

# Índice

1. MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO .....	23
1.1.- Caso I: influencia de los árboles sobre la UVER .....	24
1.2.- Caso II: influencia de los muros verticales sobre la UVER .....	25
1.3.- Caso III: influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la UVER .....	26
2. CONCEPTOS TEÓRICOS .....	27
2.1.- La constante solar .....	28
2.2.- Paso de la radiación solar a través de la atmósfera .....	28
2.3.- Definiciones .....	35
2.4.- Medida del tiempo y la posición solar .....	40
2.5.- El espectro electromagnético .....	41
2.6.- Radiación UV .....	42
2.7.- Función de ponderación CIE .....	43
2.8.- Efecto de la radiación ultravioleta sobre la piel .....	45
2.9.- Unidades radiométricas .....	49
2.10.- Influencia de la atmósfera sobre la radiación ultravioleta .....	51
2.11.- Sistemas de medida .....	57
3. ANTECEDENTES .....	63
3.1.- Influencia de los árboles sobre la radiación UV .....	64
3.2.- Influencia de los muros verticales sobre la radiación UV .....	68
3.3.- Influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la radiación UV .....	71
4. SISTEMA DE MEDIDA .....	73
4.1.- EQUIPOS EMPLEADOS .....	74
4.1.1.- Dosímetros .....	74
4.1.2.- Radiómetros .....	77
4.2.- METODOLOGÍA .....	81
4.2.1.- Caso I: árboles .....	81
4.2.2.- Caso II: muros verticales .....	92
4.2.3.- Caso III: vehículos .....	101
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL CASO I: INFLUENCIA DE LOS ÁRBOLES SOBRE LA UVER .....	113
5.1.- Análisis de la influencia de los árboles sobre la UVER durante la época de febrero-marzo-abril .....	114
5.2.- Análisis de la influencia de los árboles sobre la UVER durante la época de mayo-junio .....	125
5.3.- Análisis de la influencia de los árboles sobre la UVER durante la época de julio- septiembre .....	133

5.4.- Análisis de la influencia de los árboles sobre la UVER durante la época de octubre-noviembre-diciembre .....	142
5.5.- Comparación de las medidas para todo el año .....	150
<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL CASO II: INFLUENCIA DE LOS MUROS VERTICALES SOBRE LA UVER .....</b>	<b>161</b>
6.1.- Análisis de la influencia de los muros verticales sobre la UVER durante la época de febrero-marzo-abril .....	162
6.2.- Análisis de la influencia de los muros verticales sobre la UVER durante la época de mayo-junio .....	174
6.3.- Análisis de la influencia de los muros verticales sobre la UVER durante la época de julio-septiembre .....	179
6.4.- Análisis de la influencia de los muros verticales sobre la UVER durante la época de octubre-noviembre-diciembre.....	185
6.5.- Comparación de las medidas para todo el año .....	191
<b>7. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA EL CASO III: INFLUENCIA DE LAS VENTANILLAS DE LOS VEHÍCULOS SOBRE LA UVER.....</b>	<b>203</b>
7.1.- Análisis de la influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la UVER durante la época de febrero-marzo-abril.....	204
7.2.- Análisis de la influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la UVER durante la época de mayo-junio.....	226
7.3.- Análisis de la influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la UVER durante la época de julio-septiembre .....	243
7.4.- Análisis de la influencia de las ventanillas de los vehículos sobre la UVER durante la época de octubre-noviembre-diciembre .....	260
7.5.- Comparación de las medidas para todo el año .....	276
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>291</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>297</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>303</b>

## Índice de figuras

Figura 2.1.- La constante solar .....	28
Figura 2.2.- Recorrido de la radiación solar hasta llegar a la superficie terrestre.. .....	29
Figura 2.3.- Masa óptica de aire. ....	31
Figura 2.4.- Espectro de absorción de los diferentes constituyentes atmosféricos.....	32
Figura 2.5.- Variaciones de temperatura y concentraciones de ozono en las principales capas atmosféricas. ....	33
Figura 2.6.- Dispersión para distintos tamaños de partículas .....	34
Figura 2.7.- Trayectoria del sol un día cualquiera de la época de primavera con referencia a coordenadas horizontales .....	37
Figura 2.8.- Coordenadas angulares solares .....	38
Figura 2.9.- Espectro electromagnético .....	42
Figura 2.10.- Espectro de acción para el eritema humano.....	44
Figura 2.11.- Espectro de acción para la fotoconjuntivitis (1) y para la fotoqueratitis (2). .....	45
Figura 2.12.- Imagen a partir de la composición de datos del instrumento TOMS a bordo del Earth Probe. Elaborada por la NASA. Las unidades son kJ/m <sup>2</sup> . ....	49
Figura 2.13.- Razón de la transmisión de la radiación ultravioleta a la radiación total para diferentes espesores de nubes ( $\tau_c$ ).....	52
Figura 2.14.- Ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie horizontal	54
Figura 2.15.- Radiación ultravioleta horaria (kJ/m <sup>2</sup> ) en función de la altura solar .....	54
Figura 2.16.- Transmitancia espectral para diferentes modelos de atmósferas: la línea continua sería la irradiancia recibida para condiciones estándar. Las líneas discontinuas muestran los efectos de variar condiciones individualmente .....	57
Figura 2.17.- Pirheliómetro .....	58
Figura 2.18.- Piranómetro para plano inclinado y piranómetro blanco-negro .....	59
Figura 2.19.- Dosímetro X2000-4 colocado en el pantalón de un voluntario para un estudio de campo .....	60
Figura 2.20.- Dosímetro de polisulfona.....	61
Figura 3.1.- Irradiancia espectral a pleno sol y en la sombra de un árbol .....	64
Figura 3.2.- Irradiancia espectral DNA en (1) la sombra de un árbol y (2) a pleno sol .	65
Figura 3.3.- Ratio de sombra espectral en diferentes posiciones de la sombra de un árbol.....	66
Figura 3.4.- Irradiancia espectral en (1) plano horizontal, (2) plano vertical hacia muro galvanizado y (3) plano vertical hacia muro de plástico negro .....	68
Figura 3.5.- Irradiancia espectral en el espectro de acción del eritema para (1) plano horizontal al sol, (2) frente a muro galvanizado y (3) frente a muro de plástico .....	69
Figura 4.1.- Dosímetro VioSpor .....	74
Figura 4.2.- Sensibilidad relativa de respuesta de los dosímetros empleados.....	75
Figura 4.3.- Detalle constructivo del dosímetro .....	76
Figura 4.4.- Radiómetro PMA2102C empleado en las medidas de irradiancia eritemática .....	78
Figura 4.5.- Comparación entre la respuesta del sensor PMA2100 y el espectro de acción de eritema .....	78
Figura 4.6.- Radiómetro PMA2100 conectado a los sensores PMA2102C empleados .	80
Figura 4.7.- Ubicación del Instituto de Tecnología Eléctrica donde se realizaron las medidas .....	81
Figura 4.8.- Árbol A .....	82
Figura 4.9.- Densidad de la copa del árbol A .....	82

Figura 4.10.- Árbol B .....	83
Figura 4.11.- Soporte empleado para la colocación de los dosímetros .....	84
Figura 4.12.- Dosímetro colocado en la sombra del árbol A.....	85
Figura 4.13.- Dosímetro colocado a la sombra del árbol B.....	86
Figura 4.14.- Equipo empleado para la medida de la irradiancia UVER .....	89
Figura 4.15.- Situación del muro donde se efectuaron las medidas .....	92
Figura 4.16.- Dimensiones y disposición del muro de metal .....	93
Figura 4.17.- Dimensiones y disposición del muro de hormigón.....	93
Figura 4.18.- Soporte utilizado para la colocación de los dosímetros.....	94
Figura 4.19.- Posiciones equivalentes del maniquí y del soporte empleado .....	95
Figura 4.20.- Soporte colocado frente a muro metálico .....	96
Figura 4.21.- Soporte situado frente a muro de hormigón.....	96
Figura 4.22.- Soporte situado sin muro enfrente .....	97
Figura 4.23.- Equipo de medida empleado para la medida de la irradiancia frente a los muros .....	99
Figura 4.24.- Situación de la zona donde se efectuaron las medidas en el coche .....	101
Figura 4.25.- Vehículo empleado en el estudio .....	102
Figura 4.26.- Dimensiones del vehículo .....	102
Figura 4.27.- Desplazamiento del asiento para simular la zona ocupada por una persona .....	104
Figura 4.28.- Disposición de los dosímetros del conductor .....	105
Figura 4.29.- Colocación de los dosímetros del pasajero .....	105
Figura 4.30.- Soporte utilizado para la colocación de los dosímetros al exterior del vehículo .....	106
Figura 4.31.- Movimiento del vehículo para seguir la posición del sol a lo largo del día .....	107
Figura 4.32.- Equipo de medida empleado para la medida de la irradiancia en el vehículo .....	110
Figura 5.1.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para febrero-marzo .....	115
Figura 5.2.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en febrero-marzo.....	116
Figura 5.3.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de febrero-marzo.....	118
Figura 5.4.- Evolución del ángulo cenital solar promedio en los días de medida y a lo largo del año. ....	119
Figura 5.5.- Valores de irradiancia para un día medio del mes de abril en el caso de árboles.....	122
Figura 5.6.- Cociente de exposición en un día medio del mes de abril en el caso de árboles.....	124
Figura 5.7.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para mayo-junio. ....	126
Figura 5.8.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en mayo-junio .....	127
Figura 5.9.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de mayo-junio .....	128
Figura 5.10.- Valores de irradiancia para un día medio de la época mayo-junio.....	130
Figura 5.11.- Cociente de exposición de la irradiancia recibida en la sombra del árbol respecto a la recibida a pleno sol para el árbol A y el árbol B en la época de mayo- junio.....	132
Figura 5.12.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para julio-septiembre. ....	135
Figura 5.13.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en la época de julio- septiembre.....	136

Figura 5.14.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de julio-septiembre.....	137
Figura 5.15.- Valores de irradiancia a la sombra del árbol A, a la sombra del árbol B y a pleno sol para un día de la época de julio-septiembre .....	139
Figura 5.16.- Ratio de exposición de la irradiancia recibida en la sombra del árbol respecto a la recibida a pleno sol para el árbol A y el árbol B en la época de julio-septiembre.....	141
Figura 5.17.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para octubre-noviembre-diciembre.....	143
Figura 5.18.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en octubre-noviembre-diciembre .....	144
Figura 5.19.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de octubre-noviembre-diciembre .....	145
Figura 5.20.- Valores de irradiancia para un día del mes de noviembre .....	147
Figura 5.21.- Cociente de exposición en un día promedio del mes de noviembre.....	149
Figura 5.22.- Variación del cociente de exposición de sombra a lo largo del año para los árboles A y B.....	151
Figura 5.23.- Comparativa del FPUVER a lo largo del año para los árboles A y B. ...	153
Figura 5.24.- Irradiancia diaria media a pleno sol para las distintas épocas del año en días promedio de medida.....	157
Figura 5.25.- Irradiancia diaria media bajo la sombra del árbol A para las distintas épocas del año en días promedio de medida.....	158
Figura 5.26.- Irradiancia media bajo la sombra del árbol B para las distintas épocas del año en días promedio de medida .....	158
Figura 5.27.- Cociente de exposición de la irradiancia UVER bajo la sombra del árbol A para las distintas épocas del año en días promedio de medida.....	159
Figura 5.28.- Cociente de exposición de la irradiancia UVER bajo la sombra del árbol B para las distintas épocas del año en días promedio de medida.....	159
Figura 6.1.- Valores de UVER a pleno sol, frente e muro metálico y frente a muro de hormigón, para febrero-marzo .....	164
Figura 6.2.-Irradiancia diaria media sobre plano horizontal sin muro, frente a muro metálico y frente a muro de hormigón para un día del mes de abril .....	170
Figura 6.3.- Irradiancia diaria media sobre plano vertical sin muro, frente a muro metálico y frente a muro de hormigón para un día del mes de abril .....	170
Figura 6.4.- Cociente de exposición UVER frente a muro respecto a sin muro tanto para el caso de muro de hormigón como de muro metálico para posición horizontal para un día del mes de abril.....	172
Figura 6.5.- Cociente de exposición UVER frente a muro respecto a sin muro tanto para el casos de muro de hormigón como de muro metálico para posición vertical para un día del mes de abril.....	173
Figura 6.6.- Resumen de valores UVER a pleno sol, frente a muro metálico y frente a muro de hormigón, para mayo-junio .....	175
Figura 6.7.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, frente e muro metálico y frente a muro de hormigón, para julio-septiembre. ....	181
Figura 6.8.- Resumen de valores UVER a pleno sol, frene a muro metálico y frente a muro de hormigón, para octubre-noviembre-diciembre.....	186
Figura 6.9.- Coeficiente de reflexión del muro metálico para el día 16 de noviembre	190
Figura 6.10.- Evolución del cociente de exposición UVER (frente a muro metálico) / UVER (sin muro) para cada época del año .....	194
Figura 6.11.- Evolución del cociente de exposición UVER (frente muro de hormigón) / UVER (sin muro) para cada época del año .....	196

Figura 6.12.- Evolución del cociente de exposición UVER (frente muro metálico) / UVER (frente muro de hormigón) para cada época del año .....	198
Figura 7.1.- Dosis UVER en distintas posiciones en la época de febrero-marzo para el caso de coches.. .....	207
Figura 7.2.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas cerradas en la época de febrero-marzo.....	207
Figura 7.3.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas abiertas en la época de febrero-marzo.....	208
Figura 7.4.- UVER para el caso del conductor en la época de febrero-marzo .....	209
Figura 7.5.- UVER para el caso del pasajero en la época de febrero-marzo.....	210
Figura 7.6.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el conductor en la época de febrero-marzo.....	212
Figura 7.7.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el conductor en la época de febrero-marzo .....	213
Figura 7.8.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el conductor en la época de febrero-marzo.....	213
Figura 7.9.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el conductor en la época de febrero-marzo.....	214
Figura 7.10.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el pasajero en la época de febrero-marzo .....	215
Figura 7.11.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el pasajero en la época de febrero-marzo .....	216
Figura 7.12.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el pasajero en la época de febrero-marzo .....	216
Figura 7.13.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el pasajero en la época de febrero-marzo .....	217
Figura 7.14.- Irradiancia diaria media en posición horizontal dentro del coche con las ventanillas cerradas y al exterior del coche para un día medio del mes de abril.....	222
Figura 7.15.- Irradiancia diaria media en posición horizontal dentro del coche con las ventanillas cerradas para un día medio del mes de abril .....	223
Figura 7.16.- Irradiancia diaria media en posición horizontal dentro del coche con las ventanillas abiertas y al exterior del coche para un día medio del mes de abril.....	223
Figura 7.17.- Irradiancia diaria media en posición horizontal y vertical dentro del coche con las ventanillas cerradas para un día medio del mes de abril .....	224
Figura 7.18.- Irradiancia diaria media en posición horizontal y vertical dentro del coche con las ventanillas abiertas para un día medio del mes de abril.....	224
Figura 7.19.- Dosis UVER en distintas posiciones en la época de mayo-junio .....	229
Figura 7.20.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas cerradas en la época de mayo-junio.. .....	229
Figura 7.21.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas abiertas en la época de mayo-junio. ....	230
Figura 7.22.- UVER para el caso del conductor en la época de mayo-junio.....	231
Figura 7.23.- UVER para el caso del pasajero en la época de mayo-junio .....	232
Figura 7.24.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el conductor en la época de mayo-junio .....	233
Figura 7.25.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el conductor en la época de mayo-junio. ....	234
Figura 7.26.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el conductor en la época de mayo-junio. ....	234

Figura 7.27.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el conductor en la época de mayo-junio. ....	235
Figura 7.28.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el pasajero en la época de mayo-junio. ....	236
Figura 7.29.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el pasajero en la época de mayo-junio. ....	237
Figura 7.30.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el pasajero en la época de mayo-junio. ....	237
Figura 7.31.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el pasajero en la época de mayo-junio. ....	238
Figura 7.32.- Dosis UVER en distintas posiciones en la época de julio-septiembre. .	246
Figura 7.33.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas cerradas en la época de julio-septiembre. ....	247
Figura 7.34.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas abiertas en la época de julio-septiembre. ....	247
Figura 7.35.- UVER para el caso del conductor en la época de julio-septiembre. ....	249
Figura 7.36.- UVER para el caso del pasajero en la época de julio-septiembre. ....	250
Figura 7.37.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el conductor en la época de julio-septiembre. ....	251
Figura 7.38.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el conductor en la época de julio-septiembre. ....	252
Figura 7.39.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el conductor en la época de julio-septiembre. ....	252
Figura 7.40.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el conductor en la época de julio-septiembre. ....	253
Figura 7.41.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el pasajero en la época de julio-septiembre. ....	254
Figura 7.42.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el pasajero en la época de julio-septiembre. ....	255
Figura 7.43.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el pasajero en la época de julio-septiembre. ....	255
Figura 7.44.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el pasajero en la época de julio-septiembre. ....	256
Figura 7.45.- Dosis UVER en distintas posiciones en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	263
Figura 7.46.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas cerradas en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	263
Figura 7.47.- Dosis UVER en distintas posiciones para el caso del coche con las ventanillas abiertas en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	264
Figura 7.48.- UVER para el caso del conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	265
Figura 7.49.- UVER para el caso del pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	266
Figura 7.50.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	267
Figura 7.51.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	268
Figura 7.52.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	268

Figura 7.53.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre.....	269
Figura 7.54.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior para el pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	270
Figura 7.55.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / exterior para el pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	271
Figura 7.56.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / ventanilla abierta para el pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	271
Figura 7.57.- Cocientes de exposición de ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	272
Figura 7.58.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas cerradas / UVER al exterior para el conductor en diferentes posiciones y para cada época del año. ....	279
Figura 7.59.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas abiertas / UVER al exterior para el conductor en diferentes posiciones y para cada época del año. ....	280
Figura 7.60.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas cerradas / UVER con las ventanillas abiertas para el conductor en diferentes posiciones y para cada época del año.....	280
Figura 7.61.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas cerradas / UVER al exterior para el pasajero en diferentes posiciones y para cada época del año. ....	284
Figura 7.62.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas abiertas / UVER al exterior para el pasajero en diferentes posiciones y para cada época del año. ....	284
Figura 7.63.- Variación del cociente de exposición UVER con ventanillas cerradas / UVER con las ventanillas abiertas para el pasajero en diferentes posiciones y para cada época del año.....	285

## Índice de tablas

Tabla 2.1.- Definición de irradiancia, irradiación horaria e irradiación diaria.....	36
Tabla 2.2.- Ángulo cenital solar medio al mediodía para cada mes en la ciudad de Valencia.....	39
Tabla 2.3.- Identificación de fototipos de piel.....	48
Tabla 2.4.- Riesgo de daño a la piel en función del índice UV.....	50
Tabla 2.5. Valor de albedo de radiación global sobre algunas superficies.....	56
Tabla 4.1.- Características técnicas de los dosímetros empleados.....	74
Tabla 4.2.- Rango de medida de los dosímetros VioSpor Tipo I, II, III, IV, V y S.....	75
Tabla 4.3.- Características técnicas de los sensores empleados.....	79
Tabla 4.4.- Características técnicas del registrador de datos PMA2100.....	79
Tabla 4.5.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros en el caso de árboles.....	87
Tabla 4.6.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en el caso de árboles.....	91
Tabla 4.7.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros en el caso de muros verticales.....	98
Tabla 4.8.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en el caso de muros verticales.....	100
Tabla 4.9.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros en el caso de coches.....	108
Tabla 4.10.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en el caso de coches.....	110
Tabla 5.1.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para la época de febrero-marzo en el caso de árboles.....	114
Tabla 5.2.- Días de medida para cada posición en la época de febrero-marzo.....	114
Tabla 5.3.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para febrero-marzo.....	115
Tabla 5.4.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en febrero-marzo.....	116
Tabla 5.5.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de febrero-marzo.....	117
Tabla 5.6.- Horas totales de medida para febrero-marzo.....	120
Tabla 5.7.- Cantidad de radiación equivalente a 1 MED para cada fototipo de piel....	120
Tabla 5.8.- Tiempo hasta la aparición de eritema para la época de febrero-marzo.....	121
Tabla 5.9.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en la época de febrero-marzo-abril para el caso de árboles.....	122
Tabla 5.10.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para la época de mayo-junio en el caso de árboles.....	125
Tabla 5.11.- Días de medida para cada posición en la época de mayo-junio.....	125
Tabla 5.12.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para mayo-junio.....	126
Tabla 5.13.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en mayo-junio.....	127
Tabla 5.14.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de mayo-junio.....	128
Tabla 5.15.- Horas totales de medida para mayo-junio.....	129
Tabla 5.16.- Tiempo hasta la aparición de eritema para la época de mayo-junio.....	129
Tabla 5.17.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en la época de mayo-junio para el caso de árboles.....	130
Tabla 5.18.- Diferencias entre la exposición en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B respecto a pleno sol a las 10:00h y a las 13:30h. para la época de mayo-junio.....	131

Tabla 5.19.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros a la sombra de los árboles para la época de julio-septiembre .....	133
Tabla 5.20.- Días de medida para cada posición en la época de julio-septiembre para el caso de árboles.....	134
Tabla 5.21.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para julio-septiembre. ....	134
Tabla 5.22.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en julio-septiembre.....	135
Tabla 5.23.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de julio-septiembre.....	136
Tabla 5.24.- Horas totales de medida en la sombra de los árboles para julio-septiembre .....	138
Tabla 5.25.- Tiempo hasta la aparición de eritema para la época de julio-septiembre.	138
Tabla 5.26.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en la época de julio-septiembre para el caso de árboles.....	139
Tabla 5.27.- Diferencias entre la exposición en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B respecto a pleno sol a las 10:00h y a las 13:30h. para la época de julio-septiembre.....	140
Tabla 5.28.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para la época de octubre-noviembre-diciembre en el caso de árboles. ....	142
Tabla 5.29.- Días de medida para cada posición en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	142
Tabla 5.30.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, en la sombra del árbol A y en la sombra del árbol B para octubre-noviembre-diciembre.....	143
Tabla 5.31.- Cociente de exposición para cada tipo de árbol en octubre-noviembre-diciembre. ....	144
Tabla 5.32.- FPUVER para cada tipo de árbol en la época de octubre-noviembre-diciembre .....	145
Tabla 5.33.- Horas totales de medida para octubre-noviembre-diciembre.....	146
Tabla 5.34.- Tiempo hasta la aparición de eritema para la época de octubre-noviembre-diciembre .....	146
Tabla 5.35.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en la época de octubre-noviembre-diciembre para el caso de árboles .....	147
Tabla 5.36.- Valores de $\theta_H$ , ángulo de incidencia sobre superficie horizontal promedio entre los días de medida.....	150
Tabla 5.37.- Cociente de exposición UVER sombra / UVER a pleno sol para todas las épocas del año.....	151
Tabla 5.38.- FPUVER (UVER sol / UVER sombra) .....	153
Tabla 5.39.- Tiempo hasta la aparición de eritema en la piel para cada época del año en el caso de árboles.....	155
Tabla 6.1.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros en el caso de muros para la época de febrero-marzo.....	162
Tabla 6.2.- Días de medida para cada posición en la época de febrero-marzo .....	163
Tabla 6.3.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, frente a muro metálico y frente a muro de hormigón, para febrero-marzo.....	163
Tabla 6.4.- Cocientes de exposición en las posiciones frente a muro metálico comparado con sin muro, frente a muro metálico comparado con frente a muro de hormigón y frente a muro de hormigón comparado con sin muro y para las orientaciones horizontal y vertical en cada caso para la época de febrero-marzo .....	166
Tabla 6.5.- Tiempo de medida frente a muros y en la época de febrero-marzo.....	167
Tabla 6.6.- Tiempo hasta el eritema para las posiciones horizontal frente a muro metálico, vertical frente a muro metálico, horizontal frente a muro de hormigón,	

vertical frente a muro de hormigón, horizontal sin muro y vertical sin muro para la época de febrero-marzo .....	167
Tabla 6.7.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros frente a muros en la época de febrero-marzo-abril.....	169
Tabla 6.8.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros frente a muros para la época de mayo-junio.....	174
Tabla 6.9.- Días de medida para cada posición en la época de mayo y junio para el caso de muros .....	174
Tabla 6.10.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, frente e muro metálico y frente a muro de hormigón, para mayo-junio. ....	175
Tabla 6.11.- Cocientes de exposición en las posiciones frente a muro metálico comparado con sin muro, frente a muro metálico comparado con frente a muro de hormigón y frente a muro de hormigón comparado con sin muro y para las orientaciones horizontal y vertical en cada caso para la época de mayo-junio. ....	177
Tabla 6.12.- Tiempo de medida frente a muros y en la época de mayo-junio. ....	178
Tabla 6.13.- Tiempo hasta el eritema para las posiciones horizontal frente a muro metálico, vertical frente a muro metálico, horizontal frente a muro de hormigón, vertical frente a muro de hormigón, horizontal sin muro y vertical sin muro para la época de mayo-junio.....	178
Tabla 6.14.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros frente a muros para la época de julio-septiembre. ....	179
Tabla 6.15.- Días de medida para cada posición en la época de julio-septiembre. ....	180
Tabla 6.16.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, frente e muro metálico y frente a muro de hormigón, para julio-septiembre. ....	180
Tabla 6.17.- Cocientes de exposición en las posiciones frente a muro metálico comparado con sin muro, frente a muro metálico comparado con frente a muro de hormigón y frente a muro de hormigón comparado con sin muro y para las orientaciones horizontal y vertical en cada caso para la época de julio-septiembre. ....	182
Tabla 6.18.- Tiempo de medida frente a muros y en la época de julio-septiembre.....	184
Tabla 6.19.- Tiempo hasta el eritema para las posiciones horizontal frente a muro metálico, vertical frente a muro metálico, horizontal frente a muro de hormigón, vertical frente a muro de hormigón, horizontal sin muro y vertical sin muro para la época de julio-septiembre. ....	184
Tabla 6.20 Días de medida y condiciones climáticas para la medida frente a muros para la época de octubre-noviembre-diciembre .....	185
Tabla 6.21.- Dosímetros empleados en las medidas frente a muros para la época de octubre-noviembre-diciembre .....	185
Tabla 6.22.- Valores absolutos de UVER a pleno sol, frente e muro metálico y frente a muro de hormigón, para octubre-noviembre-diciembre.....	186
Tabla 6.23.- Cocientes de exposición en las posiciones frente a muro metálico comparado con sin muro, frente a muro metálico comparado con frente a muro de hormigón y frente a muro de hormigón comparado con sin muro y para las orientaciones horizontal y vertical en cada caso para la época de octubre-noviembre-diciembre .....	188
Tabla 6.24.- Tiempo de medida frente a muros y en la época de octubre-noviembre-diciembre .....	189
Tabla 6.25.- Tiempo hasta el eritema para las posiciones horizontal frente a muro metálico, vertical frente a muro metálico, horizontal frente a muro de hormigón, vertical frente a muro de hormigón, horizontal sin muro y vertical sin muro para la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	189

Tabla 6.26.- Día de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros del coeficiente de reflexión del muro metálico .....	190
Tabla 6.27.- Valores de $\theta_H$ , ángulo de incidencia sobre superficie horizontal promedio entre los días de medida y de $\theta_V$ , ángulo de incidencia sobre superficie vertical promedio entre los días de medida. ....	191
Tabla 6.28.- Cociente de exposición UVER (frente a muro) / UVER (sin muro) para todas las épocas del año.....	193
Tabla 6.29.- Tiempo hasta la aparición de eritema en la piel para cada época del año	200
Tabla 7.1.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para coches en la época de febrero-marzo.....	204
Tabla 7.2.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas cerradas para la época de febrero-marzo .....	204
Tabla 7.3.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas abiertas para la época de febrero-marzo .....	205
Tabla 7.4 Días de medida para cada posición en el caso de exterior del coche para la época de febrero-marzo .....	205
Tabla 7.5.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están cerradas para febrero-marzo .....	206
Tabla 7.6.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están abiertas para febrero-marzo .....	206
Tabla 7.7.- Valores absolutos de UVER a pleno sol para febrero-marzo .....	206
Tabla 7.8.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del conductor en la época de febrero-marzo.....	212
Tabla 7.9.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del pasajero en la época de febrero-marzo .....	215
Tabla 7.10.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de febrero-marzo .....	219
Tabla 7.11.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de febrero-marzo .....	219
Tabla 7.12.- Tiempo de medidas al exterior en la época de febrero-marzo .....	220
Tabla 7.13.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas cerradas para la época de febrero-marzo .....	220
Tabla 7.14.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas abiertas para la época de febrero-marzo .....	221
Tabla 7.15.- Tiempo hasta el eritema para dosímetro horizontal y vertical en el caso de medidas al exterior del coche para la época de febrero-marzo.....	221
Tabla 7.16.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con radiómetros en el interior del coche en la época de febrero-marzo.....	222
Tabla 7.17.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para coches en la época de mayo-junio. ....	226
Tabla 7.18.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas cerradas para la época de mayo-junio.....	226
Tabla 7.19.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas abiertas para la época de mayo-junio.....	227
Tabla 7.20.- Días de medida para cada posición en el caso de exterior del coche para la época de mayo-junio.....	227

Tabla 7.21.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están cerradas para la época de mayo-junio. ....	228
Tabla 7.22.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están abiertas para la época de mayo-junio. ....	228
Tabla 7.23.- Valores absolutos de UVER a pleno sol en día de medida de coche con ventanillas cerradas la época de mayo-junio. ....	228
Tabla 7.24.- Valores absolutos de UVER a pleno sol en día de medida de coche con ventanillas abiertas la época de mayo-junio. ....	228
Tabla 7.25.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del conductor en la época de mayo-junio. ....	233
Tabla 7.26.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del pasajero en la época de mayo-junio. ....	236
Tabla 7.27.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de mayo-junio. ....	240
Tabla 7.28.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de mayo-junio. ....	240
Tabla 7.29.- Tiempo de medidas al exterior en la época de mayo-junio. ....	241
Tabla 7.30.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas cerradas para la época de mayo-junio. ....	241
Tabla 7.31.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas abiertas para la época de mayo-junio. ....	242
Tabla 7.32.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de medidas al exterior del coche para la época de mayo-junio. ....	242
Tabla 7.33.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para coches en la época de julio-septiembre. ....	243
Tabla 7.34.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas cerradas para la época de julio-septiembre. ....	244
Tabla 7.35.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas abiertas para la época de julio-septiembre. ....	244
Tabla 7.36.- Días de medida para cada posición en el caso de exterior del coche para la época de julio-septiembre. ....	244
Tabla 7.37.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están cerradas para la época de julio-septiembre. ....	245
Tabla 7.38.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están abiertas para la época de julio-septiembre. ....	245
Tabla 7.39.- Valores absolutos de UVER a pleno sol en día de medida de coche con ventanillas cerradas la época de julio-septiembre. ....	245
Tabla 7.40.- Valores absolutos de UVER a pleno sol en día de medida de coche con ventanillas abiertas la época de julio-septiembre. ....	246
Tabla 7.41.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del conductor en la época de julio-septiembre. ....	251

Tabla 7.42.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del pasajero en la época de julio-septiembre. ....	254
Tabla 7.43.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de julio-septiembre. ....	257
Tabla 7.44.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de julio-septiembre. ....	257
Tabla 7.45.- Tiempo de medidas al exterior en la época de julio-septiembre. ....	257
Tabla 7.46.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas cerradas para la época de julio-septiembre. ....	258
Tabla 7.47.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas abiertas para la época de julio-septiembre. ....	258
Tabla 7.48.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de medidas al exterior del coche para la época de julio-septiembre. ....	259
Tabla 7.49.- Días de medida y condiciones climáticas para la medida con dosímetros para coches en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	260
Tabla 7.50.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas cerradas para la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	260
Tabla 7.51.- Días de medida para cada posición en el caso de ventanillas abiertas para la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	261
Tabla 7.52.- Días de medida para cada posición en el caso de exterior del coche para la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	261
Tabla 7.53.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están cerradas para octubre-noviembre-diciembre. ....	261
Tabla 7.54.- Valores absolutos de UVER en distintas posiciones del interior del coche para el caso en que todas las ventanillas están abiertas para octubre-noviembre-diciembre. ....	262
Tabla 7.55.- Valores absolutos de UVER a pleno sol y en día de medida con las ventanillas cerradas para octubre-noviembre-diciembre. ....	262
Tabla 7.56.- Valores absolutos de UVER a pleno sol y en día de medida con las ventanillas abiertas para octubre-noviembre-diciembre. ....	262
Tabla 7.57.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del conductor en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	267
Tabla 7.58.- Cocientes de exposición de ventanilla cerrada / exterior, ventanilla abierta / exterior, ventanilla cerrada / ventanilla abierta y ventanilla abierta / ventanilla cerrada para el caso del pasajero en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	270
Tabla 7.59.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	273
Tabla 7.60.- Tiempo de medidas con el coche con las ventanillas cerradas en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	273
Tabla 7.61.- Tiempo de medidas al exterior en la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	274
Tabla 7.62.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas cerradas para la época de octubre-noviembre-diciembre. ....	274

Tabla 7.63.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de coche con las ventanillas abiertas para la época de octubre-noviembre-diciembre.....	275
Tabla 7.64.- Tiempo hasta el eritema para las diferentes posiciones del conductor y el pasajero en el caso de medidas al exterior del coche para la época de octubre-noviembre-diciembre.....	275
Tabla 7.65.- Valores de $\theta_H$ , ángulo de incidencia sobre superficie horizontal promedio entre los días de medida y de $\theta_V$ , ángulo de incidencia sobre superficie vertical promedio entre los días de medida. ....	276
Tabla 7.66 Cocientes de exposición para todas las épocas del año.....	278
Tabla 7.67.- Tiempo hasta la aparición de eritema en la piel para cada época del año	287