

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Elección de implantación de la futura planta solar
fotovoltaica “VALHALLA”, T.M. Écija (Sevilla)

Autor: Víctor Perea García

Tutor: María del Carmen Molina González

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Elección de implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”, T.M. Écija (Sevilla)

Autor:

Víctor Perea García

Tutor:

María del Carmen Molina González

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Trabajo Fin de Máster: Elección de implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”, T.M.
Écija (Sevilla)

Autor: Víctor Perea García

Tutor: María del Carmen Molina González

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mi niña

A mis amigos

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Manuel y Margarita, que siempre me han apoyado tanto en los buenos momentos como en los que han sido más difíciles y han confiado en mí para cumplir mis objetivos, y de mi hermano Sergio, que siempre me ha sacado una sonrisa y hemos compartido tantos años creciendo juntos.

A Marta, que desde que la conocí precisamente en un curso al principio del máster he compartido todo con ella y siempre me ha mostrado su apoyo y cariño. Espero poder compartir muchos más momentos y experiencias y tenerte siempre a mi lado.

A mis amigos, con los que siempre me he conseguido aislar un poco de la rutina de los estudios y con los que he pasado algunos momentos inolvidables. En especial quiero agradecer a Gonzalo, Edu, Punta, Fai, Jorge y Belén, que a algunos los conozco desde que era un niño y a otros algo más adelante, pero que desde entonces siempre han estado a mi lado, y a Álvaro, Mario, Ángel, David, Alba y Pablo, que los conocí en el grado y con los que he compartido tantas cosas, avanzando juntos hasta cumplir nuestro objetivo de convertirnos en ingenieros.

A mis antiguos compañeros de Quivirtec durante mis prácticas realizadas en el máster y a mis actuales compañeros de Civile, con los que he aprendido mucho y que me han dado la oportunidad de conocer el mundo laboral aplicado a la especialidad de la hidrología y de la ingeniería en general.

También quiero agradecer el esfuerzo y dedicación de los profesores que me han transmitido los conocimientos que me han servido para sacar la carrera adelante. En especial quiero agradecer a Mari Carmen el que haya sido mi tutora en este trabajo, sin la que este no sería posible.

Victor Perea García

Sevilla, 2022

En la actualidad, los proyectos relacionados con las energías renovables están en alza, debido a la concienciación de la población con el problema del cambio climático. Existen varias posibilidades de generar energía mediante fuentes renovables, como pueden ser la energía solar, eólica, hidroeléctrica, etc. El presente trabajo consiste en la realización de un estudio de alternativas mediante un análisis multicriterio para la elección de la implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”, situada en el término municipal de Écija (Sevilla).

Para la realización de este análisis se han tenido en cuenta varios factores: la descripción del medio físico, las infraestructuras y viarios existentes en la zona, los espacios protegidos, el impacto visual generado y los condicionantes hidrológicos e hidráulicos. Se ha centrado este trabajo, principalmente, en estos últimos condicionantes, realizando un estudio hidrológico e hidráulico para cada una de las alternativas propuestas.

En los estudios hidrológicos se analizan las precipitaciones que se registran en la zona de estudio para distintos periodos de retorno (5, 100 y 500 años), con la finalidad de obtener los caudales punta que se generan en cada uno de los cauces influentes en la zona de estudio, así como los hidrogramas correspondientes a cada una de sus cuencas hidrográficas. Para ello, se han seguido diferentes metodologías, comparando los resultados obtenidos en cada caso y tomando siempre el resultado más desfavorable como el parámetro de diseño.

Una vez obtenidos los hidrogramas de diseño de las cuencas analizadas se ha realizado un modelo hidráulico para cada una de las alternativas propuestas. El objetivo de estos modelos es la obtención de las llanuras de inundación asociadas a cada uno de los periodos de retorno estudiados, las cuales vienen determinadas en resultados de calados y velocidades.

A partir de los resultados obtenidos y de la normativa vigente se delimitan las zonas limitantes a la implantación de la futura planta. Esta envolvente de zonas limitantes se compone del Dominio Público Hidráulico, la Zona de Servidumbre, la Zona de Flujo Preferente y la zona inundable asociada a un periodo de retorno de 500 años por encima de 50 cm, que se corresponde con la altura que alcanza un tracker en su posición más vertical, de modo que no suponga un obstáculo para el flujo. Las placas solares deben colocarse respetando esta envolvente, mientras que el vallado de la planta debe quedar fuera de los límites de la Zona de Servidumbre. Más adelante, se explicará la definición y la forma de obtener cada una de estas zonas limitantes.

Como unas primeras conclusiones de este trabajo, se destaca la importancia de la realización de estos estudios hidrológicos e hidráulicos, más ahora con los efectos producidos por el cambio climático, los cuales generan eventos tormentosos más extremos, debiendo realizarse estudios más frecuentemente, de modo que los datos sean lo más actuales posible.

Nowadays, the projects related to the renewable energies are rising, due to the consciousness-raising of the people with the problem of climate change. There are different forms to generate energy by renewable methods, like solar, eolic, hydroelectric, etc. This document consists in a selection criteria study for the location of the future solar photovoltaic plant “VALHALLA” in the town of Ecija (Seville).

There are different factors that have been taken in mind: the soil and climate characteristics, the roads and buildings near the plant, the protected areas, the visual impact of the plant and the hydrologic-hydraulic factors. This document is focused in the hydrologic-hydraulic factors, including a study for each of the suggested locations of the plant.

In these studies the rains have been analyzed for different return periods (5, 100 and 500 years), with the objective of obtaining the maximum flow (m^3/s) in each of the studied streams and the hydrograms of the basins by different methods, comparing the results and choosing the most unfavorable ones.

The hydraulic studies objective is to determine the floodplains for each of the return periods. These results of depths and velocities of the water flow are the ones that are used to delimit the limited areas in which the trackers, fence and the rest of the elements of the plant cannot be located. The Hydraulic Public Domain and the rest of the protection areas are defined along this document.

As a first conclusion, I would like to express that these hydrologic-hydraulic studies are very remarkable as a way to predict the water flow behaviour and must be updated, even more frequently nowadays due to the climate change effects.

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xv
Índice de Tablas	xix
Índice de Ilustraciones	xxii
Notación	xxxiv
1 Introducción	1
1.1. <i>Objetivos</i>	2
1.2. <i>Alcance del trabajo</i>	2
1.3. <i>Metodología empleada</i>	2
1.4. <i>Normativa</i>	3
1.4.1. <i>Ambiental, patrimonial y sectorial</i>	3
1.4.2. <i>Estudio hidrológico e hidráulico</i>	4
1.5. <i>Localización de la zona de estudio</i>	5
2 Descripción del medio físico	7
2.1. <i>Orografía</i>	7
2.2. <i>Usos de suelo</i>	8
2.3. <i>Relieve</i>	9
2.4. <i>Climatología</i>	11
3 Infraestructuras existentes	17
3.1. <i>Núcleos de población</i>	17
3.2. <i>Redes de transporte</i>	18
3.3. <i>Otras infraestructuras</i>	19
4 Espacios protegidos	20
4.1. <i>Zonas protegidas</i>	20
4.2. <i>Zonas de riesgos naturales</i>	21
4.3. <i>Patrimonio histórico</i>	22
5 Impacto visual	23
6 Estudio hidrológico	27
6.1. <i>Descripción del estudio</i>	27
6.2. <i>Ámbito hidrográfico</i>	27
6.3. <i>Cartografía</i>	28
6.4. <i>Red hidrográfica y cuencas vertientes</i>	29
6.5. <i>Análisis pluviométrico</i>	35
6.5.1. <i>Precipitaciones máximas diarias</i>	35
6.5.2. <i>Hietogramas de precipitación</i>	40
6.6. <i>Pérdidas de precipitación</i>	41
6.7. <i>Cálculo de caudales e hidrogramas</i>	45

6.7.1	Método Racional Modificado (MRM)	45
6.7.2	Método del Hidrograma Unitario (HU)	48
6.7.3	Caudales de diseño	52
7	Estudio hidráulico	56
7.1.	<i>Descripción del estudio</i>	56
7.2.	<i>Contornos de simulación</i>	56
7.3.	<i>Cartografía</i>	58
7.4.	<i>Rugosidad</i>	59
7.5.	<i>Condiciones de los modelos hidráulicos</i>	61
7.6.	<i>Parámetros de las simulaciones</i>	63
7.7.	<i>Resultados de los modelos hidráulicos</i>	66
7.7.1	Alternativa 1	66
7.7.2	Alternativa 2	72
7.7.3	Alternativa 3	78
8	Zonas limitantes a la implantación	84
8.1.	<i>Dominio Público Hidráulico, Zona de servidumbre y Zona de Policía</i>	84
8.2.	<i>Zona de Flujo Preferente</i>	86
8.2.1	Alternativa 1	88
8.2.2	Alternativa 2	90
8.2.3	Alternativa 3	92
8.3.	<i>Zona inundable de periodo de retorno de 500 años</i>	93
8.4.	<i>Envolvente de zonas limitantes a la implantación</i>	96
9	Estudio de alternativas	98
10	Conclusiones	101
	Referencias	103
Anexo A.	Estudio estadístico de precipitaciones	105
A.1.	<i>Introducción</i>	105
A.2.	<i>Estaciones</i>	105
A.3.	<i>Distribuciones estadísticas</i>	107
A.3.1.	Variables probabilísticas	107
A.4.	<i>Test de bondad de Kolmogorov-Smirnov</i>	108
A.4.1.	Distribución Normal	108
A.4.2.	Distribución Gumbel	109
A.4.3.	Distribución Log-Pearson tipo III	110
A.4.4.	Distribución SQRT-ETmáx	111
A.5.	<i>Precipitaciones máximas diarias</i>	112
A.5.1.	Distribución Normal	112
A.5.2.	Distribución Gumbel	113
A.5.3.	Distribución Log-Pearson tipo III	113
A.5.4.	Distribución SQRT-ETmáx	114
A.5.5.	Resultados del estudio estadístico	115
Anexo B.	Hietogramas e hidrogramas	116
B.1.	<i>Hietogramas</i>	116
B.1.1.	Alternativa 1	116
B.1.2.	Alternativa 2	124
B.1.3.	Alternativa 3	135
B.2.	<i>Hidrogramas</i>	151
B.2.1.	Alternativa 1	151
B.2.2.	Alternativa 2	163
B.2.3.	Alternativa 3	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Distancias (km) entre las alternativas estudiadas y los núcleos de población cercanos	18
Tabla 4.1. Distancias (km) desde cada alternativa hasta Las Campiñas de Sevilla	21
Tabla 6.1. Parámetros característicos de las cuencas vertientes de la alternativa 1	34
Tabla 6.2. Parámetros característicos de las cuencas vertientes de la alternativa 2	34
Tabla 6.3. Parámetros característicos de las cuencas vertientes de la alternativa 3	35
Tabla 6.4. Precipitación máxima diaria para las cuencas de la alternativa 1	36
Tabla 6.5. Precipitación máxima diaria para las cuencas de la alternativa 2	37
Tabla 6.6. Precipitación máxima diaria para las cuencas de la alternativa 3	38
Tabla 6.7. Corrección de las precipitaciones para la alternativa 1	39
Tabla 6.8. Corrección de las precipitaciones para la alternativa 2	39
Tabla 6.9. Corrección de las precipitaciones para la alternativa 3	39
Tabla 6.10. Números de curva para las cuencas de la alternativa 1	42
Tabla 6.11. Números de curva para las cuencas de la alternativa 2	42
Tabla 6.12. Números de curva para las cuencas de la alternativa 3	43
Tabla 6.13. Caudales punta obtenidos mediante el MRM para la alternativa 1	46
Tabla 6.14. Caudales punta obtenidos mediante el MRM para la alternativa 2	47
Tabla 6.15. Caudales punta obtenidos mediante el MRM para la alternativa 3	48
Tabla 6.16. Caudales punta obtenidos mediante el método del HU para la alternativa 1	49
Tabla 6.17. Caudales punta obtenidos mediante el método del HU para la alternativa 2	50
Tabla 6.18. Caudales punta obtenidos mediante el método del HU para la alternativa 3	51
Tabla 6.19. Valores del hidrograma unitario adimensional del SCS	52
Tabla 6.20. Caudales punta de diseño para la alternativa 1	53
Tabla 6.21. Caudales punta de diseño para la alternativa 2	54
Tabla 6.22. Caudales punta de diseño para la alternativa 3	55
Tabla 9.1. Análisis multicriterio de las alternativas estudiadas	98
Tabla 0.1. Registro pluviométrico de la estación RIA4110 – La Luisiana	106
Tabla 0.2. Variables probabilísticas	107
Tabla 0.3. Cálculo del parámetro D_{lim}	108
Tabla 0.4. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Normal	109
Tabla 0.5. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Gumbel	110
Tabla 0.6. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución Log-Pearson tipo III	111
Tabla 0.7. Resultados del test de Kolomogorov-Smirnov para la distribución SQRT-ETmáx	112
Tabla 0.8. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Normal	113
Tabla 0.9. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Gumbel	113

Tabla 0.10. Precipitaciones máximas diarias para la distribución Log-Pearson tipo III	114
Tabla 0.11. Coeficiente a_i para la distribución SQRT-ETmáx	114
Tabla 0.12. Coeficiente b_i para la distribución SQRT-ETmáx	114
Tabla 0.13. Precipitaciones máximas diarias para la distribución SQRT-ETmáx	115
Tabla 0.14. Precipitaciones máximas diarias obtenidas del estudio estadístico	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Ubicación del ámbito de estudio	5
Ilustración 1.2. Términos municipales en los que se sitúan las alternativas propuestas	6
Ilustración 2.1. Cronología geológica	7
Ilustración 2.2. Unidad litológica	8
Ilustración 2.3. Usos de suelo	9
Ilustración 2.4. Altimetría (m)	10
Ilustración 2.5. Curvas de nivel cada 1 metro	10
Ilustración 2.6. Pendientes (%)	11
Ilustración 2.7. Unidad climática	12
Ilustración 2.8. Temperatura media anual (°C)	13
Ilustración 2.9. Temperatura máxima (línea roja) y mínima (línea azul) promedia diaria en Écija	13
Ilustración 2.10. Porcentaje de cielo cubierto de nubes en Écija	14
Ilustración 2.11. Precipitación media anual (mm)	14
Ilustración 3.1. Núcleos de población cercanos	17
Ilustración 3.2. Redes de transporte	18
Ilustración 3.3. Balsas en el ámbito de estudio	19
Ilustración 4.1. Zonas protegidas (REDIAM)	20
Ilustración 4.2. Riesgos naturales	21
Ilustración 4.3. Patrimonio histórico	22
Ilustración 5.1. Cuenca visual de la alternativa 1 (10,000 metros)	23
Ilustración 5.2. Cuenca visual de la alternativa 2 (10,000 metros)	24
Ilustración 5.3. Cuenca visual de la alternativa 3 (10,000 metros)	24
Ilustración 6.1. Mapa y tabla del CEDEX para el cálculo del periodo de retorno asociado a la MCO	28
Ilustración 6.2. Modelo Digital del Terreno MDT05 en la zona de estudio	29
Ilustración 6.3. Red hidrográfica para la alternativa 1	30
Ilustración 6.4. Red hidrográfica para la alternativa 2	30
Ilustración 6.5. Red hidrográfica para la alternativa 3	31
Ilustración 6.6. Cuencas vertientes para la alternativa 1	32
Ilustración 6.7. Cuencas vertientes para la alternativa 2	32
Ilustración 6.8. Cuencas vertientes para la alternativa 3	33
Ilustración 6.9. Factor de torrencialidad en la zona de estudio	40
Ilustración 6.10. Número de curva (CN) para la alternativa 1	43
Ilustración 6.11. Número de curva (CN) para la alternativa 2	44
Ilustración 6.12. Número de curva (CN) para la alternativa 3	44

Ilustración 7.1. Contorno de simulación de la alternativa 1	57
Ilustración 7.2. Contorno de simulación de la alternativa 2	57
Ilustración 7.3. Contorno de simulación de la alternativa 3	58
Ilustración 7.4. LIDAR de 1ª Cobertura en la zona de estudio	59
Ilustración 7.5. Coeficiente de rugosidad de Manning y usos de suelo de la alternativa 1	60
Ilustración 7.6. Coeficiente de rugosidad de Manning y usos de suelo de la alternativa 2	60
Ilustración 7.7. Coeficiente de rugosidad de Manning y usos de suelo de la alternativa 3	61
Ilustración 7.8. Condiciones de contorno para la alternativa 1	62
Ilustración 7.9. Condiciones de contorno para la alternativa 2	62
Ilustración 7.10. Condiciones de contorno para la alternativa 3	63
Ilustración 7.11. Malla de cálculo para la alternativa 1	64
Ilustración 7.12. Malla de cálculo para la alternativa 2	64
Ilustración 7.13. Malla de cálculo para la alternativa 3	65
Ilustración 7.14. Mapa de calados máximos (TR 5 años)	66
Ilustración 7.15. Mapa de velocidades máximas (TR 5 años)	67
Ilustración 7.16. Mapa de calados máximos (TR 100 años)	68
Ilustración 7.17. Mapa de velocidades máximas (TR 100 años)	69
Ilustración 7.18. Mapa de calados máximos (TR 500 años)	70
Ilustración 7.19. Mapa de velocidades máximas (TR 500 años)	71
Ilustración 7.20. Mapa de calados máximos (TR 5 años)	72
Ilustración 7.21. Mapa de velocidades máximas (TR 5 años)	73
Ilustración 7.22. Mapa de calados máximos (TR 100 años)	74
Ilustración 7.23. Mapa de velocidades máximas (TR 100 años)	75
Ilustración 7.24. Mapa de calados máximos (TR 500 años)	76
Ilustración 7.25. Mapa de velocidades máximas (TR 500 años)	77
Ilustración 7.26. Mapa de calados máximos (TR 5 años)	78
Ilustración 7.27. Mapa de velocidades máximas (TR 5 años)	79
Ilustración 7.28. Mapa de calados máximos (TR 100 años)	80
Ilustración 7.29. Mapa de velocidades máximas (TR 100 años)	81
Ilustración 7.30. Mapa de calados máximos (TR 500 años)	82
Ilustración 7.31. Mapa de velocidades máximas (TR 500 años)	83
Ilustración 8.1. Definición del Dominio Público Hidráulico, Zona de Servidumbre y Zona de Policía	84
Ilustración 8.2. Delimitación del DPH, la Zona de Servidumbre y la Zona de Policía para la alternativa 1	85
Ilustración 8.3. Delimitación del DPH, la Zona de Servidumbre y la Zona de Policía para la alternativa 2	85
Ilustración 8.4. Delimitación del DPH, la Zona de Servidumbre y la Zona de Policía para la alternativa 3	86
Ilustración 8.5. Definición de la Zona de Flujo Preferente	86
Ilustración 8.6. Definición de la Vía de Intenso Desagüe	87
Ilustración 8.7. Zona de Inundación Peligrosa para la alternativa 1	88
Ilustración 8.8. Vía de Intenso Desagüe para la alternativa 1	89

Ilustración 8.9. Zona de Flujo Preferente para la alternativa 1	89
Ilustración 8.10. Zona de Inundación Peligrosa para la alternativa 2	90
Ilustración 8.11. Vía de Intenso Desagüe para la alternativa 2	90
Ilustración 8.12. Zona de Flujo Preferente para la alternativa 2	91
Ilustración 8.13. Zona de Inundación Peligrosa para la alternativa 3	92
Ilustración 8.14. Vía de Intenso Desagüe para la alternativa 3	92
Ilustración 8.15. Zona de Flujo Preferente para la alternativa 3	93
Ilustración 8.16. Detalle del perfil del seguidor hincado en el terreno	94
Ilustración 8.17. Zona inundable para 500 años con calados superiores a 50 cm para la alternativa 1	94
Ilustración 8.18. Zona inundable para 500 años con calados superiores a 50 cm para la alternativa 2	95
Ilustración 8.19. Zona inundable para 500 años con calados superiores a 50 cm para la alternativa 3	95
Ilustración 8.20. Envolverte de zonas limitantes a la implantación de placas solares para la alternativa 1	96
Ilustración 8.21. Envolverte de zonas limitantes a la implantación de placas solares para la alternativa 2	97
Ilustración 8.22. Envolverte de zonas limitantes a la implantación de placas solares para la alternativa 3	97
Ilustración 9.1. Implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”	99
Ilustración 9.2. Implantación de la futura planta solar fotovoltaica junto con la envolverte de zonas limitantes	100
Ilustración 0.1. Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas seleccionadas	105
Ilustración 0.1. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 5 años	116
Ilustración 0.2. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 100 años	116
Ilustración 0.3. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 500 años	116
Ilustración 0.4. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 5 años	117
Ilustración 0.5. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 100 años	117
Ilustración 0.6. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 500 años	117
Ilustración 0.7. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 5 años	118
Ilustración 0.8. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 100 años	118
Ilustración 0.9. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 500 años	118
Ilustración 0.10. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 5 años	119
Ilustración 0.11. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 100 años	119
Ilustración 0.12. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 500 años	119
Ilustración 0.13. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 5 años	120
Ilustración 0.14. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 100 años	120

Ilustración 0.15. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 500 años	120
Ilustración 0.16. Hietograma para la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 5 años	121
Ilustración 0.17. Hietograma para la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 100 años	121
Ilustración 0.18. Hietograma para la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 500 años	121
Ilustración 0.19. Hietograma para la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 5 años	122
Ilustración 0.20. Hietograma para la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 100 años	122
Ilustración 0.21. Hietograma para la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 500 años	122
Ilustración 0.22. Hietograma para la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 5 años	123
Ilustración 0.23. Hietograma para la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 100 años	123
Ilustración 0.24. Hietograma para la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 500 años	123
Ilustración 0.25. Hietograma para la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 5 años	124
Ilustración 0.26. Hietograma para la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 100 años	124
Ilustración 0.27. Hietograma para la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 500 años	124
Ilustración 0.28. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 5 años	125
Ilustración 0.29. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 100 años	125
Ilustración 0.30. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 500 años	125
Ilustración 0.31. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 5 años	126
Ilustración 0.32. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 100 años	126
Ilustración 0.33. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 500 años	126
Ilustración 0.34. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 5 años	127
Ilustración 0.35. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 100 años	127
Ilustración 0.36. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 500 años	127
Ilustración 0.37. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 5 años	128
Ilustración 0.38. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 100 años	128
Ilustración 0.39. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 500 años	128
Ilustración 0.40. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 5 años	129
Ilustración 0.41. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 100 años	129

Ilustración 0.42. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 500 años	129
Ilustración 0.43. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 5 años	130
Ilustración 0.44. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 100 años	130
Ilustración 0.45. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 500 años	130
Ilustración 0.46. Hietograma para la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 5 años	131
Ilustración 0.47. Hietograma para la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 100 años	131
Ilustración 0.48. Hietograma para la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 500 años	131
Ilustración 0.49. Hietograma para la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 5 años	132
Ilustración 0.50. Hietograma para la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 100 años	132
Ilustración 0.51. Hietograma para la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 500 años	132
Ilustración 0.52. Hietograma para la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 5 años	133
Ilustración 0.53. Hietograma para la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 100 años	133
Ilustración 0.54. Hietograma para la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 500 años	133
Ilustración 0.55. Hietograma para la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 5 años	134
Ilustración 0.56. Hietograma para la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 100 años	134
Ilustración 0.57. Hietograma para la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 500 años	134
Ilustración 0.58. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 5 años	135
Ilustración 0.59. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 100 años	135
Ilustración 0.60. Hietograma para la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 500 años	135
Ilustración 0.61. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 5 años	136
Ilustración 0.62. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 100 años	136
Ilustración 0.63. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 500 años	136
Ilustración 0.64. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 5 años	137
Ilustración 0.65. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 100 años	137
Ilustración 0.66. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 500 años	137
Ilustración 0.67. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 5 años	138
Ilustración 0.68. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 100 años	138
Ilustración 0.69. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 500 años	138
Ilustración 0.70. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 5 años	

Ilustración 0.71. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 100 años	139
Ilustración 0.72. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 500 años	139
Ilustración 0.73. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 5 años	140
Ilustración 0.74. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 100 años	140
Ilustración 0.75. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 500 años	140
Ilustración 0.76. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 5 años	141
Ilustración 0.77. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 100 años	141
Ilustración 0.78. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 500 años	141
Ilustración 0.79. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 5 años	142
Ilustración 0.80. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 100 años	142
Ilustración 0.81. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 500 años	142
Ilustración 0.82. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 5 años	143
Ilustración 0.83. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 100 años	143
Ilustración 0.84. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 500 años	143
Ilustración 0.85. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 5 años	144
Ilustración 0.86. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 100 años	144
Ilustración 0.87. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 500 años	144
Ilustración 0.88. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 5 años	145
Ilustración 0.89. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 100 años	145
Ilustración 0.90. Hietograma para la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 500 años	145
Ilustración 0.91. Hietograma para la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 5 años	146
Ilustración 0.92. Hietograma para la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 100 años	146
Ilustración 0.93. Hietograma para la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 500 años	146
Ilustración 0.94. Hietograma para la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 5 años	147

Ilustración 0.95. Hietograma para la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 100 años	147
Ilustración 0.96. Hietograma para la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 500 años	147
Ilustración 0.97. Hietograma para la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 5 años	148
Ilustración 0.98. Hietograma para la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 100 años	148
Ilustración 0.99. Hietograma para la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 500 años	148
Ilustración 0.100. Hietograma para la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 5 años	149
Ilustración 0.101. Hietograma para la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 100 años	149
Ilustración 0.102. Hietograma para la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 500 años	149
Ilustración 0.103. Hietograma para la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 5 años	150
Ilustración 0.104. Hietograma para la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 100 años	150
Ilustración 0.105. Hietograma para la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 500 años	150
Ilustración 0.106. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 5 años	151
Ilustración 0.107. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 100 años	151
Ilustración 0.108. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 500 años	152
Ilustración 0.109. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 5 años	152
Ilustración 0.110. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 100 años	153
Ilustración 0.111. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 1 para el periodo de retorno de 500 años	153
Ilustración 0.112. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 5 años	154
Ilustración 0.113. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 100 años	154
Ilustración 0.114. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 2 para el periodo de retorno de 500 años	155
Ilustración 0.115. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 5 años	155
Ilustración 0.116. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 100 años	156
Ilustración 0.117. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 3 para el periodo de retorno de 500 años	156
Ilustración 0.118. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 5 años	157
Ilustración 0.119. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 100 años	157
Ilustración 0.120. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 4 para el periodo de retorno de 500 años	158
Ilustración 0.121. Hidrograma de la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 5 años	158
Ilustración 0.122. Hidrograma de la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 100 años	159
Ilustración 0.123. Hidrograma de la cuenca CF01AL01 para el periodo de retorno de 500 años	159
Ilustración 0.124. Hidrograma de la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 5 años	160

Ilustración 0.125. Hidrograma de la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 100 años	160
Ilustración 0.126. Hidrograma de la cuenca CF02AL01 para el periodo de retorno de 500 años	161
Ilustración 0.127. Hidrograma de la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 5 años	161
Ilustración 0.128. Hidrograma de la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 100 años	162
Ilustración 0.129. Hidrograma de la cuenca CF03AL01 para el periodo de retorno de 500 años	162
Ilustración 0.130. Hidrograma de la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 5 años	163
Ilustración 0.131. Hidrograma de la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 100 años	163
Ilustración 0.132. Hidrograma de la cuenca del arroyo de Barcarrota para el periodo de retorno de 500 años	164
Ilustración 0.133. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 5 años	164
Ilustración 0.134. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 100 años	165
Ilustración 0.135. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 15 para el periodo de retorno de 500 años	165
Ilustración 0.136. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 5 años	166
Ilustración 0.137. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 100 años	166
Ilustración 0.138. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 16 para el periodo de retorno de 500 años	167
Ilustración 0.139. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 5 años	167
Ilustración 0.140. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 100 años	168
Ilustración 0.141. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 17 para el periodo de retorno de 500 años	168
Ilustración 0.142. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 5 años	169
Ilustración 0.143. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 100 años	169
Ilustración 0.144. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 18 para el periodo de retorno de 500 años	170
Ilustración 0.145. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 5 años	170
Ilustración 0.146. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 100 años	171
Ilustración 0.147. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 19 para el periodo de retorno de 500 años	171
Ilustración 0.148. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 5 años	172
Ilustración 0.149. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 100 años	172

Ilustración 0.150. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 20 para el periodo de retorno de 500 años	173
Ilustración 0.151. Hidrograma de la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 5 años	173
Ilustración 0.152. Hidrograma de la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 100 años	174
Ilustración 0.153. Hidrograma de la cuenca CF01AL02 para el periodo de retorno de 500 años	174
Ilustración 0.154. Hidrograma de la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 5 años	175
Ilustración 0.155. Hidrograma de la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 100 años	175
Ilustración 0.156. Hidrograma de la cuenca CF02AL02 para el periodo de retorno de 500 años	176
Ilustración 0.157. Hidrograma de la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 5 años	176
Ilustración 0.158. Hidrograma de la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 100 años	177
Ilustración 0.159. Hidrograma de la cuenca CF03AL02 para el periodo de retorno de 500 años	177
Ilustración 0.160. Hidrograma de la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 5 años	178
Ilustración 0.161. Hidrograma de la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 100 años	178
Ilustración 0.162. Hidrograma de la cuenca CF04AL02 para el periodo de retorno de 500 años	179
Ilustración 0.163. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 5 años	179
Ilustración 0.164. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 100 años	180
Ilustración 0.165. Hidrograma de la cuenca del arroyo de la Albina para el periodo de retorno de 500 años	180
Ilustración 0.166. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 5 años	181
Ilustración 0.167. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 100 años	181
Ilustración 0.168. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 5 para el periodo de retorno de 500 años	182
Ilustración 0.169. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 5 años	182
Ilustración 0.170. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 100 años	183
Ilustración 0.171. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 6 para el periodo de retorno de 500 años	183
Ilustración 0.172. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 5 años	184
Ilustración 0.173. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 100 años	184
Ilustración 0.174. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 7 para el periodo de retorno de 500 años	185
Ilustración 0.175. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 5 años	185
Ilustración 0.176. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 100 años	186
Ilustración 0.177. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 8 para el periodo de retorno de 500 años	186
Ilustración 0.178. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 5 años	

	187
Ilustración 0.179. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 100 años	187
Ilustración 0.180. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 9 para el periodo de retorno de 500 años	188
Ilustración 0.181. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 5 años	188
Ilustración 0.182. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 100 años	189
Ilustración 0.183. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 10 para el periodo de retorno de 500 años	189
Ilustración 0.184. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 5 años	190
Ilustración 0.185. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 100 años	190
Ilustración 0.186. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 11 para el periodo de retorno de 500 años	191
Ilustración 0.187. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 5 años	191
Ilustración 0.188. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 100 años	192
Ilustración 0.189. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 12 para el periodo de retorno de 500 años	192
Ilustración 0.190. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 5 años	193
Ilustración 0.191. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 100 años	193
Ilustración 0.192. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 13 para el periodo de retorno de 500 años	194
Ilustración 0.193. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 5 años	194
Ilustración 0.194. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 100 años	195
Ilustración 0.195. Hidrograma de la cuenca del arroyo Innominado 14 para el periodo de retorno de 500 años	195
Ilustración 0.196. Hidrograma de la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 5 años	196
Ilustración 0.197. Hidrograma de la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 100 años	196
Ilustración 0.198. Hidrograma de la cuenca CF01AL03 para el periodo de retorno de 500 años	197
Ilustración 0.199. Hidrograma de la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 5 años	197
Ilustración 0.200. Hidrograma de la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 100 años	198
Ilustración 0.201. Hidrograma de la cuenca CF02AL03 para el periodo de retorno de 500 años	198
Ilustración 0.202. Hidrograma de la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 5 años	199
Ilustración 0.203. Hidrograma de la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 100 años	199
Ilustración 0.204. Hidrograma de la cuenca CF03AL03 para el periodo de retorno de 500 años	200
Ilustración 0.205. Hidrograma de la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 5 años	200

Ilustración 0.206. Hidrograma de la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 100 años	201
Ilustración 0.207. Hidrograma de la cuenca CF04AL03 para el periodo de retorno de 500 años	201
Ilustración 0.208. Hidrograma de la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 5 años	202
Ilustración 0.209. Hidrograma de la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 100 años	202
Ilustración 0.210. Hidrograma de la cuenca CF05AL03 para el periodo de retorno de 500 años	203

Notación

SIG	Sistemas de Información Geográfica
PSFV	Planta Solar Fotovoltaica
DPH	Dominio Público Hidráulico
CHG	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
DERA	Datos Espaciales de Referencia de Andalucía
REDIAM	Red de Información Ambiental de Andalucía
CNIG	Centro Nacional de Información Geográfica
AEMet	Agencia Estatal de Meteorología
PGOU	Plan General de Ordenación Urbanística
I.C.	Instrucción de Carreteras
BOE	Boletín Oficial del Estado
T.M.	Término Municipal
IECA	Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía
CLC	Corine Land Cover
MDT	Modelo Digital del Terreno
LIDAR	Light Detection And Ranging
ENP	Espacios Naturales Protegidos
ZIAE	Zonas de Importancia para Aves Esteparias
SCS	Soil Conservation Service
SIOSE	Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España