

ÍNDICE GENERAL

I I RESUMEN	vii
I II ABSTRACTxi
I III RESUM	xv
I IV OBJETIVOS	xix
I V ESTRUCTURA DE LA TESIS	xxi
1 DISTRIBUCIÓN Y CALIDAD DEL AGUA EN EL ABASTECIMIENTO	39
1.1 Sistemas de Abastecimiento de Agua	41
1.1.1 Elementos del sistema de abastecimiento.....	42
1.1.2 Líneas de conducción	43
1.1.3 Consumo de agua en la distribución	46
1.2 Calidad del Agua en el Abastecimiento.....	48
1.2.1 La desinfección	50
1.2.2 Vigilancia de la calidad del agua.....	55
1.2.3 Enfermedades debidas al consumo de agua.....	59
2 INTRUSIÓN PATÓGENA A TRAVÉS DE FALLOS	75
2.1 Antecedentes	77
2.2 Vías de Entrada de los Patógenos	81
2.3 Fuentes Contaminantes	85
2.4 Mecanismos que Generan Intrusión.....	91
2.5 El Deterioro de las Conducciones.....	94
2.6 Análisis del Material de las Conducciones	99
2.6.1 Conducciones metálicas	99
2.6.2 Conducciones de matriz de cemento.....	101
2.6.3 Conducciones plásticas	103
2.7 Consecuencias de los Fallos	104
3 MODELO DE INTRUSIÓN ANÁLOGO AL DE FUGAS	109
3.1 Las Fugas de Agua en las Conducciones.....	111
3.2 Justificación del Modelo.....	112

3.3	Modelo de la Fuga.....	112
3.3.1	Estudios previos	115
3.3.2	Relación potencial en la fuga	116
3.4	Modelo de Intrusión en Estado Permanente	119
3.4.1	Antecedentes del modelo de intrusión.....	119
3.4.2	Prototipo de la intrusión	125
3.4.3	Modelo experimental.....	125
3.4.4	Tipo de fallos a ensayar.....	130
3.4.5	Ensayos experimentales del modelo análogo al de fugas.....	135
3.4.6	Resultados del modelo de intrusión permanente.....	137
3.5	La Relación Potencial, Intrusión vs Fugas.....	139
3.6	Variación de los fallos durante la intrusión.....	141
3.7	La Intrusión con un Medio Exterior Poroso	145
3.8	Aplicación del Modelo CFD	147
3.8.1	Dinámica de fluidos computacional	147
3.8.2	CFD aplicado a la Intrusión permanente.....	158
3.8.3	Representación del Medio poroso en el CFD.....	166
3.9	Resultados del Modelo CFD en Estado Permanente.....	169
3.9.1	Resultados para el fallo circular de 4mm	169
3.9.2	Resultados para el fallo circular de 1mm	173
3.9.3	Resultados para el fallo transversal de 48mm	175
3.9.4	Resultados para el fallo longitudinal de 44mm.....	178
3.9.5	Resultado para el fallo circular de 1mm en medio poroso	182
4	LA INTRUSIÓN EN UN TRANSITORIO DE PRESIÓN.....	189
4.1	Los Modelos Hidráulicos en Transitorio de Presión	191
4.1.1	Golpe de Ariete en Tuberías.....	192
4.1.2	Método de las Características Modificado.....	194
4.1.3	Incorporación de la cavitación y del orificio en el MOC.....	199
4.2	Modelo Físico de Intrusión Durante el Transitorio	201
4.2.1	Instalación del Modelo Experimental	202
4.2.2	Ensayos experimentales.....	204
4.2.3	Resultados experimentales	206

4.3	Aplicación del MOC con Cavitación y Orificio	217
4.3.1	Resultados del MOC modificado	219
4.4	Modelo CFD Aplicado al Evento Transitorio	223
4.4.1	Modelo de CFD antes del transitorio	223
4.4.2	Modelo de CFD durante el transitorio	228
4.5	Resultados del Modelo de Intrusión en Transitorio.....	231
4.5.1	Resultados CFD para el fallo de 2mm durante el transitorio	231
4.5.2	Resultados CFD para el fallo de 4mm durante el transitorio	242
5	LA INTRUSIÓN PATÓGENA EN LA DISTRIBUCIÓN.....	255
5.1	Las Zonas de Vulnerabilidad.....	257
5.2	Aspectos a Considerar en base al Modelo Resuelto	258
5.3	La Intrusión en el Abastecimiento.....	260
5.4	Intrusión en Estado Permanente con Medio Poroso	263
5.5	Intrusión en Transitorio con Medio Poroso	271
5.6	Bifurcación en una Red de Distribución	278
5.6.1	Configuración de la instalación a modelar	278
5.6.2	Escenarios en la bifurcación en estado permanente	280
5.6.3	Escenario de la bifurcación en transitorio de presión.....	282
6	CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	289
6.1	Conclusiones.....	291
6.2	Desarrollos Futuros	295
	BIBLIOGRAFÍA.....	299
	PUBLICACIONES VINCULADAS	311
	ANEXOS.....	317