

ÍNDICE
TOMO I
CAPÍTULO 1-11

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	5
1.3	PROBLEMÁTICA DE LAS BALSAS.....	10
1.4	SEGURIDAD DE LAS BALSAS.....	13
1.5	CUANTIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD.....	15
1.6	OBJETO Y ALCANCE DE LA TESIS.....	17
1.7	ESTRUCTURA GENERAL DE LA TESIS.....	20
2	VISIÓN GENERAL DE LAS BALSAS.....	25
2.1	INTRODUCCIÓN.....	25
2.2	EL SECTOR AGRARIO Y LA RELACIÓN CON SUS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA.....	25
2.3	NECESIDAD Y FUNCIONES DE LAS BALSAS DE RIEGO.....	28
2.3.1	Necesidad de las balsas de riego.....	28
2.3.2	Funciones de las balsas de riego en los regadíos modernos.....	28
2.4	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS.....	30
2.5	ORIGEN DE LAS BALSAS DE TIERRA IMPERMEABILIZADAS CON GEOMEMBRANAS.....	32
2.6	BALSAS Y PRESAS.....	36
2.6.1	Las balsas dentro del contexto de las presas.....	36
2.6.2	Analogías y diferencias entre las presas de tierra y las balsas.....	39
2.7	LAS BALSAS DE RIEGO EN EL CONTEXTO MUNDIAL.....	51
2.8	CONCLUSIONES.....	54
3	LA NORMATIVA APLICABLE.....	57
3.1	INTRODUCCIÓN.....	57

3.2	REVISIÓN HISTÓRICA DE LA NORMATIVA EN ESPAÑA.....	58
3.2.1	Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de grandes presas (1 967).....	61
3.2.2	Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones, 31 de marzo de 1 995.....	62
3.2.3	Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses (1 996)....	64
3.2.4	Dictamen del profesor Miguel Sánchez Morón.....	69
3.2.5	Normas básicas de Seguridad Minera “ <i>Depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas</i> ”.....	70
3.3	NUEVA NORMATIVA.....	73
3.3.1	Real Decreto 9/2 008 de 11 de enero, que modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.....	74
3.3.2	Guías Técnicas de Seguridad en Presas.....	80
3.3.2.1	Situación Actual General.....	81
3.3.3	Situación actual de los documentos en Seguridad de Presas.....	86
3.4	SITUACIÓN ACTUAL PARA LAS BALSAS.....	94
3.5	MANUALES TÉCNICOS.....	99
3.6	VISIÓN GENERAL DE LA NORMATIVA A NIVEL MUNDIAL.....	100
3.6.1	Forma de la legislación.....	101
3.6.2	Naturaleza de las Autoridades Reguladoras.....	101
3.6.3	Poderes de la Autoridad Reguladora.....	102
3.6.4	Contenido de la normativa aplicable.....	106
3.6.5	Tendencias emergentes de las normas en materia de seguridad de presas. 115	
3.6.6	Conclusiones sobre la normativa a nivel mundial.....	117
3.7	CONCLUSIONES.....	119
4	LA SEGURIDAD EN LAS BALSAS DE RIEGO.....	121
4.1	INTRODUCCIÓN.....	121
4.2	ESTADO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS BALSAS DE RIEGO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD.....	123
4.3	CAUSAS DE COLAPSO EN LAS BALSAS.....	126

4.4	ESTADO ACTUAL EN LA EXPLOTACIÓN.	128
4.4.1	Comunidades de regantes visitadas.....	129
4.4.2	Conclusiones de las visitas.....	131
4.5	ESTADO ACTUAL PLANES DE EMERGENCIA EN BALSAS.	135
4.6	MARCO PROPUESTO DE SEGURIDAD EN BALSAS.	137
4.6.1	Fases de vida de una balsa.....	137
4.6.2	Proyecto y ejecución.....	137
4.6.3	Puesta en carga.....	138
4.6.4	Explotación.	138
4.6.5	Puesta fuera de servicio.	141
4.6.6	Marco de seguridad propuesto.	142
4.7	CONCLUSIONES.	146
5	PATOLOGÍAS EN BALSAS Y DEPÓSITOS.	151
5.1	INTRODUCCIÓN.	151
5.2	PATOLOGÍAS EN BALSAS Y DEPÓSITOS.	154
5.2.1	Patologías en balsas de tierra.	154
	Diseño inadecuado de toma de fondo.....	154
	Tubificación del dique.....	170
	Tubificación del vaso.....	173
	Deslizamientos y desprendimientos.	178
	Sobrevvertido.	189
	Patologías en impermeabilización con geomembranas.	197
	Patologías en impermeabilización con asfalto.....	207
	Patologías en impermeabilización con hormigón.	211
	Patologías en impermeabilización con arcillas.	213
	Incidencias en la impermeabilización con geomembranas.....	216
	Asientos.....	227
	Incidencias en las conducciones.	241
	Vertido inadecuado sobre lámina.	253

Patologías varias.....	257
5.2.2 Patologías en depósitos.....	264
Patologías en depósitos de hormigón.....	264
Patologías en depósitos metálicos.....	270
5.3 INCIDENCIAS EN EXPLOTACIÓN.....	272
Incidentes originados por la explotación.....	273
Incidentes que afectan a la explotación.....	279
5.4 CAUSAS DE PATOLOGÍAS E INCIDENCIAS EN BALSAS.....	297
5.4.1 Análisis general de las patologías e incidencias.....	297
5.4.2 Análisis de las causas de colapso en balsas.....	304
5.5 ANÁLISIS DEL FALLO POR FILTRACIONES EN BALSAS.....	307
5.5.1 CONCLUSIONES.....	311
6 CRITERIOS DE DISEÑO.....	315
6.1 INTRODUCCIÓN.....	315
6.2 ASPECTOS GENERALES.....	318
6.3 ASPECTOS GEOTÉCNICOS.....	321
6.3.1 Aspectos generales.....	321
6.3.2 Reconocimiento del terreno.....	322
6.3.3 Ensayos del estudio geotécnico.....	325
6.3.4 Consideraciones finales.....	329
6.4 DIQUES Y TALUDES.....	332
6.4.1 Estabilidad de los taludes.....	332
6.4.2 Elementos de diseño en los taludes.....	341
6.4.3 Ejecución de los taludes.....	358
6.4.4 Consideraciones finales.....	369
6.5 DRENAJES.....	371
6.5.1 Aspectos generales.....	371
6.5.2 Drenes estructurales.....	372
6.5.3 Drenes no estructurales.....	385

6.5.4	Otros sistemas de detección.....	391
6.5.5	Consideraciones finales.....	393
6.6	ELEMENTOS DE ENTRADA Y SALIDA.	394
6.6.1	Aspectos generales.....	394
6.6.2	Estructuras que atraviesan el dique.....	394
6.6.3	Consideraciones sobre los sistemas de desagüe de emergencia.	404
6.6.4	Características de las estructuras y conducciones que atraviesan el dique.	410
6.6.5	Conducciones, válvulas y otros elementos.....	416
6.6.6	Caseta o Arqueta de válvulas.....	425
6.6.7	Entradas y salidas inferiores.....	428
6.6.8	Entradas y salidas por coronación.....	441
6.6.9	Consideraciones finales.....	450
6.7	ALIVIADEROS.	453
6.7.1	Aspectos generales.....	453
6.7.2	Tipología de aliviaderos.....	454
6.7.3	Problemática en los aliviaderos.....	458
6.7.4	Recomendaciones.....	460
6.8	IMPERMEABILIZACIÓN.....	468
6.8.1	Aspectos generales.....	468
6.8.2	Consideraciones generales sobre la impermeabilización rígida y semirígida.....	471
6.8.3	Consideraciones generales de la impermeabilización con geomembranas (impermeabilización flexible).....	476
6.8.4	Consideraciones finales.....	510
6.9	GEOSINTÉTICOS.....	514
6.9.1	Aspectos generales.....	514
6.9.2	Barreras geosintéticas poliméricas o geomembranas.....	516
6.9.3	Geotextiles y productos relacionados con los geotextiles y geocompuestos.....	537
6.9.4	Consideraciones finales.....	557

6.10 ENCAUZAMIENTOS Y CUNETAS.	559
6.10.1 Aspectos generales.....	559
6.10.2 Encauzamientos de aguas superficiales procedentes de escorrentía.	561
6.10.3 Cunetas.....	562
6.11 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.	564
6.11.1 Valla de cerramiento.	564
6.11.2 Medidas de salvamento.	566
6.11.3 Pretilos botaolas.....	569
6.11.4 Caminos de acceso.....	570
6.12 INSTRUMENTACIÓN.	572
6.12.1 Aspectos generales.....	572
6.12.2 La instrumentación para la explotación normal.	572
6.12.3 Auscultación.....	575
6.13 CONCLUSIONES.....	581
7 PUESTA EN CARGA, ARCHIVO TÉCNICO Y REGISTRO.....	583
7.1 INTRODUCCIÓN.	583
7.2 PUESTA EN CARGA.	584
7.2.1 Equipo responsable y programa de llenado.....	584
7.2.2 Planificación de la puesta en carga.....	587
7.2.3 Propuesta de puesta en carga para balsas de tierra.....	587
7.3 EL ARCHIVO TÉCNICO.	592
7.4 REGISTRO.....	596
7.5 CONCLUSIONES.....	607
8 NORMAS DE EXPLOTACIÓN PARA BALSAS DE RIEGO.....	609
8.1 INTRODUCCIÓN.	609
8.2 METODOLOGÍA.....	614
8.3 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN EN BALSAS.	615
8.4 PUNTOS CRÍTICOS A VIGILAR DURANTE LA EXPLOTACIÓN.....	620
8.5 PRÁCTICAS ACTUALES DE EXPLOTACION DE LA ENTIDADES..	623

8.6	LA SEGURIDAD EN LA EXPLOTACIÓN.	625
8.6.1	Seguridad durante la operación.....	625
8.6.2	Seguridad durante el mantenimiento.....	629
8.6.3	Seguimiento ordinario.....	630
8.6.4	Informes de estado.....	634
8.6.5	Revisiones de Seguridad.....	635
8.7	PROPUESTA DE NORMAS DE EXPLOTACIÓN PARA BALSAS DE TIERRA PARA RIEGO.....	640
8.7.1	Normas de explotación en balsas.....	640
8.7.2	Contenido del Plan de Operación.....	641
8.7.3	Escenario previo.....	647
8.7.4	Contenido del Plan de Vigilancia y Mantenimiento.....	650
8.7.5	Estructura del equipo de explotación.....	653
8.8	CONTENIDOS MÍNIMOS.	659
8.8.1	Contenidos mínimos de las Normas de Explotación.....	659
8.8.2	Contenido del Informe de Estado.....	659
8.8.3	Contenido de la Revisión de Seguridad.....	660
8.8.4	Equipo de revisión.....	663
8.9	CONCLUSIONES.	664
9	IMPLANTACIÓN, REHABILITACIÓN Y PUESTA FUERA DE SERVICIO.....	669
9.1	INTRODUCCIÓN.	669
9.2	IMPLANTACIÓN.....	672
9.2.1	Implantación en balsas en proyecto o en fase de construcción.....	672
9.2.2	Implantación en balsas existentes.....	672
9.3	LA REHABILITACIÓN.....	676
9.3.1	Aspectos generales.....	676
9.3.2	Reimpermeabilizaciones.....	678
9.3.3	Otros elementos.....	682
9.4	PUESTA FUERA DE SERVICIO.....	684

9.5 CONCLUSIONES.....	686
10 LA CLASIFICACIÓN DE BALSAS.....	689
10.1 INTRODUCCIÓN.....	689
10.2 ANÁLISIS DE LA NORMATIVA MUNDIAL RESPECTO A LAS CLASIFICACIONES EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO.....	691
10.3 ANÁLISIS DE LA NORMATIVA MUNDIAL RESPECTO A LAS CLASIFICACIONES EN FUNCIÓN DE LOS DAÑOS POTENCIALES.....	698
10.4 LA NORMATIVA ESPAÑOLA RESPECTO A LA CLASIFICACIÓN.....	703
10.5 LA CLASIFICACIÓN DE BALSAS EN ESPAÑA.....	707
10.5.1 Respecto a su tamaño y características.....	707
10.5.2 Respecto a los daños potenciales.....	708
10.6 CONCLUSIONES.....	717
11 LOS PLANES DE EMERGENCIA EN BALSAS Y ANÁLISIS DE AFECIONES.....	719
11.1 INTRODUCCIÓN.....	719
11.2 ANÁLISIS DE LOS PLANES DE EMERGENCIA A NIVEL MUNDIAL.....	722
11.3 PLANES DE EMERGENCIA PARA PRESAS EN ESPAÑA. CONTENIDOS MÍNIMOS.....	729
11.4 PARTICULARIDADES DE LA DIRECTRIZ.....	735
11.5 GUÍA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA DE PRESAS.....	739
11.6 APROBACIÓN E IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIAS EN PRESAS.....	744
11.7 CONSIDERACIONES DE LOS PLANES DE EMERGENCIA PARA BALSAS.....	746
11.7.1 Ejemplo de procedimientos en una situación de emergencia real en balsas.....	746
11.7.2 Respecto al fenómeno en sí.....	751
11.7.3 Respecto a la diferencia entre presas y balsas.....	753

11.7.4	Respecto a la declaración de la emergencia.	759
11.7.5	Respecto a las hipótesis de rotura.....	762
11.7.6	Respecto al análisis de seguridad.	763
11.7.7	Respecto a la toma de medidas para aminorar los daños.....	764
11.7.8	Respecto a los mapas de inundación.	765
11.7.9	Respecto a la implantación de los Planes de Emergencia en balsas..	776
11.8	CONCLUSIONES RESPECTO A LOS PLANES DE EMERGENCIA PARA BALSAS.....	779
11.9	PLAN DE EMERGENCIA PARA BALSAS.....	781
11.9.1	Propuesta de Planes de Emergencia para balsas por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.	781
11.9.2	Propuesta de Planes de Emergencia para balsas.....	785
11.10	ANÁLISIS DE LAS POSIBLES AFECCIONES.....	803
11.10.1	Introducción.....	803
11.10.2	Posibles elementos afectados.....	804
11.10.3	Criterios de afección.....	806
11.10.4	Criterio de afección propuesto.....	816

ÍNDICE
TOMO II
CAPÍTULO 12

12 FORMACIÓN DE BRECHA.....	819
12.1 INTRODUCCIÓN.	819
12.2 MODOS DE FALLO EN DIQUES DE TIERRA PARA BALSAS.	824
12.2.1 Modos de fallo por sobrevertido.....	824
12.2.2 Modos de fallo por tubificación.	831
12.3 ANÁLISIS DE LA ROTURA POR SOBREVERTIDO.....	839
12.3.1 Factores que afectan a la rotura por sobrevertido.	843
12.3.2 Criterio de inicio de la erosión para sobrevertido. Aplicación a balsas. 845	
12.4 ANÁLISIS DE LA ROTURA POR TUBIFICACIÓN.....	851
12.4.1 Factores que afectan a la rotura por tubificación.....	855
12.5 HIDROGRAMAS GENÉRICOS DE ROTURA.	858
12.6 CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE ROTURA.....	865
12.6.1 Trabajos experimentales.	870
12.6.2 Ecuaciones empíricas.....	907
12.6.3 Métodos físicos simples (métodos paramétricos).....	931
12.6.4 Métodos físicos “sofisticados”.....	961
12.6.5 Modelos y desarrollos actuales.....	968
12.7 CONCLUSIONES SOBRE LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS DE FORMACIÓN DE BRECHA ACTUALES.	993
12.8 METODOLOGÍAS PROPUESTAS EN ESTA TESIS.	998
12.8.1 Introducción.....	998
12.8.2 Datos utilizados.	1000
12.9 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE ROTURAS POR SOBREVERTIDO EN BALSAS.....	1005
12.9.1 Introducción.....	1005

12.9.2	Relación entre el volumen total y el volumen hasta Qmax (sobrevertido).	1008
12.9.3	Fórmulas para el cálculo del caudal máximo (sobrevertido).....	1014
12.9.4	Relación entre el tiempo de formación de brecha y tiempo para el caudal máximo (sobrevertido).....	1019
12.9.5	Fórmulas para el cálculo del tiempo para el caudal máximo (sobrevertido).....	1020
12.10	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE ROTURAS POR TUBIFICACIÓN EN BALSAS.....	1022
12.10.1	Introducción.....	1022
12.10.2	Relación entre el volumen total y el volumen hasta Qmax (tubificación). 1025	
12.10.3	Fórmulas para el cálculo del caudal máximo (tubificación).....	1039
12.10.4	Relación entre el tiempo de formación de brecha y tiempo para el caudal máximo (tubificación).....	1045
12.10.5	Fórmulas para el cálculo del tiempo para el caudal máximo (tubificación). 1046	
12.11	COMPARACIÓN ENTRE LOS MODELOS SIMPLIFICADOS PROPUESTOS.....	1048
12.12	ELABORACIÓN DEL HIDROGRAMA DE ROTURA PARA UNA BALSA. 1056	
12.12.1	Forma del hidrograma de rotura y su aplicación a balsas.....	1056
12.13	DESCRIPCIÓN MODELO BASADO EN IHET PARA EL CÁLCULO DEL HIDROGRAMA DE ROTURA POR TUBIFICACIÓN.....	1070
12.13.1	Introducción.....	1070
12.13.2	Hipótesis consideradas.....	1071
12.13.3	Ejemplo de aplicación del modelo numérico completo basado en IHET para una balsa de 300 000 m ³ y 10 metros de altura de agua.....	1080
12.13.4	Metodología simplificada para el análisis de la rotura por tubificación basada en IHET	1117
12.13.5	Ejemplos de aplicación del modelo simplificado propuesto para el análisis de roturas por tubificación en función de IHET	1131
12.13.6	Conclusiones.....	1137

12.14	EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LOS MODELOS DESCRITOS Y DE LOS MODELOS SIMPLIFICADOS PROPUESTOS.	1140
12.14.1	Introducción.....	1140
12.14.2	Ejemplos para cálculo de hidrogramas de rotura por sobrevertido. 1143	
12.14.3	Ejemplos para cálculo de hidrogramas de rotura por tubificación.	1222
12.14.4	Ejemplos de cálculo hidrogramas de roturas en casos reales.....	1319
12.14.5	Conclusiones de los ejemplos analizados.	1362
12.15	ANÁLISIS DE LAS ROTURAS EN DEPÓSITOS.	1364
12.15.1	Introducción.....	1364
12.15.2	Rotura instantánea.	1365
12.15.3	Comparación entre las diferentes ecuaciones.....	1369
12.15.4	Comparación entre rotura instantánea y rotura progresiva.	1371
12.15.5	Metodología propuesta por IHP- Technical Documents in Hydrology- Nº 23 (UNESCO).	1372
12.15.6	Metodología propuesta por el modelo <i>SMPDBK</i>	1374
12.15.7	Metodología propuesta por <i>RMUKR</i> para el cálculo de rotura instantánea.	1378
12.15.8	Parámetros de rotura en depósitos.	1382
12.15.9	Elaboración del hidrograma de rotura para depósitos.	1385
12.15.10	Ejemplo de cálculo de roturas instantáneas en depósitos.	1388
12.15.11	Conclusiones sobre la rotura instantánea.	1394
12.16	ANÁLISIS DE LA ROTURA ENCADENADA.	1396
12.16.1	Introducción.....	1396
12.16.2	Cálculo de la rotura encadenada.....	1400
12.16.3	Descripción del modelo completo.....	1409
12.16.4	Metodología del <i>Department of Ecology del Estado de Washington</i> . 1411	
12.16.5	Metodología propuesta por “ <i>Risk Management United Kingdom Reservoirs</i> ” (<i>RMUKR</i>) para el cálculo de rotura encadenada.	1413
12.16.6	Descripción de los múltiples cálculos realizados.....	1415

12.16.7	Metodología simplificada propuesta para el análisis de la rotura encadenada.	1420
12.16.8	Ejemplo de cálculo de rotura encadenada.	1429
12.16.9	Consideraciones sobre el modelo completo de rotura encadenada.	1484
12.16.10	Comparación entre el modelo completo y las metodologías simplificadas.	1490
12.16.11	Conclusiones.	1499
12.17	CONCLUSIONES FINALES.	1500

ÍNDICE
TOMO III
CAPÍTULO 13-15

13 MAPAS DE INUNDACIÓN.	1511
13.1 INTRODUCCIÓN.	1511
13.2 DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE PROPAGACIÓN.	1515
13.3 ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE ONDA.	1523
13.3.1 Ecuaciones fundamentales.....	1523
13.3.2 Métodos de solución.....	1533
13.3.3 Celeridad de onda.	1545
13.4 MODELOS DISPONIBLES.	1550
13.4.1 Introducción.....	1550
13.4.2 Modelos unidimensionales disponibles.....	1550
13.4.3 Modelos cuasi-bidimensionales:.....	1555
13.4.4 Modelos bidimensionales disponibles:.....	1556
13.4.5 Modelos aceptados.....	1560
13.4.6 Consideraciones sobre la modelización mediante modelos unidimensionales y bidimensionales.	1562
13.5 MÉTODOS SIMPLIFICADOS ESPECÍFICOS PARA EL ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE LA ONDA EN ROTURA DE DIQUES.	1570
13.5.1 Introducción.....	1570
13.5.2 Métodos simplificados informáticos.	1573
13.5.3 Métodos simplificados manuales.	1580
13.5.4 Consideraciones sobre los métodos simplificados.	1625
13.6 MODELIZACIÓN DEL CAUCE.	1632
13.6.1 Introducción.....	1632
13.6.2 Modelización longitudinal del cauce.	1633
13.6.3 Modelización de las secciones transversales.	1636
13.6.4 Elección y cálculo de la rugosidad.....	1652

13.6.5 Modelización cuasi-bidimensional.....	1678
13.6.6 Otros elementos.....	1679
13.7 ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE LA ROTURA EN BALSAS..	1684
13.7.1 Introducción.....	1684
13.7.2 Descripción de los parámetros de los modelos analizados.....	1686
13.7.3 Resultados obtenidos.....	1691
13.7.4 Análisis preliminar de los resultados.....	1694
13.7.5 Análisis de sensibilidad de los resultados.....	1763
13.7.6 Resumen resultados respecto a las variables hidráulicas.....	1804
13.7.7 Resultados respecto al caudal propagado.....	1807
13.7.8 Resultados respecto al tiempo de llegada.....	1830
13.7.9 Resultados respecto al calado.....	1835
13.7.10 Resultados respecto a la velocidad media.....	1849
13.7.11 Resultados respecto al producto de la velocidad media y el calado. 1858	
13.7.12 Resultados respecto a la celeridad.....	1866
13.7.13 Conclusiones.....	1873
13.8 ANÁLISIS DE LAS AFECCIONES.....	1878
13.8.1 Introducción.....	1878
13.8.2 Estudio de las afecciones en una sección potencial.....	1884
13.8.3 Análisis de los resultados.....	1895
13.8.4 Resumen de los resultados.....	1901
13.8.5 Conclusiones.....	1911
13.9 ANÁLISIS DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS.....	1912
13.9.1 Introducción.....	1912
13.9.2 Métodos simplificados analizados.....	1913
13.9.3 Resultados obtenidos.....	1924
13.9.4 Conclusiones previas.....	1944

13.10	ELABORACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE FLUJO EN ROTURA DE BALSAS.	
	1949	
13.10.1	Introducción.....	1949
13.10.2	Descripción de las metodologías simplificadas elaboradas.....	1950
13.10.3	Método simplificado propuesto A.....	1955
13.10.4	Método simplificado propuesto B.....	1959
13.11	COMPARACIÓN CON MODELOS DE ROTURA EN BALSAS REALES.	1964
13.11.1	Introducción.....	1964
13.11.2	Características de los modelos de rotura.	1964
13.11.3	Situaciones y modelizaciones analizadas.	1966
13.11.4	Software y métodos utilizados. Características principales.	1967
13.11.5	Ejemplo nº1 Balsa “ <i>El Toscar</i> ”.....	1972
13.11.6	Ejemplo nº2 Balsa “ <i>Los Cabezos</i> ”.....	2016
13.11.7	Ejemplo nº3 Balsa “ <i>Lloma Larga</i> ”.....	2045
13.11.8	Ejemplo nº4 Balsa “ <i>El Rollo</i> ”.....	2073
13.11.9	Ejemplo nº5 Balsa “ <i>El Mandem</i> ”.....	2103
13.11.10	Resumen general de los resultados.....	2139
13.11.11	Conclusiones.....	2154
13.12	ANÁLISIS DE LA PROPAGACIÓN DE LA ROTURA EN DEPÓSITOS (ROTURA INSTANTÁNEA).	2157
13.12.1	Introducción.....	2157
13.12.2	Ejemplos analizados.....	2160
13.12.3	Ejemplo nº1. Rotura depósito de hormigón.	2161
13.12.4	Ejemplo nº2. Rotura de un depósito metálico.....	2175
13.12.5	Conclusiones.....	2195
13.13	CONSIDERACIONES FINALES.....	2197
13.13.1	Aspectos generales.....	2197
13.13.2	La formación de brecha y su forma geométrica. Caudales máximos de rotura.	2197

13.13.3	Modelo topográfico.....	2198
13.13.4	Rugosidad.....	2200
13.13.5	Erosión en el cauce y transporte de sedimentos.....	2200
13.13.6	Pérdidas de volumen.	2202
13.13.7	Flujos complejos.	2202
13.13.8	Modelador.	2202
13.13.9	Conclusiones.....	2203
13.14	ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN.....	2205
13.15	CONCLUSIONES.....	2211
14	CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.	2225
14.1	INTRODUCCIÓN	2225
14.2	CONCLUSIONES PARTICULARES.....	2225
14.2.1	Introducción.....	2225
14.2.2	Visión general de las balsas.....	2229
14.2.3	La Normativa aplicable.....	2231
14.2.4	La Seguridad en las balsas de riego.	2233
14.2.5	Patologías en balsas y depósitos.	2237
14.2.6	Criterios de diseño.	2241
14.2.7	Puesta en carga, Archivo técnico y Registro.....	2242
14.2.8	Normas de Explotación.	2244
14.2.9	Implantación, rehabilitación y puesta fuera de servicio.	2248
14.2.10	La clasificación de balsas.	2249
14.2.11	Los Planes de Emergencia en balsas y análisis de afecciones. ...	2251
14.2.12	Formación de brecha.	2254
14.2.13	Mapas de inundación.....	2265
14.3	CONCLUSIONES GENERALES.	2279
14.4	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.	2287
15	REFERENCIAS.....	2289