

ÍNDICE DE LA MEMORIA

Índice de las figuras	3
Índice de las tablas	7
Capítulo 1: Objetivo y alcance del proyecto	11
Capítulo 2: Introducción	13
2.1. Historia	13
Capítulo 3: Dinámica de fluidos computacional	19
3.1. Definición	19
3.2. Funcionamiento	20
3.2.1. Mallado	21
3.2.2. Discretización.....	23
3.2.3. Solución computacional.....	24
3.2.4. Resultados.....	25
3.2.5. Aplicaciones y ventajas del CFD.....	26
Capítulo 4: Caso de estudio	29
4.1. Parámetros experimentales.....	30
4.1.1. Modelo de bomba y datos experimentales.	30
4.2. Estrategia de simulación.....	33
4.3. Mallado	34
4.3.1. Malla 1	34
4.3.2. Malla 2	45
4.3.3. Malla 3	49
4.4. Condiciones de simulación	53
4.4.1. Propiedades del fluido.	53
4.4.2. Condiciones de contorno.....	53
4.4.3. Puntos de monitorización.....	54
4.5. Condiciones de ensayo.	54
4.6. Simulación.....	59
4.6.1. Lectura y escritura de archivos.....	60
4.6.2. Información de la malla	63
4.6.3. Definición de propiedades.....	64
4.6.4. Definición de puntos de monitorización.....	69

4.6.5.	Solución	71
4.7.	Resultados.....	78
4.7.1.	Resultados de FLUENT.....	78
4.7.2.	Comparación de todos los modelos turbulentos	82
4.7.3.	Resultados en cada punto.....	84
Capítulo 5: Conclusiones		89
5.1.	Conclusiones de los ensayos	89
5.1.1.	Mallado	89
5.1.2.	Simulación.....	90
5.2.	Perspectivas de futuro.....	93
Capítulo 6: Bibliografía		95
6.1.	Referencias bibliográficas.	95
6.2.	Bibliografía de Consulta	96

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

Figura 2.1 Tornillo de agua ideado por Arquímedes.	13
Figura 2.2 Isaac Newton	14
Figura 3.1 Dominio del objeto a estudiar (botella en este caso).....	20
Figura 3.2 Algunos tipos de mallas.	21
Figura 3.3 Ejemplo de malla hexagonal.....	22
Figura 3.4 Ejemplo de malla triangular.....	22
Figura 3.5. Ejemplo de malla híbrida.	23
Figura 3.6 Región tubular de flujo de un fluido discreto.....	23
Figura 4.1 Esquema de la bomba con voluta incluida.	31
Figura 4.2 Colocación de los puntos o estaciones de medida (difusor).....	31
Figura 4.3 Posición de los sensores de medida de presión estática entre láminas	32
Figura 4.4 Interfaz de GAMBIT.....	35
Figura 4.5 Capa límite del estator 1 con sus respectivas condiciones.....	36
Figura 4.6 Detalle de la capa límite del estator 1.....	37
Figura 4.7. Separación por nodos del estator 1.	37
Figura 4.8. Detalle en las aspas de los nodos del estator 1.	38
Figura 4.9. Malla triangular del estator 1.....	38
Figura 4.10. Detalle de la malla del estator 1.....	39
Figura 4.11 Capa límite del rotor con sus respectivas condiciones	40
Figura 4.12 Detalle de la capa límite del rotor 1	40
Figura 4.13 Separación por nodos del rotor 1.	41
Figura 4.14 Detalle de los nodos en las aspas del rotor.....	41
Figura 4.15. Malla triangular del rotor 1.....	42
Figura 4.16 Detalle de la malla del rotor 1.....	42
Figura 4.17 Interfaz de t_merge para juntar las mallas.....	43
Figura 4.18 Malla 1	44
Figura 4.19 Detalle de la malla 1.	44
Figura 4.20 Mallado del estator 2.....	46

Figura 4.21	Detalle del mallado del estator 2	46
Figura 4.22	Mallado del rotor 2	47
Figura 4.23	Detalle del mallado del rotor 2.....	47
Figura 4.24	Malla 2	48
Figura 4.25	Detalle de la malla 2	48
Figura 4.26	Mallado del estator 3	50
Figura 4.27	Detalle del mallado del estator 3.....	50
Figura 4.28	Mallado del rotor 3	51
Figura 4.29	Detalle del mallado del rotor 3.....	51
Figura 4.30	Malla 3	52
Figura 4.31	Detalle de la malla 3	52
Figura 4.32	Interfaz de Fluent	59
Figura 4.33	Lectura de archivos con FLUENT	60
Figura 4.34	Ruta de auto-guardado de archivos.....	61
Figura 4.35	Opciones de auto-guardado de archivos.....	62
Figura 4.36	Información de la malla	63
Figura 4.37	Variables a definir en FLUENT	64
Figura 4.38	Variables a definir del "solver"	65
Figura 4.39	Definición del modelo viscoso.....	66
Figura 4.40	Definición del material del ensayo	67
Figura 4.41	Definición de las condiciones de operación	68
Figura 4.42	Definición de las condiciones de contorno.....	69
Figura 4.43	Definición de los puntos de monitorización	70
Figura 4.44	Localización de los puntos dentro de la bomba.....	70
Figura 4.45	Submenú para parametrizar la solución	71
Figura 4.46	Definición de la precisión de la solución	72
Figura 4.47	Definición del monitor con los residuos	73
Figura 4.48	Definición del monitor del empuje.....	74
Figura 4.49	Definición de los monitores de superficie.....	74
Figura 4.50	Definición de los parámetros de superficie.....	75
Figura 4.51	Definición de los valores iniciales.	76
Figura 4.52	Definición de los parámetros para iterar.....	77
Figura 4.53	Gráfico de residuales	78
Figura 4.54	Gráfico del empuje respecto el flujo de tiempo	79
Figura 4.55	Presión media en el punto r1c1.....	79
Figura 4.56	Contornos de presión estática (Pascal)	80

Figura 4.57	Contornos de velocidad en m/s.....	81
Figura 4.58	Comparación modelos turbulentos con datos experimentales.....	83
Figura 4.59	Comparación de la variación de presiones	84
Figura 4.60	Pulsos de presión a lo largo del ensayo	85
Figura 4.61	Pulso de presión por ciclo.....	86
Figura 4.62	Comparación del pulso de presión del proyecto con el experimental (malla 1)	87
Figura 4.63	Comparación de pulsos de presión por ciclo (malla 1).....	87
Figura 5.1	Comparación del pulso de presión del proyecto con el experimental (malla 100).....	91
Figura 5.2	Comparación del pulso de presión por ciclo (malla 100).....	92

ÍNDICE DE LAS TABLAS

Tabla 4.1: Condiciones iniciales de nuestro proyecto.....	32
Tabla 4.2: Condiciones de la capa límite de las mallas.....	35
Tabla 4.3: Propiedades de los fluidos	53
Tabla 4.4: Condiciones de entrada.....	53
Tabla 4.5: Condiciones de salida.....	54
Tabla 4.6: Coordenadas de los puntos del monitor.....	54
Tabla 4.7: Tipo de malla a ensayar	55
Tabla 4.8: Número de malla.....	55
Tabla 4.9: Tipos de modelos turbulentos	56
Tabla 4.10: Opciones posibles.....	56
Tabla 4.11: Nombres de malla según salto de tiempo	57
Tabla 4.12: El caso número 10 a estudiar.....	58
Tabla 4.13: Localización de puntos para medir.....	69

