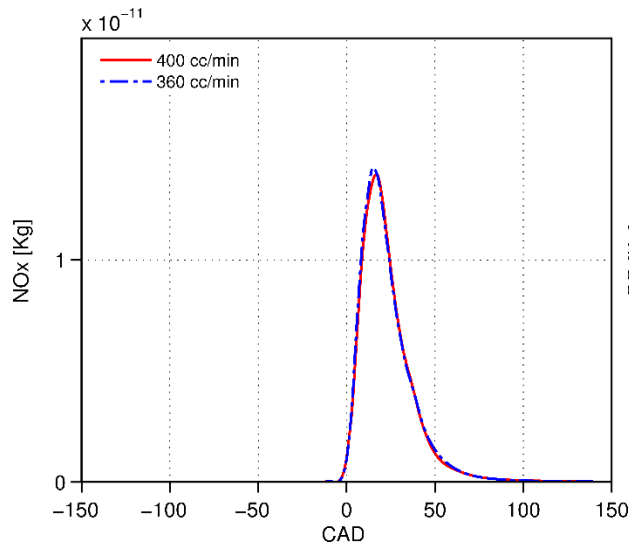
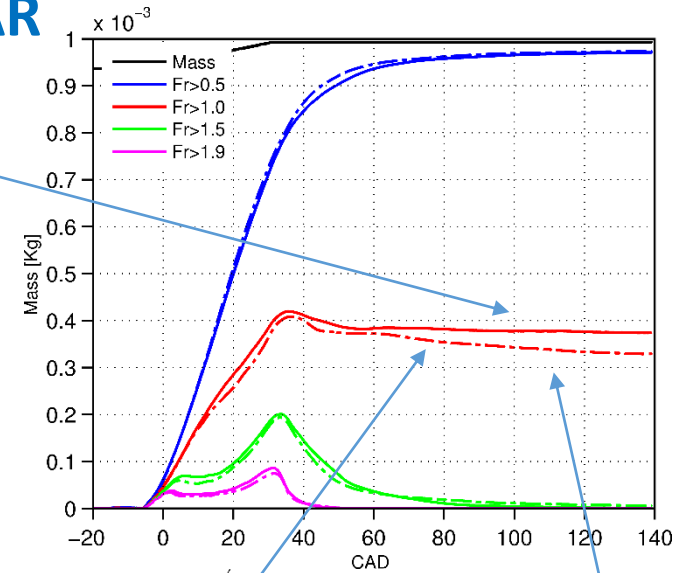
MÁXIMO DOSADO

Línea CONTINUA → 400 cc/min

Línea DISCONTINUA → 360 cc/min

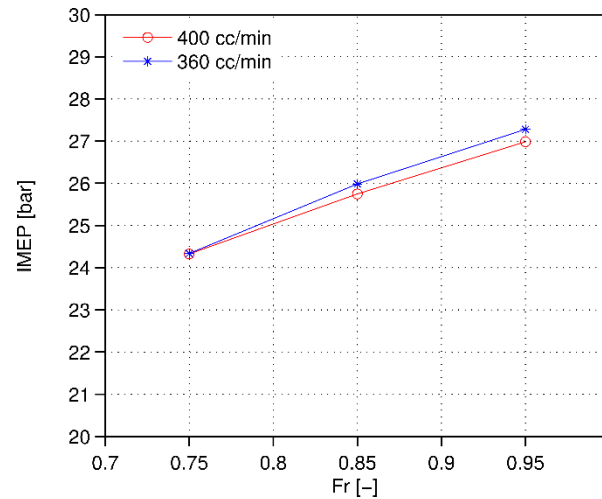
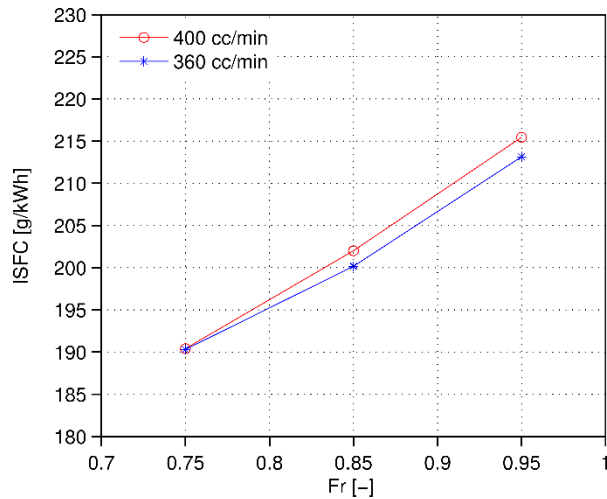
↓ ϕ tob → Gran
impacto en la
formación de CO
y Soot

↓ ϕ tob →
Mejor
mezcla

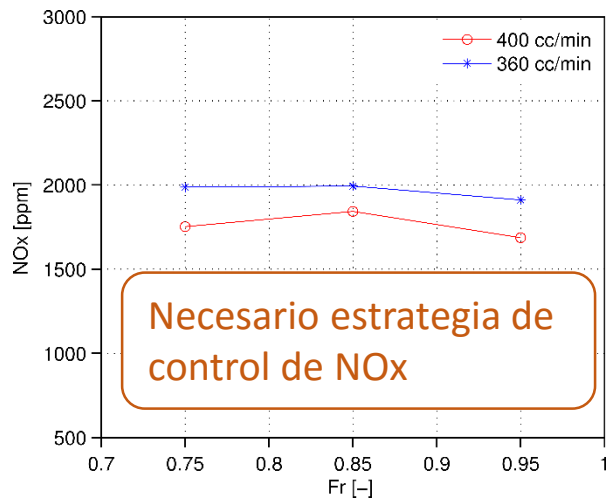


COMPARACIÓN INYECTORES MÁXIMO PAR

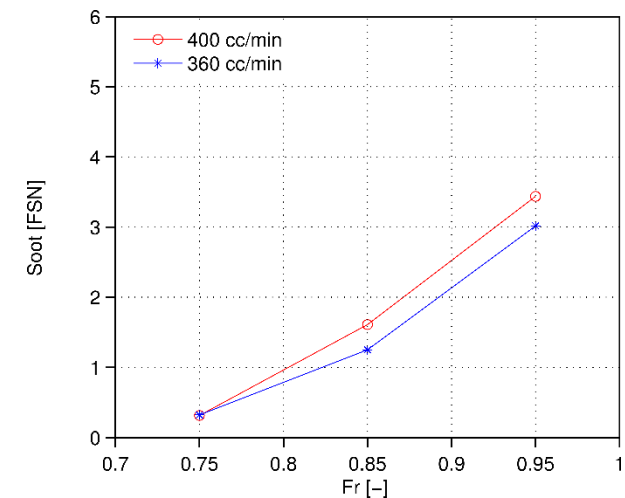
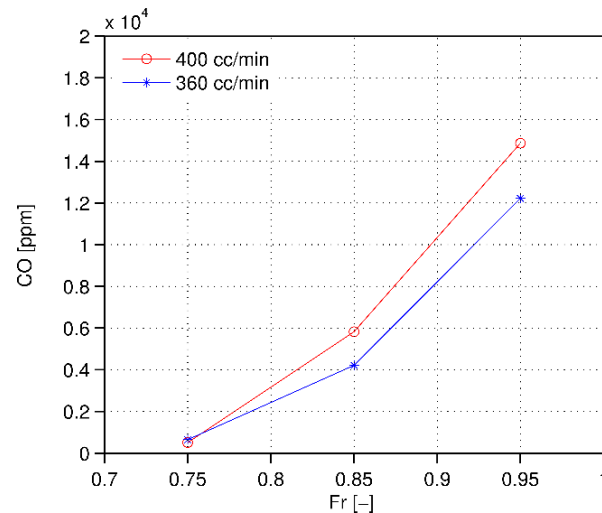
Barrido de DOSADO



Mejor relación entre potencia y consumo (CO₂)
→ Opción muy interesante para la siguiente generación de motores diésel!



Necesario estrategia de control de NOx



CONCLUSIONES:

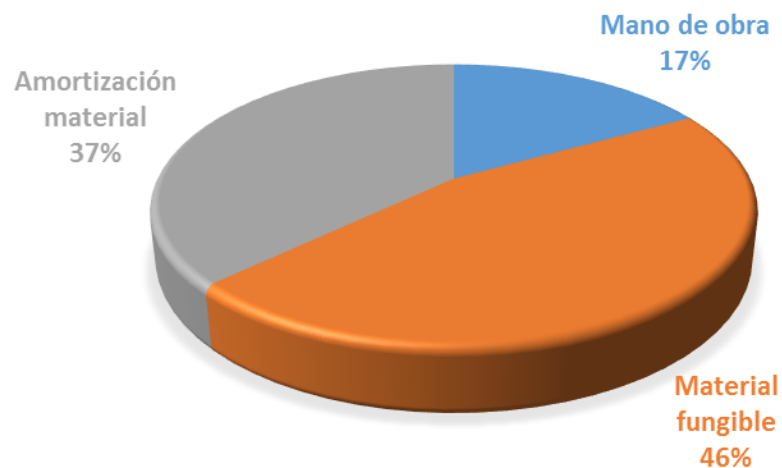
- Dificultad calibración en CFD → Cuidado con la relación coste/beneficio!
- Influencia de la inyección piloto en la combustión → Reduce el tiempo de retraso al encendido y con ello la fase de combustión premezclada y el ruido
- Impacto de la interacción chorro-pared y chorro-chorro → Deteriora el proceso de mezcla de combustible y aire → Bloquea el proceso de combustión
- Localización y causas de la formación de las principales emisiones
 - NOx se genera en las zonas de alta temperatura y disponibilidad de O₂
 - Soot se genera en las zonas de alta temperatura y ausencia de O
- Influencia reducción diámetro de la tobera → Reducción de emisiones de CO, soot y consumo... pero es necesaria otra estrategia adicional para el control de NOx

TRABAJOS FUTUROS:

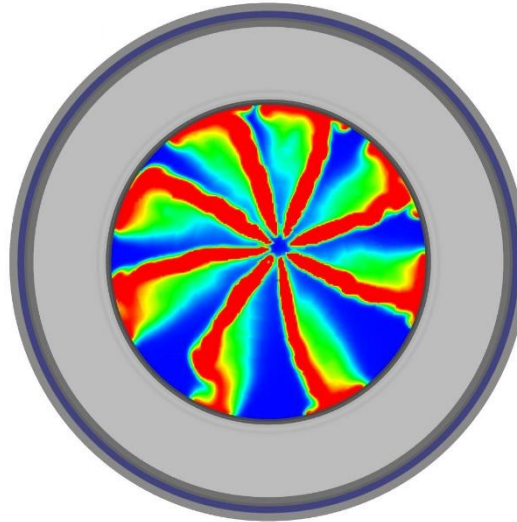
- Validar el modelo en carga parcial
- Evaluar un mayor rango de diámetro de orificios de toberas

Descripción	Coste
Mano de obra	8917.70
Material fungible	24302.05
Amortización material	19565.10
Coste total proyecto	52784.85

PRESUPUESTO



ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN Y LA FORMACIÓN DE EMISIONES EN UN MOTOR DE AUTOMOCIÓN COMBINANDO MODELADO CFD Y EXPERIMENTOS

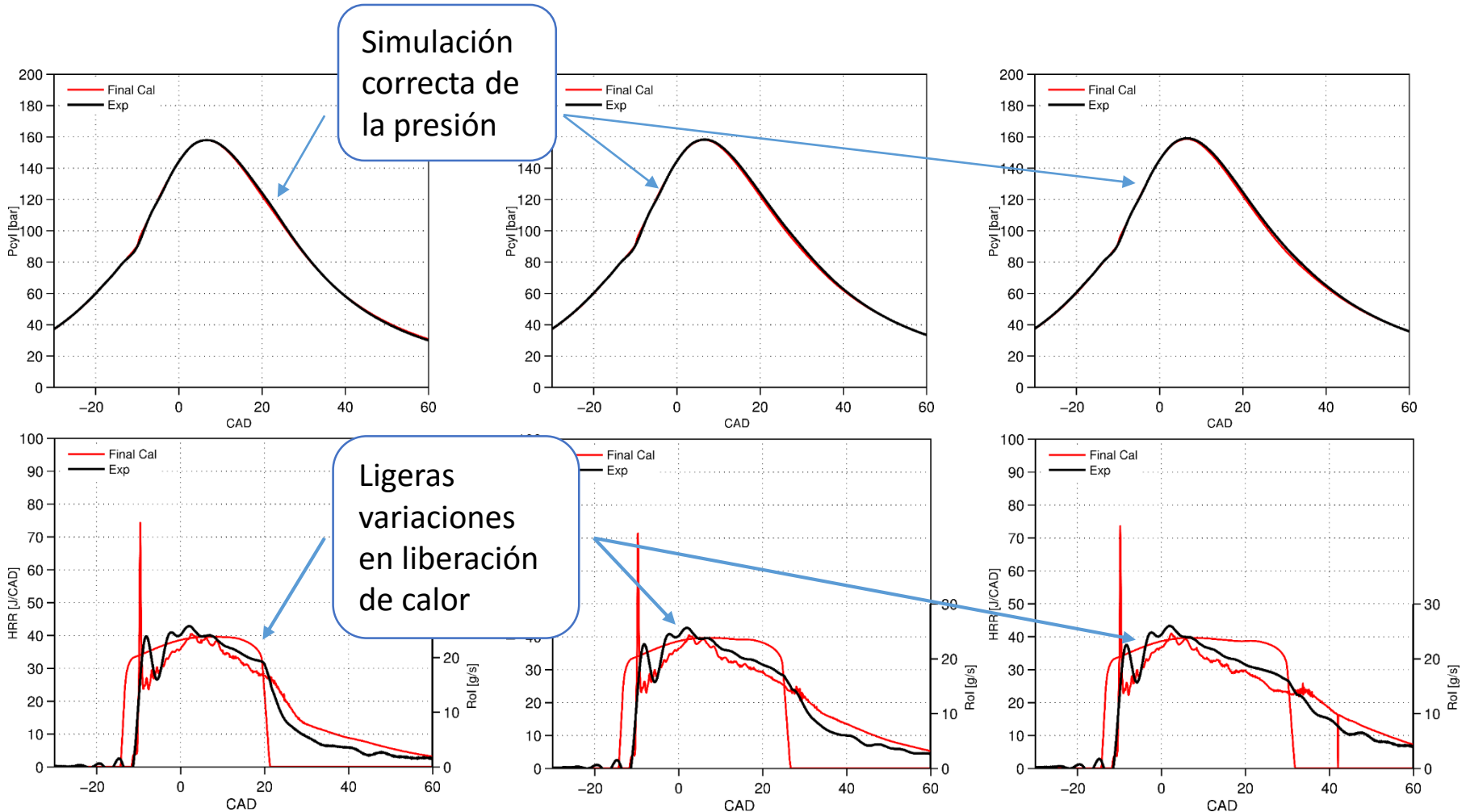


Ángel Novella Estellés

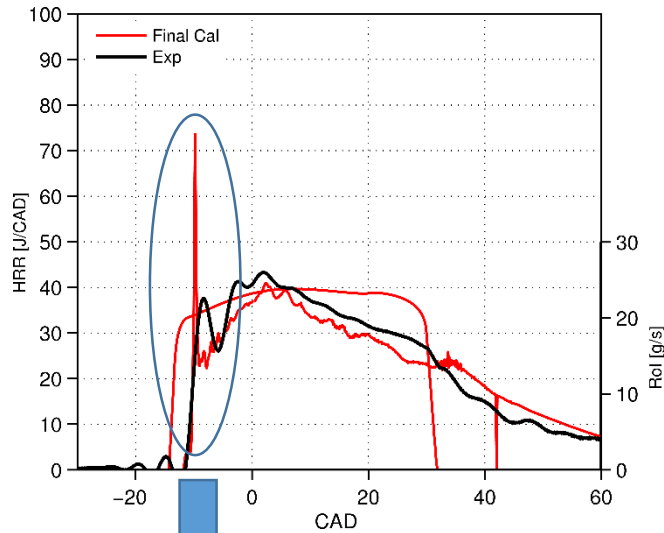
Tutor: Dr. Ricardo Novella Rosa

CALIBRACIÓN PUNTO MÁXIMA POTENCIA

Barrido de DOSADO

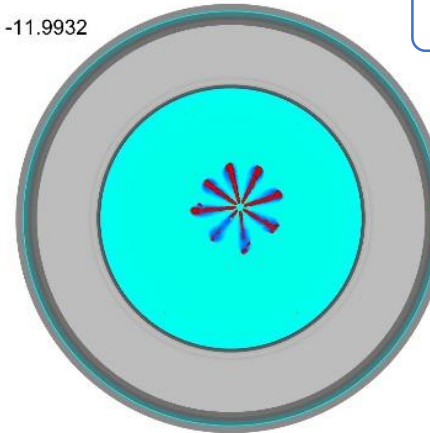


ANÁLISIS COMBUSTIÓN MÁXIMA POTENCIA (Máx. Dosado)



Autoencendido

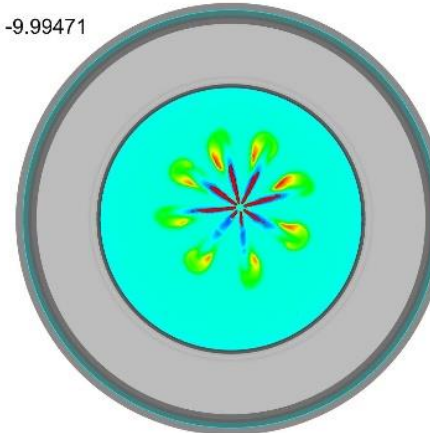
Crank_angle = -11.9932



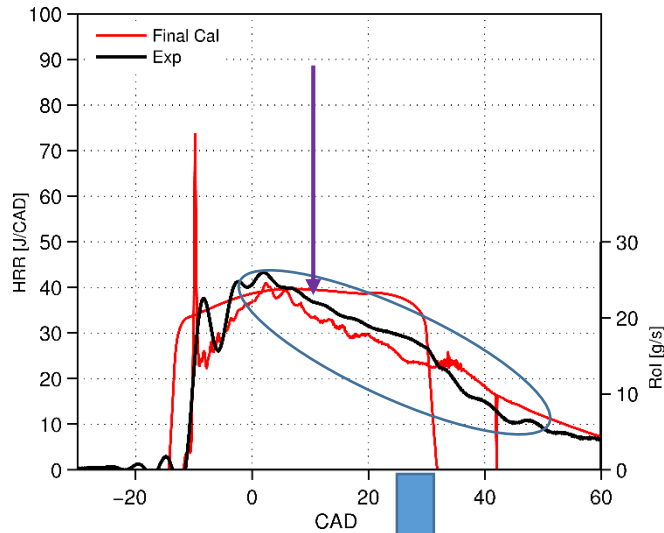
Temperatura



Crank_angle = -9.99471

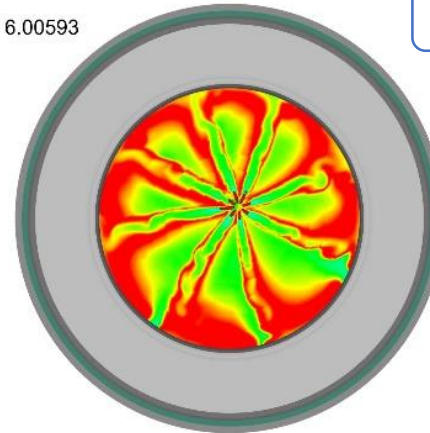


ANÁLISIS COMBUSTIÓN MÁXIMA POTENCIA (Máx. Dosado)



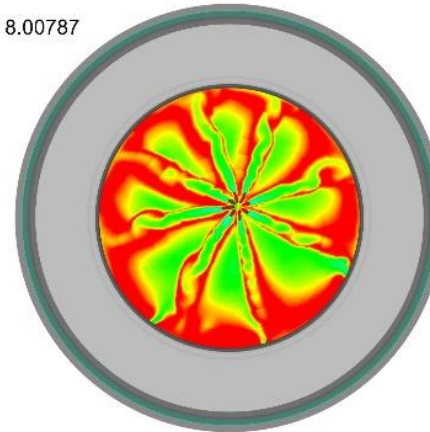
Retención de la combustión en la pared del cilindro

Crank_angle = 6.00593



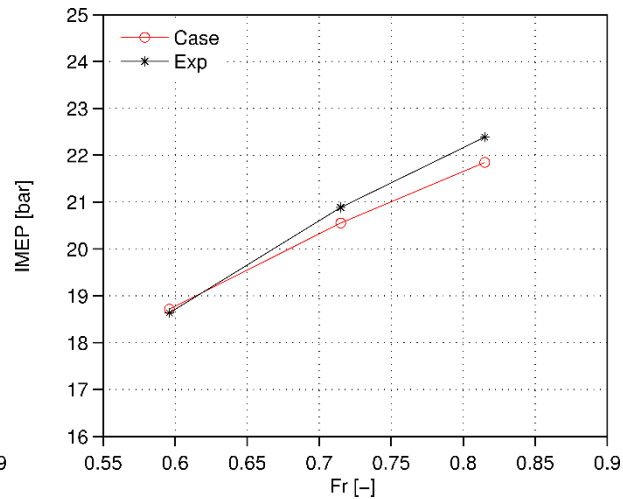
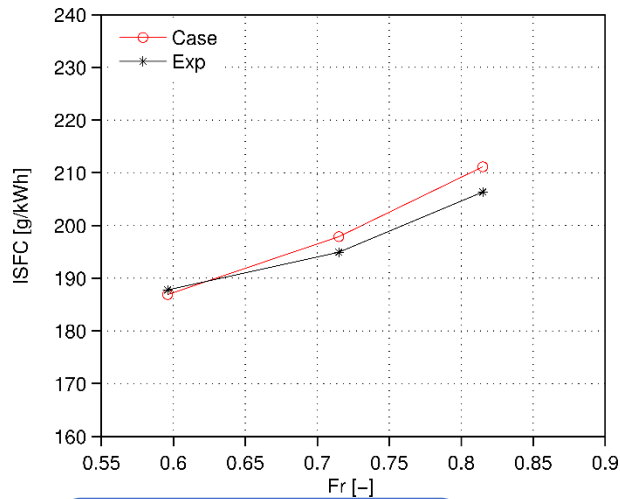
Temperatura

Crank_angle = 8.00787

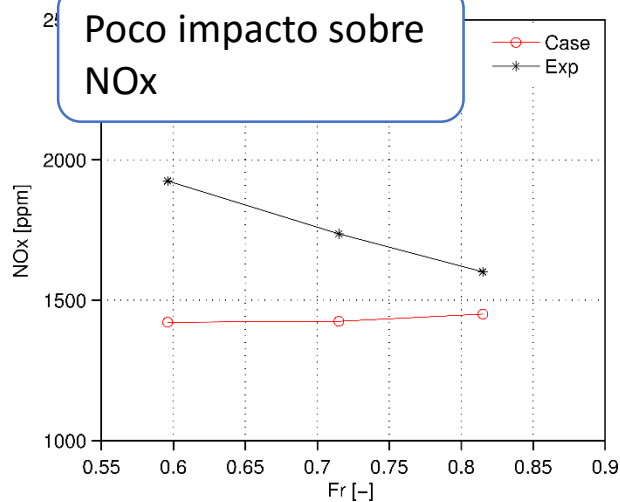


ANALISIS TENDENCIAS MÁXIMA POTENCIA

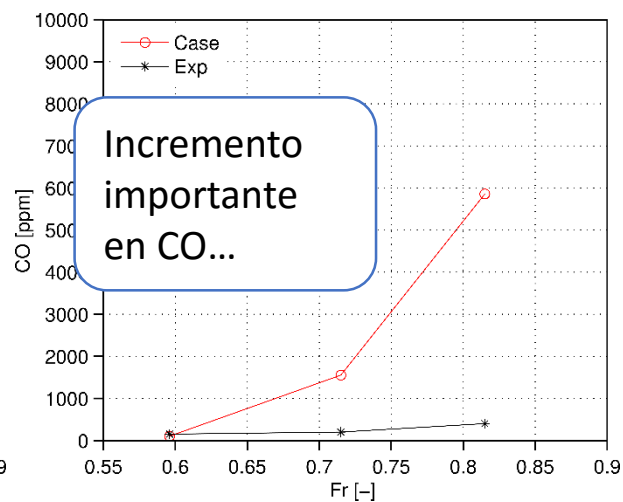
Barrido de DOSADO



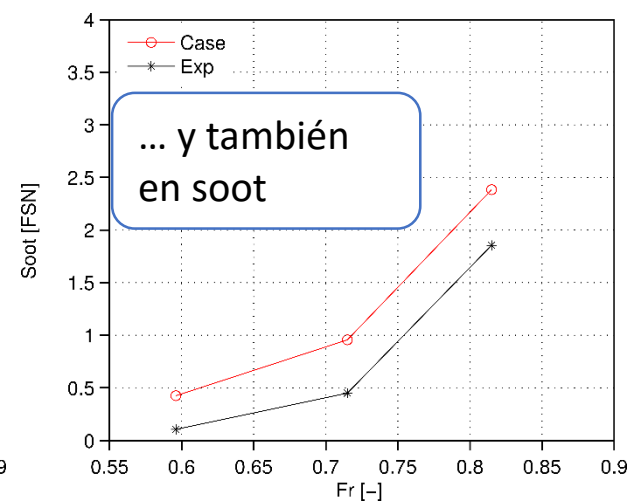
Impacto importante en consumo → Compromiso entre potencia y consumo (emisiones de CO₂)



Poco impacto sobre NOx



Incremento importante en CO...



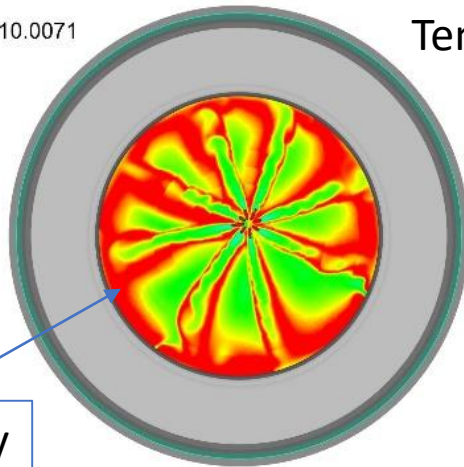
... y también en soot

ANÁLISIS EMISIONES MÁXIMA POTENCIA (Máx. Dosado)

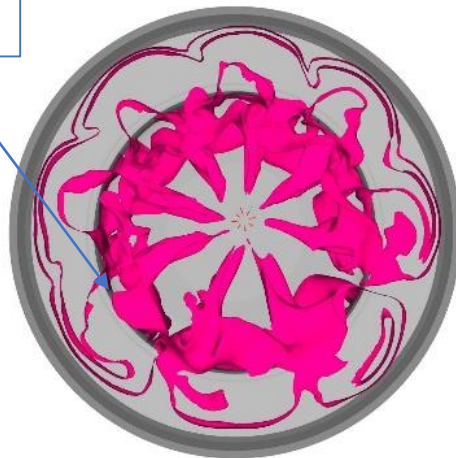
Formación NOx

Crank_angle = 10.0071

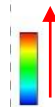
Temperatura



Alta Tª y
alta P.



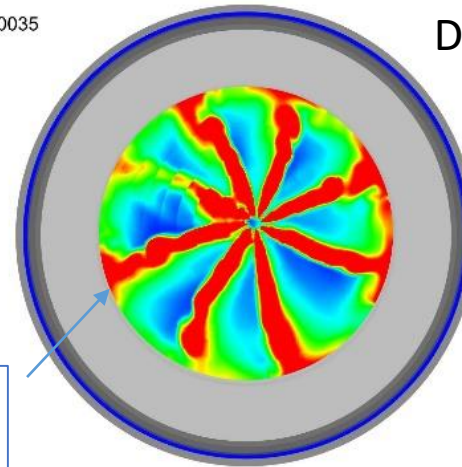
NOx



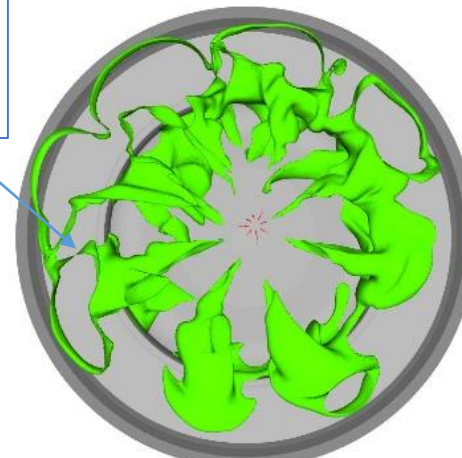
Formación Soot

Crank_angle = 20.0035

Dosado



Dosado
Rico y
falta
oxígeno



Soot

