

Índice general

1. Introducción	1-1
2. Radiación ionizante ambiental	2-1
2.1. Introducción	2-2
2.2. Radiación natural	2-3
2.2.1. Radiación cósmica	2-3
2.2.2. Radiación terrestre	2-7
2.2.3. Radón atmosférico	2-15
2.3. Radiación ambiental artificial	2-25
2.3.1. Fuentes naturales modificadas tecnológicamente.	2-25
2.3.2. Fuentes artificiales	2-27
2.4. Dosis ambiental y factores de influencia	2-37
2.4.1. Tasa de dosis de origen terrestre	2-39
2.4.2. Tasa de dosis de origen cósmico	2-40
2.4.3. Tasa de dosis externa debida a los descendientes del radón en el aire .	2-42
2.4.4. Tasa de dosis debida a los descendientes del radón en el agua de lluvia	2-45
2.4.5. Medida de la tasa de dosis ambiental	2-50
2.5. Dispositivos de medida	2-53
2.5.1. Cámaras de ionización	2-53
2.5.2. Contadores Geiger-Müller	2-54

2.5.3.	Contadores proporcionales	2-55
2.5.4.	Detectores de centelleo	2-56
2.5.5.	Dosímetros de termoluminiscencia	2-57
3.	Equipos y métodos utilizados	3-1
3.1.	Laboratorio ESCRA	3-2
3.1.1.	Descripción de la estación meteorológico-radiológica del laboratorio ESCRA	3-2
3.1.2.	Equipos meteorológicos	3-3
3.1.3.	Equipos radiológicos	3-8
3.1.4.	Equipos radiológicos: Medida de la tasa de kerma ambiental	3-9
3.1.5.	Equipos radiológicos: Medida de la concentración de radón y emisores alfa y beta artificiales en la atmósfera.	3-12
3.1.6.	Equipos radiológicos: Medida de la dosis acumulada.	3-21
3.1.7.	Equipos radiológicos: Medida de la actividad de la lluvia	3-24
3.1.8.	Equipos de adquisición y almacenamiento de datos	3-24
3.1.9.	Equipos auxiliares	3-25
3.2.	Equipo SARAC	3-26
3.2.1.	Introducción	3-26
3.2.2.	Descripción general y principio de funcionamiento	3-26
3.2.3.	Método de cálculo de la actividad específica del agua de lluvia	3-32
3.2.4.	Calibración del equipo SARAC. Determinación de la eficiencia de detección.	3-35
3.3.	Tratamiento y acondicionamiento datos	3-42
3.3.1.	Introducción	3-42
3.3.2.	Procedimiento de almacenamiento de datos	3-42
3.3.3.	Software de tratamiento de datos	3-44
4.	Sistemas de simulación	4-1

4.1. Introducción	4-2
4.2. Código de simulación MC	4-3
4.3. Reducción de varianza	4-5
4.3.1. Introducción	4-5
4.3.2. Cálculo de la fluencia de partículas. Método de detección forzada . . .	4-5
4.3.3. Coeficientes de transferencia de energía para fotones	4-8
4.3.4. Cálculo de la dosis	4-11
4.4. Optimización del diseño del equipo SARAC	4-14
4.4.1. Introducción	4-14
4.4.2. Descripción del sistema de espectrometría gamma	4-14
4.4.3. Descripción del recipiente de recuento	4-15
4.4.4. Procedimiento de simulación del recipiente de recuento	4-15
4.5. Modelización de la estación ESCRA	4-22
4.5.1. Introducción	4-22
4.5.2. Descripción	4-22
4.5.3. Resultados	4-27
5. Resultados	5-1
5.1. Análisis meteorológico de la estación ESCRA	5-2
5.1.1. Introducción	5-2
5.1.2. Variables meteorológicas	5-2
5.2. Concentración del radón atmosférico	5-13
5.2.1. Introducción	5-13
5.2.2. Concentración de radón en la atmósfera en función de la dirección y velocidad del viento	5-13
5.2.3. Evolución temporal de la concentración de radón	5-16
5.3. Descendientes del radón en la lluvia	5-19

5.3.1. Introducción	5-19
5.3.2. Resultados obtenidos	5-19
5.3.3. Relación entre la procedencia de la tormenta y la actividad del agua de lluvia	5-20
5.4. Dosimetría ambiental en la Estación ESCRA	5-25
5.4.1. Introducción	5-25
5.4.2. Detectores de ionización gaseosa	5-25
5.4.3. Detectores de termoluminiscencia	5-30
5.5. Evolución de la dosis ambiental natural	5-35
5.5.1. Introducción	5-35
5.5.2. Dosis en períodos secos	5-35
5.5.3. Dosis en periodos húmedos	5-54
6. Discusión y conclusiones	6-1
Apéndice A.	
A.1. Gráficas ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia	A-2
Apéndice B.	
B.1. Gráficos tasa de dosis en periodos secos.	B-2
Bibliografía.	

Índice de figuras

2.1. Interacción de la radiación cósmica primaria con la atmósfera	2-5
2.2. Cadena de desintegración del $^{238}_{92}\text{U}$	2-11
2.3. Cadena de desintegración del $^{232}_{90}\text{Th}$	2-14
2.4. Cadena de desintegración del $^{235}_{92}\text{U}$	2-16
2.5. Productos de desintegración del radón y el torón, dinámica y distribución atmosférica.	2-18
2.6. Proceso de formación de un aerosol radiactivo.	2-22
2.7. Tasa de dosis debida a la radiación cósmica en función de la altura y la latitud geomagnética	2-26
2.8. Tasa de dosis debida a la radiación cósmica en función de la presión atmosférica para una latitud de 43°	2-41
2.9. Variación diaria media del factor de equilibrio entre la concentración de Bi-214 y Rn-222.	2-43
2.10. Concentración ^{214}Pb y ^{214}Bi en la atmósfera.	2-44
2.11. Variación diaria de la concentración de radón y su relación con la altura de la capa de mezcla	2-44
2.12. Tasa de dosis durante un intervalo de lluvia observada en la estación ESCRA los días 2 y 3 de septiembre del año 1996.	2-46
2.13. Relación entre la actividad específica de los descendientes del radón y la tasa de lluvia.	2-47
2.14. Relación entre la actividad específica de los descendientes del radón y la cantidad de precipitación.	2-48
2.15. Relación entre la actividad específica de los descendientes del radón y la duración del intervalo de lluvia.	2-48

2.16. Dependencia energética de diversos tipos de materiales TLD. Adaptado de [1]	2-59
3.1. Ubicación de la Estación ESCRA en la ciudad de Barcelona	3-3
3.2. Vista del Campus Nord de la UPC en Barcelona	3-3
3.3. Estación ESCRA y equipos asociados.	3-4
3.4. Respuesta energética de la cámara de ionización Reuter-Stokes modelo RSS-112 ubicada en la estación ESCRA.	3-10
3.5. Respuesta energética del contador proporcional marca FAG, modelo FHZ601A ubicado en la estación ESCRA	3-11
3.6. Respuesta direccional del contador proporcional marca FAG, modelo FHZ601A ubicado en la estación ESCRA	3-11
3.7. Respuesta energética del detector Berthold, BAI9390.	3-12
3.8. Respuesta direccional del detector Berthold, BAI9390.	3-13
3.9. Equipo de medida de la concentración de radón y emisores alfa y beta en el aire. Marca Berthold, modelo LB/BAI 9100-D.	3-13
3.10. Relación entre la tasa de cuentas de pseudo-coincidencia y la tasa de cuentas de partículas alfa. Estación ESCRA.	3-16
3.11. Relación entre la tasa de cuentas de pseudo-coincidencia y la tasa de cuentas de partículas beta. Estación ESCRA	3-17
3.12. Dosímetros TLD empleados en la medida de la dosis acumulada ambiental en la estación ESCRA.	3-23
3.13. Esquema general del equipo SARAC	3-27
3.14. Corte transversal del recipiente de recuento del equipo SARAC	3-29
3.15. Espectro obtenido con el patrón de calibración del equipo SARAC	3-39
3.16. Relación entre el inverso de la eficiencia fotónica de detección del recipiente de recuento del equipo SARAC y la energía de la radiación gamma de la disolución patrón. Medidas realizadas el día 7 de agosto de 1998, para un volumen del patrón de calibración de 255 cm ³	3-39
4.1. Organización de la estructura de archivos en la simulación del transporte de la radiación en un sistema mediante técnicas de Monte Carlo, empleando el paquete de rutinas PENELOPE.	4-4
4.2. Representación esquemática del método de detección forzada	4-7

4.3.	Detector de espectrometría gamma de germanio intrínseco de alta pureza . . .	4-16
4.4.	Estructura interna de la zona de detección del detector HPGe y materiales que la componen.	4-17
4.5.	Representación gráfica del fichero de geometría correspondiente a la estructura interna de la zona de detección del detector HPGe	4-17
4.6.	Esquema del conjunto formado por el detector HPGe y el recipiente de recuento del equipo SARAC	4-18
4.7.	Relación entre el espesor, X , del volumen de agua lateral del recipiente de recuento y la eficiencia fotónica, ϵ_e	4-21
4.8.	Relación entre la altura, H_i , del volumen de agua inferior del recipiente de recuento y la eficiencia fotónica, ϵ_e	4-21
4.9.	Vista de los edificios del Campus Nord de la UPC en Barcelona	4-23
4.10.	Vista lateral del fichero de geometría que modeliza el campus Nord	4-24
4.11.	Vista en la dirección NE-SW de los bloques de edificios del Campus Nord modelizados con el fichero de geometría	4-25
4.12.	Vista superior del fichero de geometría que modeliza el campus Nord	4-26
4.13.	Vista desde la dirección SE-NW del perfil de la estación ESCRA situada en la azotea del módulo B4	4-26
4.14.	Factor de dosis en la estación ESCRA en función de la posición.	4-28
4.15.	Factor de dosis en la estación ESCRA en función de la energía para una altura de 50 cm.	4-29
4.16.	Factor de dosis en la estación ESCRA en función de la energía para una altura de 100 cm.	4-30
4.17.	Factor de dosis en la estación ESCRA en función de la energía para una altura de 200 cm.	4-31
4.18.	Factor de dosis en la estación ESCRA en función de la energía para una altura de 300 cm.	4-32
4.19.	Factores de dosis para diversos radionucleidos en función de la posición. Estación ESCRA	4-34
5.1.	Temperatura ambiental en la estación ESCRA desde el año 1995 al 1999.	5-3
5.2.	Evolución de la humedad relativa media diaria en la estación ESCRA durante los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-5

5.3. Presión atmosférica en la estación ESCRA desde el año 1995 al 1999.	5-6
5.4. Frecuencia de la dirección del viento diurna registrada en la Estación ESCRA entre los años 1995 y 1999	5-8
5.5. Frecuencia de la dirección del viento nocturna registrada en la Estación ESCRA entre los años 1995 y 1999	5-8
5.6. Radiación solar en la estación ESCRA desde el año 1995 al 1999.	5-10
5.7. Precipitación en la estación ESCRA desde el año 1995 al 1999.	5-12
5.8. Concentración de radón en función de la velocidad y dirección del viento en la estación ESCRA durante los meses de marzo, abril, y mayo de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a primavera	5-14
5.9. Concentración de radón en función de la velocidad y dirección del viento en la estación ESCRA durante los meses de junio, julio, y agosto de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a verano	5-14
5.10. Concentración de radón en función de la velocidad y dirección del viento en la estación ESCRA durante los meses de septiembre, octubre, y noviembre de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a otoño	5-15
5.11. Concentración de radón en función de la velocidad y dirección del viento en la estación ESCRA durante los meses de diciembre, enero y febrero de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a invierno	5-15
5.12. Evolución diaria de la concentración de radón media, en la estación ESCRA, durante los meses de marzo, abril y mayo de los años 1995 hasta 1999	5-17
5.13. Evolución diaria de la concentración de radón media, en la estación ESCRA, durante los meses de junio, julio y agosto de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a verano.	5-17
5.14. Evolución diaria de la concentración de radón media, en la estación ESCRA, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a otoño.	5-18
5.15. Evolución diaria de la concentración de radón media, en la estación ESCRA, durante los meses de diciembre, enero, y febrero de los años 1995 hasta 1999, correspondiente a invierno.	5-18
5.16. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia. Día 1 de enero del año 1999. Estación ESCRA.	5-21
5.17. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia. Día 13 de marzo del año 1999. Estación ESCRA.	5-22

5.18. Relación entre la actividad específica del ^{214}Pb y el ^{214}Bi en el agua de lluvia. Valores registrados durante el año 1999 en la estación ESCRA.	5-23
5.19. Tasa de dosis ambiental registrada con la sonda FHZ601A en la estación ESCRA entre los años 1995 y 1999.	5-27
5.20. Tasa de dosis ambiental registrada con la sonda Reuter-Stokes en la estación ESCRA durante los años 1996 a 1998.	5-29
5.21. Valores medios anuales de la tasa de dosis ambiental medida con los dosímetros TL en la estación ESCRA durante los años 1995 a 1999	5-31
5.22. Variación bimensual de la tasa de dosis ambiental medida en la estación ESCRA con los dosímetros TL durante el periodo comprendido entre el año 1995 y el año 1999	5-32
5.23. Variación mensual del parámetro D_{s0} para la sonda FHZ601A	5-40
5.24. Variación mensual del parámetro a_c para la sonda FHZ601A	5-41
5.25. Variación mensual del parámetro a_r para la sonda FHZ601A	5-41
5.26. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Enero de 1995. Sonda FHZ601A.	5-42
5.27. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Abril de 1995. Sonda FHZ601A.	5-42
5.28. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Agosto de 1995. Sonda FHZ601A.	5-43
5.29. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Octubre de 1995. Sonda FHZ601A.	5-43
5.30. Variación mensual del parámetro D_{s0} para la sonda Reuter-Stokes	5-46
5.31. Variación mensual del parámetro a_c para la sonda Reuter-Stokes	5-47
5.32. Variación mensual del parámetro a_r para la sonda Reuter-Stokes	5-47
5.33. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Julio de 1998. Sonda Reuter-Stokes.	5-48
5.34. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Octubre de 1998. Sonda Reuter-Stokes.	5-48
5.35. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Enero de 1998. Sonda Reuter-Stokes.	5-49
5.36. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Mayo de 1997. Sonda Reuter-Stokes.	5-49

5.37. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Enero de 1999. Sonda FHZ601A	5-52
5.38. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA. Junio de 1999. Sonda FHZ601A	5-52
5.39. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Día 1 de enero de 1999. Sonda FHZ601A.	5-61
5.40. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 11 a 15 de marzo de 1999. Sonda FHZ601A.	5-62
5.41. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 23 a 29 de marzo de 1999. Sonda FHZ601A.	5-63
5.42. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 13 a 19 de abril de 1999. Sonda FHZ601A.	5-64
5.43. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 27 a 30 de abril de 1999. Sonda FHZ601A.	5-65
5.44. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 13 a 17 de septiembre de 1999. Sonda FHZ601A.	5-66
5.45. Dosis medida y dosis ajustada en la estación ESCRA en periodos húmedos. Días 17 a 21 de septiembre de 1999. Sonda FHZ601A.	5-67
A.1. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 1 de enero del año 1999	A-2
A.2. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 13 de marzo del año 1999	A-3
A.3. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 24 de marzo del año 1999	A-4
A.4. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 25 de marzo del año 1999	A-5
A.5. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 26 de marzo del año 1999	A-6
A.6. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 27 de marzo del año 1999	A-7
A.7. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 15 de abril del año 1999	A-8
A.8. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 16 de abril del año 1999	A-9

A.9. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 17 de abril del año 1999	A-10
A.10. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 14 de septiembre del año 1999	A-11
A.11. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 18 de septiembre del año 1999	A-12
A.12. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 19 de septiembre del año 1999	A-13
A.13. Actividad específica de los descendientes del radón ^{214}Pb y ^{214}Bi en el agua de lluvia registrada durante el día 20 de octubre del año 1999	A-14
B.1. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Enero de 1999. Sonda FHZ601A	B-2
B.2. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Febrero de 1999. Sonda FHZ601A	B-3
B.3. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Marzo de 1999. Sonda FHZ601A	B-4
B.4. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Abril de 1999. Sonda FHZ601A	B-5
B.5. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Mayo de 1999. Sonda FHZ601A	B-6
B.6. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCR. Junio de 1999. Sonda FHZ601A	B-7
B.7. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Julio de 1999. Sonda FHZ601A	B-8
B.8. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Agosto de 1999. Sonda FHZ601A	B-9
B.9. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Septiembre de 1999. Sonda FHZ601A	B-10
B.10. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Octubre de 1999. Sonda FHZ601A	B-11
B.11. Dosis medida y dosis calculada en la estación ESCRA. Noviembre de 1999. Sonda FHZ601A	B-12

Índice de cuadros

2.1. Composición de la radiación cósmica primaria en capas altas de la atmósfera, y radiación cósmica secundaria al nivel del mar	2-6
2.2. Principales radionucleidos cosmogénicos	2-6
2.3. Radionucleidos primordiales	2-8
2.4. Presencia de $^{40}_{19}\text{K}$ en la corteza terrestre	2-9
2.5. Concentración de uranio en diversos tipos de rocas	2-10
2.6. Modos de desintegración de los radionucleidos de la cadena de desintegración del $^{238}_{92}\text{U}$ y energía de la radiación generada	2-12
2.7. Modos de desintegración de los radionucleidos de la cadena de desintegración del $^{232}_{90}\text{Th}$ y energía de la radiación generada	2-13
2.8. Modos de desintegración de los radionucleidos de la cadena de desintegración del $^{235}_{92}\text{U}$ y energía de la radiación generada	2-17
2.9. Valores característicos de la exhalación de radón y torón.	2-20
2.10. Velocidad de deposición media de los aerosoles en distintos tipos de superficies con y sin descendientes del radón adheridos	2-23
2.11. Descargas de efluentes radiactivos de las instalaciones modelo destinadas a la conversión, enriquecimiento y fabricación de elementos de combustible.	2-29
2.12. Centrales nucleares en España.	2-30
2.13. Productos de fisión más significativos.	2-32
2.14. Productos de activación más significativos.	2-33
2.15. Isótopos pesados y transuránidos presentes en un reactor nuclear.	2-33
2.16. Efluentes radiactivos gaseosos descargados a la atmósfera por las centrales nucleares españolas.	2-34

2.17. Efluentes radiactivos líquidos descargados a la atmósfera por las centrales nucleares españolas.	2-34
2.18. Factor de dosis de los radionucleidos depositados en el terreno por explosiones nucleares.	2-35
2.19. Características principales de algunos materiales termoluminiscentes empleados para la medida de la radiación ambiental.	2-58
3.1. Parámetros para la conversión a magnitudes físicas, las magnitudes eléctricas suministradas por las sondas meteorológicas.	3-5
3.2. Características de los sensores meteorológicos.	3-7
3.3. Incertidumbre asociada a las variables meteorológicas registradas en la estación ESCRA	3-8
3.4. Características de los equipos de medida de la tasa de dosis.	3-9
3.5. Características de los dosímetros TLD-700	3-23
3.6. Resolución del <i>datalogger</i> para un tiempo de respuesta de 20 ms	3-25
3.7. Características del detector de germanio de alta pureza empleado en la realización de medidas de espectrometría gamma en el equipo SARAC.	3-29
3.8. Composición e intensidad fotónica de la disolución patrón para la calibración del equipo SARAC	3-37
3.9. Eficiencia fotónica de detección del patrón de calibración del equipo SARAC calculada el día 27 de julio de 1998	3-40
3.10. Límite Inferior de Detección de diversos radionucleidos	3-40
4.1. Resultados obtenidos en la simulación del recipiente de recuento para fotones de 351.87 keV emitidos por el ^{214}Pb y para fotones de 609.31 keV emitidos por el ^{214}Bi	4-20
4.2. Dimensiones calculadas del espesor lateral, X y el espesor inferior, H_i del volumen de agua, que maximizan la eficiencia fotónica del recipiente de recuento para fotones de 351.87 keV emitidos por el ^{214}Pb y para fotones de 609.31 keV emitidos por el ^{214}Bi	4-20
4.3. Composición del cemento Portland utilizada en la simulación del Campus Nord de la UPC. Densidad = 2.3 g/cm ³	4-23
4.4. Composición del aire utilizada en la simulación del Campus Nord de la UPC.	4-24
4.5. Coeficientes para calcular el factor de dosis en la torre de la estación ESCRA	4-34

4.6. Factor de dosis en la torre meteorológica de la estación ESCRA.	4-35
5.1. Temperaturas mensuales máximas, mínimas y medias correspondientes a los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-2
5.2. Humedad relativa mensual máxima, mínima y media correspondiente a los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-4
5.3. Presión atmosférica mensual máxima, mínima y media correspondiente a los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-7
5.4. Distribución de velocidades y direcciones de vientos correspondiente a los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999	5-9
5.5. Radiación solar total mensual media registrada en la Estación ESCRA correspondiente los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-11
5.6. Precipitación total registrada en la Estación ESCRA correspondiente los años 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.	5-11
5.7. Valores mínimos, máximos y medios de la actividad específica del agua de lluvia registrados durante el año 1999 en la estación ESCRA.	5-20
5.8. Clasificación de los episodios de lluvia en función de la concentración de Bi-214 durante el año 1999. Estación ESCRA.	5-24
5.9. Tasa de dosis ambiental mensual medida con la sonda FHZ601A en la estación ESCRA entre los años 1995 y 1999.	5-26
5.10. Tasa de dosis ambiental mensual medida con la sonda Reuter-Stokes en la estación ESCRA entre los años 1996 y 1998.	5-28
5.11. Dosimetría TL en la estación ESCRA. Año 1995	5-31
5.12. Dosimetría TL en la estación ESCRA. Año 1996	5-32
5.13. Dosimetría TL en la estación ESCRA. Año 1997	5-33
5.14. Dosimetría TL en la estación ESCRA. Año 1998	5-33
5.15. Dosimetría TL en la estación ESCRA. Año 1999	5-33
5.16. Valores medios de la dosimetría ambiental TL en la estación ESCRA. Años 1995 a 1999	5-34
5.17. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda FHZ601A instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1995.	5-39

- 5.18. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda FHZ601A instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1997. 5-39
- 5.19. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda FHZ601A instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1998. 5-40
- 5.20. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda Reuter-Stokes instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1996. 5-45
- 5.21. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda Reuter-Stokes instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1997. 5-45
- 5.22. Coeficientes de los componentes de la dosis medida con la sonda Reuter-Stokes instalada en la Estación ESCRA, obtenidos mediante el programa FRD.EXE para el año 1998. 5-46
- 5.23. Coeficientes para la modelización de la tasa de dosis medida con la sonda FHZ601A instalada en la Estación ESCRA, obtenidos a partir de los valores medios de los coeficientes correspondientes a los años 1995,1997 y 1998. . . . 5-53
- 5.24. Coeficientes para la modelización de la tasa de dosis medida con la sonda Reuter-Stokes instalada en la Estación ESCRA, obtenidos a partir de los valores medios de los coeficientes correspondientes a los años 1996,1997 y 1998. 5-53