
Índice general

Índice general	I
Índice de figuras	V
Lista de símbolos	XI
1 Planteamiento de la tesis	1
1.1. Justificación y objetivos	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Estructura de la tesis	3
Referencias	5
2 Fundamentos del proceso de inyección	9
2.1. Introducción	9
2.2. Sistemas de inyección Diesel	9
2.2.1. Sistemas de inyección directa en motores Diesel	11
2.3. Características del flujo interno en condiciones cavitantes	18
2.3.1. Estudios experimentales más relevantes	20
2.3.2. Estudio de la cavitación mediante CFD	31
2.3.3. Estudios existentes acerca de la influencia de la aguja sobre el fenómeno de la cavitación	40
2.4. Características del chorro Diesel	44
2.4.1. Descripción general del chorro Diesel	44
2.4.2. Proceso de atomización del chorro Diesel	45
2.4.3. Caracterización del chorro Diesel	54
Referencias	59

3 Metodología y herramientas experimentales empleadas	69
3.1. Introducción	69
3.2. Determinación de la geometría real de las toberas	70
3.2.1. Realización del molde de silicona	70
3.2.2. Visualización mediante el microscopio electrónico de barrido	71
3.2.3. Determinación de los parámetros geométricos	72
3.3. Caracterización hidráulica	73
3.3.1. Medida de la tasa de inyección	74
3.3.2. Medida del flujo de cantidad de movimiento	76
3.4. Parámetros y coeficientes descriptivos del flujo interno	78
Referencias	81
4 Modelado del fenómeno de la cavitación en toberas de inyección Diesel	83
4.1. Introducción	83
4.2. Ecuaciones de comportamiento de flujo	84
4.2.1. Ecuación de conservación de la masa	84
4.2.2. Ecuación de conservación del momento	86
4.2.3. Ecuación de conservación de la energía	86
4.3. Modelado de la cavitación	87
4.4. Modelado de la turbulencia	91
4.5. Importancia de los esquemas numéricos	95
4.6. Condiciones de contorno	98
4.7. Validación del modelo	99
4.7.1. Orificio calibrado	100
4.7.2. Tobera monorificio	103
4.7.3. Tobera multiorificio	110
Referencias	117
5 Estudio de la influencia del levantamiento de aguja mediante técnicas RANS	121
5.1. Introducción	121
5.2. Análisis a alta presión de inyección	122
5.2.1. Comportamiento característico del flujo a bajo y alto le- vantamiento de aguja	122
5.2.2. Evolución del flujo interno durante el proceso de aper- tura o cierre del inyector	128
5.2.3. Turbulencia	131
5.2.4. Influencia de la posición de la aguja sobre el desarrollo del chorro	132

5.3. Análisis a media y baja presión de inyección	134
5.3.1. Gasto másico	134
5.3.2. Flujo de cantidad de movimiento y velocidad efectiva . .	135
5.3.3. Coeficientes adimensionales	137
Referencias	139
6 Estudio de la influencia del levantamiento de aguja mediante técnicas LES	141
6.1. Introducción	141
6.2. Descripción y validación del estudio computacional	142
6.3. Desarrollo del flujo interno y aspecto de la cavitación	146
6.4. Características del flujo a la salida de la tobera	152
6.5. Desarrollo de la turbulencia	154
6.5.1. Vorticidad del flujo	155
6.5.2. Interacción cavitación-turbulencia	157
6.5.3. Estructuras turbulentas	160
Referencias	162
7 Estudio del flujo interno mediante malla móvil	165
7.1. Introducción	165
7.2. Modificación del código implementado en OpenFOAM	166
7.3. Estudio comparativo de las características del flujo interno mediante simulaciones estacionarias y transitorias	167
7.3.1. Características del combustible a la salida de la tobera . .	168
7.3.2. Aspecto de la cavitación	170
7.4. Acoplamiento del código con AMESim	175
7.4.1. Comparación de resultados: OpenFOAM - AMESim - Experimental	177
Referencias	180
8 Conclusiones y desarrollos futuros	183
8.1. Conclusiones	183
8.2. Desarrollos futuros	191
Bibliografía	195