

# ENERGÍA EN LANZAROTE

Análisis del ámbito energético de Lanzarote y de sus recursos renovables a partir del trabajo del Área de Energía del Cabildo de Lanzarote



## Energía en Lanzarote

© Edición a cargo de Beatriz Medina Warmburg

© Autoría de Barlovento Recursos Naturales, S.L.: Mapa Minieólico. Aplicación web de cálculo de Potencial minieólico en tramas urbanas de Lanzarote. (disponible en [www.minieolicadelanzarote.com](http://www.minieolicadelanzarote.com)). 2010

© Autoría de Beatriz Medina Warmburg: Resumen Ejecutivo, Apostar por energías renovables en la isla de Lanzarote, Lanzarote y la Energía (Introducción: Breve historia de la energía en Lanzarote, Nuestro sistema energético actual: Evolución reciente: 2007-2011), Censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote (Antecedentes, El mercado fotovoltaico, Conclusiones), Mapas de olas y vientos sobre la mar (Introducción, La energía del mar: un mercado en gestación, Conclusiones), Mapa minieólico (Antecedentes, El mercado eólico, Conclusiones). 2011. Anexo: Hacia un nuevo modelo de mercado eléctrico para Canarias. 2012.

© Autoría de la Universitat Politècnica de Catalunya (González-Marco, D., et al): Informe técnico asociado al convenio de colaboración entre Cabildo de Lanzarote y Universitat Politècnica de Catalunya, para la presentación de asistencia científica al Plan Energético de la Isla de Lanzarote. 2009.

© Autoría del Cabildo de Lanzarote: Criterios de valoración 1: necesidades y prioridades locales. Convocatoria 2007 a la creación de agencias de la energía locales y regionales – Agencia de la Energía de Lanzarote, Mapa solar. 2007. Inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote. 2009.



#### Nota a la edición

El presente libro se ideó como documento recopilatorio de diversos trabajos y proyectos de la Consejería de Industria, Comercio, Consumo y Energía del Cabildo de Lanzarote. En este sentido los documentos principales se presentan tal cual fueron redactados en su día, salvo por correcciones puntuales de índole menor.

En cuanto a las necesidades y prioridades locales presentadas en la Propuesta a Agencia de la Energía 2007, se ha modificado la redacción de alguna frase suelta con el fin de mejorar su comprensión. No se ha entrado a matizar posibles afirmaciones o conclusiones que pudieran entenderse partidistas, considerando que el documento fue realizado en un entorno político concreto, dejando a criterio del lector la interpretación de las mismas. En relación a la información histórica presentada en la web Memoria de Lanzarote en relación a la Energía, se ha retocado la redacción de algunos textos y omitido algún ítem por considerarlo irrelevante o repetitivo.

El documento que mayor modificación ha requerido ha sido el del Censo de Potencial Fovoltaiico de las Cubiertas de Lanzarote, pues siendo el primer trabajo destacable desarrollado por el Área de Energía, desarrollado a comienzos del 2007, ha sufrido el paso del tiempo. La información presentada en sus tablas había quedado en gran parte obsoleta, simplemente debido al cambio de marco regulatorio al que se ha visto sometida la energía fotovoltaica y a la evolución de los costes vinculados a su instalación y gestión. Sumado esto a la necesidad de presentar las tablas en un formato adecuado al libro, hizo que se tomara la decisión de omitir tres columnas de las tablas originales: las relativas a los costes de inversión, mantenimiento y venta anual de la energía, facilitando, eso sí, la información necesaria para que la persona interesada pueda estimarlos a fecha de la edición del libro. Con el mismo fin de simplificar las tablas se han eliminado varias filas en los edificios singulares, sumando y unificando bajo una misma denominación las distintas cubiertas atribuibles a un mismo edificio singular, como eliminado otras, que dada la falta de identificación/localización concreta no aportan especial información al lector. Este hecho carece de importancia en cuanto al potencial total, considerando que otros edificios singulares, total o parcialmente, han quedado excluidos por no aparecer en la cartografía empleada en el estudio. Sirva de ejemplo, que la superficie de cubierta considerada para la Casa Cabildo sólo se refiere a la primera fase de edificación de la misma. En cuanto al texto, se han realizado las correcciones propias al trabajo de edición. Mínimos retoques similares son la única alteración realizada al Informe Técnico desarrollado por la Universitat Politècnica de Catalunya, en relación al mapa de olas y vientos sobre la mar.

Finalmente, dado que el mapa minieólico se ha presentado al público en formato web, el trabajo editorial se ha centrado en presentar la misma información, cambiando el formato, ajustando el estilo al papel y optándose por presentar la herramienta interactiva mediante la ilustración de un caso concreto: La hipotética instalación minieólica sobre la cubierta de la Casa Cabildo. El documento de ordenanza propuesta a los ayuntamientos de Lanzarote se presenta tal cual, realizando el trabajo de edición necesario.

El mayor esfuerzo editorial se ha orientado a desarrollar un hilo conductor a través de los distintos documentos, completando los mismos con los correspondientes antecedentes a su desarrollo, la evaluación de sus mercados, marcos regulatorio y económico, y un intento de actualización de su información a la fecha de edición.

Los hechos acontecidos desde el cierre de esta edición han revolucionado el ámbito energético insular. El cierre del mercado de las energías renovables a nuevas instalaciones y la concesión de permisos de prospección petrolífera a Repsol YPF frente a las costas de Lanzarote y Fuerteventura, no podían quedar sin mención, por lo que se ha optado por anexar un artículo y una nota de prensa a la presente publicación.

Finalmente observar que los accesos a la herramienta web del mapa solar aludidas en este libro han quedado desactivadas indefinidamente.

Junio 2012

**Observatorio RB Lanzarote**

**17**

## **Energía en Lanzarote**

*Análisis del ámbito energético de Lanzarote  
y de sus recursos renovables a partir  
del trabajo del Área de Energía  
del Cabildo Insular de Lanzarote*

2006 - 2011

Beatriz Medina Warmburg (Editora)



## ÍNDICE

Resumen ejecutivo .....	13
Executive summary .....	17
Apostar por las energías renovables en la isla de Lanzarote .....	21
<b>Lanzarote y la Energía .....</b>	<b>25</b>
1. Introducción .....	25
1.1 Breve historia de la energía en Lanzarote .....	28
1.2 Nuestro sistema energético actual .....	30
1.2.1 Criterio de valoración 1: necesidades y prioridades locales. Convocatoria 2007 a la creación de agencias de la energía locales y regionales – Agencia de la Energía de Lanzarote .....	30
1.2.2 Evolución reciente: 2007-2011 .....	37
<b>Censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote .....</b>	<b>47</b>
2. Antecedentes .....	47
2.1 Mapa solar .....	48
2.1.1 Introducción .....	48
2.1.2 Herramientas utilizadas .....	49
2.1.3 Objeto de estudio, secuencia y criterios .....	50
2.1.4 Resultados obtenidos .....	52
2.1.5 Conclusiones .....	61
2.2 El mercado fotovoltaico .....	61
2.2.1 Su desarrollo regulatorio en España .....	63
2.2.2 El mercado fotovoltaico de Lanzarote .....	68
2.3 Conclusiones .....	70
<b>Mapas de olas y vientos sobre la mar .....</b>	<b>71</b>
3. Introducción .....	71
3.1 Informe técnico asociado al convenio de colaboración entre el Cabildo de Lanzarote y la Universitat Politècnica de Catalunya, para la presentación de asistencia científica al Plan Energético de la Isla de Lanzarote .....	73
3.1.1 Antecedentes .....	73
3.1.2 Introducción y objetivos .....	73
3.1.3 Recopilación de información de oleaje y viento en la zona de estudio .....	74
3.1.4 Metodología de análisis y verificación de los datos disponibles .....	77
3.1.5 Análisis de los datos de oleaje en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable .....	81
3.1.6 Análisis de los datos de viento en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable .....	82
3.1.7 Definición de emplazamientos y zonas de interés potencial .....	83
3.1.8 Resumen y recomendaciones .....	84
3.2 Inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote .....	85
3.3 La energía del mar: un mercado en gestación .....	87
3.3.1 Su desarrollo regulatorio en España .....	89
3.4 Conclusiones .....	91
<b>Mapa minieólico .....</b>	<b>93</b>
4. Antecedentes .....	93

4.1 Mapa minieólico – herramienta web.....	94
4.1.1 Metodología.....	94
4.1.2 Tecnología.....	98
4.1.3 Calcule su caso: La Casa Cabildo.....	105
4.2 Ordenanza minieólica.....	106
4.2.1 Introducción.....	106
4.2.1 Propuesta de ordenanza.....	106
4.3 El mercado eólico.....	122
4.3.1 Su desarrollo regulatorio en España.....	122
4.3.2 La semilla del mercado minieólico de Lanzarote.....	124
4.4 Conclusiones.....	127
<b>Capítulo gráfico.....</b>	<b>129</b>
5. Ilustraciones a color.....	129
5.1 Censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote.....	129
5.1.1 Mapa solar - Objeto de estudio, secuencia y criterios.....	134
5.1.2 El mercado fotovoltaico.....	134
5.2 Mapa de olas.....	136
5.2.1 Informe técnico asociado al convenio de colaboración entre el Cabildo de Lanzarote y la Universidad Politécnica de Catalunya para la presentación de asistencia científica al Plan Energético de la Isla de Lanzarote.....	136
5.2.2 Inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote.....	143
5.3 Mapa minieólico.....	144
5.3.1 Mapa minieólico – Herramienta Web.....	144
<b>ANEXOS.....</b>	<b>153</b>
No a las Petroleras, Sí a las Renovables.....	155
Hacia un nuevo modelo de mercado eléctrico para Canarias.....	157
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>163</b>
Datos, modelos y herramientas.....	165
Bibliografía e información general.....	165
Normativa.....	168
Abreviaturas.....	169
Anexo al informe - Mapa de olas: CD recopilatorio de los mapas de resultados.....	170
Agradecimientos.....	171



## LISTA DE TABLAS

1. Encuesta sobre la tenencia de luz eléctrica en Lanzarote (1969) . . . . .	29
2. Potencia energética instalada en Canarias (1985) . . . . .	30
3. Evolución de la población residente y flotante . . . . .	30
4. Parque móvil: comparación a nivel europeo y local . . . . .	33
5. Grupos de generación eléctrica actuales y previsión de puesta en servicio del PECAN 2006. . . . .	34
6. Previsión: Cobertura de la demanda eléctrica a partir de energías renovables . . . . .	34
7. Cobertura de la demanda en términos de energía bruta (2005) . . . . .	36
8. Consumo de combustibles fósiles por la generación eléctrica insular (2005) . . . . .	37
9. Evolución demográfica y de la actividad turística . . . . .	38
10. Parque de automóviles por cada mil habitantes (2008-2009) . . . . .	41
11. Grupos de generación eléctrica de Lanzarote (2011) . . . . .	42
12. Coste de la generación eléctrica en Canarias y Lanzarote según tecnologías (2008) . . . . .	45
13. Comparativa del coste medio de generación eléctrica (2008) . . . . .	45
14. Evolución de los criterios de referencia empleados en el cálculo del potencial fotovoltaico . . . . .	48
15. Relación de áreas de sombra por municipio . . . . .	51
16. Tabla de totales . . . . .	54
17. Edificios singulares de Arrecife . . . . .	55
18. Edificios singulares de Teguiise . . . . .	56
19. Edificios singulares de Haría . . . . .	57
20. Edificios singulares de San Bartolomé . . . . .	58
21. Edificios singulares de Tinajo . . . . .	58
22. Edificios singulares de Tías . . . . .	59
23. Edificios singulares de Yaiza . . . . .	60
24. Potencia anual instalada a nivel mundial . . . . .	62
25. Principios de determinación del precio de venta según RD 436/2004 . . . . .	63
26. Tarifa regulada aplicable a la fotovoltaica según el RD 661/2007 (c€/kWh) . . . . .	64
27. Valores de establecidos en el RD 1578/2008 para la solar fotovoltaica . . . . .	65
28. Datos de la 3ª convocatoria del 2011 . . . . .	66
29. Límites generales de las horas equivalentes de funcionamiento . . . . .	67
30. Límites de las horas equivalentes de funcionamientos aplicables hasta finales de 2013 . . . . .	68
31. Objetivos de instalación de fotovoltaica PANER 2011-2020 . . . . .	68
32. Estimación global de alguna de las fuentes de energía de los océanos . . . . .	73
33. Conjunto de espectros teóricos y su correspondiente expresión de F. . . . .	78
34. Ejemplo de una tabla de encuentro Hs-Tp. . . . .	<b>79</b>
35. Esquemmatización de la evaluación escalar del potencial de energía del oleaje eventualmente. . . . .	79
36. Tabla resumen de las infraestructuras portuarias de Lanzarote. . . . .	86
37. Tarifa y prima aplicables a la generación eléctrica a partir de la energía del mar . . . . .	89
38. Producción total de un aerogenerador . . . . .	98
39. Producción de un aerogenerador. . . . .	98
40. Comparativa entre tipos de aerogeneradores . . . . .	99
41. Componentes de un mini-aerogenerador (1ª parte). . . . .	100
42. Componentes de un mini-aerogenerador (2ª parte) . . . . .	101
43. Tipos de instalaciones aisladas. . . . .	105
44. Plan de vigilancia . . . . .	120
45. Plan de mantenimiento preventivo. . . . .	121
46. Principios de determinación del precio de venta según RD 436/2004 . . . . .	123
47. Tarifa y prima para la venta de la energía generada a partir de energía eólica RD 661/2007. . . . .	123

## LISTA DE ILUSTRACIONES

1. Evolución de la energía volcada a red . . . . .	31
2. Evolución de la intensidad energética en Canarias y el conjunto de España (2000-2005). . . . .	32
3. Evolución de la energía eléctrica consumida en Lanzarote (d. mensuales 1995-2011) . . . . .	39
4. Evolución de la energía eléctrica consumida en Lanzarote (d. anuales 1995-2010) . . . . .	40
5. Precios medios ponderados de facturación de las instalaciones acogidas al Régimen Especial en el sistema peninsular y extrapeninsular . . . . .	44
6. Evolución de la potencia instalada, anual y acumulada (2005-2011) . . . . .	69
7. Número de nuevas instalaciones y potencia media correspondiente (2005-2011) . . . . .	69
8. Situaciones deseables e indeseables en entorno urbano. . . . .	95
9. Posiciones óptimas y adversa para la instalación de un aerogenerador en cubierta . . . . .	95
10. Altura óptima y adversa para un aerogenerador. . . . .	96
11. Ubicaciones óptimas y adversas para un aerogenerador en construcción aislada . . . . .	96
12. Curva de potencia del aerogenerador . . . . .	96
13. Distribución de dirección y velocidad del viento en un determinado emplazamiento. . . . .	97
14. Producción de un aerogenerador . . . . .	98
15. Representación de las partes de un aerogenerador . . . . .	100
16. Rango de valor de un parámetro del mercado de aerogeneradores en relación a su potencia . . . . .	101
17. Definición de la altura de un aerogenerador . . . . .	101
18. Relación altura/potencia de aerogeneradores de eje vertical . . . . .	102
19. Relación altura/potencia de aerogeneradores de eje horizontal . . . . .	102
20. Relación peso/potencia de aerogeneradores de eje vertical . . . . .	103
21. Relación peso/potencia de aerogeneradores de eje horizontal . . . . .	103
22. Relación coste/potencia de aerogeneradores . . . . .	104
23. Relación costes de instalación/potencia de aerogenerador y equipos auxiliares. . . . .	104
24. Distribución de municipios de Lanzarote . . . . .	129
25. Vista satélite del archipiélago canario. . . . .	130
26. Potencial fotovoltaico . . . . .	130
27. Potencia instalable . . . . .	131
28. Producción . . . . .	131
29. Venta de energía . . . . .	132
30. Gastos de inversión . . . . .	132
31. Gastos de Mantenimiento . . . . .	133
32. Ahorro de CO <sub>2</sub> . . . . .	133
33. Potencia solar fotovoltaica instalada en España a finales de 2005 . . . . .	134
34. Evolución del número de instalaciones por municipio . . . . .	134
35. Evolución de la potencia instalada por municipio (kW) . . . . .	135
36. Mapa ilustrativo de la estimación global del recurso energético del oleaje . . . . .	136
37. Detalle del recurso global del oleaje a nivel del Atlántico Norte . . . . .	136
38. Localización de los puntos WANA, SIMAR-44 y WASA, así como de la boya de la red exterior. . . . .	137
39. Localización de los puntos de registro instrumental de oleaje pertenecientes a la red exterior (amarillo) y a la red costera (rojo) . . . . .	137
40. Ejemplo de rosa direccional de distribución de energía del oleaje . . . . .	138
41. Resumen de la comparación realizada para verificar la bondad de las series WANA y SIMAR-44 . . . . .	138
42. Evolución del contenido energético del oleaje durante el año 2002 . . . . .	139
43. Evolución del contenido energético del oleaje durante los meses de diciembre del periodo 1995 - 2008 . . . . .	139
44. Caracterización estacional del contenido energético del oleaje, periodo 1958 - 2008 . . . . .	140

45. Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar del año 2002 . . . . .	140
46. Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar de los meses de diciembre del periodo 1995 – 2008 . . . . .	141
47. Contenido energético promedio direccional del oleaje en el conjunto de puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote para el periodo 1958 – 2008 . . . . .	141
48. Representación de los vectores direccionales de la energía promedio anual del oleaje para los puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote durante el periodo 1958 – 2008 . . . . .	142
49. Contorno de energía promedio del oleaje en aguas profundas de la isla de Lanzarote . . . . .	142
50. Localización de la infraestructura portuaria inventariada . . . . .	143
51. Administración competente por infraestructura de litoral inventariada . . . . .	143
52. Población de derecho que reside en las inmediaciones de la infraestructura de litoral inventariada . . . . .	144
53. Variaciones de intensidad del viento en un entramado urbano . . . . .	144
54. Cambios en la dirección del viento en un entramado urbano . . . . .	144
55. Zona de turbulencia elevada sobre edificio de menor altura que sus vecinos . . . . .	145
56. Zona de turbulencia . . . . .	145
57. Eje horizontal . . . . .	145
58. Eje vertical tipo Darrieus . . . . .	145
59. Eje vertical tipo Rotor H . . . . .	145
60. Instalaciones aisladas de la red eléctrica . . . . .	146
61. Instalaciones conectadas a la red eléctrica . . . . .	146
62. Herramienta web para la evaluación de un proyecto minieólico ajustado al usuario . . . . .	146
63. Localización de la ubicación por aproximación visual o mediante buscador . . . . .	147
64. Localización aproximada de la Casa Cabildo . . . . .	147
65. Elección del tipo de entorno circundante a la Casa Cabildo: Construcciones dispersas . . . . .	148
66. Selección y descripción de la ubicación del aerogenerador . . . . .	149
67. Selección de altura, instalación y aerogenerador . . . . .	150
68. Informe resultante . . . . .	151



## Resumen ejecutivo

LANZAROTE, MAYO 2012

A COMIENZOS DEL 2006 EL GOBIERNO DE CANARIAS Y el Cabildo de Lanzarote iniciaron los trabajos de desarrollo del plan de infraestructuras energéticas para la isla de Lanzarote. Este hecho concienció a la Consejería de Industria, Comercio y Consumo de la problemática energética insular y de la necesidad de enfocar el tema desde la institución del Cabildo, dando nacimiento al Área de Energía, adjunta a la misma. Su creación perseguía la doble finalidad de proveer de herramientas y asesoramiento técnico a la toma de decisiones en temas energéticos y de asesorar y divulgar el buen uso de la energía entre la población isleña.

Partiendo del análisis de Necesidades y Prioridades Locales realizado bajo la propuesta de Agencia de la Energía de Lanzarote, presentada a la Convocatoria 2007 para la creación de agencias de la energía locales y regionales de la Unión Europea, se presenta la realidad energética insular. Un sistema energético insular, más consecuencia de una respuesta inmediata a un incremento súbito de la demanda (rozando el 8% anual), que el resultado del desarrollo planificado del sistema, con el consecuente enorme margen de mejora en eficiencia energética y uso racional de la energía: Un sistema eléctrico interconectado con el de las islas de Fuerteventura y La Graciosa, basado casi exclusivamente en el uso de combustibles fósiles importados; un monopolio natural de facto con algunos visos de liberalización dada la, en su momento, reciente incorporación de Red Eléctrica al sistema, y en el que la producción de agua desalada representa el 24% del consumo insular. En relación al transporte la demanda se cubría básicamente mediante el uso del transporte privado, casi duplicando la media de coches *per cápita* europea.

La evolución más reciente (2007-2011) ha significado una tregua, rompiéndose la tendencia de crecimiento de la demanda, llegando incluso a remitir la misma. Sea por la crisis económica, por la imposibilidad de seguir manteniendo incrementos poblacionales, ni tasas de desarrollo

turísticas pasados, lo cierto es que por primera vez se le puede dar una oportunidad a la planificación energética, considerando la necesidad de desarrollar un sistema que maximice el uso de la energía local, garantizando la seguridad de suministro, la economía y el medioambiente. Por primera vez, se observan señales de mejora de la eficiencia energética, de la implementación de medidas de ahorro energético en sectores tales como los hogares. La aparente mayor penetración de las energías renovables en el mix energético insular es básicamente consecuencia de la disminución de la demanda eléctrica y la consecuente menor aportación de la generación eléctrica convencional. El que la aportación real de las energías renovables no haya variado sustancialmente es consecuencia, por una parte, de la imposibilidad de implementar las concesiones del último concurso eólico, como de los cambios que ha experimentado el marco económico de la fotovoltaica, todo ello en un escenario de crisis económica profunda.

Desde su incierto comienzo a principios del 2006, el Área de Energía ha venido desarrollando innumerables actuaciones encaminadas al estudio de la problemática energética insular, a la evaluación del potencial de energías renovables de la isla, a la divulgación del uso racional de la energía, etc. El presente libro realza entre ellas tres estudios relacionados con la evaluación del potencial de energías renovables y la divulgación de su uso, como vía para su implementación.

**EL CENSO DE POTENCIAL FOTOVOLTAICO DE LAS CUBIERTAS DE LANZAROTE** fue el primer hito en la evaluación del potencial renovable local, facilitando por un lado el acceso a la información para potenciales inversores, como poniendo en boca de todos el uso de cubiertas para la generación fotovoltaica. La relevancia de este estudio estuvo, también en parte, en ser un proyecto pionero en cuanto al ámbito de estudio -las cubiertas-, como por las herramientas empleadas en el mismo. El origen del estudio se halla en la

intención de minimizar el impacto paisajístico del aprovechamiento fotovoltaico en un entorno tan excepcional como es la isla de Lanzarote, protegiendo al máximo el suelo virgen. Para ello, era necesario conocer el potencial fotovoltaico de las cubiertas en relación a la capacidad de la red de gestionar el posible aporte energético de su explotación. El potencial evaluado superaba en más de tres veces la potencia generadora de electricidad instalada en la isla. El potencial actual es considerablemente superior, tomando en cuenta que la cartografía base del estudio correspondía al año 2005 y no recoge el importe desarrollo urbanístico posterior. El marco regulatorio estatal no ha hecho más que respaldar la visión del Cabildo de Lanzarote en relación al aprovechamiento fotovoltaico de las cubiertas, definiendo un marco económico propio para fomentar su desarrollo. El desarrollo de este censo fue la primera apuesta importante del Cabildo de Lanzarote por la generación distribuida.

A este censo siguió la elaboración del tal llamado **MAPA DE OLAS**, que no sólo evalúa empíricamente el potencial de la **energía de las olas**, sino también el del **viento sobre la mar**. Su desarrollo tuvo origen en el seguimiento a este tipo de desarrollos que se producían en el norte de España y que han dado como resultado a la reciente inauguración de la primera instalación generadora marina en Mutriku (País Vasco), como en los contactos establecidos con el Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya que desarrolló el presente estudio. A nivel de España, se ha abierto la vía para el aprovechamiento de la energía del mar y será el desarrollo tecnológico esperado el que convierta esta fuente de energía en un contribuidor real al sistema energético español. De este estudio se concluye que Lanzarote cuenta con un potencial energético importante y, por tanto, puede jugar un papel relevante en este desarrollo. Este es especialmente relevante en la zona norte de la isla, donde el potencial de energía de las olas se equipara al del mar cantábrico. En cuanto a su mercado se considera en gestación. Si bien cuenta con un régimen, tanto económico como administrativo, su complejidad y falta de transparencia hacen difíciles prever los costes de tramitación y la temporalidad a considerar en el desarrollo de una instalación. La diversidad de tecnologías existentes,

en su mayoría en periodo de prueba, implica una diversidad de costes de inversión que difícilmente puede unificarse bajo una misma tarifa, razón que fundamenta la posibilidad de establecer una remuneración propia en base a las características del proyecto concreto planteado. En cuanto a la energía eólica marina, el potencial es uniforme alrededor de la isla y cuenta con un procedimiento concursal establecido, hallándose, en el caso de Lanzarote, la mayor limitación a nivel técnico en la gran profundidad alcanzada a pocos metros de la costa, lo que imposibilita, en gran medida, la implantación de las soluciones tecnológicas más maduras. La experiencia y el conocimiento local del mar, contar con bazas como la Escuela de Pesca, proporcionan una excelente oportunidad a la isla de valorizar posibles experiencias en este sector, pudiendo ser fuente de innovación tecnológica y diversificación económica, como puente para el desarrollo de este tipo de aplicaciones en toda la costa africana.

Recientemente se ha publicado una herramienta web para evaluar el aprovechamiento del potencial minieólico en una ubicación concreta de Lanzarote: **El MAPA MINIEÓLICO**. Este trabajo desarrollado por la empresa Barlovento Recursos Naturales SL, al amparo del convenio de colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Cabildo Insular de Lanzarote para la Reserva de la Biosfera, tiene como objetivo conocer el potencial de la combinación del recurso eólico y tecnología minieólica, con el fin de valorar su posible contribución al mix energético insular, proveer de una herramienta de fácil comprensión para el inversor potencial, como facilitar criterios técnicos para autorizar su instalación a los entes públicos competentes en la materia. El trabajo, cuya cara visible es la web: [www.minieolicadelanzarote.com](http://www.minieolicadelanzarote.com), ha implicado el desarrollo de un modelo que evalúe el potencial minieólico en las tramas urbanas de Lanzarote, espacios públicos o edificados que puedan, teóricamente, albergar instalaciones minieólicas. A este modelo subyace una matriz tecnológica en la que se evalúan las tecnologías minieólicas existentes en relación a los costes que conlleva su instalación, las características de viento estudiadas, los requerimientos tecnológicos de las instalaciones, las características del entorno (edificación o espacio público), como del impacto

que pueda conllevar una determinada instalación. Un resultado más del trabajo ha sido la redacción de un documento **propuesta de ordenanza minieólica**, que facilite y guíe a los ayuntamientos en la autorización de este tipo de instalaciones mediante criterios técnicos pertinentes. Si bien el mercado de generación de energía minieólica no se ha desarrollado hasta el momento, los recientes cambios regulatorios y la esperada reapertura a la eólica del Registro de Pre-asignación de Retribución de Instalaciones de Régimen Especial para 2012 hacen previsible su próximo desarrollo.

Concluimos pues que el trabajo desarrollado por esta área del Cabildo de Lanzarote ha sido, y esperamos que siga siendo, motor de cambio hacia un nuevo modelo energético futuro, más eficiente económico, con menor impacto medioambiental y que garantice adecuadamente el abastecimiento energético insular. Los tres trabajos destacan por ser premonitorios a cambios futuros, siendo probablemente la evaluación continua del entorno, implícito a una Reserva de la Biosfera, la que nos haya llevado por esta senda, que se pretende continuar.

Los hechos acontecidos en los últimos meses ratifican nuestra visión de revolución energética. Por una parte, el cierre del mercado de energías renovables a nuevas instalaciones decretado en enero de 2012 y la propuesta presentada por el Gobierno de Canarias al Gobierno Central con el fin de permitir la libre competencia en el mercado eléctrico canario entre la producción convencional y la obtenida a partir de fuentes de energía renovables, representa un paso atrás que permitirá, así esperamos, dar un significativo paso adelante. Por otra parte, la concesión de los permisos de investigación de hidrocarburos que el Gobierno Central a la Empresa Repsol YPF ha servido para poner de manifiesto, el 24 de marzo, en un hito social sin precedente, el rotundo rechazo de la sociedad lanzaroteña a estas perforaciones, reflejando su apuesta por un modelo energético diferente, con un desarrollo económico sustentado principalmente en el turismo y por los valores medioambientales y sostenibles por los que en 1993 Lanzarote fue declarada Reserva de la Biosfera. ■





# Executive summary

LANZAROTE, MAY 2012

IN EARLY 2006 THE GOBIERNO DE CANARIAS [Regional Government of the Canary Islands] and the Cabildo de Lanzarote [Island Council of Lanzarote] started to work on the development of a new Energy Infrastructure Plan for the Island of Lanzarote. This fact made the Consejería de Industria, Comercio y Consumo [Council Department of Industry, Commerce and Consumption] take conscience of the island's energy issue. The Energy Department was founded, linked to the prior mentioned Council Department. Its establishment pursues a double aim: providing the decision makers with tools and technical support in energy topics as well as advising and spreading good energy practices among the island population.

Starting with the analysis of Local Needs and Priorities, which was developed for Lanzarote's Energy Agency Proposal and submitted to the 2007 Call for Proposal for the Creation of Local and Regional Energy Agencies within the European Union, the actual energy status of the island is featured. The energy system is rather a response to overcoming increasing demands (almost 8% annual increase), more than the result of a planned system development. As such, it entails huge margins for improvements towards the efficient and rational use of energy. The electrical system, which is interconnected with the islands of Fuerteventura and La Graciosa, is based, quite exclusively, on imported fossil fuels. There is a natural monopoly, in fact, with an inkling of liberalization due to the, at the time, recent involvement of Red Eléctrica [Spanish grid managing company] to the system and where desalted sweet water production meant 24% of the island's power consumption. Regarding transport, the demand was basically covered through private transportation, almost doubling Europe's average per capita number of cars.

Recent evolution (2007-2011) has meant a truce, breaking the tendency to an increase of the demand, even leading to a decrease. Either due

to the economic crisis, or due to the unfeasibility of keeping up earlier population increase and touristic development rates, it is certain that, for the first time, an opportunity can be given to a proper energy planning: taking into account the need of developing a system which maximizes the use of locally-produced energy, granting supply, economics and environment. For the first time, signs of gains in energy efficiency and of the implementation of energy saving measures, e.g. in the household sector, have been observed. The apparent major share of renewable energies in the island's energy mix is basically the result of the decline of the electricity demand and the consequent minor contribution of the conventional electricity generation. The reason for renewable energies not contributing further is on the one hand, the unfeasible implementation of the last tendering processes for wind energy, and on the other hand, the changes undergone by the economic frame of photovoltaics, all under a deep economic crisis scenario.

Since its uncertain beginning in early 2006, the Energy Department has been undertaking several actions meant to analyze the island's energy issue, to size up the renewable energy potential of the island, to spread rational use of energy, etc. This book presents three studies related to the expansion of the renewable energy potential and the spreading of its use as a way towards its implementation.

The census of the **PHOTOVOLTAIC POTENTIAL ON THE ROOFS OF LANZAROTE** was the first milestone in the analysis of the local renewable energy potential, allowing for possible investors the access to baseline information, putting in everyone's hands the possible use of roofs for photovoltaics. The relevance this study had, was partially due to being pioneer regarding its scope -roofs- as in the tools being used in its development. This study arises from the intent of minimizing the impact of

photovoltaic power generation on the landscape, particularly in such a singular environment as the one of Lanzarote, preserving virgin soil. For this purpose it is necessary to know the photovoltaic potential of roofs regarding the grid's capacity to manage the possible energy income due to its implementation. The resulting potential exceeded in more than three times the, at the time, electrical power generation capacity installed on the island. The current potential is even higher, taking into account that the cartographic material used for the study was produced in 2005 and that in the meantime there has been a significant urban development. Later changes in the regulatory framework for photovoltaics meant further support to the vision the Cabildo de Lanzarote had regarding the use of photovoltaic on roofs, hence establishing also a favourable economic framework for the development of this kind of facilities. This study was also the first major development of the Cabildo de Lanzarote towards an on-site power generation.

The next step was the development of the so-called **WAVE MAP**, which not only evaluates empirically the **wave energy potential**, but also the **potential of wind on the sea**. This work was the result of tracking the development of wave energy power plants in northern Spain, including the recent launch of the first ocean power generation facility in Mutriku (Basque Country), and of the collaboration with the Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya [Ocean Engineering Laboratory of the Polytechnic University of Catalunya] which developed this study. Spain has established the path towards the use of ocean energy. The expected technical development will turn this source of energy into a real contributor to Spain's energy system. The study concludes that Lanzarote has a relevant energy potential and, as such, the island could play a significant role in the future development of this resource. The potential is especially relevant in the northern part of the island, where the wave energy potential reaches levels similar to those in the Bay of Biscay. Regarding the energy market, it is considered at its starting point. Although there is an economic and administrative context, the complexity and uncertainties make it difficult to foresee the costs for administrative transactions and the time frame for implementing a facility. The diversity of the existing technical

solutions, most of them in a trial phase, entail a variety of investment costs which can hardly be unified under a single tariff. This has led to establish an option to define a project-specific tariff based on detailed project characteristics. Regarding the ocean wind energy, the potential is equal around the island and there is an established tendering procedure. The main barrier to its development on Lanzarote is of a technical kind: the depth of the ocean ground, which increases rapidly just a few meters from the coast, makes it impracticable to install technically mature solutions. The local knowledge about the ocean and advantages like the Escuela de Pesca ["School of Fishery" - Polytechnic Institute for Ocean Fishery, Navigation and Shipping] offer excellent opportunities to upvalue the island's possible experiences in the wave energy sector, as source of technical innovation, economic diversification and bridge to its further development on the African Coast.

Recently a web tool has been published through which the mini-wind potential of a specific location in Lanzarote can be evaluated: The **MINI-WIND MAP**. This assignment to the company Barlovento Recursos Naturales SL, under the collaboration agreement between the Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [Ministry of Environment and Rural and Marine Habitat] and the Cabildo de Lanzarote for the Biosphere Reserve, has the aim of identifying the potential of combining wind energy resources with mini-wind power technology. The goals are the evaluation of the possible contribution to the energy mix on the island, providing potential investors with a straightforward evaluation tool and providing the public authorities involved in the matter with technical criteria for the authorisation procedure. The work, which is presented on the web page [www.minieolicadelanzarote.com](http://www.minieolicadelanzarote.com), develops a model for the evaluation of the mini-wind potential in urban areas, both open public spaces and built-up areas, which theoretically could accommodate a mini-wind power facility. Underlying this model, a technology matrix has been developed, in which mini-wind technologies are evaluated based on the cost of implementing a facility, the analysed wind conditions, technical requirements of the facilities, environmental characteristics (buildings or public spaces), as the impact such facilities could imply.

A further result of this work has been a draft for an ordinance to facilitate and guide the municipalities in the authorization of this kind of facilities based on proper technical criteria. Although until now the mini-wind power market hasn't developed yet, recent regulatory changes and the re-opening, expected for 2012, of the Registro de Pre-asignación de Retribución de Instalaciones de Regimen Especial [Register of Retribution Pre-assignment for Special Regime Facilities – renewable energy and cogeneration] to wind energy make its upcoming development foreseeable.

We therefore conclude that the work developed by this department of the Cabildo de Lanzarote has been, and we hope it will continue to be, the engine of change towards a new energy model to be economically more efficient, with less environmental impact and which grants a proper power supply for the island. All three works stand out for being premonitory of upcoming changes. It is probably the continuous evaluation of the environment, implicit to a Biosphere Reserve, which

has driven us down this path, which we hope to continue following.

Latest events have ratified our vision of an ongoing energy revolution. On the one hand, the January 2012 decreed renewable energy market closer toward new facilities and the recently submitted Canary Islands' Regional Government's proposal to the Central Government to allow proper competition among conventional and renewable energy sources based electricity generation within Canary Islands' electricity market, means a step back to, hopefully, a significant step forward. Moreover, the concession of hydrocarbons prospecting permits granted by the Central Government to Repsol YPF has served to highlight, the 24<sup>th</sup> of March, an unknown social milestone: the resounding rejection of Lanzarote's society to these drillings, proving its commitment to a different energy model, with economic development based primarily on tourism and the environmental and sustainability values for which in 1993 Lanzarote was declared Biosphere Reserve. ■



## **Apostar por las energías renovables en la isla de Lanzarote**

EN MAYO DE 1992 LA COMUNIDAD INTERNACIONAL reconoció, al adoptar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que nos hallamos en un proceso de cambio climático global acelerado. Se aceptó así que el origen de este cambio es debido a emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, que acrecientan dicho efecto, en origen, razón de vida en la tierra. Son numerosos los gases de efecto invernadero, pero el debate del cambio climático se ha centrado en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), al elegir a este gas como base de la escala de medición del efecto invernadero. Si bien su potencial de calentamiento global es relativamente bajo en comparación con otros gases, ha sido el inmenso volumen de este gas que la humanidad ha ido liberando, lo que lo ha convertido en el gas con mayor efecto invernadero global, siendo la principal fuente de estas emisiones el uso de combustibles fósiles. Estos combustibles no son más que el resultado de millones y millones de años de procesos naturales: la fauna y flora fue captando el CO<sub>2</sub> de una atmósfera muy distinta a la nuestra, transformándose, mediante procesos de mineralización y/o fosilización, durante milenios en diversos combustibles fósiles; mientras la vida, flora y fauna, como la atmósfera, fueron evolucionando hacia el planeta Tierra que hoy en día conocemos. Fue a comienzos del siglo XIX cuando la creciente demanda energética de procesos industriales, como de la sociedad en general, llevaron a un uso exponencialmente creciente de los mismos. Dada la comodidad implícita a la electricidad, su uso se fue generalizando, vinculado a grandes plantas generadoras y grandes redes de distribución, que nos ha llevado a un sistema eléctrico relativamente concentrado y dependiente.

La importancia que adquirió el uso de combustibles fósiles, siendo un recurso progresivamente escaso y desigualmente distribuido, hizo de su control motivo de guerras e intrigas. Ni el hecho de poder, hoy en día y gracias al avance tecnológico, explotar hallazgos impensables hace unas décadas, eso sí, no exento de riesgos, ha podido evitar la creciente importancia económica y de seguridad del factor energético. En definitiva, el problema del cambio climático no ha sido más que el disparador para emprender el cambio de sistema energético necesario. ¿Nos hallamos ante una revolución energética? Entendiendo por revolución un cambio o transformación radical y profunda respecto al pasado inmediato, una discontinuidad evidente con el estado anterior de las cosas, que afecte de forma decisiva a las estructuras, consecuencia de procesos históricos y de construcciones colectivas; podemos entender que sí, pero sólo el tiempo lo confirmará.

Las razones para el cambio radican en la seguridad energética de las naciones, la propiedad y escasez de recursos energéticos convencionales, la vulnerabilidad de las economías a cambios de precios de los productos energéticos, como otras implicaciones medioambientales, sociales y económicas subyacentes. Sirvan de ejemplo para estas últimas las consecuencias de los recientes desastres del gran derrame de petróleo en el fondo del Golfo de Méjico o el desastre nuclear de Fukushima, que pone trabas a la prospección en alta mar y al resurgir de la energía nuclear. Todo ello explica que grupos de presión tradicionalmente enfrentados, desde ecologistas a las grandes empresas energéticas, estén de acuerdo en la necesidad de un cambio sustancial de modelo. Es en el cómo donde radican las grandes diferencias. Tanto el desarrollo tecnológico y los órganos

de decisión colectiva, económicos y políticos, influenciados por lobbies de todo tipo, como los individuos con sus actuaciones personales, diseñaremos el sistema energético futuro. La energía se ha convertido en el foco de mira de todos.

Lanzarote no debe quedarse al margen de estos cambios. Si bien la insularidad ha significado, tradicionalmente, un lastre para su desarrollo económico y social, estas debilidades pueden ahora convertirse en una oportunidad. Un sistema energético pequeño y aislado, sin recursos fósiles propios y un elevado coste energético, resulta el

campo de prueba ideal para nuevos modelos de transporte terrestre y sistemas eléctricos, atraer recursos para la investigación y generar actividad económica local vinculada al uso de energías renovables, al transporte sostenible y al desarrollo de redes, de sistemas eléctricos inteligentes, a la producción distribuida, optimizando el coste social del cambio: Ensayo del sistema energético del futuro.

Lanzarote debe aprovechar esta oportunidad y sacar el máximo provecho de los recursos disponibles para su consecución. ■







# Lanzarote y la Energía

## 1. Introducción

EN EL 2006 SE EMPEZÓ A TRABAJAR EN EL PLAN TERRITORIAL ESPECIAL DE Ordenación de Infraestructuras Energéticas de la Isla de Lanzarote.

Al ser el Gobierno de Canarias quien cuenta con las competencias pertinentes en energía y siendo el Cabildo Insular de Lanzarote quien tiene las competencias en ordenación del territorio, era necesaria la colaboración en el desarrollo del plan, estando su redacción final en manos del Gobierno de Canarias. Fueron el Área de Política Territorial y la de Industria, Comercio y Consumo del Cabildo de Lanzarote las encargadas de defender los intereses locales. Así fue como la Consejería de Industria, Comercio y Consumo tomó conciencia de la relevancia del factor energético en el futuro insular y la carencia de conocimientos especializados en su organización: Surge el Área de Energía del Cabildo de Lanzarote (en lo sucesivo: Energía), adjunta a su Consejería de Industria, Comercio y Consumo.

Su creación persigue una doble finalidad:

- ▶ Proveer de herramientas y asesoramiento técnico a la toma de decisiones en temas energéticos
- ▶ Asesorar y divulgar el buen uso de la energía entre la población isleña.

En septiembre del 2007 se presentó una propuesta de una agencia de la energía a la Unión Europea, lo que implicó el desarrollo de un plan estratégico para la misma. Si bien no se obtuvo respuesta favorable con respecto a la financiación que se solicitaba, el proyecto fue aprobado a nivel técnico, validando la estrategia planteada. La agencia de la energía no llegó a constituirse como un ente autónomo; sus funciones, objetivos y estrategias son, ahora, intrínsecos a Energía, requiriendo, eso sí, un mayor esfuerzo en la búsqueda de financiación para proyectos y actuaciones.

Así se define el objetivo general de Energía como la promoción de la eficiencia energética de los consumidores industriales y domésticos, así como al aprovechamiento de las energías renovables, buscando una mayor independencia del suministro petrolífero y promoviendo como alternativa el desarrollo en la isla de un sector económico, industrial y tecnológico de vanguardia basado en los recursos energéticos locales y acorde con el carácter esencial del suministro energético en sistemas aislados como éste.

Energía pretende contribuir con su esfuerzo a garantizar el abastecimiento energético futuro, en especial del sector eléctrico, explotando al máximo los recursos locales, tanto a nivel de fuentes de energía como de recursos económicos, con objetivos de activación de la economía local como de minimización del impacto sobre el medio ambiente y, por ende, de desarrollo laboral, de calidad ambiental y bienestar social.

Sus objetivos estratégicos son, pues,

- ▶ frenar el incremento de la demanda eléctrica,
- ▶ incrementar el peso de las energías renovables en el balance energético insular,
- ▶ frenar el peso del transporte en dicho balance,
- ▶ promover una construcción sostenible,
- ▶ impulsar nuevas actividades de negocio,
- ▶ contribuir al encuentro de los diferentes agentes del mercado eléctrico y otras instituciones cuyas actividades pudieran entrar en conflicto, al objeto de ayudar a mejorar el sistema energético insular, así como a impulsar el cambio de modelo energético,
- ▶ ser fuente de conocimiento y divulgación de la mejor tecnología disponible,
- ▶ sensibilizar en el ahorro energético,
- ▶ apoyar a la cooperación al desarrollo.

Las acciones a abarcar por Energía pueden resumirse básicamente en tres ejes fundamentales:

1. Buscar resultados más inminentes de promoción de ahorro y eficiencia energética como de explotación de energías renovables a pequeña escala (visión básica de autoconsumo - conectadas o no a la red):
2. Promover actuaciones:

- encaminadas a influir en la planificación energética por los entes competentes desde una perspectiva técnica y de sostenibilidad del sistema energético insular,
- de promoción de acciones dirigidas al estudio del potencial de fuentes de energías renovables aún no analizados a nivel insular, y
- de promoción/apoyo a grandes proyectos o proyectos singulares relacionados con la explotación de fuentes renovables de forma sostenible.:

3. Transversalmente, emprender las acciones pertinentes de comunicación para divulgar todas las actuaciones emprendidas, como los logros alcanzados bajo las dos primeras líneas de acción.

Como resultado, esta área ha llevado a cabo las siguientes actuaciones desde sus inicios:

- ▶ "Jornadas técnicas sobre energía solar", en colaboración con la Reserva de la Biosfera [Arrecife, 20 Enero 2006].
- ▶ Campaña de bombillas y perlizadores. Los sobrantes de la campaña se fueron repartiendo en actuaciones sucesivas hasta su reparto total.
- ▶ Campaña divulgativa de mapas de recursos de energía renovable en Lanzarote.
- ▶ "Censo de potencial fotovoltaico de los cubiertas de Lanzarote", bajo Convenio con el Servicio Canario de Empleo.
- ▶ "Estudio del aprovechamiento de la energía eólica para el consumo de una planta de desalinización en Lanzarote", en Convenio con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Gobierno de Canarias, desarrollado por el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC).
- ▶ Propuesta de Agencia de la Energía de Lanzarote (AEL), Convocatoria 2007 a la creación de Agencias de la Energía Locales y Regionales de la Unión Europea, [Agosto-Septiembre 2007].
- ▶ "Documento de alegaciones del Cabildo de Lanzarote al documento de avance del Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas de Lanzarote (PTEOIELzt)", [Julio 2008]

- ▶ “Subvenciones a instalaciones solares térmicas para uso de agua caliente sanitaria (ACS)”, [Convocatoria 2008]. 150 subvenciones concedidas a instalaciones solares térmicas en instalaciones de menos de 10m<sup>2</sup>, con un reparto de fondos ampliado de 50.000€ a 82.703,90€.
- ▶ Proyecto TRES (Transición hacia un modelo energético sostenible para Madeira, Azores y Canarias) al amparo del Programa de Cooperación Transnacional de la Macaronesia [2009-2012], liderado por el ITC en colaboración con la Mancomunidad Intermunicipal del Sureste de Gran Canaria, la Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira (AREAM), la Federación Ben Magec-Ecologistas en Acción (BENMAGEC), el Cabildo Insular de Fuerteventura, la Agencia Regional da Energia da Região Autónoma dos Açores (ARENA) y la Universidad de La Laguna (ULL). La participación del Cabildo de Lanzarote se centra en la realización de estudios de estabilidad dinámica de redes eléctricas para determinar las afecciones de las energías renovables sobre los sistemas eléctricos de las islas, lo que se concreta en el estudio de un sistema de microred para La Graciosa, en la promoción de medidas para mejorar el ahorro y eficiencia energética, y actividades de sensibilización y diseminación de resultados del proyecto. Bajo estas últimas se celebró, el 22 de octubre de 2010, las 1ª Jornada Técnica sobre “Maximización de las energías renovables en sistemas eléctricos insulares” en las dependencias cabildicias.<sup>1</sup>
- ▶ “Pagina web de Energía”, Convenio de Empleo con el Servicio Canario de Empleo [Agosto 2009-Enero 2010]. Pendiente de revisión final y publicación, como de los medios para poder garantizar su continua actualización.
- ▶ “Cartografía del potencial minieólico en tramas urbanas de Lanzarote”, adscrito al Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Cabildo Insular de Lanzarote para el Desarrollo de Actuaciones de Desarrollo Sostenible en la Reserva de la Biosfera de Lanzarote, [Octubre 2009]
- ▶ “Servicios energéticos”, bajo Convenio con el Servicio Canario de Empleo [Octubre 2009 - Marzo 2010]. Desarrolló, a petición del usuario, de auditorías energéticas en domicilios lanzaroteños con la entrega de informe final con recomendaciones para el ahorro energético.
- ▶ “Informe sobre el aprovechamiento fotovoltaico de las cubiertas del Cabildo”, [Mayo-Junio 2010]
- ▶ “Auditorías energéticas”, Convenio de Empleo con el Servicio Canario de Empleo. Implicó la auditoría energética de diversos establecimientos del Cabildo.
- ▶ Asistencia a diversas jornadas técnicas a nivel local, autonómico, nacional e incluso internacional.
- ▶ Recopilación y análisis de información relativa energía: listados de instaladores autorizados de fotovoltaica y solar térmica presentes en la isla; encuestas a Instaladores; recopilación de estudios sobre geotermia en Lanzarote; recopilación de información sobre excedentes agrarios de vendimia como posible fuente de biomasa; creación del archivo documental del Área.
- ▶ Divulgación mediante charlas, como por ejemplo: las más de 19 charlas impartidas en el curso escolar 2009-2010 sobre la “Liberalización del mercado eléctrico y la Tarifa de Último Recurso” o sobre “la Energía del Mar”, divulgación vinculada al Mapa de Olas de Lanzarote; o la participación activa en jornadas organizadas por institutos, organizaciones vecinales y empresariales varias.
- ▶ Creación de redes (*networking*) internas del Cabildo (mesa de trabajo - Emprendeduría), con ayuntamientos (mesa de trabajo – Ordenanzas solares), con la Cámara de Comercio de Lanzarote, Asolan, Aetur (Jornada “Creatividad para aumentar la Rentabilidad de la Empresa”), con Asociación de Agricultura y Ganadería Ecológica La Tanganilla (propuesta Emplea Verde), Proexca, como con numerosas empresas del sector; de locales a internacionales; de instaladoras a empresas de investigación y desarrollo (I+D); fuentes, todas ellas, de posibles colaboraciones y desarrollos futuros en Lanzarote.

<sup>1</sup> Para mayor información sobre el proyecto y las jornadas técnicas celebradas les invitamos a visitar su página web: <http://www.projectotres.org/>

Dada las limitaciones económicas de Energía, su actividad ha estado muy centrada en la captación

de recursos para promover actuaciones, por lo que podemos citar numerosos proyectos que finalmente no llegaron a buen puerto, pero que son cartera de actuaciones futuras: "Prognosis de la demanda eléctrica 2025"; "Catálogo de tecnologías para la climatización para Lanzarote"; "Auditorías energéticas en el sector turístico"; "Catálogo de tecnologías de energías renovables"; "Manual para instalaciones de energía renovables adaptadas a Lanzarote"; "Aspectos técnicos a considerar en el diseño de unas ordenanzas marco para la instalación"; Talleres de Empleo en "Energías renovables" y "Ahorro y eficiencia energética" para la formación de profesionales especializados; Propuesta de "Convenio bilateral con el IDAE", proponiendo innumerables actuaciones, que en algunos casos implicaban la colaboración de otras áreas, como Pesca y Residuos; Propuesta de actuación bajo el Convenio Marco IDAE-Gobierno de Canarias-Cabildo de Lanzarote: "Almacenamiento energético para la optimización de la gestión del sistema hídrico de Lanzarote"; Propuesta al "Emplea Verde" – Fundación Biodiversidad, desarrollado en colaboración con las áreas de Agricultura, Asuntos Europeos, Educación, Medioambiente, Pesca, Reserva de la Biosfera, la Asociación de Agricultura y Ganadería Ecológica La Tanganilla, Cámara de Comercio pretendía promover una Certificación de Buenas Prácticas Medioambientales, con énfasis en el ahorro energético, residuos, pesca responsable y productos de agricultura ecológica, mediante la formación y contribuyendo a su comercialización y a la creación de empresas medioambientales.

Y seguimos trabajando.

### 1.1 Breve historia de la energía en Lanzarote

Gracias al proyecto de Memoria Digital de Lanzarote podemos ofrecerles algunos hitos energéticos de la historia de Lanzarote. Dado que este proyecto es un proyecto vivo, les recomendamos visitarlo bajo <http://www.memoriadelanzarote.com/> para ampliar la información aquí plasmada, como para consultar las fuentes exactas que avalan los hitos descritos.

**1912** El ingeniero Feliciano Mayo solicita autorización para establecer el alumbrado eléctrico.

**1/5** Se establece el alumbrado eléctrico en Arrecife, pero limitado a determinadas y cortas horas de la noche.

**1921 1/5** Se inaugura el alumbrado público eléctrico en Arrecife.

**1928** Se instala, en Arrecife, el surtidor de gasolina de 'Vacuum Oil Company of Canary Island'.

**1954 26/1** El Cabildo de Lanzarote solicita un crédito de más de cinco millones y medio de pesetas para comenzar la electrificación de la isla.

**12/7** El Pleno del Cabildo de Lanzarote adoptó el acuerdo de comunicar a la empresa de la planta eléctrica que la Corporación está dispuesta a suspender su acuerdo de creación de un servicio de producción y suministro de energía eléctrica, insularizado y con monopolio, salvo que dicha empresa se obligue a realizar inmediatas mejoras que den lugar a que, en el plazo de máximo de un año, ella produzca y suministre fluido para usos industriales y domésticos durante las 24 horas del día, como a la electrificación de los núcleos de población de la isla de más de 500 habitantes.

**13/7** La nueva modalidad de corriente adoptada por la planta eléctrica permite la utilización en ciertas zonas de Arrecife de la llamada luz fluorescente.

**1955 2/6** La planta eléctrica de Arrecife comienza a suministrar fluido eléctrico en horario diurno (desde las 8:30 a las 15:00).

**1956 26/3** Se aumenta el tiempo de suministro de fluido eléctrico en Arrecife en cuatro horas. Se disponía de corriente industrial desde las 8:30 a las 2:00 de la madrugada.

**29/5** Se publica la noticia de que varias toneladas de agua del mar son transformadas en agua destilada utilizando energía térmica de la montaña de Tenecheyde (Islote de Hilario de la Montaña del Fuego). Francisco Pons Cano realizó el experimento colocando una caldera de 1.500 litros de agua salada a una profundidad de 40 cm. En 24 horas se obtuvieron 3.000 litros.

**3/6** Se consigue energía eléctrica por primera vez en la historia de Lanzarote utilizando energía geotérmica de la montaña de Tenecheyde (Islote de Hilario)

- en las Montañas del Fuego. A las 20:30 se encendieron durante 40 minutos siete bombillas de 110 voltios cada una. Fue utilizada una máquina de vapor de un caballo de fuerza que movía una dinamo de 1.000 vatios.
- 1961** **20/3** El Boletín Oficial de la Provincia publica la solicitud de permiso de investigación minera en las Montañas del Fuego para, aprovechando la energía calorífica, transformar agua del mar en potable con fines agrícolas. La solicitud fue realizada por Manuel Díaz Rijo.
- 1962** Se instala en la isla la empresa de combustibles petrolíferos DISA.  
**25/5** Se inaugura el depósito de combustibles líquidos de la compañía DISA en el muelle de Los Mármoles, con una superficie total de 14.000 metros cuadrados, siete tanques de almacenamiento de diferentes capacidades y seis pequeños depósitos de servicio.  
**10/8** El Consejo de Ministros autoriza a Termolansa (Termoeléctrica de Lanzarote S.A.) la instalación de una planta potabilizadora dual para el suministro de agua y electricidad en la isla de Lanzarote. Pocos meses antes, Termolansa había llegado a un acuerdo con la empresas norteamericanas Westinghouse y Burns and Roe para comprar e instalar la potabilizadora.:La empresa Termolansa comenzó a construir toda la red de distribución de agua potable y de distribución eléctrica de Arrecife en un proceso que se alargó varios años.
- 1963** Comenzó a construirse la planta potabilizadora dual de Termolansa en la zona de Punta Grande. La maquinaria había sido vendida por Westinghouse en condiciones ventajosas para Termolansa porque la casa norteamericana estaba interesada en que se demostrara el uso público de este tipo de plantas. La empresa Burns and Roe dirigió la instalación y trasladó un equipo de personas a Lanzarote.  
**../5** Se inaugura oficialmente la electrificación de La Graciosa.
- 1964** **29/10** La Dirección General de Energía autoriza al Ayuntamiento de Haría a la instalación de una central termoeléctrica para surtir al municipio.  
**../12** Se empiezan a realizar las primeras pruebas de la potabilizadora instalada en Lanzarote por la empresa Termolansa. Los resultados fueron positivos, desvaneciendo las suspicacias que levantó el proyecto en una parte importante de la población de Lanzarote.
- 1965** **28/5** Se publica en el BOE la autorización de la Dirección General de Energía a Termoeléctrica de Lanzarote Sociedad Anónima de una central termoeléctrica, planta potabilizadora de agua, subestaciones de transformación y líneas eléctricas complementarias'.  
**26/6** El Gobernador Civil y Jefe Provincial del Movimiento, Antonio Avendaño Porrúa, se traslada a la isla para inaugurar la nueva central eléctrica de Haría.:Comienza el abastecimiento regular de agua a la ciudad de Arrecife. La producción de agua era de 2.300 m3 por día, la producción eléctrica de 1.500 kW.
- 1969** Encuesta sobre la tenencia de luz eléctrica en Lanzarote.

TABLA 1:

## Encuesta sobre la tenencia de luz eléctrica en Lanzarote (1969)

	Arrecife	Haría	San Bartolomé	Teguise	Tías	Tinajo	Yaiza	Lanzarote
<b>Si</b>	36,8	60	97,78	62,77	100	100	96	57,59
<b>No</b>	63,2	40	2,22	37,23			4	42,41

Fuente de datos: Memoria Digital de Lanzarote <http://www.memoriadelanzarote.com/> [2011]

- 1975** ..16 La compañía UNELCO compra la parte eléctrica de Termolansa, la planta desaladora dual fundada por los hermanos Díaz Rijo, por 140 millones de pesetas.
- 1984** El Gobierno de Canarias compra una planta desaladora dual de tipo M.S.F. para Lanzarote, con una producción de 2500 metros cúbicos de agua por día y 2500 kW. Esta planta ya venía funcionando en la isla, explotada por la empresa Río Tinto, que la había instalado en la urbanización de su propiedad en Costa Teguisse.
- 1985** Potencia energética instalada en Canarias.

TABLA 2:

**Potencia energética instalada en Canarias (1985)**

ISLAS	kW	%
Gran Canaria	357.340	51,30
Tenerife	257.200	36,90
Lanzarote	14.400	2,10
La Palma	29.472	4,20
Fuerteventura	28.720	4,10
Gomera	6.260	0,90
Hierro	3.795	5,00
<b>TOTAL</b>	<b>697.187</b>	<b>100,00</b>

Fuente de datos: Memoria Digital de Lanzarote <http://www.memoriadelanzarote.com/> [2011]

- 2000** ..12 El Gobierno Español hace nueve concesiones en una zona de 600 kilómetros cuadrados a la multinacional hispano-argentina Repsol-YPF para la investigación y prospección de recursos de hidrocarburos y su viabilidad económica en el espacio marítimo comprendido entre Lanzarote, Fuerteventura y la costa de Marruecos y Sáhara Occidental.

Para una información estadística más profunda del desarrollo del sector energético lanzaroteño les recomendamos consultar las "Estadísticas Energéticas de Canarias" que la Consejería de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias publicó entre los años 1994 a

2006 y que puede consultar en formato digital en la web del Centro de Datos del Cabildo<sup>2</sup>.

**1.2 Nuestro sistema energético actual**

Bajo la Propuesta de Agencia de la Energía que se presentó a la Unión Europea en 2007, se desarrolló el siguiente resumen y análisis para describir las necesidades y prioridades locales, vinculadas al uso de la energía. Este nos sirve de base para valorar la evolución del tema energético en la isla, como el alcance de las previsiones establecidas.

**1.2.1 Criterio de valoración 1: necesidades y prioridades locales. Convocatoria 2007 a la creación de agencias de la energía locales y regionales – Agencia de la Energía de Lanzarote**

**Evolución del sistema energético.** El crecimiento económico de Lanzarote basado en el desarrollo turístico ha llevado a un considerable incremento poblacional, residente y flotante, conllevando el crecimiento de los restantes sectores económicos e incrementando la demanda de abastecimientos y servicios básicos, como el agua y el transporte, con gran repercusión sobre el sistema energético insular. Dicho incremento poblacional se refleja en los siguientes datos:

TABLA 3:

**Evolución de la población residente y flotante**

	Población residente	Turista alojado
<b>Incremento en el periodo 1996-2006</b>	64,72%	115,81%
<b>Incremento medio anual entre 1998-2006</b>	5,23%	4,29%

Fuente de datos: Calculado a partir de datos del Instituto de Estadísticas de Canarias (ISTAC). El mayor crecimiento turístico se dio entre 1997 y 1998, alcanzando un 34,67% de incremento.

El incremento de la población insular ha sido pues el mayor factor estimulador de la demanda eléctrica. La energía eléctrica volcada a red ha crecido en el periodo 1996-2005 a una tasa de crecimiento

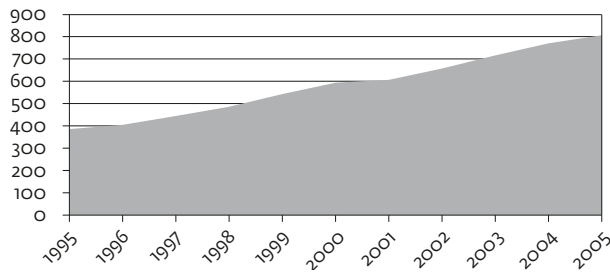
<sup>2</sup> Enlace directo: <http://www.datosdelanzarote.com/muestraFamilias.asp?idFamilia=20&seccion=biblioteca>

medio anual en torno al 7,7%<sup>3</sup>; tasa muy superior al

incremento medio de la demanda eléctrica a nivel nacional, más aún con respecto a Europa.

<sup>3</sup> Cálculo en base a datos del Instituto Estadístico de Canarias (ISTAC): <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas.html>

ILUSTRACIÓN 1:  
Evolución de la energía volcada a red



Fuente de datos: ISTAC (2007)

- **El consumo energético.** A falta de una mayor caracterización del consumidor energético insular, sólo se puede decir que la energía final consumida se concentra casi en exclusiva en combustibles fósiles para el transporte por carretera y en consumo eléctrico para los restantes usos energéticos. Los hogares son uno de los principales grupos de consumidores eléctricos, junto al sector servicios, directamente ligado al gran peso de la actividad turística en la economía local. El consumo eléctrico del sector industrial, en cambio, no es especialmente significativo. La producción de agua es el único producto intensivo en energía. Las restantes actividades del sector se limitan a transporte y logística, como a las propias de apoyo al sector turístico y de consumo.

El consecuente bajo consumo eléctrico *per cápita* que se deriva, por debajo de la media Canaria<sup>4</sup>, es ciertamente previsible. Dada las características del sector industrial y a que, gracias las buenas condiciones climatológicas de la isla, no hay necesidades de calefacción, esta cifra esconde el aún bajo nivel de consumo energético de los hogares.

Por tanto, existe un alto riesgo del incremento de la demanda energética de los hogares y, por ende, de la demanda eléctrica insular.<sup>5</sup>

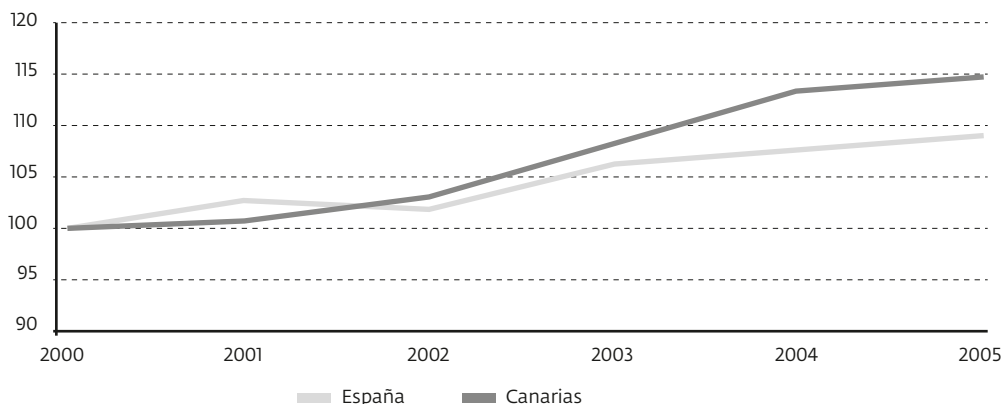
Es por ello, que se hace urgente establecer todo tipo de acciones para guiar al consumidor energético a cubrir sus necesidades, antiguas y nuevas, minimizando el uso de energía primaria, acortando los procesos de transformación de energía necesarios para cubrir cada una de las necesidades energéticas de los hogares y empresas, reduciendo la dependencia eléctrica en general.

Como se refleja en la gráfica siguiente, ello implica además un considerable beneficio para la economía local. La constante pérdida de competencia frente al mercado nacional e internacional, que refleja el constante incremento y la creciente desviación del valor nacional de la intensidad energética, proclama la relevancia de alcanzar mayores niveles de eficiencia energética. Consecuentemente, contribuir al ahorro de un kWh a nivel insular alcanza mayor repercusión económicas que a nivel peninsular.

<sup>4</sup> Consumo de energía per capita: Canarias 4.336; España: 5.911; Alemania: 6.749; Francia: 7.671. Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007).

<sup>5</sup> Incremento acumulado de la demanda de energía eléctrica, 2000-2005: Lanzarote: 36,87%; Canarias: 35,63 %; España: 26,68%; Alemania: 13%; Francia: 13%. Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007).

ILUSTRACIÓN 2:

**Evolución de la intensidad energética en Canarias y el conjunto de España (2000-2005)**

La intensidad energética es un parámetro que mide el consumo de energía eléctrica necesario para generar una unidad de P.I.B en euros. Es un indicador de la eficiencia de los sistemas. Para la realización de la evolución comparativa, se ha tomado de la Base 2000 de la Contabilidad Nacional de España los datos de mediciones de volumen encadenadas de PIB.

Base 2000=100:Fuente: Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007)

Las posibilidades de mejora de la eficiencia son muchas y variadas. A pesar del excelente potencial solar, sólo el 5,9% de los hogares de Lanzarote usa energía solar térmica para cubrir sus necesidades de agua caliente sanitaria.<sup>6</sup> Dicha necesidad se cubre mediante gas butano o consumo eléctrico.

El coste decreciente de los sistemas de aire acondicionados eléctricos y el incremento del poder adquisitivo de la población, representa un alto riesgo de incrementos puntuales, muy fuertes, de la demanda eléctrica a consecuencia de tiempos africanos, muy calurosos. Cubrir estas puntas de demanda muy superior a lo habitual requiere una capacidad de generación mayor para garantizar su cobertura; capacidad de generación desempleada la mayoría del tiempo, y por tanto, muy cara para el sistema eléctrico. Promover sistemas alternativos de climatización a partir de energía solar térmica o de intercambio de calor con el subsuelo son soluciones mucho más preferibles para el sistema energético.

El abastecimiento de **agua** se sustenta en la desalinización, representando actualmente el

24 %<sup>7</sup> del consumo eléctrico insular. Según datos facilitados por la misma empresa productora, Insular de Aguas de Lanzarote Sociedad Anónima (INALSA), sus auditorías internas constatan un 38% de pérdidas en el sistema de distribución de la misma. Si a esto se une el cambio de pautas de consumo de agua por la población y el consumo despreocupado del turismo, nos hallamos en un régimen de consumo creciente, con muchas posibilidades de mejora. Establecer un sistema de control de la red de distribución, conseguir producir agua a partir de energías limpias, promover el uso racional del agua y su máximo ahorro se convierte en medidas fundamentales de ahorro energético y de garantía para la sostenibilidad del sistema energético.

En cuanto al **transporte**, el actual sistema de movilidad se basa casi en exclusiva en el transporte privado por carretera, lo que ha llevado a que Lanzarote sustente el dudoso honor de tener el mayor parque automovilístico *per cápita* del archipiélago.

<sup>6</sup> Encuesta de Ingresos y Condiciones de Vida de los Hogares Canarias 2004. ISTAC (2007).

<sup>7</sup> Dato facilitado por INALSA (2007)



TABLA 4:  
**Parque móvil: comparación a  
 nivel europeo y local**

Año 2003	Coches por 1.000 habitantes
EU 25 <sup>1</sup>	464
EU 15 <sup>1</sup>	494
España <sup>1</sup>	441
Canarias <sup>2</sup>	691
Lanzarote <sup>2</sup>	875

1. Fuentes de datos: Dirección General de Energía y Transporte, Comisión Europea (2006).:2. Cálculo en base a datos del ISTAC (2007).

Dada la imposibilidad o gran limitación que imponen las características insulares al establecimiento de modos de transporte como el ferrocarril, metro o tranvía, siempre implicará una mayor presencia del vehículo motor que a nivel continental, pero no excusa los niveles alcanzados. A ello ha contribuido tanto el turismo con su flota de coches de alquiler (24,5% del parque automovilístico del 2003) y de transporte colectivo, como el estancamiento del servicio de transporte público regular (1,3% del parque) que apenas ha evolucionado con respecto al incremento poblacional y desarrollo urbanístico de la isla<sup>8</sup>. El desarrollo de un nuevo modelo de movilidad se hace fundamental.

Como secuela de todo lo anterior, el sistema energético actual es más consecuencia de una respuesta inmediata a un incremento súbito de la demanda, que el resultado del desarrollo planificado del sistema. Es por ello, que todo el sistema cuenta con un enorme margen de mejora en eficiencia energética y uso racional de la energía.

**- La liberalización y planificación del mercado energético insular.** Con la Ley 54/1997, norma de adaptación a las directivas europeas sobre liberalización y competitividad del sector energético, se liberaliza el sector energético en España. Esta circunstancia no llega a ser operativa en Canarias hasta abril del 2006, dada la situación de parálisis que generó el conflicto entre las administraciones estatal y autonómica al no compartir una misma visión de cómo

<sup>8</sup> Cálculo en base a datos del ISTAC (2007)

debían estar regulados los sistemas energéticos insulares. La incorporación de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA abre un nuevo escenario en los mercados eléctricos insulares de Canarias. Su papel como actor independiente, encargado del control de la producción, transporte y distribución eléctrica, garantiza que las decisiones del sistema sean tomadas por motivos técnicos y de seguridad de abastecimiento, evitando posibles interferencias de otros posibles argumentos, propios y lícitos de un ente privado con ánimo de lucro. La reciente entrada en vigor del Plan Energético de Canarias (PECAN 2006), que marca la previsión y la secuencia de crecimiento del sistema energético insular hasta el año 2015; junto con la elaboración del PTEOIELZ, en el que se dimensionará el nuevo sistema energético insular, otorga nuevas responsabilidades al Cabildo Insular de Lanzarote, pues obliga a esta administración a vincular las necesidades del nuevo sistema energético con su territorio. En este marco surgen varias cuestiones dignas de mayor análisis:

**- Modelo convencional.** Desde el punto de vista insular, desde el punto de vista de un nuevo sistema energético adecuado a la estrategia de sostenibilidad insular, la planificación desarrollada por el Gobierno de Canarias, que se nutre de la planificación nacional, no analiza con la profundidad adecuada la evolución del precio de los combustibles, base del sistema energético actual, ni realiza una previsión del consumo del mismo para la producción eléctrica. Todo ello es reflejo de una visión sesgada, en pro de los recursos petrolíferos, que prioriza el uso de combustibles pesados y tecnologías de primera generación en islas menores (como es el caso de Lanzarote), y se apuesta por la introducción del gas natural en islas capitalinas.

**- Instalaciones previstas.** La previsión de incremento del parque de generación que expone el PECAN 2006 para la isla de Lanzarote se realizará mediante motores diésel de 17,2 MW de potencia, un bloque motor diseñado para una baja velocidad de giro y para quemar un combustible de baja calidad, una de las tecnologías con mayor potencial de emisión de CO<sub>2</sub>. El PECAN 2006 no argumenta la elección de esta tecnología, desconociéndose si su elección es resultado del adecuado análisis comparativo

de las alternativas tecnológicas existentes.  
Esta ampliación diseña un sistema para el 2011

formado por 18 motores diésel junto a las actuales  
dos turbinas de gas.

TABLA 5:

### Grupos de generación eléctrica actuales y previsión de puesta en servicio del PECAN 2006

Grupos de generación de UNELCO ENDESA (2005)	Nº grupos	Potencia unitaria (MW)	Potencia total (MW)	Potencia acumulada (MW)
Motor Diésel	1	24	24	
Motor Diésel	2	18	36	
Motor Diésel	2	15,5	31	
Motor Diésel	3	7,52	22,56	
Turbina de Gas	1	37,5	37,5	
Turbina de Gas	1	23,45	23,45	
Generador eléctrico (Motores en instalación provisional)	1	8	8	
Generador eléctrico (Motores en instalación provisional)	1	12	12	194,51
<b>Previsión de puesta en servicio PECAN 2006</b>				
Previsión 2006: Motor Diésel	4	17,2	68,8	244
Previsión 2007: Motor Diésel	2	17,2	34,4	279
Previsión 2008: Motor Diésel	1	17,2	17,2	273
Previsión 2009: Motor Diésel	1	17,2	17,2	290
Previsión 2010: Motor Diésel	1	17,2	17,2	307
Previsión 2011: Motor Diésel	1	17,2	17,2	324

Fuentes de Datos: Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007) y PECAN 2006 (2007)

TABLA 6:

### Previsión: cobertura de la demanda eléctrica a partir de energías renovables

Año	Porcentaje previsto de demanda eléctrica cubierta a partir de energías renovables
2005	2,40
2006	2,90
2007	4,20
2008	8,80
2009	12,90
2010	14,00
2011	20,50
2012	20,20
2013	22,50
2014	27,20
2015	28,50

Fuente de datos: PECAN 2006 (2007)

Si bien el PECAN 2006 establece objetivos de cobertura de la demanda eléctrica a partir de energías renovables, no quedan claros ni el papel que las distintas fuentes van a representar en el mix energético, ni la relación de estos objetivos con el potencial real de las diversas fuentes y las limitaciones a su explotación resultantes de las características del territorio y del sistema energético insular. Tampoco se hace especial mención a las medidas a ser tomadas para su consecución. También hay que destacar, que el papel de las energías renovables se acentúa al final del periodo planificado, y que los indicadores de penetración de energías renovables están establecidos sólo sobre el consumo eléctrico y no sobre el energético insular.

En definitiva estos objetivos no son tan ambiciosos como en una primera lectura se pudieran considerar.

En relación a los objetivos establecidos a nivel estatal por el Plan de Energías Renovables (PER, 2005), el PECAN 2006 destaca por no abrir el campo a todo el abanico de energías renovables. Alternativas como la biomasa no son apenas consideradas, a pesar de ser parte de la solución a otros problemas como es la problemática de residuos y degradación del paisaje del archipiélago. Haciéndose necesario un análisis en profundidad de las distintas alternativas de las energías renovables en relación con las características insulares.

- **Inversión.** El propio PECAN 2006 reconoce que la partida presupuestaria destinada a mejora del sistema energético canario es más corta de lo debido, por lo que hay priorizar acciones que atraigan inversión privada al sector. Se hace necesario canalizar el actual potencial de inversión que ofrecen actividades de desarrollo tecnológico en el campo de las energías renovables, como la posibilidad de captación de fondos y ayudas nacionales, europeas e internacionales a proyectos o actividades concretas en el campo de la eficiencia y el ahorro de energía.

Una de estas posibles fuentes de recursos y medidas de apoyo al problema energético insular se basa en el reconocimiento explícito de las Islas Canarias como región ultraperiférica. Su aislamiento y distancia geográfica con Europa, su dependencia económica de un reducido número de productos, como la cercanía a zonas menos desarrolladas con las que no pueden competir en términos de costes de mano de obra y con las que hay relativo poco comercio, son algunos de los argumentos que las hacen valedoras de esta clasificación<sup>9</sup>, recogida en el Tratado de la Unión en su artículo 299,2<sup>10</sup>. Esta característica no sólo da derecho a recursos con independencia del nivel de renta, sino que las hace valedoras de especial atención en toda acción europea.

Otro más que esperado empuje a la inversión en el sector energético se espera de la posible aplicación

9 Hache, J.D. (2000). *The European Islands and their Governance: From the Nation States to the European Union*. (Las Islas Europeas y su Gobierno: De los Estados-Nación a la Unión Europea).

10 Correspondiendo al actual art. 349 del *Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea*

de la Reserva de Inversiones de Canarias (RIC) a la explotación de energías renovables, que se haya en proceso de negociación con el gobierno de la nación.<sup>11</sup>

La AEL deberá promover el máximo aprovechamiento de todas estas alternativas.

- **Necesidad de coordinación.** Se ha hecho latente la necesidad de una vía de intercambio de información y coordinación entre las administraciones competentes, con las administraciones locales, con y entre los agentes, actuales y potenciales, del mercado energético insular. La existencia de diversos niveles de planificación y de decisión en temas energéticos restringen las posibilidades de actuación en un sistema aislado. Esta problemática se ve agudizada a nivel del sistema energético de la isla de Lanzarote, pues es parte del sistema energético más integrado del archipiélago canario al tener un sistema de distribución eléctrico interconectado con las islas de Fuerteventura y La Graciosa, implicando además la necesidad de colaboración de una corporación local y un ente nacional, competentes en la planificación de sus territorios. Como ente autónomo, con libertad plena, la AEL debería desempeñar este papel coordinador y de apoyo a la planificación.

- **El mercado eléctrico.** El reto energético es un reto del territorio. Su aislamiento, como su escala, junto a una alta dependencia exterior, supone un alto coste para la economía local, especialmente en la generación eléctrica. A diferencia de los territorios continentales, los sistemas eléctricos aislados requieren generar toda la electricidad consumida dentro de su propio territorio, lo que repercute en notorios perjuicios económicos:

- ▶ La imposibilidad de aprovechar economías de escala conlleva que los costes de generación por kWh sean muy superiores.
- ▶ Los costes de inversión se ven triplicados con respecto al ámbito continental. Su aislamiento y limitados recursos hacen indispensable un alto nivel de importaciones asociado a un alto coste de transporte.<sup>12</sup>

11 Reserva de la Biosfera de Lanzarote (2006) *Seminario: Reserva para Inversiones de Canarias. Una Reflexión a Tiempo. Propuestas y Limitaciones*.

12 Forum for Energy and Development (2000) *Renewable Energy on Small Islands (Energía Renovable en Islas pequeñas)*.

- La dependencia de productos fósiles importados conlleva, además, un riesgo de desabastecimiento, como un continuo drenaje de recursos de la economía local.
- En pro de la seguridad de servicio tanto los sistemas de generación como de abastecimiento de inputs han de estar sobredimensionados.
- El sistema está sujeto a regulaciones supra-insular, que no se adaptan a las singularidades del sistema eléctrico insular, distorsionando su mercado.

Con respecto a este último punto, ha de destacarse que, como parte de los sistemas aislados e independientes del territorio español, su especial regulación va encaminada a garantizar la igualdad de acceso a la electricidad a todo ciudadano español. Ello conlleva un sistema de generación apoyado, compensado a través del consumo global de la nación (compensación extrapeninsular). Si bien, esto debiera garantizar el coste eléctrico insular desde el punto de vista del consumidor, resulta un coste energético subvencionado, no sostenible y que representa una acusada vulnerabilidad. Considerando el sistema de promoción de energías renovables, este coste adicional se convierte en un aliciente más para maximizar el uso de fuentes de energía renovables a nivel insular, cumpliendo en exceso con las obligaciones de Kioto. Dado que este sistema de promoción de las energías renovables es a su vez un sistema subvencionado, sustituir a nivel insular la generación eléctrica convencional por renovable, no sólo resulta menos gravoso para los sistemas generales que a nivel continental, sino que según el monto del coste de generación del sistema insular concreto, resulta incluso más económico para la mayoría de las fuentes de energía renovable. A esto hay que añadir que, en las condiciones locales, el elevado potencial de fuentes de energía renovable como la eólica y solar, su explotación resulta entre las más rentables del país. La implantación de soluciones renovables resulta pues más rentable tanto para el productor-inversor, como para el sistema energético nacional.

- **Monopolio natural.** A pesar de aplicarse a nivel insular también la imposición de división de funciones del mercado eléctrico, la segregación del mercado eléctrico en mercado de generación

y de distribución no conlleva un incremento de la competencia. Los costes de generación y administración imponen un monopolio natural de hecho. Sólo una significativa penetración de la mini-generación vinculada a la explotación de energías renovables, podrá vislumbrar un mercado futuro, libre de las actuales medidas de apoyo a uno y otro tipo de generación, que resulte competitivo.

- **Externalidades.** La designación de la isla de Lanzarote como Reserva de la Biosfera no es más que el reconocimiento, a nivel mundial, de la singularidad de sus sistemas ecológicos, como tal, altamente sensible y de necesaria protección. En este entorno las externalidades de un sistema energético basado en productos fósiles y los costes exógenos que conllevan se ven acentuadas. Valgan como ejemplo las emisiones de CO<sub>2</sub>; La tabla siguiente muestra los niveles de emisión asociados a las diferentes tecnologías. El actual parque de generación de Lanzarote está formado por motores diésel y turbinas de gas, de primera generación. Es relevante destacar que el Plan Nacional de Asignación de Emisiones (PNA) exonera temporalmente a los sistemas extrapeninsulares, una circunstancia que desincentiva la incorporación de mejores tecnologías.

TABLA 7:  
**Cobertura de la demanda en términos de energía bruta (2005)<sup>13</sup>**

	MWh	%	t CO <sub>2</sub> /MW	tCO <sub>2</sub>
<b>Turbina de Vapor</b>	---	---	0,82	---
<b>Motor Diésel</b>	631.956	77,00	0,62	391.813
<b>Turbina de Gas</b>	164.675	20,10	1,10	181.143
<b>Otros</b>	19.425	2,40	0,62	12.044
<b>Eólica</b>	4.404	0,50	0	0

<sup>13</sup> Consientes que la denominación de las distintas tecnologías puede llevar a confusión en cuanto al combustible empleado por las mismas, éstas cuentan con cierta flexibilidad en cuanto al combustible a emplear, siendo la diferencia en los costes del combustible la que fuerza al empleo del combustible, más eficiente económica y no técnicamente. En este sentido, cabe matizar los niveles de emisiones expuestos, pues consideran el uso la mejor tecnología disponible y su correcto funcionamiento, en consecuencia, estos valores deben considerarse como mínimos. Así, el empleo de gas natural en ciclo combinado conlleva una tasa de emisión de 0,4 t CO<sub>2</sub>/MW, con gasóleo de 0,58 t CO<sub>2</sub>/MW.

Fuentes de datos: Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007), PECAN 2006 (2007), Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012, BOE 282, Pág. 41361

TABLA 8:

### Consumo de combustibles fósiles por la generación eléctrica insular (2005)

Combustibles usados para generación eléctrica (2005)	
Gasoil eléctrico	71.682
Dieseloil eléctrico	0
Fueloil eléctrico	121.492

Fuentes de datos: Estadísticas Energéticas de Canarias 2005 (2007), PECAN 2006

El uso intensivo de energías renovables, recursos locales abundantes en la isla, representa una posibilidad, más que encomiable de reducir dichos perjuicios, más aún teniendo en cuenta que su posición competitiva en el mercado insular se ve favorecida con respecto a la continental. Si a esto sumamos la gran dependencia que la insularidad provoca entre los sectores locales como de flujos exteriores, las islas se convierten en sistemas adecuados para el estudio de actuaciones sobre el sector energético, analizar sus repercusiones económicas, sociales y medioambientales, posteriormente aplicables a otros entornos. Sus especiales características fuerzan a emprender el camino del desarrollo sostenible.

En este sentido, la urgencia de dotar a la isla de una Agencia de la Energía ha sido recientemente establecida por el Gabinete Científico<sup>14</sup> de la Reserva de Biosfera y solicitada al Cabildo Insular.

**- El futuro de la economía insular.** La alta especialización en el turismo de la economía insular, la hace muy vulnerable. Es por ello, que el desarrollo del sector industrial y otros servicios no dependientes del turismo sea más que deseable. Es en este entorno donde las energías renovables, las empresas de servicios energéticos, servicios de mantenimiento y de desarrollo tecnológico, por nombrar algunos, podrían jugar un papel muy importante. Esto, además, cubre otra necesidad

<sup>14</sup>Véase constitución y composición: [www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/2007062913592035.pdf](http://www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/2007062913592035.pdf)

local: la de puestos cualificados para una población cada vez con mayor nivel de formación, con un limitado campo de actividad y desarrollo profesional a nivel insular.

**- Otras necesidades.** Otro aspecto a tener en cuenta es que, desde la perspectiva de un territorio insular con un sistema energético propio se hace aún más necesario el intercambio de información y experiencias con administraciones y agencias de la energía que pudieran compartir una realidad energética similar, pues con la actual coyuntura energética se pierde capacidad económica, capacidad para competir con otros territorios menos alejados y energéticamente más eficientes. La obligatoriedad de invertir en ahorro y en eficiencia vincula la estrategia de sostenibilidad con la competitividad de los sectores económicos que desarrollan su labor en la isla.

A su vez, los procesos de reflexión técnica vinculados a la estrategia de Reserva de la Biosfera que motivaron medidas políticas de contención urbanística<sup>15</sup> incluyeron informes con abundancia de análisis y propuestas, también en materia energética. La escasa aplicación de las mismas, entre otras causas, debe achacarse a la reconocida falta en Lanzarote de equipos técnicos estables trabajando en asesoramiento, divulgación y promoción de eficiencia energética y producción a partir de fuentes renovables. Hoy hay más conciencia social, global y local, sobre la necesidad de avanzar hacia un cambio de modelo y de cultura energética en la isla. Ése será el objeto de la Agencia Insular de la Energía.

#### 1.2.2 Evolución reciente: 2007-2011

El análisis anterior parte de la evolución del sistema energético como respuesta al incremento demográfico y turístico. Analicemos pues datos más recientes:

<sup>15</sup> Proyecto Life, Reserva de la Biosfera (1998) *Evaluación de la Estrategia Lanzarote en la Biosfera, 1998-2002*, véase resumen de apartado de energía 6.1.g); Proyecto Life, Reserva de la Biosfera (2002) *Estrategia Lanzarote en la Biosfera. Aplicación de Programas Propuestos 1998-2002*; Proyecto Life, Lanzarote 2001-04, Instituto Tecnológico de Canarias, SA (2004) *Informe 9: Aproximación a una eco-ordenanza insular para la gestión de la demanda de agua en la edificación de Lanzarote*; Proyecto Life, Lanzarote 2001-04, J.Serrasolses Domènech (2004) *Informe 10: Aproximación a una eco-ordenanza insular para la gestión de la demanda de energía en la edificación de Lanzarote*

TABLA 9:  
Evolución demográfica y de la actividad turística

	Población residente <sup>1</sup>		Tasa de ocupación <sup>2</sup>		Plazas hoteleras <sup>3</sup>		Plazas ocupadas <sup>4</sup>	
	habitantes	Δ	%	Δ	Plazas	Δ	plazas	Δ
1998	84.849		88,5		56.114		49.661	
1999	90.375	6,5%	89,0	0,6%	56.145	0,1%	49.969	0,6%
2000	96.310	6,6%	84,3	-5,3%	58.132	3,5%	49.005	-1,9%
2001	103.044	7,0%	83,4	-1,1%	59.735	2,8%	49.819	1,7%
2002	109.942	6,7%	80,2	-3,8%	60.846	1,9%	48.798	-2,0%
2003	114.715	4,3%	79,0	-1,5%	64.811	6,5%	<b>51.201</b>	4,9%
2004	116.782	1,8%	74,5	-5,7%	<b>65.867</b>	1,6%	49.071	-4,2%
2005	123.039	5,4%	75,8	1,7%	65.428	-0,7%	49.594	1,1%
2006	127.457	3,6%	74,5	-1,7%	65.293	-0,2%	48.643	-1,9%
2007	132.366	3,9%	74,8	0,4%	64.464	-1,3%	48.219	-0,9%
2008	139.506	5,4%	73,0	-2,4%	63.872	-0,9%	46.627	-3,3%
2009	<b>141.938</b>	1,7%	65,0	-11,0%	63.421	-0,7%	41.224	-11,6%
2010	141.437	-0,4%	69,4	6,8%	62.982	-0,7%	43.710	6,0%
<b>Δ Total</b>	<b>66,7%</b>	<b>Δ Total</b>	<b>-21,6%</b>	<b>Δ Total</b>	<b>12,2%</b>	<b>Δ Total</b>	<b>-12,0%</b>	
<b>Δ Medio anual</b>	<b>4,4%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>-1,9%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>1,0%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>-1,0%</b>	
<b>Δ 2006-2010</b>	<b>11,0%</b>	<b>Δ 2006-2010</b>	<b>-6,8%</b>	<b>Δ 2006-2010</b>	<b>-3,5%</b>	<b>Δ 2006-2010</b>	<b>-10,1%</b>	
<b>Δ Medio anual</b>	<b>2,7%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>-1,5%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>-0,9%</b>	<b>Δ Medio anual</b>	<b>-2,4%</b>	

Fuentes de datos: 1. Instituto Nacional de Estadística (INE). Elaboración: Instituto Canario de Estadística (ISTAC); 2. Asociación de Hoteles y Apartamentos de Lanzarote (ASOLAN). Elaboración: Centro de Datos.; 3. Oficina de Ordenación Turística. Elaboración: Centro de Datos, Cabildo de Lanzarote.; 4. Elaboración propia: Tasa de ocupación por Plazas hoteleras, reflejo abstracto de la actividad hotelera

Como podemos observar la tasa de población residente ha ido suavizándose hasta convertirse en negativo a lo largo del año 2010. Las plazas alojativas alcanzaron su máximo en 2004, siendo ligeramente descendente desde entonces. Al poner esto en relación a la tasa de ocupación hotelera, que también manifiesta una tendencia predominantemente negativa desde 1999, obtenemos un valor abstracto de las plazas ocupadas. Siendo todas las tendencias observadas negativas no puede más que esperarse que esta tendencia se replique en el consumo eléctrico, aunque hay que matizar el efecto de una y otra variable:

- En cuanto al sector alojativo, su efecto decreciente se ve aminorado, pues el consumo energético de los establecimientos hoteleros no es lineal a la tasa de ocupación. El número de plazas alojativas existentes pesa más que la tasa de ocupación. Gran parte de los consumos energéticos son fijos o disminuyen suavemente al bajar la ocupación. Climatizar las piscinas en invierno y la iluminación de las zonas comunes son ejemplos de costes fijos, salvo que se cierre el establecimiento por temporadas. La energía requerida para climatizar las zonas comunes varía relativamente poco en relación a la ocupación. Es justamente esto, junto al elevado peso del coste energético sobre el

coste total de explotación, lo que ha hecho que la industria hotelera sea una de las primeras en aplicar toda medida de ahorro y eficiencia energética que le haya sido posible, en la medida que se lo hayan permitido sus particulares circunstancias económicas y constructivas. Dichas actuaciones no se limitan a las zonas comunes, sino, en gran medida, en el empleo de artilugios técnicos y divulgativos que les permiten guiar hacia el consumo responsable de sus clientes. Sirvan a modo de ejemplo: la desconexión automática del aire acondicionado al abrir puertas o ventanas, la desconexión eléctrica vinculada a las llaves del hotel, o los folletos y carteles informativos sobre el consumo racional del agua que frecuentemente se hallan en los establecimientos. El coste de inversión de muchas de estas actuaciones es rápidamente recuperado gracias al ahorro energético/económico que generan.

- En cuanto al efecto del sector residente, a falta de datos concretos, nos remitimos a la observación realizada por una representante del departamento de consumo de la principal empresa distribuidora de las islas que manifiesta se ha observado una reducción significativa en la facturación individual de los hogares. En épocas de bonanza, las continuas campañas de ahorro y eficiencia energética fueron incidiendo en la población, pero con un modesto efecto

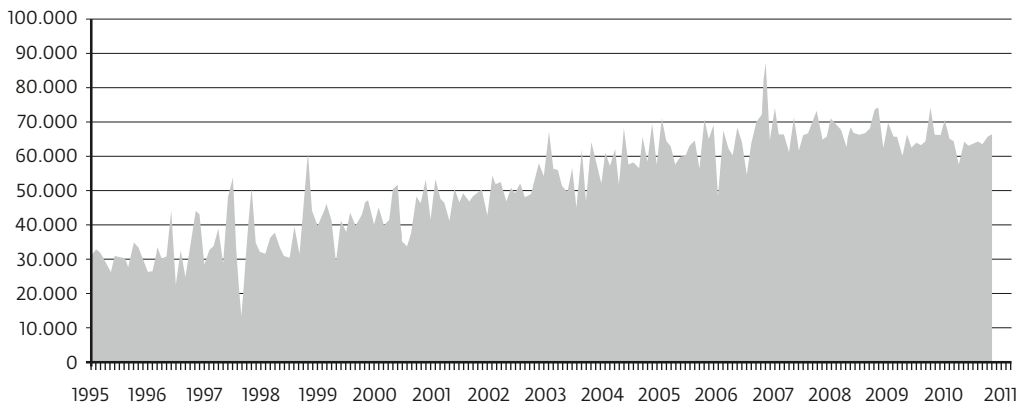
sobre el consumo eléctrico, pues la mayoría de los consejos implicaban cambiar hábitos y pautas de consumo. Ha sido la crisis económica la que ha contribuido a que dicha información, inconsciente, subyacente, se haya transformado realmente en cambios de hábitos y de patrones de consumo. La necesidad cierta de tener que reducir gastos, de tener que ajustarse el cinturón, ha llevado a que se apaguen aparatos o luces innecesarias o a considerar el consumo eléctrico de bombillas y electrodomésticos a la hora de su sustitución. Cambiar hábitos y pautas de consumo es arduo, pero una vez asumidos se hace difícil dar paso atrás, por lo que hay que suponer que este efecto perdurará más allá de la recuperación económica. En definitiva, el consumo energético del sector residente se ha visto disminuido no sólo a consecuencia de la disminución demográfica, sino por una mejora en la intensidad energética de los hogares.

Sólo el tiempo dirá si estas tendencias son persistentes, aunque lo más lógico es esperar una suave tendencia negativa a lo largo de los próximos años. Dado que actualmente no se puede incrementar la capacidad alojativa (ni parece recomendable visto que el máximo de plazas ocupadas se dio en 2003, y que todo posterior incremento de plazas hoteleras no ha repercutido en mayor afluencia turística); si bien es cierto que

ILUSTRACIÓN 3:

### Evolución de la energía eléctrica consumida en Lanzarote (d. mensuales 1995-2011)

#### CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LANZAROTE



Fuente de datos: ISTAC (2007)

la tasa de ocupación es especialmente baja en los años 2008 y 2009 como consecuencia de la crisis económica, y remonta en el 2010 y especialmente en esta última campaña, y, que por el bien de la economía insular, esperemos siga esta tendencia, seguimos en términos brutos bastante por debajo de datos pasados; un futuro estancamiento en

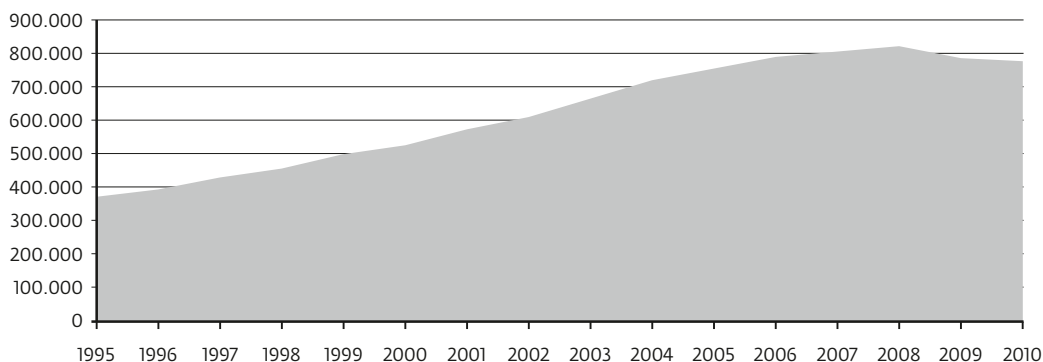
la población residente y el objetivo de mejora de intensidad energética establecido para España a una tasa del 2% anual<sup>16</sup>, nos hacen suponer esa suave tendencia negativa futura.

<sup>16</sup> Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE (2010) Informe en relación con la cumplimentación del Artículo 4,3 de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

ILUSTRACIÓN 4:

### Evolución de la energía eléctrica consumida en Lanzarote (d. anuales 1995-2010)

#### CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LANZAROTE



Fuente de datos: ISTAC (2007)

Como podemos observar, la demanda eléctrica, efectivamente, ha ido descendiendo desde que alcanzó su máximo en 2008. Por supuesto, que dicho descenso viene en gran parte provocado por la fuerte crisis económica sufrida, pero en ningún caso podemos considerarla la única causa, ni considerar que la esperada recuperación económica nos vuelva a consumos pasados, puesto que el periodo de tendencia alcista anterior se había estado frenando desde varios años antes. La tendencia predominantemente negativa del sector alojativo, considerada como indicador del sector turístico, es muy anterior a la crisis, la mejora de la eficiencia energética del sector y el efecto de cambio de hábitos y pautas de consumo del sector hogares, difícilmente será reversible, es más, es estimulado para una mejora continua. En todo caso, podemos olvidarnos de tasas de incremento anual por encima del 7%.

Pasando ahora al otro gran consumo energético, al transporte, podemos observar que aquí también se ha producido un cambio de tendencia, que ya

se observa a nivel de Lanzarote en el 2008, a nivel canario en el 2009. La tabla siguiente refleja los datos de vehículos *per cápita*, lo que de antemano elimina el efecto de la variación demográfica del análisis: el parque automovilístico ha disminuido más allá de la disminución demográfica.

Se sabe que parte del elevado número de vehículos en la isla de Lanzarote se debe a la flota de *rent a car* existente, consecuencia directa de la actividad turística. No es, por tanto, de extrañar que parte de la disminución se deba a que, a menos turistas o estancias vacacionales más cortas, se requieran menos coches y las empresas de *rent a car* hayan reducido sus flotas, bien por amortización, venta o traslado parcial, en definitiva, reduciendo su inmovilizado. En general, es de esperar que este mismo efecto se aplique a todo tipo de empresas y a los hogares, pues mantener un coche implica un coste que en ocasiones se puede racionalizar simplemente por eliminar vehículos obsoletos o en desuso, que en épocas de bonanza se conservaban por si acaso: nuevamente, el efecto de apretarse



el cinturón. Aún así queremos atribuir parte del progreso a una mejora del servicio público de transporte, lo que ofrece una alternativa al vehículo privado y, por tanto, contribuye a la racionalización del uso del transporte.

TABLA 10:  
**Parque de automóviles por cada  
mil habitantes (2008-2009)**

	2008	2009	Δ 2003-2008
<b>EU27</b>	470		
<b>EU15</b>	501		1,5%
<b>EU12</b>	352		
<b>ES</b>	483		9,6%
<b>Canarias</b>	721	719	4,3%
<b>Lanzarote</b>	847	849	-3,2%

Fuentes de datos: Dirección General de Energía y Transporte, Comisión Europea (2011), ISTAC (2011)

En todo caso, está claro que este tema requiere de un análisis más profundo, con el fin de valorar el cambio en su justa medida, apoyar e incentivar el mismo. No debemos olvidar que si bien esta nueva tendencia es favorable, aún estamos muy, muy lejos de alcanzar los niveles medios de España y Europa.

El Cabildo ha asumido su parte de responsabilidad, como refleja el pleno acuerdo de políticos y técnicos sobre la necesidad de desarrollar un plan de movilidad de Lanzarote, que permita a los lanzaroteños y visitantes moverse a lo largo y ancho de la isla, con el menor impacto medioambiental posible, racionalizando el consumo energético y minimizando el coste global del mismo. El desarrollo de este plan se halla pendiente de la financiación necesaria. Si bien esto puede hacer surgir dudas sobre su concreción, en realidad, sólo es una cuestión de tiempo, pues los planes de ahorro y eficiencia energética, español y europeos, contemplan financiación para el desarrollo de tales planes a nivel local. Por ahora contamos con un primer estudio que pretende aprovechar el corredor costero que une Teguiise, Arrecife, San Bartolomé y Tías, como vía ciclista, con servicios de alquiler de bicicletas, con acceso a zonas aeroportuarias y con repercusión sobre la

población local y en gran medida sobre la visitante, al unir dos de los principales centros turísticos con la capital. Dicho corredor se pretende utilizar también como museo abierto, vía de divulgación de fauna y flora, del ecosistema costero como del impacto humano en la historia geológica de Lanzarote.

A lo largo del año 2011, se han estado definiendo distintas actividades e iniciativas, desde distintas áreas del Cabildo y en colaboración con los distintos ayuntamientos de la isla, en el fomento de un transporte más sostenible.

Pasando a las infraestructuras energéticas de Lanzarote, no se ha producido ningún cambio sustancial. Según datos facilitados por Red Eléctrica de España, la potencia actualmente instalada en la isla, en Punta Grande, es de 189 MW. La tabla siguiente muestra los datos facilitados directamente por Unelco-Endesa. Si comparamos uno y otros datos con los presentados en su día por la Consejería de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias, referidos en la tabla 5, el número de grupos se ha mantenido constante, viéndose los equipos provisionales regularizados. La fluctuaciones en el importe de potencias barajados por una u otra fuente pueden deberse a manejar datos de potencia nominal y útil indiscriminadamente, como ser consecuencia de diferencias en la instalación definitiva equivalente a los equipos provisionales. Con independencia de estos aspectos, lo evidente es que la potencia instalada dista muchísimo de lo previsto en el PECAN 2006 para el 2011: 324 MW. Si bien toda planificación energética debe, por precaución, hacer una estimación al alza con el fin de garantizar en todo momento el suministro eléctrico y la capacidad de inversión necesaria, la holgadísima desviación entre realidad y predicción no hace más que reflejar la inmensa oportunidad con que contamos: ganamos en tiempo y recursos para definir un mejor sistema eléctrico.

TABLA 11:  
**Grupos de generación eléctrica  
 de Lanzarote (2011)**

Grupos de generación de UNELCO ENDESA (2011)	Nº grupos	Potencia unitaria (MW)	Potencia total (MW)
Motor Diésel	3	6,8	20,4
Motor Diésel	2	13,5	27
Motor Diésel	1	24	24
Motor Diésel	4	18	72
Turbina de Gas	1	21	21
Turbina de Gas	1	32	32
	12		196,4

Fuente: Unelco-Endesa

El contrapunto lo pone la previsión de penetración de energías renovables en el sistema. No se han alcanzado ni de lejos los porcentajes de penetración de energías renovable previsto en el PECAN 2006. Teniendo en cuenta el estancamiento de la potencia convencional instalada en relación a lo previsto, el alcanzar los porcentajes de penetración de energías renovables establecidos se facilitaba considerablemente, es decir, que de instalarse la generación de energías renovables que el PECAN 2006 supeditaba a los objetivos de penetración de renovables, el porcentaje de penetración realmente alcanzado debería estar significativamente por encima de los planteados. La realidad es que el porcentaje de penetración de energías renovables en el 2009 fue, a nivel Canario, de 8,7%<sup>17</sup>, cuando, según las predicciones establecidas por el PECAN 2006, la penetración debía de haber alcanzado el 12,9% a nivel de Lanzarote, el 14,9% a nivel de Canarias. Esto se debe en gran parte a que los últimos concursos eólicos planteados acabaron, el primero, ante los tribunales y, el segundo, concediendo parques en zonas que no contaban con la calificación territorial apropiada para su implantación; en definitiva, en nada. A esto hay que sumar que, en noviembre de 2009, a consecuencia de haberse alcanzado los objetivos de instalación establecidos en el Plan de Energías Renovables, el

<sup>17</sup> Calculado a partir de los datos disponibles en el *Informe del Sistema Eléctrico en 2009*, Red Eléctrica de España (2010).

Consejo de Ministros cerró a la eólica el proceso de inscripción en el Registro de pre-asignación de retribución de instalaciones de régimen especial, quedando los parques eólicos, pendientes de resolución, fuera del proceso de asignación y pendientes, por tanto, de una futura reapertura del Registro, prevista para el 2012.<sup>18</sup>

En consecuencia, se podría pensar que en el análisis de los porcentajes de penetración realmente alcanzados, la mejora se debe en exclusiva a la proliferación de instalaciones fotovoltaicas en cubiertas, pero no. El máximo de la producción eléctrica disponible se dio, al igual que en el consumo eléctrico, en 2008. Si a esto sumamos la obligación, por ley, del sistema eléctrico de adquirir toda la generación eléctrica de fuentes renovables, la disminución de la demanda repercutirá íntegramente en la generación convencional, lo que equivale a un incremento del porcentaje de penetración de energías renovables a producción anual constante de ésta; sin nuevas instalaciones generadores de energía renovables, sin incremento de potencia instalada.<sup>19</sup>

Las perspectivas de mejora a corto plazo de este indicador se ven aún más ensombrecidas. El sector que realmente estaba contribuyendo a su mejora, lento, pero seguro, era el fotovoltaico. Como analizaremos en mayor profundidad en el capítulo siguiente, la significativa y continua disminución de la tarifa de remuneración que perciben las nuevas instalaciones ha frenado en seco el flujo inversor. Esto no significa que este tipo de instalaciones hayan dejado de ser rentables, simplemente se ha reducido drásticamente la tasa de rentabilidad de las mismas, pudiendo considerar que proporcionan beneficios normales. Son otros beneficios indirectos los que siguen moviendo el sector, reduciéndose considerablemente el número de inversores interesados en las mismas. La aplicación de la RIC,

<sup>18</sup> Agrupación Empresarial Innovadora – Cluster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Cluster RICAM), Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010) *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias*.

<sup>19</sup> A falta de un análisis numérico concreto por carecer de los datos necesarios, se está obviando que, a igual potencia instalada, la generación a partir de energías renovables difícilmente es constante de un año a otro. Dicha variación, positivo o negativo, unido al aún bajo peso de la producción fotovoltaica sobre la producción eléctrica total hace que el posible error de hipótesis cometido al suponerla constante resulte insignificante.

es un ejemplo de beneficio indirecto, que mueve a que empresas con establecimientos en Canarias inviertan en este tipo de instalaciones. La esperada aplicación de la RIC a instalaciones de energía renovables, aludida en el documento de Propuesta de Agencia de Energía, se concretó, por lo que se ha podido exonerar del pago de impuestos hasta el 90% de los beneficios de establecimientos y empresas localizadas en Canarias (80% en caso de empresarios individuales) para posteriormente aplicarlos, en un plazo de cuatro años, a instalaciones de energías renovables instaladas en Canarias, entre otras opciones<sup>20</sup>. Esta fuente de inversión dará menos frutos en los próximos años, más allá de la recuperación económica. La falta de beneficios empresariales de muchas empresas en los últimos años no ha permitido alimentar este tipo de reserva; ni lo harán los beneficios que se generen en los próximos años, dada la posibilidad de condonar resultados negativos en la tributación de los años posteriores, por un periodo de hasta 5 años. Así los inversores en instalaciones fotovoltaicas se verán limitados, en gran medida, a grandes fondos de inversión, con carteras verdes, o para cubrir porcentaje de inversión de bajo riesgo. El problema para el sector instalador en Lanzarote está en que dichos inversores buscan, principalmente, grandes instalaciones que no se dan a nivel insular. Esperamos:

- ▶ que el mapa minieólico abra nuevas oportunidades al sector,
- ▶ que el aprovechamiento de la energía del mar se convierta en una realidad,
- ▶ que el parque eólico de autoconsumo de INALSA se implemente,
- ▶ que nuevos concursos eólicos lleguen a buen puerto,
- ▶ mantener, sino disminuir aún más, los actuales niveles de consumo eléctrico.

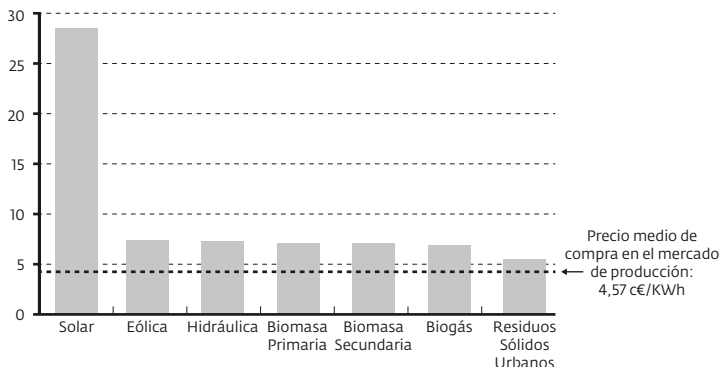
En definitiva, que podamos mejorar sustancialmente la penetración de energía renovable, contribuyendo a diversificar la economía local y a retener los flujos monetarios que, como pago de la energía que requerimos, escapan de nuestro territorio.

<sup>20</sup> Pérez Santana, M. (2007) *La nueva Reserva para Inversiones en Canarias*.

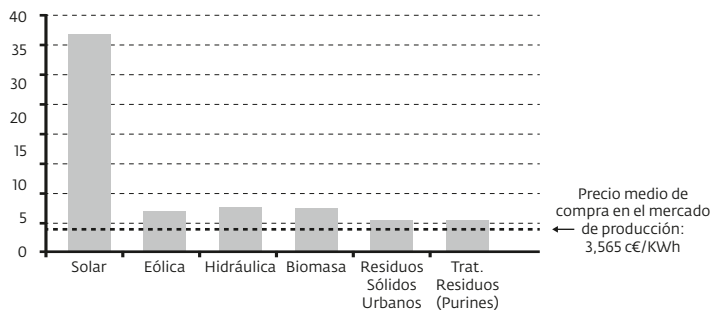
Profundizando en el coste económico de nuestro sistema energético, las modificaciones del régimen especial han incrementado la brecha de ineficiencia del sistema insular en relación al nacional, al amparo del marco regulatorio nacional. En incremento de costes de los combustibles fósiles y la maduración de la tecnología de generación a partir de fuentes renovables reduce la diferencia de costes de la generación eléctrica a nivel mundial. A nivel insular, donde el número de tecnologías convencionales aplicables y las escalas de las mismas nos dejan a merced de las más ineficientes, el margen se estrecha. Sirva de referencia la comparativa que se hizo en su día entre los precios de las energías renovables y el precio medio de compra del mercado de generación español (representado respectivamente por la línea intermitente transversal) en el 2002, 2004 y 2005.

ILUSTRACIÓN 5:

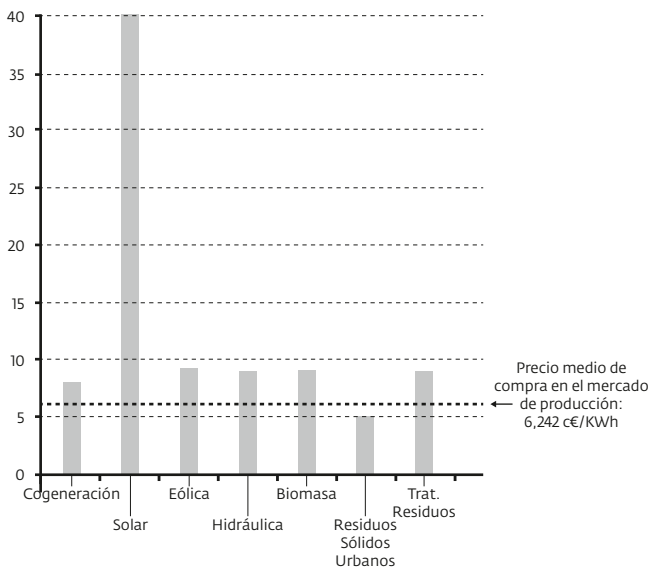
**Precios medios ponderados de facturación de las instalaciones acogidas al Régimen Especial en el sistema peninsular y extrapeninsular**



**PRECIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL - ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUOS (2004)**



**PRECIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL (2005)**



Fuentes: Boletín IDAE N°6,7 y 8, datos 2002, 2004 y 2005, respectivamente

En su día, el único tipo de instalación que se consideraba no rentable eran las fotovoltaicas. Como respuesta a la maduración tecnológica, a los sistemas de subvención a la inversión y de precio, el coste de inversión ha bajado a más de la mitad. Si bien el cambio de marco regulatorio implicó una reducción considerable, el mecanismo de ajuste de precio establecido sigue forzándolo aún más a la baja, como respuesta a una mayor demanda de potencia a ser instalada que el cupo ofertado a ser cubierto en cada convocatoria. Otro aspecto a considerar es que al hallarnos en una zona con excelentes datos de radiación solar, se obtiene mayor producción a la alcanzable por instalaciones equivalentes ubicadas en otras zonas de España. Es evidente que esta tecnología resulta ahora también más económica que la del sistema convencional, donde el coste de generación se ha ido incrementado en respuesta a incremento del precio del crudo.

Este hecho ya quedó confirmado en el 2008, gracias a los resultados obtenidos por el estudio "Análisis de los sobrecostes de la Energía del Sistema Energético de Canarias": La electricidad a partir de fuentes de energías renovables resultaba más económica para la generalidad del sistema eléctrico español si era generada en Canarias. Dicho estudio empleó las siguientes variables en el cálculo del coste de generación de las distintas tecnologías empleadas en el ámbito Canario: Tamaño promedio de las instalaciones generadoras, su coste de inversión y tasa de descuento aplicable a la misma, el periodo de construcción implícito, su coste de operación y mantenimiento, el precio del combustible empleado y su tasa de crecimiento, como el factor de carga y eficiencia de las instalaciones y el coste de interrumpibilidad en relación a una mayor penetración de energías renovables.

TABLA 12:

### Coste de la generación eléctrica en Canarias y Lanzarote según tecnologías (2008)

€/kWh	Canarias	Lanzarote-Fuerteventura
<b>Régimen Ordinario</b>	15,109	18,51
<b>Fuel</b>	13,700	13,7
<b>Diésel</b>	19,240	19,24
<b>Régimen Especial</b>	9,943	11,016
<b>Eólico</b>	7,170	7,170
<b>Solar fotovoltaico</b>	13,550	13,550
<b>Coste medio global</b>	14,729	17,948

Fuente de datos: AEI-Cluster RICAM, Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010) *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias*

Como podemos observar, el coste implícito a la generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovable es considerablemente menor a la generación eléctrica convencional aplicada en las islas. Es significativo, también, el mayor coste implícito a una menor demanda eléctrica, al tamaño del sistema eléctrico insular a ser servido.

TABLA 13:

### Comparativa del coste medio de generación eléctrica (2008)

	€/kWh
<b>España</b>	6,643
<b>Canarias</b>	14,753
<b>Gran Canaria</b>	13,568
<b>Tenerife</b>	13,837
<b>Lanzarote-Fuerteventura</b>	17,948
<b>La Palma</b>	20,301
<b>La Gomera</b>	21,557
<b>El Hierro</b>	23,787

Fuente de datos: AEI-Cluster RICAM, Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010) *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias*

Tenemos que entender que, simplificando, tanto el coste añadido del régimen especial, bajo el que se promocionan las renovables, como el sobrecoste de los sistemas extrapeninsulares, se ha venido repartiendo entre todos los consumidores eléctricos. Si bien ya se ha establecido la intención de paulatinamente traspasar la financiación del sobrecoste de la generación de los sistemas extrapeninsulares hacia los Presupuestos Generales del Estado, seguirá siendo la población española, esta vez a través de sus impuestos, variando el reparto del gasto, quien siga asumiendo un excesivo coste de generación eléctrica: Es en beneficios de todos promover un sistema de generación eléctrico insular lo más eficiente posible, desde un punto de vista económico, eso sí, siempre garantizando la seguridad de abastecimiento eléctrico.

En definitiva, cualquier incremento en el porcentaje de penetración de energías renovables resultará en un menor coste de todo el sistema

eléctrico lanzaroteño, canario y español, beneficiando no solo a los lanzaroteños (beneficios económicos, medioambientales y sociales), sino, que junto a la contribución de las restantes islas, a todo consumidor/contribuyente español, reduciendo la necesidad de compensación del sistema extrapeninsular.

Esperamos que el ahorro en cierto tipo de nuevas infraestructuras y el parón en el crecimiento de la demanda nos permita, ahora sí, planificar adecuadamente el sistema eléctrico, aprovechar el dinero y el tiempo para mejorar el sistema eléctrico actual, que la eficiencia económica de las energías renovables en este nuestro sistema sea considerada en su justa medida y que, por tanto, podamos tomar la senda a un sistema eléctrico fiable, económico y con menor impacto medioambiental, proseguir por la senda de un sistema de transporte más sostenible y del ahorro energético, individual y colectivo; en definitiva, tomar la senda del uso sostenible de la energía. ■

# Censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote

*Consejería de Industria, Comercio, Consumo y Energía  
del Cabildo de Lanzarote*

## **2. Antecedentes**

EL SINGULAR ENTORNO DE LANZAROTE LE VALIÓ EN SU DÍA LA DISTINCIÓN de Reserva de Biosfera; ahora es puesta en duda dada la degradación que ha sufrido la isla como consecuencia del desorbitado desarrollo urbanístico y fuerte crecimiento demográfico de las últimas décadas. Aún así, sigue siendo singular y razón de ser de la particular economía insular, por lo que debe ser protegido a toda costa. En este contexto, es lógico que, en el debate del Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas de la Isla de Lanzarote, se tuviera especialmente en cuenta el impacto medioambiental de toda posible infraestructura energética. Al analizar el papel de la energía solar fotovoltaica, dado su considerable potencial, consecuencia de la latitud en la que nos encontramos y su favorable climatología y con el fin de planificar adecuadamente su desarrollo, se plantearon las siguientes cuestiones: ¿Dónde permitir instalaciones fotovoltaicas? ¿En suelo, en cubierta o en ambos? ¿Necesitamos emplear suelo virgen o el potencial de cubiertas y suelos degradados es suficiente? ¿Cuál es el potencial real de uso de cubiertas? Esta última cuestión fue la base para el desarrollo del censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote.

El proyecto resultó especialmente relevante por ser, en 2007, pionero en la valoración de este recurso en relación a estructuras urbanas mediante sistemas de información geográfica (SIG). El informe original, que se expone en el apartado siguiente, incluía, en las tablas de totales y edificios singulares, tres columnas adicionales de matiz económico (Inversión, Gastos de mantenimiento y Venta anual) que se han obviado. Los paulatinos cambios del marco regulatorio y la maduración del mercado fotovoltaico habían dejado dichos datos obsoletos. Sirva la siguiente tabla como reflejo de las hipótesis asumidas en el estudio y los valores equivalentes que se barajan actualmente:

TABLA 14:

**Evolución de los criterios de referencia empleados en el cálculo del potencial fotovoltaico**

	RD 661/2007		RD 1578/2008 <sup>1</sup>
	c€/kWh		c€/kWh
<b>Precio de venta de la energía</b>	42,75	Tipo I.1 ≤ 20kW	28,1271
		20kW < Tipo I.2 ≤ 10MW	19,8353
<b>Potencia instalable<sup>2</sup></b>	0,08	kWp/m <sup>2</sup>	0,10
<b>Número de horas solares estimadas<sup>3</sup></b>	1600	H	
<b>Inversión estimada</b>	6000	€/m <sup>2</sup>	3000
<b>Coste de mantenimiento sobre la inversión</b>	0,35%		0,45%
<b>Ahorro de CO<sub>2</sub> anual</b>	0,79	t/kWh	0,786
<b>Toneladas equivalentes de petróleo</b>	---	t/kWh	0,086

Fuente de datos: 1. 3ª Convocatoria 2011- 1ª tras la aplicación de la reducción impuesta por el RD 1565/2010: 2. 12 m<sup>2</sup> permitían la instalación de 1 kWp; hoy en día se puede llegar a instalar en 10 m<sup>2</sup>: 3. Valor conservador; 1750 horas se pueden considerar habitual.

Con el fin de servir de herramienta a la divulgación, al análisis preliminar de todo posible inversor interesado en evaluar la posibilidad de explotar mediante una instalación fotovoltaica una determinada cubierta, se presentaron los resultados mediante una herramienta web interactiva accesible bajo la dirección: <http://lanzarote.grafcan.com/>. Seleccionando una determinada cubierta y solicitando informe sobre la misma se obtenían los datos técnicos y económicos básicos de la instalación. Otra forma de acceder a esta información era a través de una capa de información accesible en la herramienta MAPA de Grafcan<sup>1</sup>. A ella se refieren las ilustraciones comentadas en el informe presentado a continuación.

## 2.1 Mapa solar

### 2.1.1 Introducción

El presente texto acomete la descripción de cómo el Área de Industria, el Centro de Datos del Cabildo Insular de Lanzarote y el Servicio Canario de Empleo han resuelto la elaboración de un censo del potencial fotovoltaico de las cubiertas de la Isla de Lanzarote.

Un encargo que además de ser el reflejo práctico de colaboración entre distintas administraciones, ha servido para la adaptación de las nuevas

herramientas de cartografías digitalizadas a la promoción de energías renovables: una experiencia inédita que abre nuevos caminos en el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas para la caracterización y la gestión de todo tipo de recursos.

Un proyecto que ha sido elaborado a lo largo del ejercicio 2007 entre los meses de junio y octubre.

#### a) El origen del encargo: Potencial energético y territorio

Desde el año 2006 la Consejería de Industria del Cabildo Insular de Lanzarote elabora, en colaboración con la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias, el Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas de la Isla de Lanzarote. Un plan en el que se identifican que parte del territorio puede dar cabida a las distintas tecnologías de generación de energía renovable y no renovable que pueden ponerse en servicio en la Isla. Un catálogo de recursos en el que la energía fotovoltaica tiene un papel protagonista al encontrarse a nivel nacional en un momento de fuerte expansión; una coyuntura que por diferentes motivos no logra materializarse en el ámbito insular. Un retraso que motiva la creación de este censo del potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote acorde a los siguientes objetivos:

<sup>1</sup> <https://mapa.grafcan.es/Citrix/MetaFrame/default/>



- ▶ **Objetivo 1: Reducir el consumo de petróleo**  
El modelo de consumo de energía que ha asimilado Lanzarote a lo largo de los últimos años, destaca por una dependencia exclusiva de los recursos petrolíferos, despreciando el diverso potencial energético renovable con el que cuenta.

- ▶ **Objetivo 2: La coyuntura energética**  
Con la entrada en vigor de la Ley 54/1997 se inicia la liberación del sector energético en España. Un marco de referencia que abre la posibilidad de que cualquier promotor que cumpla con los requisitos técnicos exigidos pueda ser productor de energía. Una apertura de mercado que apuesta explícitamente por la incorporación a la red, por el consumo de la energía generada con recursos renovables.

### **b) Resultados previstos**

En este apartado caben dos indicadores de resultados. De un lado quedan los resultados obtenidos del trabajo en sí mismo y del otro las potencialidades con las que cuenta.

### **c) Censo del potencial fotovoltaico de las cubiertas: una herramienta para la promoción y la divulgación de energías renovables**

El presente censo no va a ser un trabajo encerrado en una carpeta, sino que su contenido será aportado en una página web en la que se dará acceso público a la capa de información generada. Esto permitirá una mayor divulgación de los datos obtenidos, permitiendo que tanto los propietarios de las cubiertas como los instaladores, los inversores, los distribuidores, las entidades bancarias, compartan una información que puede ayudar a la consolidación del sector económico vinculado a la promoción de las energías renovables en el ámbito local.

Y lo más importante, sin utilizar espacios adicionales para su instalación, aprovechando superficies ya construidas como son la casi totalidad de las cubiertas de la Isla.

### **d) Otras potencialidades del proyecto**

Además del ya referido impulso para el sector de las energías renovables en la Isla, el presente trabajo supone una experiencia práctica para la incorporación de los SIG como un servicio más de las administraciones locales. La posibilidad que supone, para cualquier ente, georeferenciar la información

que tiene sobre cualquier porción del territorio, abre un enorme campo de trabajo en el que se hace necesario un nuevo perfil profesional que domine estas nuevas herramientas.

A lo largo de las siguientes páginas se desgrana el *cómo se hizo* un trabajo realizado con la idea de hacer más sostenible el territorio que habitamos.

## **2.1.2 Herramientas utilizadas**

### **a) Antecedentes**

#### **Grafcan**

Fundada en 1989, es una empresa pública adscrita a la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Cuenta con dos sedes oficiales, ubicadas en las capitales de provincia de la Comunidad Autónoma Canaria, desde las que presta una labor que le permite ser ente de referencia en el desarrollo de trabajos cartográficos de última generación. Así, en su catálogo de servicios se encuentra la elaboración de todo tipo de cartografía digitalizada, la generación de ortofotos y la creación de SIG, entre otros. Una labor que le permite ser ente de referencia en el sector y que le permite realizar trabajos para entes públicos y privados, en el ámbito del archipiélago canario, macaronésico y nacional.

#### **La Directiva Inspire**

Fruto de esta labor de vanguardia y mejora, Grafcan ha definido productos propios que en sus sucesivas revisiones han ganado en contenido, versatilidad y precisión. Unas herramientas que, con el nombre de MAPA, ATLANTIS y VALORA, ayudan a delimitar ese escenario de futuro dispuesto por la Directiva INSPIRE (Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea), que establece para el año 2010 el acceso gratuito a toda la información cartográfica pública. Un escenario cada vez más próximo y que apunta la oportunidad que supone el uso de herramientas cartográficas para la modernización de los servicios que prestan las distintas administraciones al ciudadano.

#### **El proyecto y los SIG**

En este esfuerzo por dar nuevos usos a las herramientas cartográficas y por abrir nuevas líneas

de servicio, la Consejería de Industria Cabildo Insular de Lanzarote definió ante el Servicio Canario de Empleo del Gobierno de Canarias la elaboración del cálculo del potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote, en un esfuerzo para probar las nuevas herramientas cartográficas y para identificar la necesidad de un nuevo perfil profesional especializado en generar capas de información geográfica, ajustadas a los servicios que quieran cartografiar las distintas administraciones.

### **b) La herramienta MAPA**

Para la elaboración de este trabajo se ha utilizado como herramienta de referencia el MAPA de Grafcan en su versión de 2007; la cartografía utilizada es de 2007.

### **c) La herramienta WINEIEL**

Herramienta cartográfica empleada por el Centro de Datos del Cabildo de Lanzarote, Consejería Asuntos Europeos, Nuevas Tecnologías y Centros Turísticos, con la que se elabora el proyecto encargado por el Ministerio de Fomento denominado "Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos de Lanzarote". Un trabajo en el que se recoge a nivel de núcleo de población de la Isla información demográfica, de viviendas, planeamiento urbanístico, carreteras, infraestructuras viarias, abastecimientos de agua, saneamiento, depuración, recogida de residuos urbanos, alumbrado público, etc. Un proyecto con el que se pretende identificar cartográficamente cuál es el reparto de infraestructura pública en el territorio, al objeto de identificar qué espacios requieren de inversiones públicas futuras y cuales están más beneficiados por las mismas, al objeto de abordar la planificación, la toma de decisiones, así como la asignación de recursos de forma objetiva y racional.

Esta herramienta también es utilizada en el resto de municipios de España y parte de la 1ª Encuesta de Infraestructuras y Equipamiento realizada en 1985, que, dado el carácter dinámico de la información, se actualiza periódicamente (1990, 1995, 2000, 2005).

En su desarrollo cuenta con profesionales cualificados que dirigen y supervisan todos los proyectos en estrecha colaboración con Grafcan. La cartografía utilizada es de 2005.

Ambas herramientas tienen una infinidad de aplicaciones. Este proyecto es una clara muestra de las mismas.

## **2.1.3 Objeto de estudio, secuencia y criterios**

### **a) Inventario de cubiertas - Caracterización de la cubierta como recurso energético: Los datos**

Lanzarote cuenta con un parque inmobiliario de aproximadamente 30.000 edificaciones, distribuidas en un total de 86 núcleos o entidades a las que llega la red eléctrica. Un patrimonio que ha sido caracterizado para el presente proyecto haciendo uso de la base de datos, hecha pública en la herramienta MAPA de Grafcan, y la inspección visual de cada uno de los núcleos que lo conforman. Un esfuerzo que ha permitido identificar qué áreas urbanas tienen un mayor aprovechamiento energético fotovoltaico y cuáles una mayor incidencia de las sombras o peor disposición para su aprovechamiento energético.

### **b) El cálculo de la superficie útil**

No toda la superficie construida y techada es válida para albergar sobre ella paneles solares. La elaboración del presente censo ha requerido la concreción de criterios que ayuden a identificar que cubiertas reúnen un mínimo de condiciones. A lo largo de los siguientes párrafos se aporta información de cuál es la secuencia que ha seguido la elaboración del cálculo de sombras:

#### **Superficie de cubierta mínima**

Por razones de operatividad para su puesta en funcionamiento se han descartado todas las cubiertas que tengan una superficie inferior a 12 m<sup>2</sup>.

#### **Cubiertas inclinados**

Se ha descartado el uso de superficies inclinadas por ser poco operativas para la instalación de paneles.

#### **Inspecciones regulares para la comprobación de datos**

Para asegurar la fiabilidad de los datos obtenidos por medio de las aplicaciones informáticas antes mencionadas se han realizado inspecciones de campo, verificando los informes citados, constatándose el gran potencial energético de muchos de los núcleos de la Isla, que por su estilo de construcción con cubiertas planas - para la recogida de lluvia - y su orientación norte-sur - para aliviar el efecto de los alisios - se convierten en candidatas ideales para albergar sobre ellas sistemas fotovoltaicos.

**El cálculo de sombras**

La información cartográfica aportada en las distintas capas de información incorporadas en la herramienta MAPA de Grafcan ha facilitado el cálculo estimado de las superficies de sombra generadas por unas edificaciones sobre otras. Un cálculo en el que la información de referencia utilizada ha sido la siguiente:

- ▶ **Identificación de edificios colindantes**  
El cálculo de sombras se ha trabajado en las áreas en las que la trama urbana cuenta con un mayor número de plantas y en la que la disposición de los edificios es más densa, circunstancias que se dan en las poblaciones de Playa Blanca, Puerto del Carmen, Arrecife y Costa Tegui; núcleos en los que la diferencia de cota entre edificios próximos genera áreas de sombra.
- ▶ **Diferencia de número de plantas entre edificaciones colindantes**  
Esta variable suele generar áreas de sombra en el edificio que está a una cota inferior. A mayor diferencia de cota, mayor es el área de sombra.
- ▶ **Proyección de sombras de 45 grados en sentido oeste y 45 grados en sentido este del plano de referencia**  
La orientación norte del plano de referencia y el dato de cota para cada una de las cubiertas permite proyectar una sombra, en sentido oeste y en sentido este, equivalente a la diferencia de cotas con cada una de las cubiertas colindantes. Con este ejercicio se restan las superficies que no reciben incidencia solar las tres horas anteriores y posteriores al medio día; criterio con el que se garantiza la operatividad de las cubiertas un mínimo de 6 horas al día.
- ▶ **Resta del área de sombra a la superficie de la cubierta**  
El área de sombra delimitada es restada a la cubierta original y el resultado de dicha operación es contabilizado como superficie útil.
- ▶ **Proyección de datos para la superficie útil**  
Una vez identificadas la relación de superficies útiles, se elabora la relación de cálculos vinculadas al dato superficie que se desarrolla en puntos sucesivos de la presente memoria.

En la siguiente tabla queda incorporada el cálculo total de áreas sombras por municipio:

TABLA 15:

**Relación de áreas de sombra por municipio**

**TOTALES SUPERFICIE NO ÚTIL (SOMBRA)**

Municipio	Barrios	Superficie no útil (m <sup>2</sup> )
<b>Arrecife</b>	Titerroy	18882,76
	Valterra	12304,64
	La Vega	27805,86
	Los Alonso	2017,48
	Las Salinas	1474,18
	San Fco Javier	11254,23
	Altavista	42558,25
	Argana Alta	15733,31
	Argana Baja	3921,27
	Maneje	7475,79
	El Cable	532,1
<b>Subtotal sombras</b>		<b>143959,87</b>
<b>S. Bartolomé</b>	Playa Honda	5892,74
	<b>Subtotal sombras</b>	
<b>Tías</b>	Tías	7158,2
	Puerto del Carmen	66172,93
	<b>Subtotal sombras</b>	
<b>Yaiza</b>	Playa Blanca	2428,51
	<b>Subtotal sombras</b>	
<b>Tegui</b>	Costa Tegui	7158,2
	<b>Subtotal sombras</b>	
<b>Total sombras (m<sup>2</sup>)</b>		<b>232770,45</b>

**c) Zonificación del estudio**

Al objeto de dar mayor operatividad en la elaboración del cálculo de la superficie útil se han definido conforme a criterios de densidad de la trama urbana y número de alturas edificadas, dos áreas de estudio.

**Áreas urbanas**

Comprende a las poblaciones de Arrecife, Playa Honda, Puerto del Carmen, Costa Tegui y Playa Blanca; núcleos urbanos en los que se da un modelo de edificación en altura. Un formato que genera mayores sombras y que limita las posibilidades de aprovechamiento de muchas

cubiertas. Para darle mayor precisión a este censo se ha realizado un seguimiento pormenorizado de dichas áreas urbanas al objeto de hacer un cálculo estimado de cuál es el área de influencia de las sombras.

### Áreas rurales

Abarca el conjunto de asentamientos rurales en el que el volumen edificatorio no supera las tres plantas. Una volumetría que alivia el efecto de las sombras y que facilita el aprovechamiento de las cubiertas, lo que combinado con la red de distribución de energía ayuda a optimizar dicho recurso. Cabe destacar que en la relación de datos obtenidos del potencial fotovoltaico de las áreas rurales no se ha hecho un cálculo estimado del potencial de sombras debido a que la disposición de las edificaciones hace que estas sean despreciables.

► VER Ilustración 24: Distribución de municipios de Lanzarote - CAPÍTULO GRÁFICO

### Criterios de referencia para el cálculo del potencial fotovoltaico

Los datos elaborados tienen una nítida vocación orientativa. Todo el estudio obedece a la definición de un resultado prudente, un contenido de mínimos en el que cada variable, lejos de maximizar resultados, es planteada como un cálculo de referencia.

### Superficie por potencia

Al objeto de obtener un dato prudente se propone como dato de referencia utilizar un ratio de 12m<sup>2</sup> de superficie por kW. Con esta pauta de trabajo se obtendrá un dato de potencia más contenido e instalaciones que no colmaten la superficie disponible al objeto de aminorar el posible impacto paisajístico de las mismas.

### Número de horas de incidencia solar

En el presente estudio se han incorporado la relación de superficies que recibe un mínimo de 6 horas de incidencia solar. Una premisa que cumplen la práctica totalidad de las edificaciones dispuestas en áreas rurales y que en las áreas urbanas condicionó la necesidad de realizar un cálculo de sombras.

### Producción - kWh anuales

Resultado de multiplicar la potencia que puede albergar la superficie útil por 1.600 horas de trabajo al año. Una cifra de horas que se aporta como el dato mínimo de funcionamiento.

### Venta de energía

A la producción anual se le aplica la tarifa de referencia establecida conforme al Real Decreto 661/2007 de 42,75 €/kWh vendido.

### Inversión

El precio de referencia para la inversión, 6.000 €/kW<sub>p</sub> instalado, es una de las variables que más pueden contrastar con los precios de mercado. Como referencia se ha incorporado un valor al alza, con la intención de plantear un escenario de instalaciones de calidad. Un escenario que ayudaría, con creces, a la consolidación del sector de instaladores, en un instante en el que se aventura una posible mejora de calidades con una presumible reducción de costes.

### Gastos de mantenimiento

Es uno de los datos que se ha decidido sobredimensionar. Supone un 0,35% del gasto de la inversión inicial, debido a que el estudio no desarrolla una prospección de los costes.

### Ahorro de CO<sub>2</sub>

La incorporación de un sistema de generación de energía renovable puede evitar el uso de recursos fósiles. Por ello se ha incorporado en esta base de datos el referido a cuantos kilogramos de CO<sub>2</sub> puede ahorrar la generación de un kWh con energía fotovoltaica: 0,79t/kWh.

### 2.1.4 Resultados obtenidos

Uno de los aspectos más relevantes de este trabajo es el resultado de la potencia total instalable. Una cifra que, pese a haber sido elaborada bajo criterios de prudencia y contención, alcanza los 720 MW de potencia. Un resultado que supera, multiplicándolo por tres, la potencia del parque energético que da servicio de electricidad a la isla de Lanzarote, aproximadamente 230 MW. Una energía que, de ser acumulable, podría abastecer el consumo eléctrico insular o que, cuando menos, podría ayudar a aliviar la precariedad del actual sistema energético.

A la relación de resultados les caben dos tipos de lecturas:

### La lectura medioambiental

La generación de energía con sistemas renovables evitaría el uso de productos petrolíferos y, por tanto, la emisión de CO<sub>2</sub>. Una circunstancia a añadir al otro gran impacto pro-ambiental que conlleva el empleo de las cubiertas para la generación de energía solar fotovoltaica. Éste es el evitar el uso del suelo, o lo que es lo mismo, utilizando la cubierta se protege el suelo.

### La lectura económica

Otro aspecto a tener en cuenta es que, al atomizarse la producción de la energía fotovoltaica a muchas instalaciones de tamaño mediano pequeño, les correspondería la tarifa más elevada. Una circunstancia a tener en cuenta, pues hay que recordar que estamos hablando de la energía mejor pagada.<sup>2</sup>

Una segunda lectura económica de los resultados obtenidos es que con esta herramienta cada propietario puede reconocer cuál es el potencial energético-económico de su cubierta, lo que ayudará a que, quién lo desee, pueda aprovechar este recurso; o lo que es lo mismo, este trabajo puede ayudar a la diversificación de los ingresos recibidos en los hogares insulares.

#### a) Presentación de resultados

El número de azoteas para cada una de las edificaciones del parque inmobiliario insular aporta una enorme lista de datos. Dado que la presentación de esa relación de datos en una tabla con más de 100.000 entradas no es operativa, se ha optado por utilizar dos formatos para la presentación de resultados. De un lado se aporta la relación de familias de datos totales y del otro se ha generado una página web en la que se han aportado los datos en formato SIG.

#### b) El formato página web

Como fruto de la colaboración entre el Centro de Datos del Cabildo de Lanzarote y Grafcan se

<sup>2</sup> Aquí se ha obviado que instalaciones más pequeñas implican proporcionalmente mayor coste, al considera que dicho coste cae bajo el margen de prudencia y calidad seguido al establecer la hipótesis de inversión requerida.

ha elaborado una página web en la que se ha incorporado información cartográfica digitalizada de la Isla, la capa correspondiente a este censo de información, al objeto del usuario poder moverse por el plano y realizar la consulta que estime conveniente. Una web que cuenta con una secuencia de uso similar a la que sigue el formato GoogleEarth.

► VER Ilustración 25: Vista satélite del Archipiélago Canario - CAPÍTULO GRÁFICO

### Potencial fotovoltaico por cubierta seleccionada

Contiene la información para la consulta del usuario no profesional, consistente en la ficha de datos para cada una de las cubiertas de la isla. En ella, el usuario puede acercarse y mover su cursor por la totalidad de cubiertas de la isla y puede ver la ficha de todas las cubiertas.

► VER Ilustración 26: Potencial fotovoltaico - CAPÍTULO GRÁFICO

### Pantallas de Detalle (PD)

Se han definido un total de 7 pantallas de detalles que se enumeran a continuación y que representan sobre plano cada una de las subcapas de información generada, las pantallas de detalles son las siguientes:

- Pantalla de potencia instalable: Para esta presentación se ha elaborado una escala de colores conforme a la potencia que pueden albergar cada una de las cubiertas.

► VER Ilustración 27: Potencia instalable - CAPÍTULO GRÁFICO

- Pantalla de producción: Medida en kWh que aporta la producción anual estimada para cada uno de las cubiertas.

► VER Ilustración 28: Producción - CAPÍTULO GRÁFICO

- Pantalla de venta de energía: En esta vista se colorea conforme al potencial de ingresos anuales que corresponde a cada una de las superficies útiles.

► VER Ilustración 29: Venta de energía - CAPÍTULO GRÁFICO

► VER Ilustración 31: Gastos de mantenimiento - CAPÍTULO GRÁFICO

► Pantalla gastos de inversión: Con un dato de referencia de 6.000 € por kW<sub>p</sub> instalado se ha completado una escala de colores que aparece en la parte derecha de la pantalla.

► Pantalla de ahorro de CO<sub>2</sub>: En esta imagen se han elegido tonalidades en verde para visualizar el potencial y ahorro en emisiones que tienen las cubiertas.

► VER Ilustración 30: Gastos de inversión - CAPÍTULO GRÁFICO

► VER Ilustración 32: Ahorro de CO<sub>2</sub> - CAPÍTULO GRÁFICO

► Pantalla gastos de mantenimiento: Aporta una coloración según el volumen de gastos de mantenimiento que conlleva la instalación.

### c) Tabla de datos:

TABLA 16:  
Tabla de totales

TOTALES	Superficie Útil	Potencia	Producción anual	Ahorro CO <sub>2</sub>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Arrecife	2.353.728,64	196.144,05	313.830.485,33	247.926.083,79
Resto de municipios	5.229.164,51	435.763,71	679.221.934,67	550.805.328,39
Edificios singulares	284.749,25	23.729,10	37.966.566,71	29.993.587,70
Naves industriales	622.844,34	57.741,77	92.386.832,48	72.985.597,65
Aeropuerto	39.121,24	3.260,10	5.216.165,33	4.120.770,61
Zona Portuaria	61.050,08	5.087,51	8.140.010,67	6.430.608,43
<b>RESULTADOS FINALES</b>	8.590.658,06	721.726,24	1.154.761.995,19	912.261.976,57

TABLA 17:  
Edificios singulares de Arrecife

MUNICIPIO DE ARRECIFE				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Ambulatorio Médico	854,99	71,25	113.998,52	90.058,83
Antigua Sede del Cabildo	253,32	21,11	33.775,92	26.682,98
Biblioteca Municipal y Oficina de Turismo	707,36	58,95	94.314,61	74.508,54
Biblioteca Pública	561,47	46,78	74.862,64	59.141,49
C.P.E.I.P Mercedes Medina	303,76	25,31	40.500,89	31.995,71
C.P.E.I.P. Adolfo Tophan	387,76	32,31	51.700,95	40.843,75
C.P.E.I.P. Nieves Toledo	422,13	35,18	56.284,63	44.464,86
Cabildo de Lanzarote	1.835,50	152,96	244.733,59	193.339,53
Cabildo Oficina de Medio Ambiente	253,58	21,13	33.810,56	26.710,34
Cáritas Diocesana	205,90	17,16	27.453,80	21.688,50
Casa de la Cultura Agustina de la Hoz	445,37	37,11	59.382,73	46.912,36
Casa de los Arroyos	333,98	27,83	44.530,77	35.179,31
Casa Parroquial	113,88	9,49	15.183,73	11.995,15
Castillo de San Gabriel (Museo Arqueológico)	405,86	33,82	54.114,23	42.750,24
Castillo de San José	564,01	47,00	75.200,88	59.408,70
Centro Comercial Arrecife	4.328,24	360,69	577.098,41	455.907,75
Centro Comercial la Buganvillas	2.980,26	248,36	397.368,07	313.920,77
Centro Cultural Argana Baja	1.336,50	111,37	178.199,80	140.777,84
Centro de Atención al Inmigrante	184,08	15,34	24.544,43	19.390,10
Centro de Salud Santa Coloma	1.319,51	109,96	175.935,06	138.988,69
Centro Sanitario	1.911,45	159,29	254.860,20	201.339,56
Cofradía de Pescadores	1.306,70	108,89	174.226,08	137.638,60
Comandancia de Marina	514,99	42,92	68.664,87	54.245,24
Conserva Canaria	3.762,71	313,56	501.694,95	396.339,01
Conservas Caravilla S.A.	6.814,62	567,88	908.615,72	717.806,42
Conservatorio Municipal de Música y Biblioteca Pública Insular	1.807,21	150,60	240.961,24	190.359,38
Construcción Monumental con nombre propio inexistente	68,02	5,67	9.069,32	7.164,77
Correos y Telégrafos	798,61	66,55	106.481,25	84.120,19
Dependencias del Cabildo	144,51	12,04	19.267,37	15.221,22
Escuela de Artes Aplicadas	2.554,51	212,88	340.601,19	269.074,94
Escuela de Idiomas de Lanzarote	857,37	71,45	114.316,47	90.310,01
Faro	3,29	0,27	439,23	346,99
Guardia Civil	1.475,96	123,00	196.794,53	155.467,68
Hogar del Pensionista	844,89	70,41	112.651,45	88.994,65
Hospital General de Lanzarote	12.526,47	1.043,87	1.670.196,51	1.319.455,24
Hotel Arrecife Gran Hotel	2.329,35	194,11	310.580,28	245.358,42
I.E.S. Agustín Espinosa	165,54	13,79	22.071,36	17.436,37
Iglesia	1.608,29	134,02	214.438,76	169.406,62
Iglesia de San Ginés	1.045,10	87,09	139.347,24	110.084,32
Iglesia Ntra. Sra. del Carmen	467,89	38,99	62.385,47	49.284,52
INEM	3.064,95	255,41	408.659,79	322.841,23
Instituto Asociado	1.746,16	145,51	232.820,68	183.928,34
Instituto Politécnico Nacional de Enseñanza Marítimo Pesquera	2.698,68	224,89	359.823,92	284.260,90
Lloret Llinares S.L.	11.044,83	920,40	1.472.643,53	1.163.388,39
Marina Colón	779,34	64,95	103.912,28	82.090,70
Matadero Insular	713,03	59,42	95.070,81	75.105,94
Parroquia Sta. María de la Vega	309,18	25,77	41.224,05	32.567,00
Policía Nacional	649,73	54,14	86.630,65	68.438,22
Polideportivo Avendano Porrua	5.089,57	424,13	678.608,89	536.101,03
Subdelegación del Gobierno	459,03	38,25	61.204,32	48.351,41
Telefónica	730,96	60,91	97.461,71	76.994,75
<b>TOTALES</b>	<b>86.090,40</b>	<b>7.174,17</b>	<b>11.478.718,34</b>	<b>9.068.187,50</b>

TABLA 18:  
Edificios singulares de Tegui se

MUNICIPIO DE TEGUISE				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Archivo Histórico	69,04	5,75	9.205,03	7.271,97
Autoridad Portuaria	693,63	57,80	92.483,57	73.062,02
Ayuntamiento	833,96	69,50	111.195,05	87.844,09
C.C. Calipso	480,02	40,00	64.002,15	50.561,70
C.C. Centrun	562,96	46,91	75.061,12	59.298,28
C.C. Fontana	1.459,36	121,61	194.581,95	153.719,74
C.C. Moretas	454,90	37,91	60.653,84	47.916,53
C.C. Nautical	150,81	12,57	20.107,61	15.885,01
C.C. Olita	3.636,13	303,01	484.816,69	383.005,19
C.C. Tegui se Playa	2.140,90	178,41	285.453,97	225.508,64
C.E.I.P. Los Valles	199,24	16,60	26.565,88	20.987,05
Camel Spring	5,21	0,43	694,81	548,90
Casa del Marqués	581,94	48,50	77.592,48	61.298,06
Casa Museo Palacio Espínola	509,92	42,49	67.988,85	53.711,19
Casa Parroquial	374,95	31,25	49.993,92	39.495,20
Castillo de Santa Bárbara	748,20	62,35	99.759,37	78.809,90
C. C. Las Cucharas	6.630,35	552,53	884.046,43	698.396,68
Centro Cultural	121,55	10,13	16.207,04	12.803,56
Centro de Salud	1.744,50	145,37	232.599,61	183.753,69
Centro Socio Cultural	2.501,65	208,47	333.553,53	263.507,29
Centro Sociocultural Ubigui	1.133,39	94,45	151.119,19	119.384,16
Club de Bolos Los Llanos de Nazaret	390,58	32,55	52.077,76	41.141,43
Club Maritín	1.055,41	87,95	140.721,51	111.169,99
C.E.I.P. La Caleta	237,58	19,80	31.677,63	25.025,33
Colegio de Educación Infantil y Primaria Nazaret	120,61	10,05	16.081,83	12.704,64
Colegio de Tesequite	163,56	13,63	21.807,92	17.228,26
Colegio Ignacio Aldecoa	1.155,84	96,32	154.112,53	121.748,90
Colegio Público de Educación Primaria Tiagua	791,64	65,97	105.552,16	83.386,21
Construcción Monumental con nombre propio inexistente	154,05	12,84	20.540,33	16.226,86
Consultorio Médico	652,54	54,38	87.005,12	68.734,04
Convento de San Domingo	1.428,00	119,00	190.400,11	150.416,08
Convento de San Francisco	2.524,10	210,34	336.546,29	265.871,57
Delegación Fiscal del Cabildo	67,60	5,63	9.013,89	7.120,98
Ermita de las Nieves	322,84	26,90	43.045,04	34.005,57
Ermita de S. Sebastián	145,81	12,15	19.441,03	15.358,41
Ermita de San José	298,43	24,87	39.790,73	31.434,68
Ermita de San Juan	78,02	6,50	10.403,16	8.218,50
Ermita de San Rafael	99,03	8,25	13.203,87	10.431,05
Ermita de Santa Margarita	356,80	29,73	47.573,39	37.582,98
Ermita del Valle	260,02	21,67	34.669,28	27.388,73
Escuela de Hostelería de Tahiche	277,32	23,11	36.975,81	29.210,89
Guardería Municipal	58,98	4,91	7.863,55	6.212,20
Helipuerto	65,21	5,43	8.695,24	6.869,24
Iglesia de Fátima	92,61	7,72	12.347,83	9.754,78
Iglesia de San Andrés	917,90	76,49	122.387,21	96.685,90
Iglesia de San Juan Bautista	136,19	11,35	18.158,11	14.344,90
Iglesia de Santa Leonora	203,30	16,94	27.106,49	21.414,13
Iglesia de Santa Lucía	159,26	13,27	21.234,33	16.775,12
Iglesia de Santiago	93,73	7,81	12.496,69	9.872,39
Iglesia del Socorro	158,40	13,20	21.119,83	16.684,66
Iglesia del Sto. Cristo de las Aguas	293,11	24,43	39.081,57	30.874,44
Iglesia Ntra. Sra. de Guadalupe	1.125,52	93,79	150.069,89	118.555,22
Iglesia Virgen del Mar	541,82	45,15	72.242,15	57.071,30
Los Parches	602,00	50,17	80.266,61	63.410,62
Museo agrícola el Patio	127,02	10,58	16.935,93	13.379,39



<b>MUNICIPIO DE TEGUISE</b>				
Museo Lagomar	32,65	2,72	4.353,25	3.439,07
Oficina Municipal	261,15	21,76	34.819,64	27.507,52
Palacio Herrera	1.430,93	119,24	190.790,27	150.724,31
Policia Local	67,35	5,61	8.979,40	7.093,73
Policia Municipal	340,41	28,37	45.387,36	35.856,01
Polideportivo	2.440,85	203,40	325.446,04	257.102,37
Quiosco de Música	130,52	10,88	17.403,27	13.748,58
Teatro	432,75	36,06	57.700,08	45.583,06
Telecentro	102,63	8,55	13.683,97	10.810,34
Templo de la Vera Cruz	226,31	18,86	30.175,13	23.838,36
Terrero Municipal Andrés Curbelo Pollo de Tao	1.239,45	103,29	165.260,17	130.555,54
<b>TOTALES</b>	<b>46.892,44</b>	<b>3.907,66</b>	<b>6.252.325,49</b>	<b>4.939.337,13</b>

TABLA 19:  
Edificios singulares de Haría

<b>MUNICIPIO DE HARÍA</b>				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Asociación Cultural La Tegala	1.328,72	110,73	177.163,00	139.958,77
Aula de la Naturaleza de Máguez	511,27	42,61	68.169,68	53.854,05
Ayuntamiento-Biblioteca	388,08	32,34	51.743,85	40.877,64
Ayuntamiento-Oficina Técnica y recaudación	450,76	37,56	60.100,71	47.479,56
CEIP La Garita	186,38	15,53	24.850,95	19.632,25
Central Telefónica	23,58	1,97	3.144,12	2.483,85
Centro Cultural	85,17	7,10	11.355,40	8.970,77
Centro de Salud	155,42	12,95	20.722,09	16.370,45
Centro Socio Cultural El Tefio	956,15	79,68	127.486,59	100.714,40
Centro Sociocultural de Guinate	99,06	8,25	13.207,64	10.434,04
Colegio de Mala	373,61	31,13	49.814,65	39.353,58
Consultorio local de Mara	694,38	57,86	92.583,75	73.141,16
Correos	594,88	49,57	79.317,24	62.660,62
Cruz Roja	220,87	18,41	29.449,23	23.264,89
Ermita de Lourdes	102,64	8,55	13.685,13	10.811,26
Ermita de San Juan	93,99	7,83	12.532,33	9.900,54
Iglesia de la Candelaria	171,70	14,31	22.893,33	18.085,73
Iglesia de la Encarnación	703,09	58,59	93.744,84	74.058,42
Iglesia de San Frco. Javier	372,66	31,06	49.688,35	39.253,79
Iglesia de Sta. Bárbara	218,05	18,17	29.073,89	22.968,38
Iglesia de Sta. Rosa	109,27	9,11	14.569,48	11.509,89
Iglesia del Carmen	143,63	11,97	19.150,03	15.128,52
Iglesia Ntra. Sra. del Pino	168,09	14,01	22.411,61	17.705,17
Policia Local	424,15	35,35	56.553,17	44.677,01
Repetidor de Televisión	138,08	11,51	18.410,65	14.544,42
Taller de Artesanía Municipal	302,85	25,24	40.379,48	31.899,79
Terminal de Pasajeros	250,06	20,84	33.341,43	26.339,73
<b>TOTALES</b>	<b>9.266,59</b>	<b>772,23</b>	<b>1.235.542,62</b>	<b>976.078,68</b>

TABLA 20:  
Edificios singulares de San Bartolomé

MUNICIPIO DE SAN BARTOLOMÉ				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Ayuntamiento	166,51	13,88	22.201,80	17.539,42
Biblioteca Municipal	95,59	7,97	12.745,32	10.068,80
Casa del Marqués	1.448,36	120,70	193.114,77	152.560,67
Centro de Adultos	130,54	10,88	17.405,96	13.750,71
Centro de Salud	924,16	77,01	123.221,08	97.344,65
Centro de Salud Playa Honda	443,48	36,96	59.130,07	46.712,75
Centro Municipal de Mayores	359,38	29,95	47.917,60	37.854,90
Centro Sociocultural	544,57	45,38	72.609,39	57.361,42
Correos	81,05	6,75	10.806,61	8.537,22
Cuartel de la Guardia Civil	432,03	36,00	57.603,37	45.506,66
Escuela Unitaria	151,42	12,62	20.189,95	15.950,06
Hogar de Juventud	763,52	63,63	101.802,95	80.424,33
Iglesia	577,61	48,13	77.014,17	60.841,20
Iglesia de San Antonio	154,92	12,91	20.656,51	16.318,64
Iglesia de San Bartolomé	524,55	43,71	69.940,52	55.253,01
Iglesia de Sta. Agueda	154,57	12,88	20.609,15	16.281,23
Monumento	37,54	3,13	5.005,85	3.954,62
Teatro Municipal	1.059,65	88,30	141.286,91	111.616,66
Terminal	21.628,90	1.802,41	2.883.853,65	2.278.244,39
<b>TOTALES</b>	<b>29.678,35</b>	<b>2.473,20</b>	<b>3.957.115,63</b>	<b>3.126.121,34</b>

TABLA 21:  
Edificios singulares de Tinajo

MUNICIPIO DE TINAJO				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. Anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Ayuntamiento	146,55	12,21	19.539,71	15.436,37
Ayuntamiento de Tinajo	434,15	36,18	57.886,16	45.730,07
Bolera	277,58	23,13	37.010,55	29.238,33
C. E. I. P. El Cuchillo	498,15	41,51	66.420,20	52.471,96
Centro de Visitantes Timanfaya	1.553,68	129,47	207.156,73	163.653,82
Centro Médico	147,85	12,32	19.713,17	15.573,41
Centro Socio Cultural Mancha Blanca	365,21	30,43	48.694,73	38.468,84
Club La Santa	14.009,40	1.167,45	1.867.919,67	1.475.656,54
Colegio	231,18	19,26	30.823,97	24.350,94
Ermida de la Santa	58,30	4,86	7.773,23	6.140,85
Ermida de los Dolores	334,45	27,87	44.593,20	35.228,63
Ermida Virgen de la Regla	151,40	12,62	20.186,67	15.947,47
Establecimiento Parque Timanfaya	182,46	15,20	24.327,84	19.218,99
Iglesia de San Roque	620,14	51,68	82.685,71	65.321,71
Iglesia del Pilar	155,30	12,94	20.706,48	16.358,12
Polideportivo	1.925,97	160,50	256.796,40	202.869,16
Residencia San Roque	1.760,48	146,71	234.730,73	185.437,28
Restaurante del Diablo	1.734,28	144,52	231.237,79	182.677,85
<b>TOTALES</b>	<b>24.586,53</b>	<b>2.048,86</b>	<b>3.278.202,94</b>	<b>2.589.780,34</b>

TABLA 22:  
Edificios singulares de Tías

MUNICIPIO DE TÍAS				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
Área de Puertos	62,66	5,22	8.354,96	6.600,42
Ayuntamiento	2.050,67	170,89	273.423,00	216.004,19
Bajamar	3.137,44	261,45	418.325,40	330.477,07
Casino de Lanzarote	1.171,62	97,64	156.216,01	123.410,65
CEIP Concepción. Rodríguez Artiles	2.385,38	198,78	318.050,71	251.260,06
CEIP La Asomada	991,98	82,67	132.264,05	104.488,60
C.C. Aquarium	1.131,93	94,33	150.923,39	119.229,48
C.C. Montaña Tropical	697,70	58,14	93.027,17	73.491,47
Centro Comercial Montaña Tropical	510,47	42,54	68.062,52	53.769,39
Centro de Información Juvenil	112,23	9,35	14.964,55	11.821,90
Centro de Salud	606,83	50,57	80.910,91	63.919,62
Centro Deportivo Fariones	1.765,71	147,15	235.427,11	185.987,42
Centro Socio Cultural	236,34	19,69	31.511,49	24.894,08
Chafari	430,85	35,90	57.446,68	45.382,88
Club del Carmen	1.145,34	95,44	152.711,53	120.642,11
Consejería de Deportes	2.918,04	243,17	389.071,81	307.366,73
Consultorio Médico	220,15	18,35	29.353,64	23.189,38
Correos	255,88	21,32	34.117,12	26.952,52
Costa Luz	1.586,09	132,17	211.478,24	167.067,81
Costa Mar	5.829,33	485,78	777.244,33	614.023,02
Ermita	95,39	7,95	12.718,27	10.047,43
Ermita de la Magdalena	722,31	60,19	96.308,17	76.083,46
Ermita Sagrado Corazón de Jesús	92,88	7,74	12.384,47	9.783,73
GIE Emergencias	69,11	5,76	9.214,03	7.279,08
Guanapay	3.416,83	284,74	455.577,33	359.906,09
Guardia Civil	490,03	40,84	65.336,92	51.616,17
Hospiten	1.777,63	148,14	237.017,24	187.243,62
IES Tías	2.950,97	245,91	393.462,73	310.835,56
Información Municipal	114,62	9,55	15.282,91	12.073,50
Iglesia de la Candelaria	979,29	81,61	130.573,20	103.152,83
Iglesia de la Magdalena	869,92	72,49	115.988,91	91.631,24
Iglesia de San Pedro	355,02	29,58	47.335,57	37.395,10
Iglesia Nuestra Señora del Carmen	434,81	36,23	57.974,61	45.799,94
La Concha	1.346,57	112,21	179.542,57	141.838,63
La Hoya	5.666,28	472,19	755.504,17	596.848,30
Los Dragos	1.334,58	111,22	177.944,33	140.576,02
Los Fragosos	869,92	72,49	115.989,08	91.631,37
Los Pocillos	2.549,62	212,47	339.949,19	268.559,86
Marina Bay	641,47	53,46	85.529,81	67.568,55
Marítimo	2.734,10	227,84	364.546,17	287.991,48
Olivín	3.481,69	290,14	464.225,65	366.738,27
Playa Blanca	3.380,23	281,69	450.697,11	356.050,71
Playa Club	1.258,54	104,88	167.805,45	132.566,31
Roque Nubia	636,70	53,06	84.893,85	67.066,14
Torre Vigía	57,80	4,82	7.706,74	6.088,33
<b>TOTALES</b>	<b>63.572,95</b>	<b>5.297,75</b>	<b>8.476.393,10</b>	<b>6.696.350,52</b>

TABLA 23:  
Edificios singulares de Yaiza

MUNICIPIO DE YAIZA				
Edificio	Superficie	Potencia	Prod. anual	Ahorro CO <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	kW	kWh	kg
AAVV La Aurora	776,38	64,70	103.517,39	81.778,74
Ayuntamiento	207,37	17,28	27.649,43	21.843,05
Casa de la Cultura	269,91	22,49	35.987,44	28.430,08
Castillo de las Coloradas	117,01	9,75	15.600,93	12.324,74
CEIP Uga	421,76	35,15	56.235,29	44.425,88
Centro Cultural San Isidro	288,88	24,07	38.516,79	30.428,26
Centro de Estimulación Temprana	259,43	21,62	34.591,13	27.327,00
Centro de Salud	281,33	23,44	37.511,01	29.633,70
Club Puerto Chico	2.716,84	226,40	362.245,53	286.173,97
CEIP Playa Blanca	558,61	46,55	74.481,12	58.840,08
Correos	1.153,54	96,13	153.805,57	121.506,40
Correos	130,07	10,84	17.342,07	13.700,23
TIP:	203,25	16,94	27.100,19	21.409,15
Cruz Roja	103,90	8,66	13.853,88	10.944,57
Depuradora Edar Playa Blanca	264,89	22,07	35.318,60	27.901,69
Edificio Municipal	132,75	11,06	17.700,57	13.983,45
Ermita de la Caridad	106,41	8,87	14.187,45	11.208,09
Estación Marítima	697,51	58,13	93.000,95	73.470,75
Faro	22,65	1,89	3.020,33	2.386,06
Faro de Pechiguera	32,72	2,73	4.362,77	3.446,59
Guardia Civil	473,48	39,46	63.131,28	49.873,71
Hotel Rubicón Palace	4.995,84	416,32	666.112,07	526.228,53
Iglesia de San Isidro	249,72	20,81	33.295,75	26.303,64
Iglesia de San Luis Gonzaga	534,09	44,51	71.211,87	56.257,37
Iglesia de San Marcial	230,91	19,24	30.787,97	24.322,50
Iglesia del Carmen	212,94	17,75	28.392,11	22.429,76
Monumento	47,29	3,94	6.304,92	4.980,89
Nuestra Señora de los Remedios	443,42	36,95	59.123,04	46.707,20
Oficina de Recaudación	639,47	53,29	85.262,08	67.357,04
Oficina Municipal Cala Blanca	150,90	12,58	20.120,07	15.894,85
Oficina Técnica Municipal	876,62	73,05	116.882,43	92.337,12
Policía Local	179,57	14,96	23.942,85	18.914,85
Policía Local, Centro de Salud, Tanatorio	565,04	47,09	75.339,13	59.517,92
Protección Civil	370,85	30,90	49.446,88	39.063,04
Punto Limpio	24,86	2,07	3.315,07	2.618,90
Zona Comercial	3.024,38	252,03	403.250,57	318.567,95
<b>TOTALES</b>	<b>21.764,59</b>	<b>1.813,72</b>	<b>2.901.946,53</b>	<b>2.292.537,75</b>

### 2.1.5 Conclusiones

El presente trabajo no sólo busca un dato, no sólo caracteriza un recurso. Con la conclusión de este trabajo se persigue ayudar a divulgar el uso de los SIG al objeto de facilitar la interacción entre la administración y la comunidad. La herramienta elaborada con este proyecto puede ayudar a consolidar en la Isla el sector de instaladores de energías renovables, poniendo al alcance de los distintos actores (instaladores, inversores, propietarios de cubiertas) un dato que, a su vez, puede ayudar a diversificar la economía insular.

Nuestro modelo de consumo energético necesita cada vez más energía. La forma de usar el territorio, de realizar las edificaciones desarrolladas en Lanzarote, permite el aprovechamiento del recurso 'cubiertas'.

La batería de información procesada apunta que el potencial solar del área edificada de la Isla podría suministrar tres veces el consumo de electricidad insular. Un dato llamativo que plantea nuevos retos: ¿Qué se puede hacer para aprovechar esa energía? ¿Podríamos utilizarla por la noche? ¿Cómo podríamos almacenarla?

El presente trabajo viste una respuesta a una pregunta que llegó desnuda: ¿cuánto cabe? Una duda que abre nuevas cuestiones, que, a su vez, traen nuevos escenarios de oportunidad: la gestión de los recursos naturales, y la energía solar lo es. Es una tarea que se debe realizar a pie de obra, a pie de recurso. Con este trabajo el Área de Industria del Cabildo Insular invita, a quien lo desee, a tomar decisiones que ayuden a ese reto en el que todos podemos hacer algo: la sostenibilidad.

### 2.2 El mercado fotovoltaico

De pedir diseñar el sistema ideal de conversión energética difícilmente se hallaría algo mejor que la célula fotovoltaica. En ella hallamos la forma de explotar una fuente de energía que es, por mucho, la más abundante en el planeta. El potencial solar neto de la tierra supera en más de 10.000 veces el uso actual de combustibles, fósiles y nuclear, de la humanidad. La célula está, en su forma más frecuente, hecha casi por completo de silicio, el segundo elemento más común de la corteza terrestre; no tiene partes móviles, por lo que en principio, si no en la práctica, podría funcionar indefinidamente; su forma de energía es

probablemente la más útil de todas las formas: la electricidad.<sup>3</sup>

La evolución tecnológica de la fotovoltaica ha sido fundamental para convertirla en una opción energética real. En 1954 se fabricó la primera célula solar comercial con una conversión de la energía solar de, aproximadamente, el 6%. La necesidad de aprendizaje de la industria fotovoltaica encontró un campo perfecto para su desarrollo: La carrera espacial. Los satélites requerían generar su propia energía sin necesidad de combustible. El elevado coste de la fotovoltaica era irrelevante considerando la alternativa de poner un nuevo satélite en órbita una vez que anterior, hubiera agotado su combustible, lo que definitivamente era inviable. La URSS lanzó su primer satélite espacial en el año 1957 y los EEUU un año después.<sup>4</sup>

La carrera espacial fue un desarrollo crucial que estimuló la investigación por parte de algunos gobiernos y que impulsó la mejora de los paneles solares. El siguiente estímulo vino de mano de la crisis del petróleo de los 70. A consecuencia de ella, el gobierno de Estados Unidos tomó conciencia de la necesidad de garantizar, a largo plazo, el suministro energético a costes razonables como base fundamental para preservar su economía y su desarrollo futuro. Eso a pesar de depender relativamente poco de las importaciones de crudo: sólo el 30% de su consumo procedía del exterior. Ya el Presidente Nixon forjó un proyecto de independencia energética: *Independence Energy System*. En este entorno favorable surgieron miles de pequeñas empresas e iniciativas ligadas al fomento de las energías renovables, con especial énfasis en la energía solar fotovoltaica. Pero pronto surgió un movimiento reaccionario que pretendía preservar el *status quo* de la industria energética existente, basada en el uso del petróleo. Se acusa a este movimiento de boicot, amedrentamiento empresarial e incluso físico, de la compra sistemática de empresas solares para su posterior desmantelamiento y, por supuesto, del cabildaje, lo que finalmente forzó la retirada de todo apoyo gubernamental al sector tras la elección de Ronald Reagan en 1981. Fue entonces Europa quien, a

<sup>3</sup> Boyle, G. (2004) *Renewable Energy. Power for a Sustainable Future (Energía Renovable. Potencia para un Futuro Sostenible)*, pág.66.

<sup>4</sup> Scheer, H. (2005) *Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien (Autonomía Energética. Una nueva Política para las Energías Renovables)* pág.16-18

comienzos de los 90, tomó el relevo del desarrollo fotovoltaico. A consecuencia de la experiencia norteamericana el miedo a un retroceso político similar siempre ha estado latente en el sector fotovoltaico.

A nivel técnico, en los años 80 y comienzos de los 90, la mayoría de los módulos fotovoltaicos se empleaban en zonas remotas, áreas sin acceso a la red eléctrica. Fue en torno al año 1995, cuando la industria se centró en desarrollar centrales fotovoltaicas para su conexión a la red y, posteriormente, en su integración arquitectónica.

Prueba de la madurez tecnológica alcanzada a lo largo de los años es la evolución de la eficiencia de los paneles. Eso sí, no hay que confundir la eficiencia en la captación energética, con la eficiencia en la conversión de energía. La eficiencia de conversión alcanzó el 24% en el año 2000, el 26% en el 2002, el 28% en el 2005, el 30% en el 2007, existiendo ya paneles experimentales con rendimientos superiores al 40%. Consecuentemente, los paneles que actualmente generan electricidad de origen solar tienen rangos de conversión entre el 12 y el 25 por ciento. La nanotecnología está abriendo nuevos caminos a incrementos futuro: el desarrollo de nuevos revestimientos antireflectantes han demostrado poder incrementar la captación de la radiación solar de los paneles fotovoltaicos del 67,4% actual hasta el 96,21%. Esta tecnología se traducirá en nuevos paneles fotovoltaicos con una mejor

relación eficiencia/coste, gracias al aumento en la captación de luz, además de no requerir de sistemas mecánicos u orientación óptima para captar la mayor radiación posible.

Como consecuencia de la evolución del sector, la producción fotovoltaica se ha ido duplicado cada dos años, a una tasa de crecimiento medio del 48% desde 2002, convirtiéndolo en la tecnología energética con mayor crecimiento a nivel mundial.

En el año 2009, bajaron los precios de células y módulos fotovoltaicos en un tercio, otro 20% en 2010 y se espera que vuelvan a caer en otro tercio para 2012. Estos no son los únicos costes de una instalación fotovoltaica que han bajado. El precio de los inversores de potencia cayó en un 11% en el año 2010. Los inversores de potencia pertenecen al sector electrónico, viéndose por tanto afectados por acontecimientos y decisiones ajenos al sector fotovoltaico. Esto llevó a que a pesar del descenso en sus precios, el fuerte crecimiento de la demanda del sector fotovoltaico llevara a momentos de desabastecimiento de este tipo de elementos, afectando negativamente a los plazos de ejecución de plantas fotovoltaicas.

Si a la bajada de costes del sector fotovoltaico añadimos el incremento de los precios de los combustibles fósiles, las expectativas del sector no pueden ser más favorables. Los datos de potencia total instalada a nivel mundial avalan la tendencia positiva.

TABLA 24:

**Potencia anual instalada a nivel mundial**

Potencia instalada	2006	2007	2008	2009	2010
MW <sub>p</sub>	1.581	2.513	6.168	7.257	16.629

Fuente de datos: Renewables Insight (2011), PV Power Plants 2011, Industry Guide.

En cuanto a la remuneración de la producción eléctrica vendida a la red, ésta forzosamente ha tenido que adaptarse. El sistema español, que se aludirá a continuación con mayor detenimiento, fue el primero en adaptarse, dado que la remuneración establecida en el año 2007 resultó ser excesiva, obteniendo la consecuente reacción del mercado y forzando a un cambio de marco regulatorio en el año 2008. En Alemania, primer productor mundial de electricidad a partir de esta fuente, se

recortaron drásticamente las tarifas en 2010. Si bien se planificó un nuevo recorte para 2012, se espera su aplicación de inmediato. Italia, Francia, Reino Unido también han seguido esta tendencia.

El desarrollo tecnológico y reducción de costes alcanzados están próximos a permitir la paridad en costes de producción en zonas de alta radiación solar como España, Oriente Medio, Norte de África, India y parte de China. Para otras zonas como Alemania, Francia o la República Checa se espera

que se alcance hacia 2015.<sup>5</sup> El miedo a un retroceso de la fotovoltaica, a nivel mundial, ya sólo es cosa del pasado.

A medida que se generalice el uso de la fotovoltaica, el sector deberá enfrentarse a nuevos retos. La variabilidad de la producción eléctrica a partir de esta fuente se volverá cada vez un mayor problema, pero como este problema es común a otras energías renovables ya se están dando los primeros pasos, a todos los niveles, para buscar soluciones: nuevos sistemas de almacenamiento energético, la mejor integración con el sistema eléctrico existente o su adaptación a las tal llamadas *smart grids* o redes inteligentes son algunos de los caminos emprendidos hacia una futura generación eléctrica distribuida.

### 2.2.1 Su desarrollo regulatorio en España<sup>6</sup>

Si bien la energía solar fotovoltaica se consideró desde sus inicios una fuente de energía renovable más al amparo del régimen especial, no fue hasta el RD 436/2004 que obtuvo una categoría y remuneración propia. Anteriormente, bajo el RD 2818/1998, se consideró toda la energía de origen solar bajo una única categoría b.1 y remuneración.

A finales de 1999 se aprueba el primer Plan de Fomento de Energías Renovables, en sintonía con Europa, estableciendo un objetivo de penetración del 12% de la energía primaria consumida para el año 2010, lo que implicó la contribución solar fotovoltaica al objetivo de 135MW instalados.

El mercado fotovoltaico realmente no existió hasta que, a lo largo del año 2000, las primeras plantas fotovoltaicas instaladas en España comenzaron a aportar electricidad a la red.

► VER Ilustración 33: Potencia solar fotovoltaica instalada en España a finales de 2005- CAPÍTULO GRÁFICO

El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 establece un nuevo objetivo, más ambicioso, de 400MW a ser alcanzado para el mismo ejercicio, 2010, acompañado de un nuevo marco regulatorio,

5 Renewables Insight (2011) *PV Power Plants 2011: Industry Guide*, pág. 9

6 Esta descripción destaca los aspectos que se han considerado relevantes. Para obtener una visión completa se recomienda acudir a la normativa aludida y a la web oficial de la Comisión Nacional de la Energía.

el RD 436/2004. Este incorpora una novedad que resultó fundamental para el desarrollo de la fotovoltaica y el de otras energías renovables. No sólo se permite la venta del excedente de producción, sino la venta de la producción total. Esto implica una mayor remuneración total en relación a la misma instalación, pues se suman la remuneración obtenida bajo el marco anterior el resultante de la diferencia entre el precio de venta de la energía y el precio de consumo a tarifa eléctrica correspondiente, por el importe de la energía consumida. En definitiva, a mayor remuneración, menor será el tiempo requerido para recuperar la inversión, mayor será la tasa interna de rentabilidad del proyecto.

Se establecen dos formas de venta de energía: venta a tarifa regulada - única para todos los periodos de programación - o la venta en libre mercado<sup>7</sup> - percibiendo un incentivo y prima adicional sobre el precio de venta.

La energía fotovoltaica se catalogó como b.1.1., estableciéndose la tarifa anualmente, junto a la tarifa eléctrica, cumpliendo con las siguientes reglas:

TABLA 25:

#### Principios de determinación del precio de venta según RD 436/2004

	Tarifa	Prima
<b>Instalaciones ≤100kW</b>		
<b>25 primeros años</b>	575% PM	
<b>Después</b>	460% PM	
<b>Instalaciones &gt;100kW</b>		
<b>25 primeros años</b>	300% PM	250%
<b>Después</b>	460% PM	200%
<b>Incentivo de participación en libre mercado</b>		10%

PM=Precio medio o de referencia, establecido en 7,2072c€/kWh, para el 2004.

A las instalaciones previas, al amparo del RD 2818/1998, se les otorgó un periodo de gracia hasta el 31/12/2010, salvo que decidieran acogerse, previa y voluntariamente, al nuevo marco económico.

Los precios en función de la tarifa media o de referencia se mantendrían hasta alcanzar los 150

7 La venta en libre mercado se refiere la venta en mercado diario, a plazo o por el sistema de contratación.

MW. A finales de 2006 la potencia instalada era de unos 120 MW.

La siguiente apuesta por las energías renovables se vio concretada en el RD 661/2007, que sigue siendo el marco jurídico y económico básico<sup>8</sup> por el que se rige el régimen especial, salvo para la fotovoltaica. La novedad esencial de este decreto viene expresado en su preámbulo de la siguiente forma: se establece "para ciertas tecnologías, unos límites inferior y superior para la suma del precio horario del mercado diario, más una prima de referencia, de forma que la prima a percibir en cada hora, pueda quedar acortada en función de dichos valores. Este nuevo sistema protege al promotor cuando los ingresos derivados del precio del mercado fueran excesivamente bajos y elimina la prima cuando el precio del mercado es suficientemente elevado para garantizar la cobertura de sus costes, eliminando irracionalidades en la retribución de tecnologías, cuyos costes no están directamente ligados a los precios del petróleo en los mercados internacionales."

Esta modificación no afecta a la fotovoltaica, pues a la hora de fijar dichas primas y límites no se define ninguno para esta tecnología. En consecuencia, en la práctica toda nueva instalación de fotovoltaica se tenía que acoger a la tarifa regulada. En su definición desaparece el término de precio de referencia para pasar a ser un valor establecido en el mismo decreto.

TABLA 26:

**Tarifa regulada aplicable a la fotovoltaica según el RD 661/2007 (c€/kWh)**

Instalaciones ≤ 100kW	
Primeros 25 años	44,0381
Después	35,2305c
Instalaciones ≤ 10 MW	
Primeros 25 años	41,7500
Después	33,4000
Instalaciones ≤ 50 MW	
Primeros 25 años	22,9764
Después	18,3811

<sup>8</sup> Si bien se han modificado algunos aspectos con repercusión tanto económica como legal, se omite profundizar en ellas, al no ser relevantes en este contexto.

Otra novedad que incorporó el RD 661/2007 fue la necesidad de aportar un aval en relación a la solicitud de acceso a la red de transporte. Ésta fue la respuesta que dada al mercado especulativo surgido en torno a los puntos de enganches necesarios para las instalaciones. Hubiera o no intención de promover alguna instalación, especuladores habían estado solicitando los mismos para su posterior venta, copando las posibilidades técnicas de acceso a la red y sacando beneficio económico de ello. Esto suponía un freno a la instalación y un encarecimiento innecesario de los proyectos.

Con el RD 661/2007 se establece un objetivo de potencia a ser instalada de 371 MW. Al alcanzar el 85% de dicho objetivo, el secretario general de energía debía establecer un plazo máximo para acogerse a las primas o tarifas reguladas. Las instalaciones posteriores percibirían la remuneración equivalente al precio final horario del mercado organizado.

Lo que no se pudo prever es que la tarifa establecida resultara tan atractiva para el mercado que ya se superara ese 85% en agosto de 2007, considerando que el RD 661/2007 entró en vigor el 26 de mayo. De continuar la tendencia marcada, la previsión para mayo de 2008 era de 1.000 MW. Obviamente, esto estaba muy por encima de las expectativas e implicaba dos cosas:

- ▶ La tarifa establecida era demasiado elevado para procurar un crecimiento sostenido de la industria fotovoltaica. La tecnología fotovoltaica no había tenido tiempo de madurar y el mercado seguía requiriendo de apoyo.
- ▶ Con el fin de promover instalaciones fotovoltaicas se había incurrido en un gasto innecesario que pesaría sobre el sistema eléctrico por más de 25 años.

Se hacía necesario establecer un nuevo marco de regulación promocional, había que fijar nuevos objetivos de potencia al mismo tiempo que hallar la fórmula para ajustar la remuneración a los costes reales de la instalación fotovoltaica.

En cuanto a las instalaciones previas, acogidas al RD 436/2004 o RD 2818/1998, se preserva su régimen económico. Es decir, una vez pasada la fecha límite de 31/12/2010 se acogerían todos ellas, tal cual, al régimen económico del RD 436/2004.



La respuesta a la necesidad de un nuevo marco legal fue el RD 1578/2008. Se establece un mecanismo para determinar la remuneración a ser aplicable a las nuevas instalaciones que parece perseguir un doble objetivo: primero, fuerza a un crecimiento más paulatino de la potencia instalada al establecer cupos de potencia anuales a ser cubiertos homogéneamente a lo largo de cuatro convocatorias; segundo, busca una mayor eficiencia económica del sistema de promoción al

ser la demanda por este tipo de instalaciones, la que regule la tarifa aplicable en cada convocatoria. La tarifa resultante se aplicará durante 25 años a partir de la fecha más tardía de entre la puesta en marcha y la inscripción en el Registro de Preasignación de Retribución de la correspondiente instalación. Por último, crea nuevas clasificaciones del tipo de instalación con el fin de dar mayor relevancia al aprovechamiento de las cubiertas, a su promoción.

TABLA 27:

**Valores de establecidos en el RD 1578/2008 para la solar fotovoltaica**

	Cupos de potencia	Tarifas 1ª Convocatoria	Aval
<b>Tipo I: urbano o rústico, sobre cubierta o integrados</b>	267MW		
<b>Tipo I.1 ≤ 20 kW</b>	90%	34c€/kWh	50€/kW
<b>20kW&lt; Tipo I.2 ≤2MW</b>	10%	32 c€/kWh	500€/kW
<b>Tipo II: suelo ≤10MW</b>	133MW	32 c€/kWh	500€/kW

A continuación se plantea la fórmula de cálculo de la tarifa aplicable a una convocatoria

concreta partiendo de lo dispuesto en el RD 1578/2008:

$$Si P \geq 0,75 \cdot C \Rightarrow T_n = T_{n-1} \left[ \frac{(1 - 0,9^{1/m}) \cdot (C - P)}{(0,25 \cdot C)} - 0,9^{1/m} \right]$$

$$Si P < 0,75 \cdot C \Rightarrow T_n = T_{n-1}$$

*n* Convocatoria

*P* Potencia pre – registrada

*C* Cupo

*T* Tarifa

*m* nº de convocatorias anuales

Se aplica esta fórmula para cada uno de los tipos establecidos, salvo que el precio resultante para el tipo I.1 caiga por debajo del precio del tipo I.2, en cuyo caso se aplicaría para el tipo I.1 el precio de la convocatoria anterior. Sumando a esto que el precio de partida establecido supera al de las restantes categorías y que el aval requerido es considerablemente menor, es evidente, que se quiere dar especial apoyo a las instalaciones

pequeñas, relativamente más caras en su instalación y que se entiende que requiere de un mayor esfuerzo por parte del pequeño inversor asociado a este tipo de instalaciones.

El cupo de potencia anual a ser asignado se revisará en la misma tasa de variación porcentual acumulada observada en la retribución del año anterior. Analizando esto desde un punto de vista macroeconómico, un incremento de precios será

resultado de una mayor demanda (gran número de solicitudes presentadas), por lo que al incrementar proporcionalmente el cupo de potencia para el año siguiente, incrementamos la oferta, lo debería repercutir en una bajada de precios, suponiendo que los restantes aspectos del mercado se mantuvieran estables. Se plantea pues la voluntad de permitir un mayor crecimiento, si así es demandado, a la par que perseguir el menor coste posible del sistema de promoción de la fotovoltaica. Se seguirán presentando solicitudes, siempre y cuando la tarifa resultante permita recuperar la inversión y obtener un beneficio normal sobre la misma.

Adicionalmente, se establece un mecanismo de traspaso de potencia cuando no llegue a cubrirse el cupo. Se omite mayor detalle del mismo pues hasta la fecha no se ha observado.

La siguiente modificación regulatoria que afecta al mercado fotovoltaico en relación a nuevas instalaciones viene recogida en el RD 1565/2010. En relación a las instalaciones de tipo I parece perseguir asociar las instalaciones fotovoltaicas a un consumo y evitar la picaresca de construcciones específicamente promovidas para soportar instalaciones fotovoltaicas. Así exige que dicho tipo de instalaciones cuenten con una potencia contratada para el consumo que equivalga como mínimo al 25% de la potencia fotovoltaica a ser instalada, lo que no necesariamente vincula a la existencia de un consumo real. Se amplía el rango de potencia instalable para las instalaciones de tipo 1.2, pudiendo alcanzar los 10MW, si puede demostrarse que el consumo eléctrico del 95% de las horas anuales es menor o igual a la potencia a ser instalada<sup>9</sup>. Por último, se excluye el uso de estructuras de invernaderos y cubiertas de balsas de riego y similares para este tipo de instalaciones.

El RD 1578/2008 establecía que la persona interesada en promover una instalación fotovoltaica con la remuneración pertinente debía solicitarlo en tiempo y forma en el ámbito de una convocatoria, considerándose presentada para la convocatoria siguiente de no serle otorgada la inscripción el Registro de Pre-asignación de Retribución. Este aspecto es ahora modificado, requiriéndose solicitud expresa en cada convocatoria, aunque pudiendo referirse a la documentación ya presentada.

<sup>9</sup>  $C(\text{kWh}) \geq 0,95 \cdot 365 \cdot 24h \leq P(\text{kWp})$ ; C= Consumo, P= Producción

Otra medida que incorpora el RD 1565/2010 de aplicación al mercado fotovoltaico es la siguiente: Se establece una reducción extraordinaria de la tarifa fotovoltaica para la primera convocatoria de preasignación a partir de la entrada en vigor del decreto. Los porcentajes de reducción aplicados sobre las tarifas de la convocatoria anterior han sido de un 5% para las instalaciones sobre cubierta hasta 20kW, 25% sobre para cubierta hasta 10 MW y 45% para las instalaciones sobre suelo. Partiendo que la tendencia bajista de las tarifas surgidas desde su primera convocatoria, esta medida no se puede entender más que como un intento de forzar al mecanismo de remuneración a una más rápida adaptación a precios que realmente se puedan considerar competitivos.

En la tabla siguiente, podemos observar los valores resultantes de la última convocatoria a la fecha, la convocatoria a la que le fue de aplicación las reducciones mencionadas. Serán las convocatorias futuras, las que nos indicarán si la medida tomada se ajusta a la realidad del mercado o no, en cuyo caso, implicaría un freno en seco de la demanda a nuevas instalaciones.

TABLA 28:  
Datos de la 3ª convocatoria del 2011

	Cupos de potencia MW	Tarifas c€/kWh
<b>Tipo I urbano o rústico, sobre cubierta o integrados</b>		
<b>Tipo I.1 ≤ 20 kW</b>	7,168	28,1271
<b>20kW &lt; Tipo I.2 ≤ 2MW</b>	67,892	19,8353
<b>Tipo II suelo ≤ 10MW</b>	38,947	13,0324

Fuente de datos: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011)

Una modificación más introducida por el RD 1565/2010 resultó no ser más que la primera medida con efecto retroactivo que soliviantó al sector fotovoltaico, en especial a los inversores. Así suprime el valor establecido por el RD 661/2007 para la retribución de las instalaciones que a quienes les fue asignada la retribución en Régimen Especial al amparo del mismo, sin entrar a definir

remuneración distinta. El Real Decreto-Ley 14/2010 hizo el resto.

En su disposición adicional primera introduce el concepto de limitación de las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas, estableciendo máximos de venta a la producción en función de la zona climática<sup>10</sup> en la que estén

<sup>10</sup> Las zonas climáticas vienen definidas en el Código Técnico de la Edificación en relación al uso de la energía solar térmica para agua caliente sanitaria, teniendo en cuenta la radiación solar media en España.

ubicadas las instalaciones. Esta medida por sí sola no implica un perjuicio general al sector, sino sólo a algunas instalaciones que dentro de su zona climática estuvieran ubicadas en zonas con especial radiación solar o que hayan invertido en paneles con mayor eficiencia lo que repercute en mayor productividad. Dado que esta medida afecta a las presentes instalaciones como a las futuras, este hecho desincentiva a optimizar la eficiencia de los paneles en relación al desarrollo tecnológico alcanzado en el momento de su instalación.

TABLA 29:

**Límites generales de las horas equivalentes de funcionamiento**

Tecnología	Horas equivalentes de referencia/año				
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Instalación fija	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753
Instalación con seguimiento a 1 eje	1.602	1.770	1.940	2.122	2.279
Instalación con seguimiento a 2 ejes	1.664	1.838	2.015	2.204	2.367

En su disposición final primera amplía el plazo de derecho de percepción de la remuneración inicial de 25 a 28 años, para posteriormente, a través del Real Decreto-ley 14/2010, ampliarlo a 30 años. Considerando la eliminación del valor de remuneración establecido a partir del año 26 y que las instalaciones posteriores, no acogidas al RD 661/2007, tienen limitado su derecho de remuneración a 25 años, esta medida implica aclarar el hecho de la remuneración a partir del año 26, pone una fecha límite a la aplicación del régimen especial y reduce el agravio comparativo en relación a las instalaciones establecidas bajo el marco regulatorio posterior.

Si bien es innegable que estas medidas tienen implicaciones económicas negativas para los inversores que tomaron su decisión conforme a unas reglas concretas y considerando unos flujos monetarios concretos, es igualmente cierto, que dichos beneficios son remunerados, bien de forma directa – a través de la tarifa eléctrica – o indirecta – a través de impuestos-, por todos los españoles. Ha sido el interés general, según expuesto en el preámbulo del Real Decreto-ley 14/2010 el que justifica esta intervención, “prestando especial atención y cuidado en no afectar al equilibrio

económico financiero de las empresas del sector”. Si bien es más que cierto que las inversiones se hicieron con periodos de recuperación de la inversión esperados muy inferiores a los 28 años, dada la vida útil estimada en su momento para este tipo de instalaciones, pero sobre todo por la lógica de las decisiones de inversión, esto se complica cuando el capital invertido fue aportado a través del mercado financiero o de capitales y la inocuidad de la medida no es tan evidente.

Se ha dejado para el final una última medida introducida por el Real Decreto-ley 14/2010, no sólo por el perjuicio económico que implica, sino por afectar a todas las instalaciones y sobre todo por el inmenso agravio comparativo entre regiones que implica. La disposición transitoria segunda limita las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas hasta el 31 de diciembre de 2013 con independencia de la zona climática. Al comparar los valores con la tabla anterior observamos que las instalaciones ubicadas en la zona climática no se ven afectadas por esta medida concreta y que, según aumenta el número de zona climática, mayor es el perjuicio para el inversor. Simplemente este hecho implica una pérdida de remuneración de 62,5 millones de

euros en la Comunidad Autónoma de Canarias<sup>11</sup>. También es cierto que dicha pérdida, no es más que reflejo del excelente resultado económico

<sup>11</sup> Agrupación Empresarial Innovadora – Cluster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Cluster RICAM), Asociación Canaria de Energía Renovable (ACER) (2011). *Análisis de impacto del Real Decreto-ley 14/2010 sobre las instalaciones de energía solar fotovoltaica en Canaria.*

que aporta una misma instalación ubicada en Canarias en comparación a una ubicada, por ejemplo, en Oviedo, aun considerando el efecto del relativo mayor coste de la instalación en Canarias en relación a la península. Es decir, Canarias ha resultado siempre más atractiva de cara a los posibles inversores que otras zonas de España.

TABLA 30:

### Límites de las horas equivalentes de funcionamientos aplicables hasta finales de 2013

Tecnología	Horas equivalentes de referencia/año
Instalación fija	1.250
Instalación con seguimiento a 1 eje	1.644
Instalación con seguimiento a 2 ejes	1.707

En definitiva, las modificaciones introducidas por el RD 1565/2010 y el Real Decreto-Ley 14/2011, han implicado:

- un considerable perjuicio económico a los inversores afectados por las distintas medidas,
- perjudicando a todo el sector fotovoltaico español por el mal precedente que representa la retroactividad de la norma y la inseguridad jurídica que implica a futuro, incrementando considerablemente la tasa riesgo asociado a este tipo de inversiones,
- desincentivando la inversión en zonas climáticas más cálidas hasta finales del 2013.

Finalmente, comentar que el RD 1578/2008 establece una revisión general del sistema en el 2012 y que recientemente se han publicado los objetivos anuales de instalación hasta 2020. Como podemos observar se establece un crecimiento medio anual de la potencia instalada en torno al 7%, con un incremento de la producción eléctrica que incorpora la mayor eficiencia de las nuevas instalaciones, lo que contribuirá a casi duplicar la producción actual para el 2020.

TABLA 31:

### Objetivos de instalación de fotovoltaica PANER 2011-2020

Objetivos	Potencia		Producción	
	MW	%	GWh	%
<b>2011</b>	4.498		7.324	
<b>2012</b>	4.921	9,40	8.090	10,46
<b>2013</b>	5.222	6,12	8.709	7,65
<b>2014</b>	5.553	6,34	9.256	6,28
<b>2015</b>	5.918	6,57	9.872	6,66
<b>2016</b>	6.319	6,78	10.565	7,02
<b>2017</b>	6.760	6,98	11.345	7,38
<b>2018</b>	7.246	7,19	12.222	7,73
<b>2019</b>	7.780	7,37	13.208	8,07
<b>2020</b>	8.367	7,54	14.316	8,39
<b>Incremento medio anual</b>		7,14		7,74
<b>Incremento total</b>		86,02		95,47

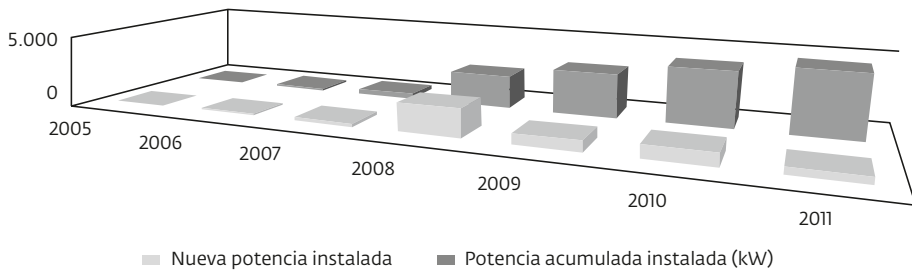
#### 2.2.2 El mercado fotovoltaico de Lanzarote

Gracias a los datos facilitados por la Viceconsejería de Industria y Energía del Gobierno de Canarias se ha podido analizar el crecimiento experimentado en instalaciones fotovoltaicas en la isla de Lanzarote.

Como se puede observar en las gráficas que siguen, no fue hasta el 2005 que se instaló la primera instalación fotovoltaica conectada a red en Lanzarote. El pico de 2008 en la evolución de la potencia instalada no es más que el reflejo de la potencia asignada bajo el RD 661/2007 e instaladas a lo largo del año siguiente. Se sigue instalando y, más que antes del boom de 2008, pudiendo ser la tendencia decreciente de los últimos años consecuencia de la disminución de las

tarifas, de la grave situación económica de la isla de Lanzarote o síntoma del agotamiento de los recursos provenientes de la RIC. Deberemos esperar a su evolución futura, al menos, hasta la salida de la crisis económica, para poder valorar esta tendencia y los factores que la determinan, en su justa medida. En este mismo sentido habrá que esperar a ver qué efecto desincentivador real tendrá la medida transitoria segunda del RD 14/2011 sobre nuevas instalaciones.

ILUSTRACIÓN 6:  
Evolución de la potencia instalada, anual y acumulada (2005-2011)

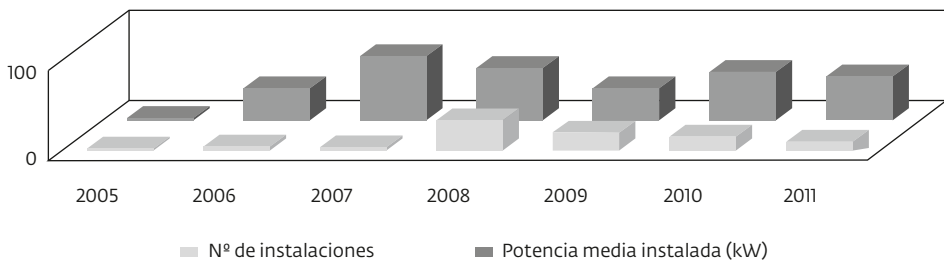


Fuente de datos: Viceconsejería Industria y Energía, Gobierno de Canarias

Es interesante observar cómo evoluciona la potencia media instalada cada año, cómo en el 2007 la potencia media instalada superaba

los 50 kW, para después descender, es decir, disminuir relativamente el tamaño de las nuevas instalaciones.

ILUSTRACIÓN 7:  
Número de nuevas instalaciones y potencia media correspondiente (2005-2011)



Fuente de datos: Viceconsejería Industria y Energía, Gobierno de Canarias

En cuanto a la evolución por municipios destacan los municipios de Arrecife y de San Bartolomé. El municipio de San Bartolomé cuenta, además, con una tendencia por la potencia y número de instalaciones distinta a la seguida por los restantes municipios.

► VER Ilustración 34: Evolución del número de instalaciones por municipio + Ilustración 35: Evolución de la potencia instalada por municipio - CAPÍTULO GRÁFICO

### 2.3 Conclusiones

Hoy en día nos hallamos ante un marco regulatorio significativamente distinto al existente cuando se planteó el desarrollo del proyecto aquí descrito. Cabe destacar que la nueva regulación recalca ahora el papel de las instalaciones en cubierta, dando especial apoyo a las instalaciones menos rentables, pero con mayor repercusión sobre la sociedad local. Justamente el tipo de instalaciones a las que se intentó allanar el camino mediante la herramienta diseñada en Lanzarote.

En cuanto al potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote es ahora significativamente mayor a lo valorado en su día. Por una parte, por la ya mencionada mayor eficiencia de conversión de las placas solares, lo que permite obtener mayor generación a partir de la misma superficie de captación, pero sobre todo porque la cartografía base del estudio (2005) no puede reflejar el boom urbanístico posterior. Sirva de ejemplo el potencial fotovoltaico de la Casa Cabildo: el dato establecido en la tabla de edificios singulares está calculado sobre la primera fase de edificación. En la construcción definitiva la cubierta se ha visto casi triplicada.

A la vista de los datos de potencia instalada, parece haber una tendencia a la disminución de la potencia media instalada, a instalaciones más pequeñas, a las que esperamos haya contribuido el desarrollo de la herramienta aquí descrita y el esfuerzo divulgador de esta fuente de energía llevada a cabo por parte del Cabildo de Lanzarote. ■

# Mapas de olas y vientos sobre la mar

*Daniel González-Marco et al*

## **3. Introducción**

EN EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES que puedan contribuir al futuro sistema energético insular es natural mirar al mar. La energía del mar está adquiriendo una creciente importancia en el panorama energético mundial. El 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua. Su potencial energético es muy superior a las necesidades humanas, pero su aprovechamiento actual es mínimo.

A la energía marina le falta recorrer camino para alcanzar su madurez comercial. La potencia actualmente instalada a nivel mundial se centra en plantas pilotos, situadas en unos pocos países y que muestran una gran divergencia tecnológica, como una multitud de ideas en desarrollo lejos de ser implementadas. Actualmente, es impredecible identificar la tecnología que liderará la producción eléctrica a partir de energía del mar.

Posicionarse a tiempo en este mercado en gestación implica beneficios adicionales, pues ser pioneros en este sector genera conocimientos y experiencias locales, exportables en el futuro, fuente de riqueza adicional.

¿Pero qué se entiende por energía del mar? Bajo este concepto se engloban varias formas de energía, que se están intentando aprovechar:

- ▶ El oleaje  
Las olas, fruto de la acción del viento sobre la superficie del mar, representan una onda de movimiento senoidal a ser captado y reconvertido en energía útil.
- ▶ Las mareas y corrientes marinas  
La acción gravitacional del sol y la luna provocan el desplazamiento de grandes masas de agua, hecho que provocan también, en menor medida, la rotación de la Tierra, la diferencia de densidad y contenido de sal del agua, la diferencia de

temperaturas, como su evaporación. Los flujos de agua resultantes, como masas de agua en movimiento, contienen energía útil.

► El gradiente térmico

En este caso, la fuente original de energía es el sol, siendo el mar un inmenso colector solar. La diferencia de temperatura entre aguas superficiales y de fondo pueden superar los 20°C.

► El gradiente salino

En este caso se intenta aprovechar la energía química/eléctrica resultado de las fuertes diferencias de concentración salina entre el agua de los océanos y el agua de los ríos.

Otra fuente de energía presente en el mismo medio, o más bien sobre el mismo, es la energía eólica marina, no clasificable como energía del mar, pero que tanto en su desarrollo tecnológico como en el regulatorio, tropiezan con problemas similares y, por tanto, son frecuentemente tratados conjuntamente.

A la hora de querer evaluar el potencial del mar como fuente de energía para Lanzarote, se centró la atención en la energía de las olas y la eólica marina, siendo la energía de las olas mucho más interesante: La densidad del agua, 800 veces más densa que el aire, implica que su movimiento a la misma velocidad contiene 800 veces más energía que el aire. Es por ello, que a pesar de tratarse en el estudio descrito a continuación a la par ambas fuentes de energía se haya denominado éste como Mapa de Olas.

Dada la emergente necesidad de abordar el abastecimiento energético mediante el uso de energías renovables, el Cabildo Insular de Lanzarote estableció contacto con la Universitat Politècnica de Catalunya con el objetivo de desarrollar la investigación referente a la caracterización, evaluación y cuantificación del recurso energético de las olas y viento sobre la superficie del mar en la zona marítima de la isla de Lanzarote, como parte del desarrollo del plan energético de la Isla, estableciéndose los siguientes objetivos parciales:

1. Recopilación de la información perteneciente a las bases de datos WASA, WANA y SIMAR-44 para los nodos cercanos a Lanzarote y para los nodos cercanos a puntos de medida en la

región de las Islas Canarias (boyas de Puertos del Estado).

2. Recopilación de datos de oleaje procedentes de cualquier otra fuente diferente a las mencionadas en el punto 1, si las hubiere.
3. Recopilación de la información perteneciente a las boyas de las diferentes redes de medidas de Puertos del Estado fondeadas en la región de las Islas Canarias.
4. Verificación/calibración de las bases de datos del punto 1 para la región Canaria, haciendo uso de los datos recogidos en los puntos 1 y 3.
5. Análisis de los datos de oleaje procedentes de las bases de datos analizadas:
  - a) Distribuciones de oleaje y energía del oleaje,
  - b) Rosas direccionales de oleaje y energía del oleaje,
  - c) Estimaciones mensuales, estacionales, anuales y totales,
  - d) Análisis de persistencias en intensidad, dirección y duración.
6. Análisis de los datos de viento procedentes de las bases de datos analizadas:
  - a) Distribuciones de viento y energía del viento,
  - b) Rosas direccionales de viento y energía del viento,
  - c) Estimaciones mensuales, estacionales, anuales y totales,
  - d) Análisis de persistencias en intensidad, dirección y duración.
7. Definición de emplazamientos o zonas de interés potencial:
  - a) Identificación de zonas de convergencia energética del oleaje,
  - b) Identificación de localizaciones potencialmente interesantes para el emplazamiento de sistemas de extracción de energía de las olas o del viento (ambos en aguas profundas).
8. Redacción de una memoria final explicativa con los resultados obtenidos durante el estudio, que contendrá información referente a todos y cada uno de los apartados anteriores.

Dicha memoria final se expone a continuación.



### 3.1 Informe técnico asociado al convenio de colaboración entre el Cabildo de Lanzarote y la Universitat Politècnica de Catalunya, para la presentación de asistencia científica al Plan Energético de la Isla de Lanzarote

#### 3.1.1 Antecedentes

El presente documento constituye el informe correspondiente al Convenio suscrito en abril de 2008 entre el Cabildo de Lanzarote y la Universitat Politècnica de Catalunya, para la prestación de asistencia científica al plan energético de la isla de Lanzarote.

En él se detallan las actividades realizadas en dicho Convenio durante la duración del mismo, por los miembros del equipo del Laboratori d'Enginyeria Marítima (LIM/UPC) designados a tales efectos:

Dr. Daniel González-Marco, Subdirector del LIM/UPC.

D. Joaquim Sospedra, Responsable de los laboratorios del LIM/UPC.

Dr. Xavier Gironella, Ingeniero de Caminos. Profesor de la Universitat Politècnica de Catalunya y Responsable del Área de Ingeniería de Estructuras Marítimas y Modelado Físico.

Bajo la dirección del Profesor Agustín Sánchez-Arcilla, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona y Director del Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Agustín Sánchez-Arcilla, *Investigador Principal*.

#### 3.1.2 Introducción y objetivos

En las últimas décadas, la demanda y consumo de energía a nivel mundial ha crecido exponencialmente. Estas necesidades se han cubierto mediante la utilización de combustibles fósiles (gas natural, petróleo y carbón) como principal fuente de energía. No obstante, según el World Coal Institute (en datos de 2006), el ritmo actual de producción y consumo limita las reservas probadas de estos combustibles fósiles a 40 años para el petróleo, 65 años para el gas natural y 155 años para el carbón. Estas limitaciones, implican necesariamente impulsar cambios en las políticas energéticas a todos los niveles; local, regional, nacional, etc. Los cambios en estas políticas pasan

necesariamente por estimular el desarrollo y consumo de energías renovables.

En esta línea y como estrategia contra el cambio climático, los jefes de Estado y de Gobierno de la Unión Europea han acordado la obligatoriedad de que, por lo menos, el 20% del consumo energético de los países miembros proceda de alguna fuente renovable en el horizonte de 2020.

De entre las diferentes fuentes de energía renovables, cabe destacar la energía de los océanos como fuente alternativa. Con una superficie de 361 millones de kilómetros cuadrados y un volumen aproximado de 1370 millones de kilómetros cúbicos, los océanos actúan como grandes acumuladores de energía. Las principales fuentes de energía renovable asociadas a los océanos provienen de las mareas, gradientes de temperatura y salinidad, y del oleaje. De entre todas, destaca el contenido energético del oleaje, cuyo potencial a nivel mundial se estima entre 8.000 y 80.000 TWh/año. En comparación con los demás recursos, el oleaje contiene un potencial energético entre 10 y 100 veces superior a cualquiera de ellos, tal y como se detalla en la tabla 32.

TABLA 32:

#### Estimación global de alguna de las fuentes de energía de los océanos

Fuente de Energía	Recurso global estimado
Oleaje	8.000 – 80.000 TWh/año
Mareas	800 TWh/año
Gradientes de salinidad	2.000 TWh/año
Gradientes térmicos	10.000 TWh/año

Fuente de datos: AEA Energy & Environment on the behalf of Sustainable Energy Ireland for the IEA's Implementing Agreement on Ocean Energy Systems (AEA Energy & Environment por encargo del Sustainable Energy Ireland, bajo el convenio de Implantación de la Energía Oceánica de la Agencia Internacional de la Energía) (2006)

En términos ya de energía del oleaje, cabe mencionar la elevada variabilidad de este recurso, estando totalmente condicionado a las condiciones meteorológicas y oceanográficas de cada región. En este sentido, las regiones potencialmente más favorables para la producción de energía asociada al oleaje se centran entre las latitudes 30° - 60°

en ambos hemisferios, tal como se ilustra en la ilustración 36.

► VER Ilustración 36: Mapa ilustrativo de la estimación global del recurso energético del oleaje + Ilustración 37: Detalla del recurso global del oleaje a nivel del Atlántico NORTE – CAPÍTULO GRÁFICO

En la ilustración 37, extraída del European Wave Energy Atlas [Atlas Europeo de Energía de las Olas]<sup>1</sup>, se detalla este recurso global del oleaje a nivel del Atlántico Norte, mostrando valores comprendidos entre los 20 y 60 kWh en promedio anual y por metro lineal de frente de ola.

Dada la emergente necesidad de abordar el abastecimiento energético mediante el uso de energías renovables, el Cabildo Insular de Lanzarote está interesado en desarrollar la investigación referente a la caracterización, evaluación y cuantificación del recurso energético de las olas y viento sobre la superficie del mar en la zona marítima de la isla de Lanzarote, como parte del desarrollo del plan energético de la isla. Este hecho, ha llevado al Cabildo Insular de Lanzarote a encargar los trabajos correspondientes al Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya, con el objetivo de abordar un estudio en el que se analice, de forma consistente y detallada, el recurso energético del oleaje y viento sobre la superficie del mar eventualmente aprovechable alrededor de la isla de Lanzarote. El estudio se centrará en caracterizar, adecuadamente y de forma robusta, dicho recurso en aguas profundas. Para ello se analizará cuanta información de oleaje y vientos se disponga en la zona de estudio. Esta estimación servirá para identificar zonas potencialmente interesantes para la ubicación de sistemas de extracción de energía de las olas o del viento sobre la superficie del mar en el conjunto de la Isla. Los objetivos parciales descritos en el documento de convenio, se encuentran incluidos y descritos en los apartados del presente informe.

1 Pontes, M. T. (1998). *Assessing the European Wave Energy Resource* (Asesorando el Recurso energético de las Olas Europeo) y Pontes, M. T., Athanacouroulis, G. A, Barstow, S., Cavaleri, L., Hdmes, B., Mollin, D., OlhrekaPires, H. (1996). *An Atlas of the Wave-Energy Resource in Europe* (Un Atlas del Recurso energético de las olas en Europa).

### 3.1.3 Recopilación de información de oleaje y viento en la zona de estudio

En el marco del presente trabajo, se ha realizado una extensa búsqueda de información de oleaje y viento sobre la superficie del mar, tanto instrumental como procedente de modelos numéricos, en la zona de estudio. Como resultado de dicha búsqueda se han obtenido amplias series de oleaje y viento sobre la superficie del mar, procedentes de diferentes fuentes pertenecientes al Organismo Público Puertos del Estado (Ministerio de Fomento). En lo que sigue se describe en detalle las fuentes y tipo de información localizada, así como los datos finalmente utilizados. A modo de avance, mencionar que se han encontrado tres fuentes de datos numéricas (WANA, SIMAR-44 y WASA) y una fuente instrumental.

#### a) Conjunto de datos WANA<sup>2</sup>

##### Procedencia y obtención del conjunto de datos

El conjunto de datos WANA está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos simulados y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología (INM). No obstante, los datos WANA no son datos de predicción, sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que, para cada instante, el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de los parámetros modelados y consistentes con las observaciones realizadas.

Las series de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues el modelo de vientos se modifica de modo periódico. Seguidamente se da una breve descripción de los modelos numéricos utilizados para generar las series de viento y oleaje.

##### Viento

El modelo numérico utilizado para generar los campos de vientos es el HIRLAM. Éste es un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático,

2 Información adaptada de la documentación proporcionada por el Organismo Público Puertos del Estado

cuya resolución es de 0,5 grados, en el Atlántico, y 0,2 grados, en el Mediterráneo. Dicho modelo incluye asimilación de datos instrumentales. Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 metros de altura sobre el nivel del mar.

Debido a la resolución con la que se ha integrado el modelo de atmósfera, los datos de viento no reproducen ni efectos orográficos de escala inferior a 15 km, ni procesos con escala temporal inferior a 6 horas. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía, como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. Por otro lado, de modo general, será más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes del mar.

### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori, sobre la forma del espectro de oleaje. Este modelo trabaja en el Atlántico, con una resolución de 0.25 grados (30 km), y en el Mediterráneo, con una resolución de 0.125 grados (15 km). La aplicación utilizada no incluye esquema de asimilación de datos instrumentales.

Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo.

Es importante tener en cuenta que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben de considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

### Precauciones de uso

El conjunto de datos WANA proporciona descripciones del clima de viento y oleaje, que en general, son adecuadas en todo el entorno litoral español. No obstante, y según recomendaciones de Puertos del Estado, para la zona de estudio es necesario tener cautela en el sur del archipiélago canario, donde pueden no reproducirse bien condiciones procedentes del suroeste.

### Parámetros disponibles de oleaje

- ▶ Altura significativa espectral
- ▶ Periodo de pico espectral
- ▶ Periodo medio espectral (momentos 0 y 2)
- ▶ Dirección media de procedencia del oleaje
- ▶ Altura y dirección de mar de viento
- ▶ Altura, periodo medio y dirección de mar de fondo

### Parámetros disponibles de viento

- ▶ Velocidad media
- ▶ Dirección medida de procedencia del viento
- ▶ Series de datos y puntos disponibles

La ilustración 38 muestra las posiciones de los nodos WANA, entre otros, para la zona de estudio. Las series comienzan en 1996 y, desde ese año, se actualizan diariamente. La cadencia de las series es de un registro cada 3 horas.

▶ VER Ilustración 38: Localización de los puntos WANA, SIMAR-44 y WASA, así como localización de la boya de la red exterior, utilizados en el presente estudio - CAPÍTULO GRÁFICO

### b) Conjunto de datos SIMAR-44<sup>3</sup>

#### Procedencia y obtención del conjunto de datos

El conjunto de datos SIMAR-44 está formado por series temporales de parámetros atmosféricos y oceanográficos procedentes de un modelado numérico. Son, por tanto, datos simulados por ordenador y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

El conjunto SIMAR-44 se constituye a partir de un modelado numérico de alta resolución de atmósfera, nivel del mar y oleaje, que cubre todo el entorno litoral español. La simulación de atmósfera y nivel del mar en todo el dominio del trabajo, así como la simulación de oleaje en la cuenca mediterránea han sido realizadas por Puertos del Estado en el marco del proyecto europeo HIPOCAS<sup>4</sup>. La simulación de oleaje en el dominio Atlántico ha sido realizada por Puertos del Estado de modo independiente.

<sup>3</sup> Información adaptada de la documentación proporcionada por el Organismo Público Puertos del Estado

<sup>4</sup> Hindcast of Dynamic Processes of the Ocean and Coastal Areas of Europe (Información retrospectiva de los procesos dinámicos del océano y las zonas costeras de Europa)

Seguidamente se da una breve descripción del modo en que se ha generado cada uno de los agentes simulados.

### **Viento**

Los datos de viento de este conjunto se han obtenido mediante el modelo atmosférico regional REMO, forzado por datos del re-análisis global NCEP. Dicho re-análisis asimila datos instrumentales y de satélite. El modelo REMO se ha integrado utilizando una malla de 30'Lon. x 30'Lat. (aprox. 50km x 50km) con un paso de tiempo de 5 minutos. Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 m de altura sobre el nivel del mar.

La malla utilizada para integrar el modelo REMO no permite modelar el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior a 50km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de procesos de convección de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. De modo general es más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar.

### **Componente atmosférica de nivel del mar**

La variación de nivel del mar, debida a la acción de la presión y el viento, se conoce como componente atmosférica de nivel del mar o residuo meteorológico. En este conjunto de datos dicha variación ha sido simulada mediante el modelo de circulación HAMSOM. La integración se ha realizado en modo barotrópico sobre una malla de 15'Lat. x 10'Lon. con datos de atmósfera procedentes del modelo REMO.

Los datos de residuo meteorológico sólo describen la variación de nivel debida a la acción atmosférica. Para su uso práctico es necesario sumar la contribución de marea astronómica. Cuando no se conozca la onda de marea astronómica y se necesite tener una valoración aproximada de la magnitud de situaciones de riesgo se deberá sumar a la serie de residuos una estimación de la pleamar viva para la zona de estudio.

### **Oleaje**

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Dicha aplicación es

un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo.

Para el área atlántica se ha utilizado una malla de espaciamiento variable que cubre todo el Atlántico Norte con una resolución de 30'Lat. x 30'Lon. para las zonas más alejadas de la Península Ibérica y de Canarias. Para el entorno del Golfo de Cádiz y del Archipiélago Canario se han anidado en la malla principal mallas secundarias con una resolución de 5'Lon. x 5'Lat. De modo análogo, para el Mar Cantábrico y Galicia se han utilizado mallas anidadas con una resolución de 2.5'Lon. x 2.5'Lat.

El modelo WAM utilizado incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante dada la resolución del modelo, se puede considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico, los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

### **Parámetros disponibles de nivel del mar**

Residuo de nivel del mar (marea meteorológica)

### **Parámetros disponibles de oleaje**

- ▶ Altura significativa espectral
- ▶ Periodo de pico espectral
- ▶ Periodo medio espectral (momentos 0 y 2)
- ▶ Dirección media de procedencia del oleaje
- ▶ Altura, periodo medio y dirección de mar de viento
- ▶ Altura, periodo medio y dirección de mar de fondo

### **Parámetros disponibles de viento**

- ▶ Velocidad media
- ▶ Dirección medida de procedencia del viento

### **Series de datos y puntos disponibles**

De toda la información generada en el proceso de modelado, se ha seleccionado una fracción considerada como representativa del clima en el entorno litoral español. Las series temporales

almacenadas en el banco de datos cubren el periodo 1958-2001 con un dato cada 3 horas. La ilustración 39 muestra las posiciones de los nodos SIMAR-44 (entre otros) para la zona de estudio. Cabe destacar la coincidencia en posición de los puntos WANA y SIMAR-44, hecho que facilitará el análisis del potencial energético del oleaje y viento en la superficie del mar eventualmente aprovechable en la zona de estudio.

### c) Conjunto de datos WASA

Los puntos WASA proceden igualmente de un sistema de modelado perteneciente a Puertos del Estado. No obstante, dada la riqueza que suponen las series WANA y SIMAR-44, junto con el hecho que sólo existe un punto WASA en la región de Lanzarote (ver ilustración 39), se ha desestimado el uso de dicha información, ya que se considera suficiente la redundancia obtenida con las series de datos WANA y SIMAR-44.

### d) Boya de Gran Canaria (Red exterior)

De las diferentes redes de medidas oceánico-meteorológicas del organismo público de Puertos del Estado se identifican cinco puntos de registros instrumentales de oleaje en el archipiélago canario (ver ilustración 39).

► VER Ilustración 39: Localización de los puntos de registro instrumental de oleaje pertenecientes a la red exterior (amarillo) y a la red costera (rojo) - CAPÍTULO GRÁFICO

De entre estos cinco puntos de medidas instrumentales de oleaje, por su localización y características, se ha seleccionado como punto significativo la Boya de Gran Canaria, perteneciente a la red exterior de Puertos del Estado (ver flecha en ilustración 39, o triángulo azul en ilustración 38). Dicha boya, se encuentra fondeada a 780 metros de profundidad frente a la costa noroeste de la isla de Gran Canaria (Lon. 15.8 W, Lat. 28.2 N). Esta localización permite considerar la boya completamente en aguas profundas, no viéndose afectados sus registros por el efecto sombra de la isla. De este modo y junto al hecho de existir un punto WANA coincidente en el tiempo en esa misma localización, los datos servirán de comprobación de las series numéricas empleadas en el presente trabajo.

Se dispone de datos desde 1997 hasta la actualidad, si bien la información de oleaje direccional data de 2003. Así, la serie utilizada para la verificación y eventual calibración de las series numéricas comprende el periodo 2003-2008, del cual se dispone de información espectral direccional del oleaje.

A modo de resumen recopilatorio se listan, a continuación, las series de datos de oleaje y viento sobre la superficie del mar identificadas en la zona de estudio, y obtenidas a través del organismo público, Puertos del Estado:

- Series WANA durante el periodo 1996-2008 (11 puntos, ver ilustración 39).
- Series SIMAR-44 durante el periodo 1958-2001 (11 puntos, ver ilustración 39).
- Series de registros instrumentales de la Boya de Gran Canaria (red exterior) durante el periodo 2003-2008.

Finalmente, mencionar que los puntos donde se ha recopilado la información WANA y SIMAR-44 corresponden a 11 localizaciones. Nueve de ellos se encuentran alrededor de la isla de Lanzarote, uno coincide con la localización de la boya de Gran Canaria, y se ha seleccionado una última localización, correspondiente al punto más al norte disponible en la región canaria, no asociado a ninguna isla. Este último punto se ha seleccionado a modo de indicador del nivel energético en una zona "libre de tierra".

## 3.1.4 Metodología de análisis y verificación de los datos disponibles

### a) Metodología de análisis

La teoría lineal de oleaje, aplicable para oleaje regular, proporciona una sencilla relación para la evaluación del potencial energético del oleaje, eventualmente aprovechable, en aguas profundas:

$$F = \frac{1}{8} \rho g H^2 C_g; \beta H^2 T \quad \text{Ecuación 1}$$

donde  $F$  es el potencial (flujo) de energía,  $\rho$  es la densidad del agua,  $g$  la aceleración de la gravedad,  $H$  la altura de ola,  $C_g$  la celeridad de grupo, y  $T$  el periodo de las olas.  $\beta$  es el coeficiente resultante, que en aguas profundas es del orden de  $\approx 0,9$ . La ecuación 1 muestra que para oleaje regular en

aguas profundas, el potencial de energía tiene una dependencia cuadrática con la altura de ola.

En la naturaleza, el oleaje es inherentemente irregular, lo que implica un tratamiento espectral para poder evaluar su contenido energético. En este sentido, la ecuación 2 muestra la relación espectral para el flujo de energía irregular para un determinado estado de mar, en aguas profundas:

$$F = \rho g \int_0^{2\pi} \int_0^\infty C_g(w, h) S(w, \theta) dw d\theta \quad \text{Ecuación 2}$$

Considerando que las olas viajan en una dirección dominante, la ecuación 2 puede reescribirse de la siguiente forma:

$$F = \frac{\rho g^2}{4\pi} \int_0^\infty \frac{S(w)}{w} dw = \frac{\rho g^2}{4\pi} m_{-1} \quad \text{Ecuación 3}$$

De la ecuación 3, el momento espectral de orden -1,  $m_{-1}$ , permite la introducción del concepto de período

energético del oleaje,  $T_e$ , junto con la altura de ola significativa,  $H_s$ , resultando la siguiente expresión aplicable en aguas profundas:

$$F = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_s^2 T_e ; 0,479 H_s^2 T_e \quad \text{kW/m} \quad \text{Ecuación 4}$$

De forma general, la ecuación 4 puede expresarse como una relación genérica del tipo:

$$F \approx \beta H_i^2 T_i \quad \text{kW/m} \quad \text{Ecuación 5}$$

donde  $\beta$  es nuevamente un coeficiente resultante que es función del par  $H_i-T_i$  y de la forma espectral. Como puede observarse en la ecuación 4,  $\beta$  es de orden 0,479 para el par  $H_s, T_e$ . La tabla 33 muestra diferentes espectros teóricos junto con las correspondientes expresiones para obtener el potencial de energía del oleaje  $F$ .

TABLA 33:

**Conjunto de espectros teóricos y su correspondiente expresión de F.**

Jonswap	$S(f) = \frac{\alpha H_s^2 f_p^4}{f^5} \cdot e^{-\left[1,25\left(\frac{f_p}{f}\right)^4\right]} \cdot \gamma \cdot e^{-\left[\frac{(f-f_p)^2}{2\sigma^2 f_p^2}\right]}$	$F = 0,458 H_{1/3}^2 T_{1/3}$
Pierson-Moskowitz	$S(f) = \frac{0,0004998}{f^5} \cdot e^{-\left[1,25\left(\frac{f_p}{f}\right)^4\right]}$	$F = 0,549 H_{1/3}^2 T_{m(0,2)}$
ISSC	$S(f) = \frac{0,313 H_s^2 f_p^4}{f^5} \cdot e^{-\left[1,25\left(\frac{f_p}{f}\right)^4\right]}$	$F = 0,493 H_{1/3}^2 T_{m(0,1)}$
Bretshneider-Mitsuyasu	$S(f) = 0,257 \cdot H_{1/3}^2 \cdot T_{1/3} \cdot (T_{1/3} f)^{-5} \cdot e^{-\left[1,03(T_{1/3} f)^4\right]}$	$F = 0,441 H_{1/3}^2 T_{1/3}$

En la tabla 33 puede observarse que para diferentes formas espectrales y mismo par  $H_i-T_i$ , el coeficiente  $\beta$  es diferente (ver por ejemplo los espectros Jonswap y Bretshneider-Mitsuyasu).

De forma aproximada, si no se dispone de información espectral procedente de registros instrumentales en la zona de estudio, como en el caso en el que nos encontramos, donde en las

aguas de Lanzarote sólo se dispone de información numérica de los parámetros integrados del oleaje, la ecuación 5 se aproxima según la siguiente forma:

$$F = 0,5 H_s^2 T_p \quad \text{kW/m} \quad \text{Ecuación 6}$$

donde  $H_s$  es la altura de ola significativa,  $T_p$  es el período de pico y el coeficiente  $\beta$  se aproxima

en un valor de 0,5. De este modo, la ecuación 6 permitirá evaluar de forma aproximada el potencial energético del oleaje en aguas profundas, eventualmente aprovechable alrededor de la isla de Lanzarote.

Tomando los registros de los puntos WANA y SIMAR-44, el siguiente paso metodológico es construir las correspondientes tablas de encuentro  $H_s-T_p$ . Ver ejemplo en tabla 34:

TABLA 34:  
Ejemplo de una tabla de encuentro Hs-Tp

Tp (s)	Hs (m)							Total
	~01	(01-02]	(02-03]	(03-04]	(04-05]	(05-06]	>06	
~02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(02-04]	5.51	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.64
(04-06]	24.54	25.06	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	49.70
(06-08]	6.71	7.86	0.61	0.01	0.00	0.00	0.00	15.20
(08-10]	2.89	1.23	0.21	0.02	0.01	0.00	0.00	4.36
(10-12]	8.90	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.16
(12-14]	8.47	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.71
(14-16]	4.61	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.71
(16-18]	0.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
(18-20]	0.18	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
> 20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
<b>Total</b>	<b>62.11</b>	<b>36.93</b>	<b>0.93</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100</b>

La tabla 33 muestra, a la izquierda, los intervalos considerados para el periodo de pico  $T_p$ , arriba los correspondientes intervalos para la altura de ola significativa  $H_s$ , y en el interior la probabilidad de ocurrencia de cada par  $H_s-T_p$ , para el conjunto de datos disponibles en toda su extensión temporal. El

total debe coincidir siempre en el 100% de los datos disponibles.

De este modo, conjugando la ecuación 6 junto con las tablas de encuentro  $H_s-T_p$ , es posible evaluar el potencial energético del oleaje en términos escalares, tal y como se ilustra en la tabla 35.

TABLA 35:  
Esquematzación de la evaluación escalar del potencial de energía del oleaje eventualmente

$$\bar{F} = 0.5 \cdot H_s^2 \cdot T_p \cdot \% \text{ ocurrencia} \text{ kW/m}$$

Periodo de Pico		Altura significativa (m)							Total
		~01	(01-02]	(02-03]	(03-04]	(04-05]	(05-06]	>06	
~02	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(02-04]	3.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
(04-06]	5.00	0.17	0.98	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34

	Altura significativa (m)								
(06-08]	7.00	0.07	0.88	2.21	2.49	0.79	0.08	0.00	6.52
(08-10]	8.00	0.00	0.03	0.19	0.43	0.69	0.53	0.30	2.17
(10-12]	11.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	0.22	0.28	0.61
(12-14]	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(14-16]	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(16-18]	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(18-20]	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
> 20	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>0.29</b>	<b>1.89</b>	<b>2.60</b>	<b>2.95</b>	<b>1.56</b>	<b>0.85</b>	<b>0.58</b>	<b>10.73</b>

kW/m - hora  
Promedio anual

En el presente estudio, además de la caracterización escalar del potencial energético del oleaje eventualmente aprovechable, se ha caracterizado su distribución direccional. Para ello, se ha conjugado la ecuación 6 con la tabla de encuentros  $H_s-T_p$ , direcciones de forma análoga, obteniéndose los resultados a modo de rosa direccional de distribución de energía del oleaje, tal como se observa en la ilustración 40.

► VER Ilustración 40: Ejemplo de rosa direccional de distribución de energía del oleaje - CAPÍTULO GRÁFICO

En la ilustración 40, además de percibir la direccionalidad de la energía del oleaje, se representa la intensidad de la misma en cada dirección a través de la escala de colores y amplitudes de las trompetas de la rosa. De este modo, se conjuga el conjunto total de información en una sola representación de fácil interpretación.

La metodología descrita se ha aplicado a la totalidad de las series WANA y SIMAR-44, para el conjunto de 11 puntos y para la totalidad del periodo de datos disponibles. De igual modo, la metodología seguida para la caracterización de la energía del viento sobre la superficie del mar es completamente análoga a la descrita hasta ahora, pero haciendo uso de las formulaciones específicas para viento. Los resultados también se expresan en forma de rosas direccionales de energía, siguiendo el mismo criterio descrito hasta ahora.

### b) Verificación de los datos disponibles

Dada la coincidencia espacial y temporal de los registros direccionales de la boya de Gran Canaria con un punto WANA, se ha tomado esa localización como validador de los datos disponibles. Si bien se ha verificado la bondad de la información contenida en los puntos WANA, se asume que los datos SIMAR-44 son de igual calidad, dado su procedencia numérica similar y obtenidos por el mismo agente, el organismo público, Puertos de Estado, utilizando los mismos criterios en ambos casos.

Así se han tomado como datos para la validación las series direccionales del punto WANA 1017013 y las correspondientes a la boya direccional de Gran Canaria (red exterior), comprendidos en el periodo 2003-2008 (ver localizaciones en ilustración 39). Se puede afirmar que un periodo de datos de cinco años es estadísticamente representativo para verificar la bondad de los datos numéricos.

El procedimiento empleado para llevar a cabo la verificación de los datos disponibles se basa en aplicar la metodología descrita anteriormente, tanto a la información WANA, como a la procedente de la boya de Gran Canaria, para el periodo coincidente y realizar una comparación directa de los resultados obtenidos (ver ilustración 41). Cabe mencionar que de este modo se trabaja con el error cuadrático de la altura de ola significativa  $H_s$  a través de la ecuación [6].

La ilustración 41 conjuga los resultados obtenidos de la comparación directa realizada. En ella se pueden observar comparaciones del flujo de energía del oleaje, altura de ola significativa, periodo de pico, direcciones, así como una representación



Q-Q del potencial de energía del oleaje. Esta representación Q-Q arroja un coeficiente de regresión de 0,75994 para la totalidad de los datos. Este valor es suficientemente representativo para validar, en primera instancia, la bondad de las series numéricas.

► VER Ilustración 41: Resumen de la comparación realizada para verificar la bondad de las series WANA y SIMAR-44 - CAPÍTULO GRÁFICO

En la ilustración 41 también puede encontrarse la comparación entre la energía media medida por la boya (13,8 kW/m) y la obtenida mediante las series numéricas (14,9 kW/m). Como puede observarse la diferencia se encuentran en un margen inferior al 10%. De igual modo, se ha incluido una comparación entre la energía media cuadrática medida por la boya (20,7 kW/m) y la obtenida numéricamente (20,1 kW/m), obteniéndose diferencias aún menores. Estos dos indicadores corroboran fehacientemente la bondad de las series de datos numéricas que se emplearán en el análisis del potencial energético del oleaje alrededor de la isla de Lanzarote. No obstante, cabe mencionar que los valores obtenidos para la energía máxima son substancialmente diferentes. Este dato, al tratarse de un valor puntual, carece de relevancia, ya que como se ha mostrado, en promedio, el comportamiento es plenamente comparable y satisfactorio.

### 3.1.5 Análisis de los datos de oleaje en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable

El análisis de los datos de oleaje disponibles, se ha centrado en la evaluación anual y mensual del recurso energético del oleaje para el periodo completo de información recopilada; 1958-2008. Para ello se han generado dos tipos de resultados principales, que ha modo de ejemplo se muestra en las ilustración 42 y 43.

► VER Ilustración 42: Evolución del contenido energético del oleaje durante el año 2002 - CAPÍTULO GRÁFICO

La ilustración 42 refleja la evolución, para el año 2002, del contenido energético del oleaje. Este

tipo de representación comprende los siguientes elementos:

1. Representación gráfica de la evolución temporal del potencial energético
2. Representación gráfica de la evolución temporal de la altura de ola
3. Representación gráfica de la evolución temporal del periodo de pico
4. Tabla de distribución direccional del potencial energético
5. Rosa direccional del potencial energético
6. Cuadro resumen con información energética de interés
7. Mapa de localización del punto analizado

Se han analizado los cerca de 50 años disponibles para cada uno de los 11 puntos recopilados, obteniéndose un volumen de 561 ilustraciones que se encuentran incluidas en un DVD recopilatorio de los mapas de resultados, disponible en el Área del Cabildo de Lanzarote y descrito, su contenido, en el Anexo 2.

► VER Ilustración 43: Evolución del contenido energético del oleaje durante los meses de diciembre del periodo 1995 - 2008 - CAPÍTULO GRÁFICO

La ilustración 43 refleja la evolución del contenido energético durante los meses de diciembre del periodo 1995-2008. Este tipo de representación comprende los siguientes elementos:

1. Representación gráfica de la evolución temporal del potencial energético para cada mes
2. Representación gráfica de la evolución temporal de la altura de ola para cada mes
3. Representación gráfica de la evolución temporal del periodo de pico para cada mes
4. Tabla-distribución direccional del potencial energético para cada mes
5. Rosa direccional del potencial energético para cada mes
6. Cuadro resumen con información energética de interés
7. Mapa de localización del punto analizado

Nuevamente, se han analizado los 12 meses de los cerca de 50 años disponibles para cada uno de los 11 puntos recopilados, obteniéndose un volumen de 264 ilustraciones<sup>5</sup> que se encuentran incluidas en el DVD recopilatorio de los mapas de resultados.

► VER Ilustración 44: Caracterización estacional del contenido energético del oleaje para el periodo 1958 – 2008 - CAPÍTULO GRÁFICO

Del análisis de los resultados anuales, se evidencia una clara estacionalidad del contenido energético del oleaje. Esta estacionalidad tiene un comportamiento diferenciado entre la zona norte, este y sur de la isla de Lanzarote, tal como se observa en la ilustración 45.

La ilustración 44 muestra, de forma gráfica, el comportamiento estacional del contenido energético del oleaje. Como puede observarse, en la zona norte de la isla, la más expuesta a la acción del oleaje, la energía del oleaje empieza a crecer en otoño, tiene el máximo durante el invierno, decrece durante la primavera y muestra valores mínimos durante el verano. En esta región norte, el contenido energético en un año varía, en promedio, entre 10 y 50 kW/m. En la zona este se reproduce el mismo comportamiento, pero con un contenido energético inferior, entre 10 y 30 kW/m. Sin embargo, en la zona sur, resguardada por la propia isla, este patrón desaparece, obteniéndose un comportamiento plano en torno a los 7 kW/m, de forma homogénea a lo largo de un año medio.

La ilustración 44 incluye una tabla resumen del contenido promedio mensual del periodo 1958 – 2008 para los puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote. En ella se puede observar cómo las localizaciones al norte, este y sur, se comportan según el patrón descrito anteriormente.

### 3.1.6 Análisis de los datos de viento en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable

De forma análoga al análisis realizado para el oleaje, se ha desarrollado el correspondiente estudio del contenido energético del viento sobre la superficie

<sup>5</sup> Dado que el periodo total de 50 años analizados proviene de 2 fuentes de datos diferentes, WANA y SIMAR-44, el análisis mensual se ha dividido también en dos intervalos: 1958 – 1995 usando SIMAR-44 y 1996-2008 usando WANA, de ahí las 264 ilustraciones en lugar de 132.

del mar. Para ello se han analizado los datos de viento disponibles en los 11 puntos de estudio para el periodo 1958 – 2008. La estructura de análisis y, por consiguiente, los resultados obtenidos siguen la misma pauta que para el oleaje. De este modo, se ha realizado la evaluación anual y mensual del recurso energético del viento sobre la superficie del mar. De forma análoga al oleaje, las ilustraciones 45 y 46 representan dos ejemplos de los resultados obtenidos.

► VER Ilustración 45: Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar durante el año 2002 - CAPÍTULO GRÁFICO

La ilustración 45 muestra la evolución, para el año 2002, del contenido energético del viento. Este tipo de representación comprende los siguientes elementos:

1. Representación gráfica de la evolución temporal del potencial energético
2. Representación gráfica de la evolución temporal de la velocidad del viento
3. Representación gráfica de la evolución temporal de la dirección del viento
4. Tabla-distribución direccional del potencial energético
5. Rosa direccional del potencial energético
6. Cuadro resumen con información energética de interés
7. Mapa de localización del punto analizado

De igual modo que para el oleaje, se han analizado los 50 años disponibles para cada uno de los 11 puntos recopilados, obteniéndose un volumen de 561 ilustraciones que se encuentran incluidas en el DVD recopilatorio de los mapas de resultados.

► VER Ilustración 46: Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar durante los meses de diciembre del periodo 1995 – 2008 - CAPÍTULO GRÁFICO

En la ilustración 46 puede observarse la evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar, durante los meses de diciembre del periodo 1995-2008. Este tipo de representación comprende los siguientes elementos:

1. Representación gráfica de la evolución temporal del potencial energético para cada mes
2. Representación gráfica de la evolución temporal de la velocidad del viento para cada mes
3. Representación gráfica de la evolución temporal de la dirección del viento para cada mes
4. Tabla-distribución direccional del potencial energético para cada mes
5. Rosa direccional del potencial energético para cada mes
6. Cuadro resumen con información energética de interés
7. Mapa de localización del punto analizado

De forma análoga al oleaje, se han analizado los 12 meses de los 50 años disponibles para cada uno de los 11 puntos recopilados, obteniéndose un volumen de 264 ilustraciones<sup>6</sup> que se encuentran incluidas en el DVD recopilatorio de los mapas de resultados.

Analizando el conjunto de resultados, se evidencia la potente influencia de los vientos de componente norte y nordeste, Alisios, sobre el contorno marítimo de la isla de Lanzarote.

### 3.1.7 Definición de emplazamientos y zonas de interés potencial

#### a) Oleaje

De acuerdo con el régimen de oleaje de la zona, de componente norte y noreste, principalmente, y tal y como indican los resultados obtenidos en los apartados anteriores, el contenido energético del oleaje eventualmente aprovechable alrededor de la isla de Lanzarote, en condiciones de aguas profundas, varía considerablemente al norte y este de la misma, con respecto al sur.

► VER Ilustración 47: Contenido energético promedio direccional del oleaje en el conjunto de puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote para el periodo 1958 – 2008 - CAPÍTULO GRÁFICO

Así, en términos de energía del oleaje, se tienen valores en torno a 30 – 35 kW/m en promedio anual al norte de la isla de Lanzarote, valores en torno a 25 – 30 kW/m al este y valores en torno a 5 – 10 kW/m al sur. Esta distribución se observa claramente en la ilustración 47, donde puede visualizarse el contenido energético del oleaje en el conjunto de puntos alrededor de la isla de Lanzarote, para el periodo 1958 – 2008, mediante rosas sectoriales direccionales.

En términos de la direccionalidad de esa energía disponible y eventualmente aprovechable, cabe destacar que si bien la mitad norte de la isla es receptora de la totalidad de la energía, el análisis direccional indica que al este de Lanzarote la energía tiene una componente norte dominante, lo que presumiblemente hace que la energía dirigida hacia costa sea menor. Este hecho se observa claramente en la ilustración 48, donde se representan los vectores direccionales de la energía promedio anual para todos los puntos durante el periodo analizado (1958 – 2008).

► VER Ilustración 48: Representación de los vectores direccionales de la energía promedio anual del oleaje para los puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote durante el periodo 1958 – 2008 - CAPÍTULO GRÁFICO

De este modo, a la vista de los resultados obtenidos, los emplazamientos y zonas de interés potencial para la captación de energía del oleaje se concentran en la región oeste y norte de la isla de Lanzarote. Como se ha mencionado, el sector este dispone de un recurso energético no despreciable, pero que requiere un análisis en profundidad de la energía que se transmite a las zonas costeras, aspecto que se escapa del objetivo del presente convenio. De forma análoga debería procederse para la mitad sur de la isla, aunque, por los resultados obtenidos, no se considera una zona de interés potencial.

#### b) Viento

Los resultados obtenidos indican que el contenido energético del viento eventualmente aprovechable se reduce entre uno y dos órdenes de magnitud con respecto al del oleaje. Los valores promedios anuales se encuentran en torno a

<sup>6</sup> Dado que el periodo total de 50 años analizados proviene de 2 fuentes de datos diferentes, WANA y SIMAR-44, el análisis mensual se ha dividido también en dos intervalos: 1958 – 1995 usando SIMAR-44 y 1996-2008 usando WANA, de ahí las 264 ilustraciones en lugar de 132.

los 0,25 – 0,3 kW/m<sup>2</sup>. No obstante y como gran hecho diferenciador con respecto al oleaje, el recurso viento es considerablemente homogéneo alrededor de la isla de Lanzarote.

En base a los resultados obtenidos puede concluirse que, en términos del potencial energético del viento sobre la superficie del mar eventualmente aprovechable, el conjunto de puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote muestra un comportamiento similar, pudiéndose distinguir una pequeña región al norte de Graciosa y Alegranza, donde la energía es ligeramente superior al resto, probablemente por su orientación noreste, fuertemente influenciada por los vientos alisios.

De este modo, en términos de emplazamientos y localizaciones de interés potencial para la obtención de energía del viento sobre la superficie del mar, cabe mencionar que las aguas circundantes al conjunto de la isla de Lanzarote contienen un recurso energético equiparable.

### 3.1.8 Resumen y recomendaciones

En el presente convenio se han desarrollado los trabajos necesarios para evaluar, de forma objetiva, coherente y consistente, el recurso energético eventualmente aprovechable del oleaje y el viento sobre la superficie del mar, alrededor de la isla de Lanzarote, identificando localizaciones potencialmente interesantes para la instalación de captadores de esta tipología de recurso energético. El presente trabajo debe contribuir al desarrollo del plan energético de la isla de Lanzarote.

En primer lugar se ha recopilado toda la información disponible de oleaje y viento sobre la superficie del mar en la zona de Lanzarote. Como resultado, se han conseguido series históricas de variables físicas de oleaje y viento sobre la superficie del mar de hasta 50 años en total (1958 – 2008). La información obtenida pertenece a las series WANA y SIMAR-44, del organismo público Puertos del Estado. Tal como se ha indicado, se han analizado 11 localizaciones diferentes, 9 alrededor de la isla de Lanzarote, una al NW de la isla de Gran Canaria, para verificar la bondad de los datos, y otra localización al norte del archipiélago como punto de control.

Adicionalmente a la información numérica proporcionada por las series WANA y SIMAR-44, se ha obtenido la información de la boya direccional

de Gran Canaria de la red exterior de Puertos del Estado, durante el periodo 2003 – 2008. Dicha información, tal y como se ha mencionado, se ha utilizado para llevar a cabo la validación de la información numérica, ya que la boya proporciona registros medidos *in situ* en la naturaleza.

Para verificar la calidad de las series numéricas WANA y SIMAR-44, se ha realizado un exhaustivo proceso de validación y verificación en base a la comparación directa de la información WANA y la proporcionada por la boya de Gran Canaria. A ambas tipologías de información se le ha aplicado una metodología robusta para el cálculo del potencial energético del oleaje y viento sobre la superficie del mar eventualmente aprovechable. Como resultado de dicha validación, se puede concluir que la información numérica disponible en la zona de estudio es plenamente válida para abordar un estudio de las características del que se plantea en el presente convenio. En este sentido mencionar que, en la comparación realizada, las diferencias obtenidas en términos de energía media y energía media cuadrática son inferiores al 10% en ambos casos, inferiores al 5% para la energía media cuadrática, lo que corrobora la validez de las series numéricas para evaluar el potencial energético del oleaje.

Tras verificar la bondad de los datos numéricos tipo WANA y SIMAR-44, se ha evaluado el potencial energético del oleaje y viento sobre la superficie del mar eventualmente aprovechable para el conjunto de datos disponibles: 11 puntos WANA y SIMAR-44 que cubren el periodo 1958 – 2008. Se han analizado los promedios mensuales, anuales y totales de energía disponible, tanto del viento sobre la superficie del mar, como del oleaje. Se ha evaluado la direccionalidad de los recursos energéticos mediante rosas y vectores, permitiendo abordar el análisis de emplazamientos desde una perspectiva general, ya que se parte de información en aguas profundas.

En términos cuantitativos, el contenido energético del oleaje y viento sobre la superficie del mar obtenido se puede resumir como sigue:

- ▶ El oleaje presenta una clara sectorización en cuanto a su contenido energético se refiere. Se presentan valores de entre 30 – 35 kW/m, en promedio anual, en la zona norte, valores en

torno a 25 – 30 kW/m al este y valores en torno a 5 – 10 kW/m al sur. Este comportamiento se debe al efecto sombra que ejerce la propia isla sobre su contorno sur.

- El viento, a diferencia del oleaje, no se ve afectado por la propia isla, observándose valores en torno a 0,25 – 0,3 kW/m<sup>2</sup> en todo el dominio circundante a la isla de Lanzarote.

Como puede apreciarse, existe una gran diferencia entre el recurso energético del oleaje y del viento, siendo este último uno o dos órdenes de magnitud inferior. No obstante, la persistencia del viento en la región, puede hacer de este recurso un valor explotable, tal y como ya se hace en zonas terrestres de la isla.

En términos de posibles emplazamientos de sistemas captadores de energía, se ha evidenciado que, en cuanto al oleaje, las regiones oeste y norte de la isla presentan las mejores condiciones. En la región este, también se observa un contenido energético importante, si bien la direccionalidad del mismo no permite concluir que dicha región sea adecuada. En cuanto a la región sur, su contenido energético no recomendaría la ubicación de captadores de energía. En la ilustración 49 se representa un nuevo diagrama indicativo del contenido energético del oleaje que rodea la isla de Lanzarote en aguas profundas. En ella se observa claramente la distribución energética que sostiene los resultados de emplazamientos indicados.

► VER Ilustración 49: Contorno de energía promedio del oleaje en aguas profundas que rodea la isla de Lanzarote - CAPÍTULO GRÁFICO

En lo que hace referencia al viento, su “homogeneidad” en todo el contorno circundante a la isla de Lanzarote, hace que no se pueda distinguir un claro emplazamiento destacado, únicamente remarcar que al norte de Graciosa y Alegranza se obtienen valores ligeramente superiores.

### 3.2 Inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote

Al objeto de dar una mayor proyección al estudio anterior, se hace llegar al equipo de la UPC el presente inventario de infraestructuras portuarias de la Isla de Lanzarote. Una relación de nombres

y emplazamientos, dieciséis, que tiene por objeto reivindicar una nueva cultura para la planificación de la infraestructura de litoral, por ser ésta el nexo de unión entre el recurso energético y las zonas habitadas. Como dato de referencia cabe destacar que en las poblaciones de litoral se asienta el 73,2% de la población de derecho de la isla: 132.400 habitantes. La presumible evolución de las tecnologías de aprovechamiento del recurso energético renovable marino puede abrir una nueva etapa en la planificación de este tipo de infraestructura y que podría hacer viable la máxima de acercar los puntos de generación a las áreas de consumo. La información acopiada para este inventario cuenta con tres ilustraciones en los que se especifica para cada infraestructura la localización, la administración competente y la población de derecho asentada en sus inmediaciones.

► VER Ilustración 50: Localización de la infraestructura portuaria inventariada, Ilustración 51: Administración competente por infraestructura de litoral inventariada e Ilustración 52: Población de derecho que reside en las inmediaciones de la infraestructura de litoral inventariada - CAPÍTULO GRÁFICO

El informe original profundiza en las instalaciones portuarias, elaborando una ficha encabezada por la vista aérea de la infraestructura, seguido por datos más concretos sobre las infraestructuras. Dichas fichas se han omitido, considerando que no aportaban información adicional a esta publicación, pero que se hallan disponibles en el Área de Energía del Cabildo de Lanzarote. A continuación se incorpora en una tabla resumen que las precedía.

TABLA 36:  
**Tabla resumen de las infraestructuras portuarias de Lanzarote**

Denominación	Población de derecho	Tipo de:infraestructura	Coordenadas		Previsión de ampliación	Dimensiones	Administración competente
	Habitantes		Norte	Oeste			
La Santa	866	Embarcadero	29º 06´ 34"	13º 39´ 55"	No	40 m de espigón	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
La Caleta de Famara	803	Embarcadero	29º 09´ 12"	13º 33´ 55"	No	100 m de espigón	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Caleta del Sebo	640	Puerto comercial pesquero	29º 13´ 43"	13º 30´ 09"	No	83.500 m2 400 m espigón este 280 m espigón oeste	Gobierno de Canarias
Pedro Barba	0	Embarcadero	29º 15´ 39"	13º 28´ 47"	No	40 m de muelle	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Órzola	277	Puerto comercial pesquero	29º 13´ 24"	13º 27´ 10"	En obras	Espigón de abrigo de 500 m (en fase de construcción)	Gobierno de Canarias
Punta Mujeres	1.130	Embarcadero	29º 08´ 58"	13º 26´ 50"	No	20 m de espigón	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Arrieta	949	Embarcadero	29º 07´ 55"	13º 27´ 34"	No	60 m de muelle	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Charco del Palo	168	Refugio	29º 05´ 05"	13º 26´ 57"	No	15 m de cierre de zona de baño	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Los Cocoteros	242	Refugio y embarcadero	29º 03´ 31"	13º 27´ 40"	No	Piscina: 100 m de muro de abrigo Embarcadero: 60m de espigón de abrigo	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Costa Teguiise	5.713	4 espigones y embarcadero	28º 59´ 43"	13º 29´ 10"	No	170 m de muelle	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
Los Mármolos, Arrecife	56.100	Puerto comercial	28º 58´ 23"	13º 31´ 37"	Actualmente fase de revisión de su Plan de Uso y Gestión	Cuenta con tres kilómetros de línea de atraque, 120 hectáreas de superficie de flotación y 450.000 m <sup>2</sup> de superficie terrestre.	Puertos de Las Palmas
El Cable	704	Embarcadero	28º 57´ 12"	13º 34´ 14"	No	130 m de espigón	Gobierno de Canarias
Puerto del Carmen	10.315	Puerto deportivo pesquero	28º 55'	13º 41'	Sí	Ampliación espigón de abrigo de 500 m (en fase de construcción)	Gobierno de Canarias
Puerto Calero	301	Puerto deportivo	28º 55´ 01"	13º 42´ 08"	No	827 m de abrigo	Gobierno de Canarias
Marina Rubicón, Playa Blanca	7.956	Puerto deportivo	28º 51´ 26"	13º 48´ 47"	No	758 m de abrigo	Gobierno de Canarias
Playa Blanca		Puerto comercial deportivo pesquero	28º 51'	13º 50'	Ampliación	394 m de abrigo	Gobierno de Canarias

### 3.3 La energía del mar: un mercado en gestación

En la introducción al presente capítulo se mencionó que las tecnologías de captación de esta energía aún están en fase de desarrollo y que su desarrollo no es uniforme. Esta es la razón principal por la que no se puede hablar de un mercado de energía del mar, como en el caso de la energía solar fotovoltaica y eólica. Los costes vinculados al desarrollo y explotación de este tipo de instalación son muy elevados y divergentes, en cierta forma desconocidos (costes de mantenimiento a largo plazo), lo que implica elevado riesgo desde el punto económico. Hablamos de proyectos pilotos, donde el verdadero beneficio no se haya en la explotación de la generación eléctrica, sino en el aprendizaje y explotación futura de la tecnología desarrollada y donde sus fuentes de financiación no proceden de la venta de la energía a ser producida, sino de subvenciones o capital riesgo de I+D.

Con el fin de mostrar la variedad y diferentes concepciones de las tecnologías en desarrollo, simplemente centrándonos en la energía de las olas, observemos las siguientes clasificaciones, según su ubicación:

- ▶ Onshore, sobre la costa
  - aislado
  - en dique
- ▶ Nearshore, cerca de la costa, a profundidades comprendidas entre los 10 y 40 metros
  - apoyado en el fondo
  - flotante
- ▶ Offshore, mar a dentro, a profundidades superiores a los 50 metros
  - flotante
  - sumergido

y según su generación de desarrollo tecnológico:

- ▶ 1ª Generación - onshore apoyado
- ▶ 2ª Generación - nearshore apoyado
- nearshore flotante
- ▶ 3ª Generación - offshore sumergido
- offshore flotante

Incluso bajo cada categoría se plantean una variedad de soluciones tecnológicas.

La clasificación anterior muestra que el desarrollo se encamina a alcanzar mayor profundidad y distancia

de la costa. Esto se debe a que la profundidad contribuye a dos beneficios considerables, a pesar de la mayor complicación técnica: principalmente, la energía de las olas a captar es mayor cuanto más alejado de la costa, pues al acercarse a la misma el rozamiento con los fondos marinos y finalmente el impacto con la costa misma o el efecto sombra de franjas terrestres hace que el mar pierda potencia; secundariamente, la profundidad suele venir asociada al alejamiento de la costa, por lo que el impacto visual sobre la costa, zonas, por lo general, más pobladas, se aminora considerablemente, pudiendo llegar a ser imperceptible a ojo humano. En contraprestación las tecnologías tienen que ser más robustas, pues se ven más expuestas a las inclemencias del mar.

El desarrollo está siendo similar en relación a la energía eólica marina. En el 2007, cuando se comenzó a mirar al mar, desde el Área de Energía del Cabildo, sólo se consideraba para Lanzarote la posibilidad de plantear parques eólicos offshore en el istmo marino comprendido entre Lanzarote y Fuerteventura. En ese momento se consideraba que las condiciones óptimas para este tipo de instalación se daban a 20 metros de profundidad. Dadas las características geológicas de nuestras islas, de origen volcánico marino, no vinculadas a la placa continental africana, se alcanzan rápidamente profundidades considerables, lo que limitaba su desarrollo en otras zonas. Hoy en día hay desarrollos tecnológicos, en periodo de prueba, que permiten su instalación en zonas con profundidades de más de 200m.

La rápida evolución de todas estas tecnologías es muestra del interés por su desarrollo y el magnífico potencial con que contamos a nivel mundial. El objetivo es desarrollar una tecnología de bajo coste y alta simplicidad con el mínimo impacto en el entorno. Pero el camino tiene escollos, así el sector se enfrenta a numerosas barreras, de los que destacan los siguientes retos para afrontar en el desarrollo de la generación eléctrica de origen marino:

- ▶ la necesidad de dinamización de los procesos de concesión de licencias y permisos para los proyectos, ya que las regulaciones locales y permisos requeridos son excesivos y están poco definidos,

- ▶ disponer de la experiencia de un mayor número de ensayos a escala total en el mar para conocer productividades e impactos ambientales,
- ▶ la falta de directrices reconocidas internacionalmente para la evaluación del rendimiento,
- ▶ resolver desafíos de conexión a la red eléctrica.<sup>7</sup>

En cuanto al desarrollo tecnológico propio se plantean los siguientes objetivos:

- ▶ producir un sistema de bajo coste competitivo a medio plazo con otras tecnologías de origen renovable,
- ▶ generar un suministro de energía regulable, predecible, y almacenable, especialmente adecuado para zonas aisladas,
- ▶ mejorar la tecnología existente y minimizar el coste de mantenimiento,
- ▶ desarrollar una tecnología reproducible y escalable para construir plantas con mayores potencias onshore y offshore,
- ▶ contribuir a los niveles de sostenibilidad energética.<sup>8</sup>

El pasado 8 de julio se inauguró la planta para el aprovechamiento energético de las olas de Mutriku.<sup>9</sup> Esta novedosa instalación es la primera instalación marina conectada a red en funcionamiento en España y en la Europa Continental. Cuenta con 16 cámaras turbinas, con una potencia instalada total de 296 kW. Se le estima una producción anual de 600.000 kWh, lo que supone energía eléctrica suficiente para abastecer las necesidades de 600 personas. Toda la energía eléctrica producida de esta forma limpia se inyecta directamente a la red general de distribución, lo que hace de Mutriku única en su tipo en todo el mundo. Es una planta pre-comercial que pretende dar a conocer y probar la viabilidad de este tipo de instalaciones como fuente de abastecimiento energético. La inversión total de este proyecto asciende a 6,7 millones de euros, de los cuales 2,3

millones de euros corresponden realmente a la instalación energética.

A nivel técnico existen otras dos instalaciones similares en Portugal y Escocia que son prototipos y tienen por finalidad principal la investigación antes que la producción de energía. La tecnología denominada OWC (Columna de Agua Oscilante en sus siglas en inglés) es una de las tecnologías de aprovechamiento energético de las olas más maduras que existen en el mercado. Es un proyecto fruto del trabajo del Gobierno Vasco, específicamente del Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo, que a través del Ente Vasco de la Energía y coincidiendo con el proyecto de nueva construcción de un dique de abrigo para la protección del puerto de Mutriku por parte del Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes, planteó la posibilidad de incluir en la misma una instalación energética renovable para la producción de energía eléctrica aprovechando las olas que inciden en el dique, y que asimismo ofreciera un alto valor añadido a esta importante obra portuaria.<sup>10</sup> Al abrigo de este ejemplo se motiva el inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote descrito en el apartado anterior.

Otra concepción interesante, dado el incremento de la penetración de las energías renovables, como de almacenamiento energético, es decir de garantía de suministro que implica es la solución que actualmente investiga la Universidad de Boston y el Fraunhofer Centre for Manufacturing Innovation. La idea es emplear buques que captarían la energía de las olas en alta mar en horas valle eléctricas, almacenándola para volcarla en puerto, en horas punta. Una de las principales ventajas de este tipo de solución sería evitar la inversión en costosos cables submarinos, de unos 350,000€/km. En Lanzarote se cuenta además con la particularidad de hallarse la principal central eléctrica junto a la principal infraestructura portuaria, lo que implica la proximidad a las apropiadas líneas de evacuación eléctrica. Estiman que la capacidad de almacenamiento de un barco de 46 metros de eslora es de 1MW por hora, lo que equivale al consumo de 1000 hogares, siendo capaz de almacenar en sus enormes baterías hasta 20 horas, 20MW. Los modelos a escala plantean un coste de generación eléctrica

<sup>7</sup> Roberto Legaz, Presidente de la Sección Marina de la APPA, según se recogen en: Efkosnew.com (2011) *En España hay en marcha 26 proyectos de energía marina por valor de 236 millones de euros.*  
<sup>8</sup> Presentación de la empresa Abencis Sea Power SL(2009) *Aprovechamiento de la energía del Oleaje, Proyecto SEAPOWER*, durante las jornadas de presentación del Mapa de Olas de Lanzarote.  
<sup>9</sup> Ente Vasco de la Energía (EVE) (2011) *Energía marina.*

<sup>10</sup> Ambientum.com (2011). *Las Olas del Mar, nueva Fuente de Energía.*



entorno a los 15c€/kWh, lo que al cambio actual corresponde a unos 11c€/kWh. De resultar cierto, teniendo en cuenta el coste de generación eléctrica insular analizado en el primer capítulo, el coste de generación estimado se encuentra por encima del eólico, por debajo de la solar y muy por debajo de la generación eléctrica convencional, pero con una gran ventaja sobre las otras dos alternativas renovables: al ser energía eléctrica almacenada es perfectamente gestionable.<sup>11</sup>

Actualmente, en España hay unos 26 proyectos de energía marina, tecnológicos y normativos-metodológicos, con una inversión estimada de unos 236 millones de euros.<sup>12</sup> El Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (PANER 2011-2020) establece un objetivo de 100MW a partir de esta fuente de energía. Es evidente que el desarrollo de este nuevo mercado sólo es una cuestión de tiempo.

En cuanto a la energía eólica marina no hay constancia de ninguna instalación en España, esperándose que los primeros parques eólicos marinos empiecen a funcionar a partir de 2012. Son varias las razones por las que este tipo de instalaciones no se han llevado a cabo hasta el momento: por una parte, la cautela que está teniendo la administración con respecto al impacto medioambiental de las mismas; por otra, los mayores costes de construcción, operación y mantenimiento, compensados por su mayor producción eólica a futuro; y por último, la posibilidad de desarrollar parques en tierra firme, siendo su carencia la que ha forzado su desarrollo en otros países europeos, como Alemania. El PANER 2011-2020 establece un objetivo de instalación de 3.000MW para el 2020.

### 3.3.1 Su desarrollo regulatorio en España

A nivel regulatorio en España se ha considerado tanto la energía del mar como la eólica marina dentro del régimen especial desde sus comienzos, siendo el RD 436/2004 donde se definen, por primera vez, las dos categorías del régimen especial que abarcan la energía generada en el mar territorial y que conserva el RD 661/2007:

- ▶ b.2.2. Instalaciones eólicas ubicadas en el mar
- ▶ b.3. Instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la geotérmica, la de las olas, la de las mareas, la de las rocas calientes y secas, la oceanotérmica y la energía de las corrientes marinas.

Como podemos observar, la categoría b.3. no sólo abarca la energía del mar, sino también la geotérmica, lo que no es más que el reflejo de su falta de desarrollo en el momento de su regulación.

En el régimen económico aplicable a la energía del mar se establece, tanto la opción de tarifa regulada, como de prima, siendo los valores actualmente en vigor los siguientes:

TABLA 37:

#### Tarifa y prima aplicables a la generación eléctrica a partir de la energía del mar

Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
Los primeros 25 años	7,4410	4,1519
A partir de entonces	7,0306	3,3047

Fuente de datos: Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

Tanto la tarifa como la prima son bajas en relación a las otras formas de energía renovables gestionadas bajo el Régimen Especial, lo que no motiva, ni compensa el sobrecoste de la investigación. Se reconoce por ello también el derecho a solicitar la percepción de una tarifa o prima, específica para cada instalación durante los primeros 15 años desde su puesta en servicio. El cálculo de esta prima se realizará a partir de los datos obtenidos conforme a lo establecido en el Anexo VIII del RD 661/2007, requiriendo de la presentación de un anteproyecto que describa de forma exhaustiva la instalación desarrollando al menos los apartados recogidos en el anexo. Esto no es más que el reconocimiento de la diversidad de instalaciones existentes, la imposibilidad de establecer una remuneración que garantice la rentabilidad de estos proyectos y, en definitiva, la necesidad de calcular una remuneración apropiada considerando las características específicas de cada instalación.

11 Globe-net.com (2011). *Ships that harvest electrical power from ocean waves (Barcos que recolectan potencia eléctrica de las olas oceánicas)*.

12 Efkosnew.com (2011). *En España hay en marcha 26 proyectos de energía marina por valor de 236 millones de euros*.

El problema está en que se trata del derecho de solicitar una remuneración específica, no la garantía de percibirla finalmente, siendo, en todo caso, la remuneración una incógnita a priori del proyecto.

En cuanto a la energía eólica marina nos hallamos ante otra particularidad en el régimen regulatorio al amparo del RD 661/2007. Simplemente se establece una prima máxima de referencia a efectos del procedimiento de concurrencia, previsto por el RD 1028/2007, que regula el otorgamiento de reserva de zona para instalaciones eólicas en el mar, y el límite superior aplicable en todo caso. Es decir, la prima finalmente establecida será la ofertada por el promotor a la hora de concursar, en el caso de ser adjudicatario.

Los valores actualmente en vigor son 9,1041c€/kWh para la prima máxima de referencia y 17,7114 c€/kWh el máximo al que se remunerará la energía generada, para el caso que prima más precio de mercado supere dicho importe.<sup>13</sup>

Como se mencionó en el apartado anterior, una de las principales barreras al que el sector se enfrenta radica en los procesos de concesión de licencias y permisos para los proyectos, ya que las regulaciones locales y permisos requeridos son excesivos y están poco definidos. Reflejo de ello es el marco establecido para la remuneración de la energía del mar, como el RD 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el proceso de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. Su desarrollo se centra en la eólica marina, definiendo un procedimiento simplificado para toda otra instalación de generación, ubicada en el mar, distinta a la eólica, es decir, la energía del mar.

Sirva de ejemplo de la complejidad que implica no tener un procedimiento claro y estandarizado para la autorización de este tipo de instalaciones, las competencias atribuidas a las distintas administraciones públicas y, por tanto, a ser consultadas a la hora de proyectar una instalación (Art.3): "Además de las competencias recogidas en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre,<sup>14</sup> en relación con las instalaciones objeto del presente real decreto:

<sup>13</sup> Puede consultar las últimas tarifas en la página web del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio: <http://www.mityc.es/energia/electricidad/Tarifas/Instalaciones/Paginas/Index.aspx>

<sup>14</sup> Por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de

1. Es competencia del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de la Dirección General de Política Energética y Minas, como órgano sustantivo, otorgar la autorización administrativa para la construcción, ampliación, modificación y cierre de las instalaciones.
2. Es competencia del Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Costas, otorgar las autorizaciones y concesiones de ocupación del dominio público marítimo-terrestre precisas para la instalación de un parque de generación eléctrica marino.
3. El Ministerio de Medio Ambiente actuará como órgano ambiental en las evaluaciones ambientales que se efectúen en la aplicación de este real decreto.
4. Es competencia del Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de Marina Mercante, autorizar las actividades precisas para la realización del objeto de este real decreto cuando afecten a la seguridad marítima, a la navegación y a la vida humana en la mar.
5. En caso de ocupación del dominio público portuario, la autoridad portuaria competente otorgará la correspondiente autorización o concesión, de conformidad con lo dispuesto en la legislación sectorial aplicable.
6. Es competencia del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la adopción de las medidas de protección y regeneración de los recursos pesqueros.

Dichas competencias serán ejercidas sin perjuicio de las que estuvieran legalmente atribuidas a otros órganos de la Administración."

En principio, la competencia es estatal, por lo que, por el momento, los gobiernos autonómicos quedan excluidos del procedimiento de autorización. A pesar de contar, en el caso de la Comunidad Autónoma de Canaria, el Gobierno de Canarias con las competencias exclusivas para la autorización de instalaciones eléctricas, su intervención, en este caso, se limitará a cuando la instalación planteada pueda conllevar una

autorización de instalaciones eléctricas, de aplicación en lo que no se oponga al RD 1028/2007 tratado.

repercusión negativa no prevista en los costes del sistema eléctrico.

### 3.4 Conclusiones

El estudio del recurso energético de las olas y viento sobre la superficie del mar en la zona marítima de la isla de Lanzarote concluye en la recomendación del aprovechamiento energético de este recurso.

El siguiente paso está en ubicar las zonas aptas para la instalación de las diversas tecnologías y su promoción.

Considerando la experiencia que de Mutriku, han de aprovecharse las sinergias entre posibles modificaciones en las infraestructuras portuarias e instalaciones de infraestructuras de generación eléctrica. Observando brevemente el inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote, vemos que gran parte de las mismas se encuentran en la costa sur de la isla, zona de bajo potencial de olas, no resultando a priori interesantes para este tipo de instalaciones. En cuanto a las restantes hay que destacar que algunas se encuentran en zonas protegidas, por lo que a falta de mayor estudio tampoco parecen recomendables. Aún así había que profundizar en el análisis de cada una de ellas, considerando no sólo la energía de las olas, sino también la del viento. Para este caso, las infraestructuras de la costa sur resultan inicialmente igual de aptas que las restantes.

Otra alternativa es la que en cierta forma representa el último proyecto del Gobierno Vasco, en fase de desarrollo e instalación: Bimpep (Biscay Marine Energy Platform)<sup>15</sup>, que será un centro en mar abierto para la prueba y ensayo de las diferentes tecnologías marinas para la captación de olas. Partiendo de este ejemplo, se plantea la necesidad de establecer puntos de enganche para las tecnologías de generación de energía a partir de las olas, considerando entre otros los siguientes aspectos para optimizar su ubicación:

- ▶ Su tendido hacia zonas de alto potencial de olas
- ▶ Su cercanía a puntos de consumo
- ▶ Estar fuera de zonas de protección y tránsito marino
- ▶ Su acceso terrestre en zona no protegida
- ▶ Su distancia a líneas de evacuación adecuadas

Otra alternativa a considerar sería una flota de los mencionados buques captadores de energía de las olas, que a falta de mayor análisis e información, parece vislumbrar la posibilidad de una significativa penetración de la energía de las olas, más allá del límite establecido del 30% de penetración de energías renovables, pues el mayor escollo a mayores niveles de penetración queda eliminado dada la total gestionabilidad de esta fuente de energía en la vía de captación propuesta, pudiendo incluso llegarse a barajar un sistema eléctrico basado al 100% en fuentes de energía renovable.

El beneficio del aprovechamiento energético de los recursos tratados debe valorarse, también, en relación al impacto medioambiental y socio-económico que genera. En este sentido, se considera que el impacto medioambiental de este tipo de instalaciones puede ser muy alto en el entorno natural y sus ecosistemas si no es diseñado adecuadamente. Es en el interés de la seguridad de las mismas instalaciones minimizar el impacto sobre su entorno próximo. El desarrollo de este tipo de infraestructuras busca sinergias con otras actividades, como la acuicultura para reducir su impacto. Las estructuras sobre fondos suelen incluso tener un impacto positivo sobre la fauna y flora marina al convertirse en atolones artificiales. A esto hay que sumar el beneficio ambiental que, de por sí, representa la sustitución de electricidad generada a partir de combustibles fósiles con respecto a la de la energía del mar o viento marino.

Un impacto medioambiental con repercusiones consideradas negativas es el impacto visual de este tipo de infraestructuras. Este puede resultar especialmente relevante en el entorno de la Reserva de Biosfera de Lanzarote y en relación a la actividad turística, si la instalación de generación no es planteada considerando su minimización. Gracias a que el potencial del oleaje es mayor en la costa norte y este y que tanto la actividad turística como la población se concentran principalmente en la costa sur de la isla el posible impacto visual se ve aminorado a priori. En este sentido, con el fin de reducir el impacto que podría resultar de la conglomeración de este tipo de infraestructuras sobre el mar y teniendo en cuenta que, en cuanto al recurso eólico, no hay diferencias en relación al lado de costa, resultaría conveniente concentrar el aprovechamiento de este eólico en mar, en el caso

<sup>15</sup> Ente Vasco de la Energía (EVE) (2011). *bimpep - Biscay Marine Energy Platform (Plataforma de Energía Marina de Vizcaya)*.

de encontrar la tecnología de captación apropiada, a la zona sur de la isla.

En cuanto al impacto socio-económico no puede más que preverse muy positivo. La sustitución de caros combustibles fósiles foráneos por la explotación de un recurso local hace que los flujos monetarios repercutan sobre la economía local. Es verdad que el elevado coste de inversión de este tipo de infraestructuras atraería inversión exterior a ser convenientemente remunerada, lo que no implica un cambio sustancial en relación a la situación actual - con la planta de generación convencional - evitando, eso sí, el actual pago de combustibles. Esto se debe a la generación de puestos de trabajos directos e indirectos vinculados con su instalación, explotación y mantenimiento. Si este tipo de inversiones es conducido adecuadamente puede ser fuente de desarrollo de un sector industrial especializado, ganándose experiencia y conocimientos exportables, convirtiéndose en fuente de flujos monetarios hacia la economía local. Sirva de ejemplo el caso de Mutriku. Éste ha sido el único proyecto en energía marina en toda Europa apoyado por el 6º Programa Marco de la Comisión

Europea. Las actividades de I+D tienen acceso a fuentes de financiación propia como a otros flujos monetarios con repercusión sobre la economía local.

Lanzarote cuenta además con la suerte de ser la sede del Instituto Politécnico de Formación Profesional Marítima Pesquera de Canarias, conocido comúnmente como Escuela de Pesca, que forma profesionalmente a buzos, acuicultores y especialistas en instalaciones y equipos náuticos y navales. Hoy en día vienen jóvenes de toda España para estudiar en la Escuela de Pesca, en el Puerto de Arrecife, las técnicas más modernas de pesca en alta mar. En el futuro podrían venir de todas partes para especializarse en trabajos asociados a la captación de energía del mar. Siendo frontera geográfica de Europa con África podría ser el trampolín para la divulgación y formación en la captación de la energía del mar, del desarrollo de esta fuente de energía en la costa africana.

Nos encontramos ante una oportunidad única de abrirnos a nuevos sectores generadores de conocimiento, riqueza y empleo para nuestra sociedad. ■

# Mapa minieólico

*Recursos Naturales, S.L.*

## **4. Antecedentes**

LA APUESTA DEL CABILDO DE LANZAROTE POR UN MEJOR SISTEMA energético, con menor impacto medioambiental, que aproveche los recursos energéticos locales, que reduzca los flujos de capital que salen de la región como contraprestación por el crudo importado, y que beneficie a la economía familiar fomentando el autoconsumo, requiere del desarrollo de las herramientas que faciliten el acceso a información, a conocimientos técnicos como del recurso energético disponible, que sirvan a la toma de decisión de inversores, técnicos y políticos.

El desarrollo del proyecto descrito a continuación representa un paso más en la promoción del aprovechamiento de las energías renovables en la isla como lo fueron el mapa solar, el mapa de aprovechamiento fotovoltaico de cubiertas, el mapa eólico y el mapa de olas.

En octubre de 2009 se firmó el Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Cabildo Insular de Lanzarote para llevar a cabo actuaciones de desarrollo sostenible en la Reserva de la Biosfera Lanzarote. Entre ellos se hallaba el desarrollo del Mapa Minieólico de Lanzarote.

El Ministerio persigue el fin de promover proyectos que cumplan con los objetivos definidos por la ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural. Así, se justificó este estudio bajo los siguientes argumentos, reflejos del articulado correspondiente:

- ▶ Ser una alternativa de diversificación económica de los hogares y actividades agrícolas y ganaderas de Lanzarote. (Artículo 20)
- ▶ Marcar el camino hacia un abastecimiento energético más sostenible (Artículo 23)
- ▶ Ser la base para el análisis de viabilidad y consecuente producción de energía eólica mediante instalaciones minieólicas (Artículo 24)

La necesidad de aprovechar al máximo los recursos energéticos disponibles, sin una pérdida significativa de calidad medioambiental, son las dos consideraciones básicas que condicionan el alcance del proyecto. El desarrollo tecnológico de la energía eólica, sus costes y su carácter limpio e inagotable, la convierten en una de los recursos energéticos endógenos de la isla que mayor futuro tiene por su alto potencial de aplicación. En el estado actual de la tecnología minieólica se establece la posibilidad de ubicar sus instalaciones casi en cualquier sitio con un potencial eólico moderado, lo que permite suministrar electricidad tanto a zonas aisladas y alejadas de la red eléctrica como su volcado a ella. Su impacto visual, principal impacto medioambiental negativo asociado a la energía eólica, es mucho menor en estas instalaciones que en los aerogeneradores convencionales al poderse instalar en cubiertas de edificios y en otros enclaves urbanos. Su instalación es relativamente sencilla, lo que permite su uso en lugares de difícil acceso o especialmente protegidos. Al permitir una mayor distribución del beneficio procedente del negocio eléctrico como al negocio de la industria instaladora contribuye a generar economía local, además de acercar la producción al consumo.

La complejidad y diversidad de tareas implícitas al desarrollo del proyecto hizo necesario acudir a empresas especializadas en el desarrollo de este tipo de estudios, siendo la empresa Barlovento Recursos Naturales SL a quien finalmente le fue adjudicado su desarrollo. El proyecto se desarrolló entre los meses junio y diciembre de 2010.

El objetivo general del proyecto ha sido conocer el potencial de la combinación del recurso eólico y tecnología minieólica, con el fin de valorar su posible contribución al mix energético insular, proveer de una herramienta de fácil comprensión para el inversor potencial como facilitar a los entes públicos competentes en la materia criterios técnicos para autorizar su instalación.

Esto se concretó en los siguientes objetivos específicos:

- ▶ Un modelo que evalúe el potencial minieólico en las tramas urbanas de Lanzarote, espacios públicos o edificados que puedan, teóricamente, albergar instalaciones minieólicas.
- ▶ Una matriz tecnológica en la que se evalúan las tecnologías minieólicas existentes en relación a las características de viento estudiadas, los requerimientos tecnológicos de las instalaciones, las características del entorno (edificación o espacio público) y los impactos que las instalaciones puedan tener sobre el mismo, como los costes que conlleva su instalación.
- ▶ Unas herramientas de presentación de la información al usuario, accesible a través de la página web de Energía del Cabildo Insular, simples y muy visuales.
- ▶ Un documento propuesta de ordenanza minieólica y guía a la toma de decisiones, que facilite y sirva de tutela a los ayuntamientos en la autorización de este tipo de instalaciones mediante criterios técnicos oportunos.

A continuación, se presenta, a modo de recopilación y ejemplo respectivamente, la información y herramienta de cálculo disponible a través de página web, seguida por la propuesta de ordenanza elaborada.

## 4.1 Mapa minieólico – herramienta web

### 4.1.1 Metodología

#### a) Introducción

El objetivo de esta herramienta desarrollada es el cálculo de la producción estimada de un aerogenerador de pequeña potencia en un emplazamiento determinado.

Cuando se trata de instalaciones eólicas de gran tamaño, como los parques eólicos, el proceso de evaluación comienza con la realización de medidas meteorológicas. Estas medidas son costosas y requieren de un largo periodo de medición de mínimo un año. Para la instalación de aerogeneradores de pequeña potencia no es viable seguir ese mismo planteamiento, pues encarecería notablemente la instalación.

#### b) Datos climáticos

Para pequeñas instalaciones se parte de datos climáticos de viento. A partir de la información facilitada por los atlas eólicos es posible conocer las condiciones generales del viento en el emplazamiento en el que se desea estimar la producción de la instalación minieólica.

Para el cálculo del potencial en la isla de Lanzarote se ha partido del Mapa Eólico de Canarias complementado con datos elaborados mediante el modelo Vortex. Estos datos climáticos corresponden a unas condiciones de viento generales que no son las que se producen sobre los emplazamientos concretos en los que se quiere realizar la instalación.

### c) El viento en entornos urbanos

Para pasar desde las condiciones de viento climáticas a las particulares de cada instalación se han modelado diferentes tipos de entornos urbanos. Para ello se ha empleado el software URBAWIND.

Los emplazamientos de las instalaciones minieólicas en entornos urbanos son complejos por estar rodeados de edificios bien en azoteas, terrazas, etc., donde es frecuente que existan numerosos obstáculos al flujo del viento. Por todo ello se trata de entornos muy turbulentos en los que la instalación del pequeño aerogenerador debe tener en cuenta no sólo la maximización de la producción, sino también la turbulencia ambiente. Hay que evitar la excesiva turbulencia, perjudicial para el aerogenerador, y tomar en consideración aspectos de seguridad como evitar cercanía a tendederos, permitir un tránsito seguro a las personas, etc.

El modelo obtenido permite calcular la perturbación local del flujo de viento,

teniendo en cuenta los edificios, la vegetación y la rugosidad del suelo. Además, el modelo permite calcular la intensidad de la turbulencia y la distribución estadística de la velocidad y dirección del viento.

En el capítulo gráfico se muestran algunos ejemplos de simulaciones de campo de viento realizadas durante el desarrollo de la aplicación.

► VER Ilustración 53: Variaciones de intensidad del viento en un entramado urbano + Ilustración 54: Cambios en la dirección del viento en un entramado urbano, + Ilustración 55: Zona de turbulencia elevada sobre edificio de menor altura que sus vecinos e Ilustración 56: Zona de turbulencia - CAPÍTULO GRÁFICO

### d) Recomendaciones para seleccionar la ubicación

Los criterios a seguir en la elección de la posición de un mini-aerogenerador deberán ser, evitar las posiciones más problemáticas - priorizando la seguridad -, evitar las posiciones más turbulentas y seleccionar las posiciones más energéticas.

El caso óptimo de instalación para la opción de "sobre cubierta o azotea" es que el edificio sea igual o más alto que los alrededores.

ILUSTRACIÓN 8:

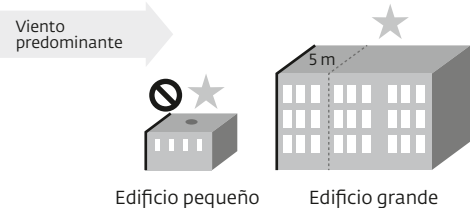
#### Situaciones deseables e indeseables en entorno urbano



Sobre edificios pequeños, hasta unos 100 m<sup>2</sup> de planta, el aerogenerador debe ir instalado cerca del centro del edificio. Para edificios grandes, un lugar óptimo para la obtención de energía es poner el aerogenerador a unos 5 metros del ala norte del edificio, pues en ese punto se produce una aceleración del flujo. El norte es la dirección de viento predominante en la isla.

ILUSTRACIÓN 9:

#### Posiciones óptimas y adversa para la instalación de un aerogenerador en cubierta



Un aerogenerador más alto produce más energía que uno más bajo. Para un mayor rendimiento energético se debe optimizar la altura del aerogenerador, cumpliendo con la ordenanza municipal y normas de la seguridad de la instalación.

ILUSTRACIÓN 10:

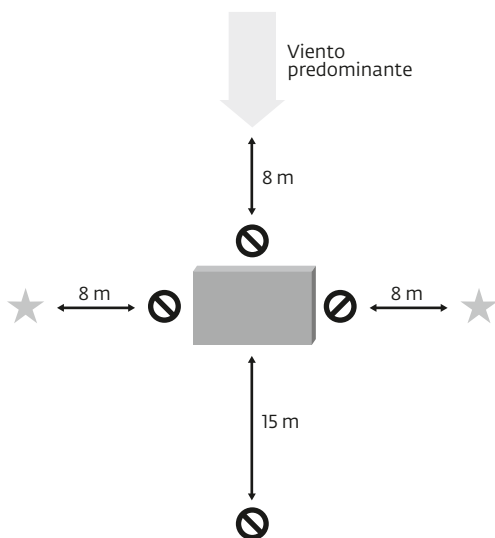
**Altura óptima y adversa para un aerogenerador**



Para el caso de un aerogenerador junto a una construcción aislada, el edificio disminuye la velocidad del viento al norte y sur del mismo, dirección predominante en la isla y su opuesta, por lo que se obtiene más energía si se ubica el aerogenerador al este o al oeste del mismo.

ILUSTRACIÓN 11:

**Ubicaciones óptimas y adversas para un aerogenerador en construcción aislada**



Las distancias mostradas son ilustrativas para un edificio de 2 pisos y unos 100m<sup>2</sup> de planta.

**e) El aerogenerador**

Los aerogeneradores de estas instalaciones vienen definidos por su altura de buje y por su curva de potencia.

La curva de potencia de un aerogenerador indica la potencia generada por un aerogenerador en relación a la velocidad del viento. Cada tipo de aerogenerador tiene su propia curva de potencia. Conocida la velocidad media anual y la distribución de velocidades, con la curva de potencia podemos calcular el rendimiento anual de la instalación.

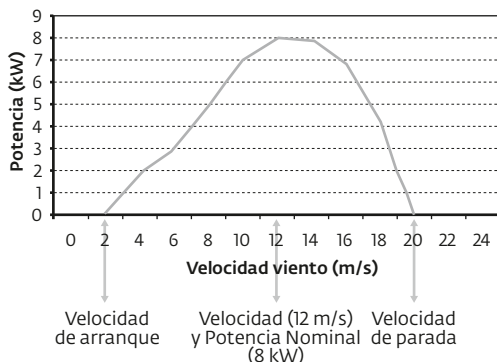
La curva de potencia de un aerogenerador determina la potencia que produce según la velocidad del viento. En ella se puede observar varios aspectos a tener en cuenta a la hora de seleccionar un equipo:

- ▶ Velocidad de arranque - aquella velocidad a partir de la cual el aerogenerador comienza a generar potencia
- ▶ Potencia nominal - máxima potencia que puede generar
- ▶ Velocidad nominal - velocidad a la que se alcanza la máxima potencia
- ▶ Velocidad de parada - velocidad a partir de la cual el aerogenerador se para, con el fin de evitar posibles daños que pueda sufrir la máquina debido a la fuerza del viento

ILUSTRACIÓN 12:

**Curva de potencia del aerogenerador**

**CURVA DE POTENCIA DE UN MINI-AEROGENERADOR DE 8 kW**





El rendimiento aerodinámico - el rendimiento del aerogenerador- es a causa de los rozamientos significativamente bajo, aprovechándose en la práctica sólo y en el mejor de los casos un 40 % de la potencia eólica disponible.

En el mercado existe una gran variedad de modelos de aerogenerador tanto de eje horizontal como de eje vertical, tema que será analizado en mayor profundidad en los apartados siguientes.

**f) El cálculo de la producción**

El cálculo de producción de una instalación minieólica sigue tres pasos:

1. Se parte de la información climática disponible.
2. Se define la posición del aerogenerador, considerando,
  - el tipo de entorno,

- la altura del edificio y de los edificios del entorno,
- la altura del buje del aerogenerador sobre el edificio o sobre el suelo.

3. Utilizando estas características se corrigen los datos climáticos con factores de corrección adecuados a cada tipo de emplazamiento y entorno hasta obtener las distribuciones de velocidades y direcciones en el emplazamiento del aerogenerador a instalar.

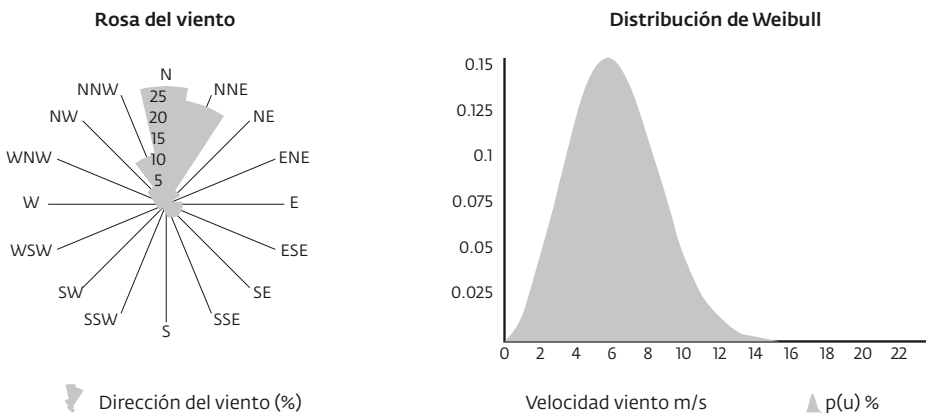
**Información climática**

En cuanto a la información climática del viento, es fundamental conocer dos aspectos clave: la rosa de viento y la distribución en velocidades, usualmente una distribución de Weibull.

En el siguiente ejemplo se muestra esta información climática para un determinado emplazamiento.

ILUSTRACIÓN 13:

**Distribución de dirección y velocidad del viento en un determinado emplazamiento**



A partir de la rosa de viento se puede concluir que el emplazamiento tiene la mayor parte de tiempo vientos de componente norte y nornordeste; que los vientos de componente norte copan en concreto más del 25% del tiempo y los de componente nornordeste más de un 20%. Puesto que el viento viene principalmente del norte, al elegir la ubicación concreta de un aerogenerador debe evitarse la existencia de obstáculos en esa dirección.

En cuanto a la distribución del viento se observa que su velocidad es la mayor parte del

tiempo - aproximadamente el 15% del mismo - de 6 m/s y que apenas se dan velocidades superiores a 16 m/s.

**Cálculo de producción**

Para calcular la producción de un aerogenerador a ser instalado en un lugar concreto se utiliza la distribución de velocidad de viento en ese emplazamiento, junto con la curva de potencia del aerogenerador. A continuación se muestra el cómo mediante un ejemplo.

TABLA 38:

**Producción total de un aerogenerador**

Velocidad m/s	Tiempo que el viento está a una velocidad dada <sup>1</sup> %	Potencia generada por el aerogenerador a la velocidad dada <sup>2</sup> kW	Producción total durante el año <sup>3</sup> kWh/año
0	1	0	0
1	2	0	0
2	3	0,1	35
3	4	0,2	105
4	5	0,3	280
...	...	...	...
		Total	1.000

1. Obtenido de la distribución en velocidades del emplazamiento:2. Valores obtenidos de la curva de potencia:3. 8760h

TABLA 39:

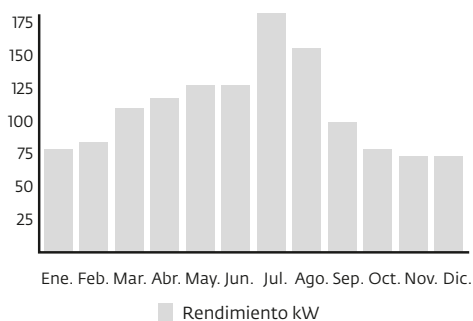
**Producción de un aerogenerador**

Producción de energía anual	1.000 kWh
Consumo medio anual de una vivienda en Lanzarote	4.000 kWh
Ahorro energético	25%

Por último, se muestra la producción total esperada para la instalación propuesta y el ahorro energético que esto supone, comparado con el gasto típico de una vivienda.<sup>1</sup>

Puesto que la fuerza del viento es variable en el curso del año, la producción varía también a lo largo del mismo.

ILUSTRACIÓN 14:

**Producción de un aerogenerador****RENDIMIENTOS POR MESES**

Ene. Feb. Mar. Abr. May. Jun. Jul. Ago. Sep. Oct. Nov. Dic.

■ Rendimiento kW

<sup>1</sup> El consumo medio anual de una vivienda en España se encuentra alrededor de los 4000 kWh/año. La potencia contratada más habitual en España se halla entre los 3 y los 5 kW.

**4.1.2 Tecnología****a) Introducción**

En los siguientes apartados se presentan las diferentes tecnologías existentes en aerogeneradores, sus componentes, dimensiones y características, tipos de aplicaciones, precios, labores de mantenimiento que precisan, como otra información adicional.

La tecnología minieólica está en constante evolución. Estados Unidos está a la cabeza del desarrollo en minieólica. En Europa destacan Reino Unido, Holanda y Alemania. China, el gigante asiático, también se encuentra presente en el mercado. España exporta esta tecnología a la espera de una regulación que impulse su mercado interior.

**b) Tipos de aerogeneradores****Aerogeneradores eólicos de eje horizontal (AEH)**

► VER Ilustración 57: Eje horizontal  
- CAPÍTULO GRÁFICO

La hélice del rotor está montada sobre un eje horizontal. El aerogenerador se orienta en la dirección del viento por medio de una cola direccional que puede ser pasiva - tipo veleta - o activa - motorizada. Los AEH son sensibles a los cambios en la dirección del viento y a la turbulencia, lo que afecta negativamente al rendimiento como consecuencia del desvío de la turbina ocasionado. Este tipo de aerogeneradores requiere de un reubicamiento en la misma en la dirección del flujo del viento, lo que se consigue gracias a su

cola direccional. Con el fin de reducir al máximo la necesidad de reposicionamiento, momentos de escasa o nula productividad, los mejores lugares para AEH son áreas abiertas, con flujo de aire suave y pocos obstáculos.

**Aerogeneradores eólicos de eje vertical (AEV)**

► VER Ilustración 58: Eje vertical tipo Darrieus + Ilustración 59: Eje vertical tipo Rotor H - CAPÍTULO GRÁFICO

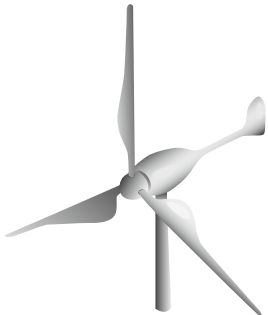


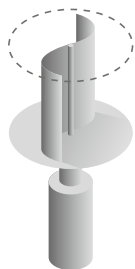
Las turbinas de eje vertical (AEV) se desarrollan generalmente sólo para el entorno urbano. Los cambios en la dirección del viento tienen menos efectos negativos en este tipo de turbina, ya que no necesita ser colocada en la dirección del viento. Sin

embargo, la eficiencia global de estas turbinas para producir electricidad es más baja que en las AEH.

Estas turbinas se clasifican según el principio utilizado para captar el flujo del viento como:

- Savonius, que utilizan la resistencia aerodinámica para extraer la energía a partir del viento. El viento empuja las palas, lo que implica que la velocidad de rotación es siempre menor que la velocidad del viento.
- Darrieus y Rotor H, que utilizan la fuerza de elevación del aire por sustentación. Al contrario que con los Savonius, el rotor gira más rápido que la velocidad del viento. La diferencia entre el tipo de Darrieus y Rotor H es que el primero tiene las palas curvas y el segundo las palas rectas.

TABLA 40:  
**Comparativa entre tipos de aerogeneradores**

	Eje horizontal	Eje vertical de sustentación	Eje vertical de arrastre
		 Darrieus  H-rotor	 Savonius
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiente</li> <li>• Ampliamente probado</li> <li>• Muy utilizado</li> <li>• Más económico</li> <li>• Muchos modelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia aceptable</li> <li>• Indiferente a la dirección del viento</li> <li>• Menos sensibilidad a turbulencia</li> <li>• Crea pocas vibraciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto probado</li> <li>• Silencioso</li> <li>• Robusto y fiable</li> <li>• Indiferente a la dirección del viento</li> <li>• Puede aprovechar flujos turbulentos</li> <li>• Crea pocas vibraciones</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No soporta adecuadamente cambios frecuentes en la dirección del viento</li> <li>• No tolera vientos racheados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No muy probado</li> <li>• Más sensible a la turbulencia que el Savonius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja eficiencia</li> <li>• Económicamente costoso</li> </ul>

Fuente: Wineur (2006), pág. 5. Origen: Randall 2003, Timmers 2001 and Clear Skies 2003

**c) Componentes**

Los componentes principales de los mini-aerogeneradores son similares a los de sus

hermanos mayores - los aerogeneradores de gran potencia -, excepto en su dimensión.

ILUSTRACIÓN 15:

**Representación de las partes de un aerogenerador**

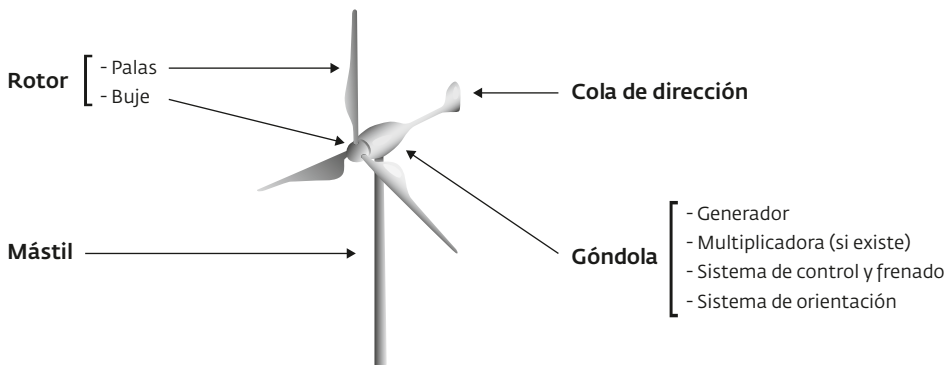


TABLA 41:

**Componentes de un mini-aerogenerador (1ª parte)**

<b>Rotor (Palas y Buje)</b>	<p>Transforma la energía cinética del viento en energía mecánica; puede estar situado a barlovento, de cara al viento, o a sotavento, de espaldas al viento, del generador; presenta un número de palas variable: una, dos, tres o multipala; y el material de las palas es variado, generalmente resina de poliéster.</p> <p>Su tamaño es relevante para la potencia del aerogenerador, pues ésta es directamente proporcional al área barrida por el rotor de la turbina. Por lo tanto, cuanto mayor sea la superficie, más energía será capaz de capturar el aerogenerador. Un incremento relativamente pequeño de la longitud del aspa o del diámetro del rotor produce un importante incremento de la potencia.</p>
<b>Góndola</b>	<p>Compartimento que alberga el generador eléctrico, la caja multiplicadora y los sistemas de control regulación y frenado.</p>
<b>Multiplicadora</b>	<p>Multiplica la velocidad de giro que llega al generador. En mini-aerogeneradores de &lt;10 kW generalmente no se usa la multiplicadora y el rotor va conectado directamente al generador.</p>
<b>Generador</b>	<p>Transforma la energía mecánica procedente del rotor en energía eléctrica.</p>
<b>Sistema de control</b>	<p>Permite detener la máquina y limitar su velocidad por razones de seguridad; optimiza el funcionamiento.</p>
<b>Sistema de orientación</b>	<p>Mantiene el plano de rotación del rotor en dirección perpendicular al viento. Este no es necesario ni para mini-aerogeneradores de eje vertical, ya que funcionan independientemente de la dirección del viento, ni para mini-aerogeneradores de eje horizontal con rotor a sotavento, pues las palas realizan la función de orientación. Los tipos más habituales de sistemas de orientación son las veletas de cola y orientaciones asistidas con motor.</p>

TABLA 42:  
**Componentes de un mini-aerogenerador (2ª parte)**

<b>Torre</b>	Eleva al aerogenerador a una zona más expuesta al viento y libre de obstáculos, con objeto de captar mayor energía cinética del viento. Deben estar situadas sobre una estructura soporte capaz de aguantar el empuje del viento.	Tubulares de acero	Ventaja: más estéticas	Desventaja: más costosas	
		Celosía	Ventaja: bajo costo	Desventaja: aspecto visual	
			Mástil tensado	Al ir tensadas pueden utilizar perfiles menores que las tubulares	
		Híbridos de los tres tipos anteriores			
		<b>Inversores</b>	Convierten la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA), pudiendo conectarse a la red eléctrica o usarse en instalaciones aisladas.		

**En sistemas aislados nos podemos encontrar también con:**

<b>Sistema de almacenamiento</b>	Permiten disponer de energía en períodos de viento flojo o calmas. El sistema más utilizado es la batería, pero hay otros reseñables como la acumulación térmica, el bombeo de agua o la desalación.
<b>Rectificadores y cargadores de baterías</b>	Convierten la energía de corriente alterna en corriente continua, permitiendo la carga de las baterías. Algunos inversores pueden actuar como cargadores de baterías.

**d) Dimensiones**

El estudio, cuyas conclusiones se presentan a continuación, se realizó entre casi 100 modelos de mini-aerogenerador, ordenados por potencias, separados por tecnología de eje horizontal y vertical, y caracterizados por altura, peso y precio.

La minieólica es una tecnología en continua expansión. Existen multitud de modelos y diseños en un amplio rango de potencias, de 0-100 kW sobre suelo, de 0-20 kW sobre cubierta. Cada año aparecen nuevos diseños.

Por este motivo y con objeto de ofrecer una primera aproximación a las dimensiones frente a potencias se presentan las siguientes gráficas, en las que, por potencias, se ofrece un rango de valores entre los que se encuentran los aerogeneradores actualmente en el mercado.

Hay que tener en cuenta que los valores son orientativos, pues se trata de los resultados de un estudio sobre una muestra de mini-aerogeneradores. En este sentido se recomienda solicitar la hoja de características cuando se consulte a un fabricante. En ella podrán verse los parámetros que definen el mini-aerogenerador.

**Altura:**

La altura del aerogenerador es un factor relevante para la ordenanza. La altura del aerogenerador se mide de diferente manera dependiendo de si es de eje vertical u horizontal.

ILUSTRACIÓN 16:  
**Rango de valor de un parámetro del mercado de aerogeneradores en relación a su potencia**

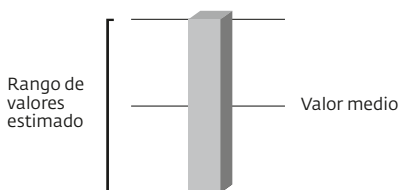


ILUSTRACIÓN 17:  
**Definición de la altura de un aerogenerador**

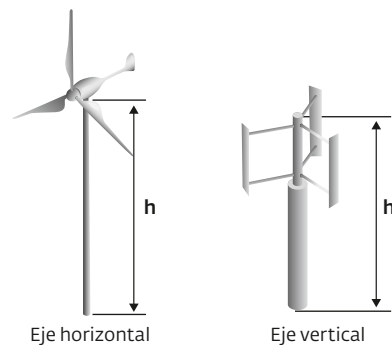


ILUSTRACIÓN 18:  
Relación altura/potencia de aerogeneradores de eje vertical

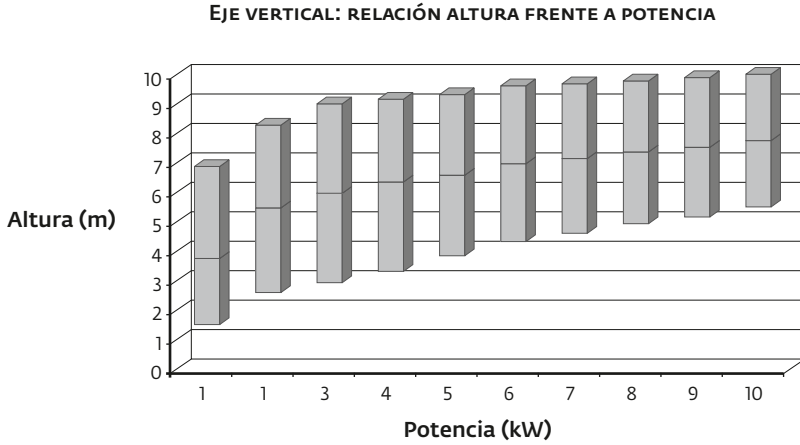
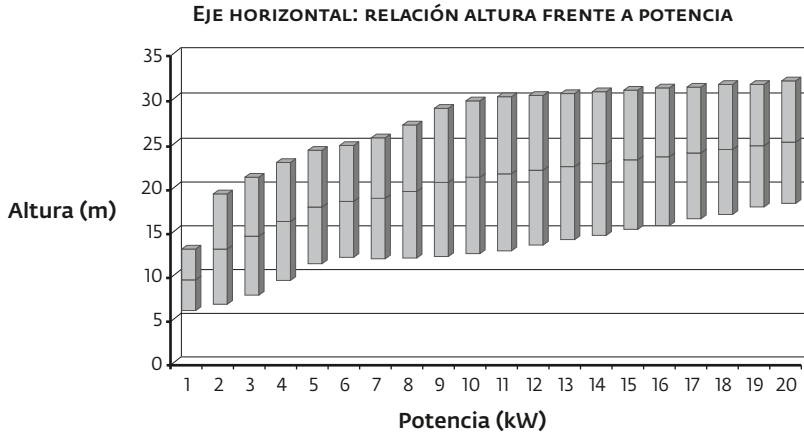


ILUSTRACIÓN 19:  
Relación altura/potencia de aerogeneradores de eje horizontal



**Peso:**

Conocer el peso del aerogenerador y mástil, y la capacidad portante de la cubierta –a ser

determinado por técnico competente - es clave a la hora de instalar un aerogenerador en una azotea o cubierta.

ILUSTRACIÓN 20:  
Relación peso/potencia de aerogeneradores de eje vertical

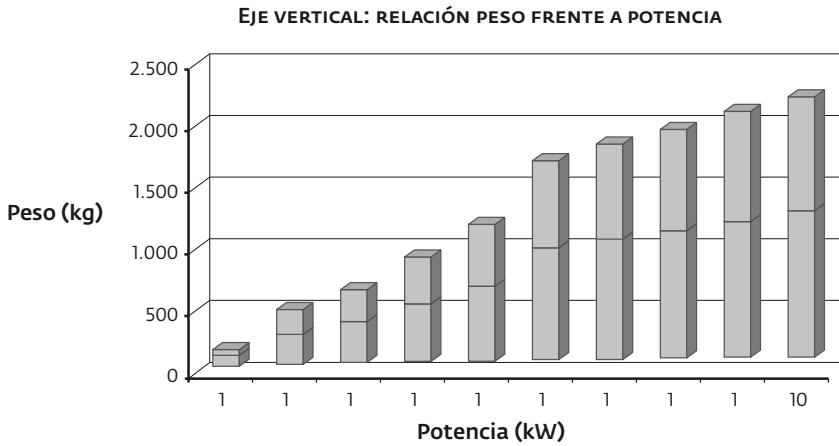
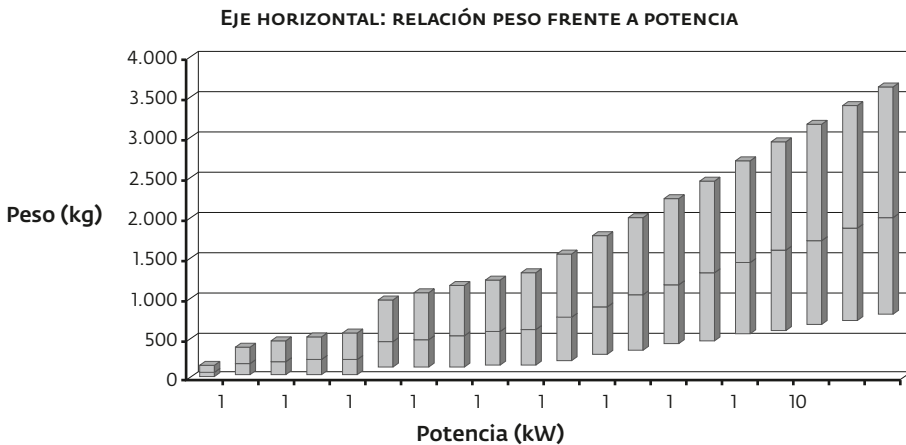


ILUSTRACIÓN 21:  
Relación peso/potencia de aerogeneradores de eje horizontal



**Precios:**

Los precios de las instalaciones tienen un rango muy amplio. Se presenta un orden de magnitud

de precios de mini-aerogeneradores, así como de componentes auxiliares e instalación. En todo caso, se recomienda consultar a un instalador.

ILUSTRACIÓN 22:  
**Relación coste/potencia de aerogeneradores**

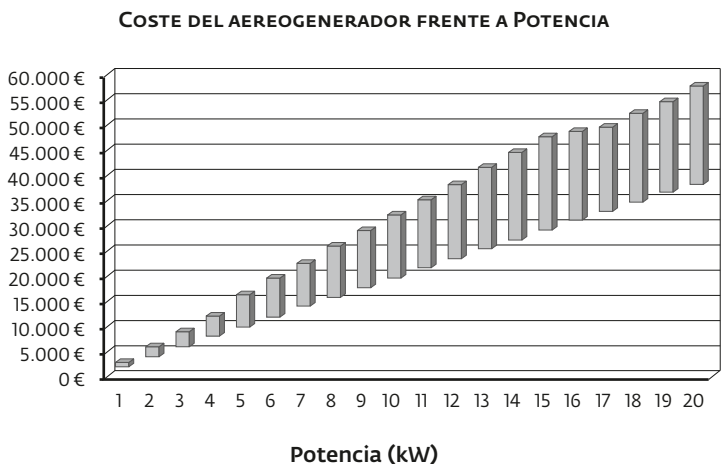
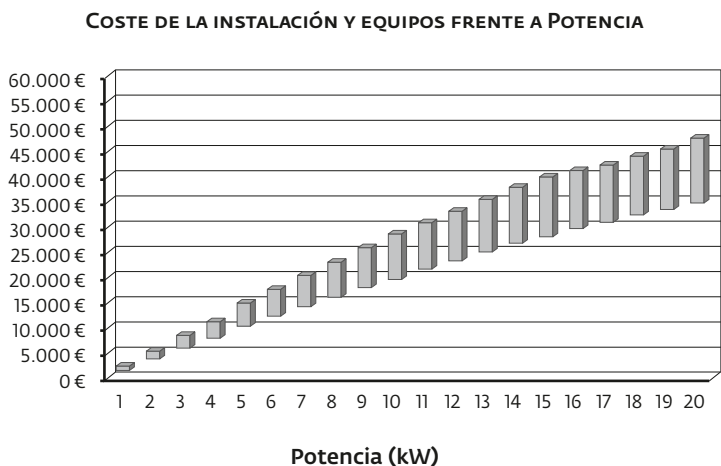


ILUSTRACIÓN 23:  
**Relación costes de instalación/potencia de aerogenerador y equipos auxiliares**



La vida útil estimada de los aerogeneradores es de 15 años, pero hay que tener claro que es fundamental realizar un buen mantenimiento del mismo si se quiere obtener un buen rendimiento del sistema a lo largo de su vida.

**e) Aplicaciones de los mini-aerogeneradores**

Las aplicaciones comunes de uso de la energía eléctrica generada a partir de aerogeneradores de baja potencia son dos:

**Instalaciones aisladas de la red eléctrica**

► VER Ilustración 60: Instalaciones aisladas de la red eléctrica - CAPÍTULO GRÁFICO

Las pequeñas turbinas eólicas pueden ser una fuente económica de electricidad para sitios aislados. La aplicación más común de sistemas aislados es la electrificación de viviendas rurales.



Las instalaciones cuentan generalmente con un pequeño aerogenerador, una o más baterías para almacenar la energía generada y un regulador que controla la carga y descarga de las baterías. Dependiendo de la aplicación, pueden incluir un inversor para transformar la electricidad de corriente continua en alterna.

En general la fluctuación del viento hace que no se pueda obtener una producción de electricidad de manera constante. Por esta razón, en muchas ocasiones se usa una turbina eólica en combinación con otra fuente de generación, como paneles fotovoltaicos o un generador diésel.

### Instalaciones conectadas a la red eléctrica

► VER Ilustración 61: Instalaciones conectadas a la red eléctrica - CAPÍTULO GRÁFICO

Si bien hasta algunos meses la regulación técnica a este tipo de instalaciones forzaba a volcar toda la producción eléctrica a la red, existe hoy en día técnicamente la opción de sólo volcar la excedentaria en un momento determinado y requerir la faltante en otro momento. La reciente modificación regulatoria, a nivel Canario, y el Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, a nivel estatal, abren la puerta a un aprovechamiento real de esta opción técnica, cuestión analizada en profundidad al evaluar el mercado minieólico. Esta forma de autoconsumo ganará en importancia a medida que se desarrollen redes eléctricas inteligentes, microredes, el uso del coche eléctrico, etc.: nuevas herramientas encaminadas a permitir mayor aportación de la producción eléctrica de origen renovable al sistema energético, evitando los actuales perjuicios de inestabilidad de la red.

TABLA 43:

### Tipos de instalaciones aisladas

Aplicaciones minieólicas	
<b>Conectadas a la red</b>	- Urbano - Residencial - Industrial
<b>Aislada</b>	- Electrificación rural - Bombeo de agua - Telecomunicaciones - Desalación de agua - Producción de calor - Producción de frío

### f) Mantenimiento

En general, los mini-aerogeneradores en áreas urbanas requieren de un mantenimiento básico. Serán las ordenanzas vigentes en los respectivos ayuntamientos de la isla de Lanzarote, las que marquen las directrices a seguir para el correcto mantenimiento de este tipo de instalaciones.

Se recomienda, con carácter general, contar con:

- un contrato de mantenimiento por empresa autorizada,
- un plan de vigilancia, cada 6 meses, efectuando una inspección visual y un control de los parámetros mecánicos y eléctricos principales,
- un plan de mantenimiento preventivo, cada 6 a 12 meses, con el objeto de mantener la instalación en buenas condiciones de operación, lo que incluye inspecciones visuales, verificaciones y comprobación de funcionamiento.

#### 4.1.3 Calcule su caso: La Casa Cabildo

La web da acceso a una herramienta interactiva mediante la cual, siguiendo unos simples pasos, se puede analizar un proyecto minieólico en una ubicación concreta de la isla de Lanzarote. La información pertinente es después reflejada en un informe final, aportándole al usuario la información básica para evaluar la posibilidad de desarrollar una instalación minieólica. Paso siguiente debería acudir a un instalador autorizado con el fin de concretar y llevar a buen puerto la mencionada instalación.

En el capítulo gráfico se presenta el proceso a partir de la valoración de la Casa Cabildo.

► VER Ilustración 62: Herramienta web para la evaluación de un proyecto minieólico ajustado al usuario + Ilustración 63: Localización de la ubicación por aproximación visual o mediante buscador + Ilustración 64: Localización aproximada de la Casa Cabildo + Ilustración 65: Elección del tipo de entorno circundante a la Casa Cabildo: Construcciones dispersas + Ilustración 66: Selección y descripción de la ubicación del aerogenerador + Ilustración 67: Selección de altura, instalación y aerogenerador + Ilustración 68: Informe resultante - CAPÍTULO GRÁFICO

## 4.2 Ordenanza minieólica

### 4.2.1 Introducción

La Ordenanza Propuesta del Cabildo de Lanzarote para la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de energía eólica, establece los requisitos mínimos que han de cumplir los sistemas eólicos aislados o conectados a red, garantizando en todo momento la seguridad, la integración y su adecuada ordenación en la isla.

El documento contiene el marco legal, condiciones urbanísticas, condiciones técnicas y condicionantes de protección ambiental, paisajística y de seguridad de las instalaciones.

### 4.2.2 Propuesta de ordenanza

#### PREÁMBULO

El elevado crecimiento del consumo energético en el planeta y la dependencia de los combustibles fósiles están provocando numerosos problemas de contaminación atmosférica que afectan a la calidad ambiental y la salud de las zonas urbanas.

Ante esta situación, las administraciones públicas, en todos sus niveles, están abordando importantes iniciativas para impulsar las fuentes de energías renovables, como estrategia para reducir la contaminación atmosférica y el abastecimiento energético.

A nivel nacional, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), ha elaborado el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER), que establece como objetivo, para el año 2020, el cubrir con energías renovables el 20% del consumo de energía final.

La energía distribuida, debido a la cercanía al consumidor, aporta una mayor eficiencia sobre

el kWh generado, liberando las infraestructuras eléctricas y minimizando las pérdidas que se generan debido al transporte de la energía.

Consciente del importante papel que habrán de desempeñar las entidades locales, se redacta la presente Ordenanza propuesta por el Cabildo Insular de Lanzarote, basándose en el modelo de la Asociación de Productores de Energía Renovable (APPA), con el objetivo de facilitar la incorporación de esta fuente energética en los municipios de la isla de Lanzarote y recogiendo las especificidades de la isla para la adecuada integración de la energía minieólica.

## TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES

### CAPÍTULO 1. MARCO DE LA ORDENANZA

#### Artículo 1. Objeto

El objeto de esta Ordenanza es regular la incorporación de instalaciones destinadas al aprovechamiento de energía minieólica para la generación de electricidad y establecer los requisitos mínimos que han de cumplir dichos sistemas en los diferentes municipios de la isla de Lanzarote, de forma que se preserven en todo momento la salud y seguridad pública, la integración paisajística de las instalaciones y los criterios técnicos exigibles.

#### Artículo 2. Ámbito de aplicación

1. Las determinaciones de esta Ordenanza son de aplicación a la generación de energía eléctrica a través de aerogeneradores de potencia de hasta 50 kW de potencia unitaria y 100 kW de potencia total<sup>2</sup>, instalados en la isla de Lanzarote y, en edificaciones e instalaciones o directamente sobre el suelo, siempre y cuando, el uso de la edificación se corresponda con alguno de los siguientes:

- Residencial en todas sus clases y categorías.
- Dotacional de Servicios Públicos.

<sup>2</sup> Las potencias máximas del aerogenerador también se limitan por las restricciones de altura y retranqueo sobre cubiertas. Las dimensiones de un aerogenerador de 50 kW son un máximo que se podría reducir; tendría aprox. 15 m de diámetro y 25 metros de altura de torre, por lo que con estas dimensiones sólo serían viables para su instalación en suelo.

- Dotacional de la Administración Pública.
  - Dotacional de Equipamiento en las categorías: Educativo, Cultural, Salud y Bienestar Social.
  - Dotacional Deportivo.
  - Terciario en todas sus clases: Hospedaje, Comercial, Oficina, Terciario Recreativo y otros Servicios Terciarios.
  - Industrial, Agrícola, Ganadero, clase de Servicios Empresariales y cualquier otro Industrial que comporte el uso de energía eléctrica.
  - Cualquier otro uso que requiera la emisión de licencia de obra por parte del Ayuntamiento.
2. En cuanto al aprovechamiento de la energía minieólica, podrá destinarse para su uso en las instalaciones eléctricas aisladas, o bien conectada a la red eléctrica en baja tensión (conexión a red).
3. Todo lo dispuesto en esta Ordenanza es de aplicación a los supuestos señalados, sea su titularidad tanto pública como privada.

### Artículo 3. Marco legal

La presente Ordenanza se redacta de acuerdo a la siguiente normativa de obligado cumplimiento:

- ▶ Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
  - ▶ Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
  - ▶ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  - ▶ Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
  - ▶ Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
  - ▶ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
  - ▶ Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
  - ▶ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
  - ▶ Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.
  - ▶ Ley autonómica 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.
  - ▶ Ley 1/1999, de 29 de enero, de Residuos de Canarias
  - ▶ Ley 4/1999, de 15 de marzo, del Patrimonio Histórico de Canarias.
  - ▶ Planes insulares y/o municipales de Ordenación del Territorio
  - ▶ Ordenanza fiscal reguladora de la tasa por la utilización privativa o el aprovechamiento especial de los bienes de dominio público municipal de este Municipio.<sup>3</sup>
  - ▶ Ordenanza de calas y canalizaciones en la vía pública de cada Municipio.<sup>39</sup>
  - ▶ Ordenanza reguladora de la publicidad exterior de cada Municipio.<sup>39</sup>
  - ▶ Reglamento de Procedimiento para el ejercicio de la Potestad Sancionadora, aprobado por Real Decreto 1398/1993, de 4 de agosto (BOE nº 189, de 9 de agosto de 1993).
  - ▶ Las restantes normas del ordenamiento jurídico administrativo que sean de especial o subsidiaria aplicación, de conformidad con la legislación que a modo descriptivo se hace.
  - ▶ Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación (CTE).
- En todos los casos, cualquier equipo que se instale deberá cumplir con las normativas de obligado cumplimiento y acreditar el cumplimiento de la norma internacional IEC-61400-2 o similar,

<sup>3</sup> Adaptar las ordenanzas y planes de ordenación del territorio.

mediante certificado emitido por un organismo de certificación internacional acreditado. Asimismo, se deberán adjuntar a la solicitud de licencia las certificaciones (de seguridad y ruido) de que disponga el aerogenerador.

#### **Artículo 4. Actuaciones sujetas a licencia**

1. Precisaré obtener licencia municipal de obra mayor, con arreglo a los requisitos contenidos en la presente Ordenanza, la instalación, ampliación, modificación o reforma que afecte a la estructura o al aspecto exterior, y desmantelamiento de infraestructuras y/o equipamientos necesarios para aerogeneradores, salvo que sea objeto de una orden de ejecución, con independencia de que el titular sea una persona privada física o jurídica, o un ente público. No precisará licencia de obra la mera sustitución o mantenimiento de los elementos de las instalaciones ya autorizadas, siempre que no se alteren sus condiciones iniciales.
2. Todo ello, sin perjuicio del cumplimiento de la regulación del vigente Plan General o cualquier legislación referente a Ordenación del Territorio y Vivienda en cuanto se refiere a las condiciones y limitaciones para su instalación.
3. Aquellas actuaciones que se lleven a cabo en dominio público municipal necesitarán, además, la autorización de uso de dicho dominio público, conforme a lo establecido en el Capítulo 2. Condiciones Generales.

### **CAPÍTULO 2. CONDICIONES GENERALES**

#### **Artículo 5. Cumplimiento de la normativa sectorial**

La instalación y el funcionamiento de los elementos y equipos para aprovechamiento de energía minieólica se ajustarán, además, a lo previsto en las disposiciones de la presente Ordenanza, a la vigente normativa general y específica de aplicación, y a la que en su caso venga a sustituirla, siendo de aplicación a tales efectos lo previsto en la aplicación de normas de rango superior, es decir, la entrada en vigor de normas legales de rango superior o de un planeamiento territorial supramunicipal que

afecten a las materias reguladas en la presente Ordenanza determinará su aplicación automática, sin perjuicio de una posterior adaptación, en lo que fuese necesario, de la Ordenanza.

#### **Artículo 6. Dominio público**

1. La facultad de ocupación del dominio público distinto del municipal irá siempre precedida de la autorización mediante el acuerdo o resolución de los órganos competentes de las Administraciones Públicas titulares del dominio público afectado. Será requisito imprescindible para el otorgamiento de la licencia, adjuntar a la documentación que sea presentada junto con la solicitud de licencia el referido acuerdo o resolución.
2. Cuando la utilización privativa o el aprovechamiento especial pueda suponer la destrucción o el deterioro del dominio público local, el beneficiario de la autorización estará obligado a prestar fianza en cualquiera de las formas admitidas en derecho, que deberá ser suficiente para cubrir el coste de los gastos de reposición o reparación.
3. En todo caso, las condiciones que se establezcan para la ocupación del dominio público local, tanto para la canalización subterránea de las redes como para su financiación, deberán someterse a los principios de igualdad de trato y de no discriminación entre los distintos titulares de los aerogeneradores.

#### **Artículo 7. Ejecución de los trabajos de construcción e instalación en el dominio público local**

La ejecución de los trabajos de construcción e instalación se realizará dentro del horario y de acuerdo con los términos indicados en la licencia. Se retirarán todos los materiales sobrantes de la obra y se restaurará su entorno en el caso de que éste resulte afectado por las obras, de acuerdo a lo exigido por el Ayuntamiento.

#### **Artículo 8. Realización de zanjas en la vía pública.**

En el caso de que sea necesaria la realización de zanjas en la vía pública de dominio público

municipal, su autorización y ejecución se regirá por la Ordenanza Municipal correspondiente.

### **Artículo 9. Mínimo impacto negativo**

1. La integración de las instalaciones para aprovechamiento de energía minieólica en el proceso de cualificación del paisaje natural, rural y urbano, que el Cabildo y/o Ayuntamientos deben desarrollar en el marco de las Directrices de Ordenación General de Canarias, constituye un objetivo básico de esta Ordenanza.
2. Como criterio general, la implantación de las infraestructuras para aprovechamiento de energía minieólica habrá de garantizar su adecuada integración en el paisaje, la concordancia con las determinaciones de protección de los espacios naturales, la previsión de espacio para compartir con otros instaladores. El otorgamiento de las autorizaciones administrativas se supeditará al cumplimiento de las obligaciones mencionadas.
3. Las instalaciones cumplirán las condiciones establecidas en la presente Ordenanza, debiendo ejecutarse adoptando las medidas de armonización con el entorno que sean más adecuadas en cada caso, especialmente, en los ámbitos de protección del patrimonio natural, cultural, histórico artístico, arquitectónico, etnográfico y arqueológico.
4. El Ayuntamiento una vez recibida la solicitud podrá consultar a los organismos administrativos responsables de la preservación del Medio Natural, Cultural-Arqueológico, etc. de forma previa a la autorización y estos establecer los condicionantes de evaluación que consideren oportunos.

## **TÍTULO II. CONDICIONES URBANÍSTICAS**

### **CAPÍTULO 1. ZONAS DE AUTORIZACIÓN**

#### **Artículo 10. Autorización de las instalaciones**

La autorización para la instalación de los elementos de la instalación para aprovechamiento de energía minieólica vendrá condicionada en

función del régimen jurídico que resulte aplicable en los distintos ámbitos de suelo clasificados y categorizados por cada Plan General Municipal de Ordenación (PGMO) en cada municipio y demás instrumentos supramunicipales de ordenación territorial y en relación con las limitaciones que se deriven de la salvaguarda de los valores urbanísticos y medio ambientales objeto de protección en cada clase y categoría de suelo.

#### **Artículo 11. Limitaciones de las instalaciones**

No podrán autorizarse este tipo de instalaciones sobre emplazamientos en situación de fuera de ordenación grave. Solamente se autorizará la instalación sobre emplazamientos en situación fuera de ordenación leve, siempre que no implique un aumento sobre la edificabilidad existente.

### **CAPÍTULO 2. ÁMBITOS DE EXCLUSIÓN**

#### **Artículo 12. Concepto y régimen de los ámbitos de exclusión**

1. Se entiende por "ámbitos de exclusión" aquellas zonas del ámbito territorial municipal cuyo régimen jurídico viene derivado de los instrumentos de planeamiento territorial y urbanístico y de ordenación de los recursos naturales en vigor, y que poseen valores medioambientales de especial fragilidad natural y paisajística, arqueológica, histórica, arquitectónica o etnográfica, que son objeto de protección por cualesquiera de tales instrumentos o de los de desarrollo del Plan General de Ordenación.<sup>4</sup>
2. Las limitaciones urbanísticas que hacen referencia al régimen jurídico que se deriva de los instrumentos de planeamiento de ordenación de los recursos naturales, territorial y urbanística en vigor en el ámbito del término municipal de los diferentes ayuntamientos de la isla de Lanzarote deberán adaptarse, en caso de posibles cambios de denominación y regulación, a las condiciones que en cada caso corresponda.

<sup>4</sup> Se puede crear un mapa con áreas de exclusión o limitar su instalación total o parcialmente en algunos casos concretos, por ejemplo en parques naturales, entornos urbanos protegidos, etc.

### **Artículo 13. Ámbitos de protección de espacios naturales.**

1. No se podrán autorizar instalaciones en aquellos ámbitos incluidos o delimitados como "Espacio Natural Protegido" dentro del Anexo del Decreto 1/2000, de 8 de mayo, del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias.
2. La concesión de la licencia urbanística para estas instalaciones contempladas con carácter excepcional en el apartado anterior exigirá el previo informe de compatibilidad de carácter vinculante del Servicio de Planificación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias o del correspondiente órgano gestor de los Espacios Naturales Protegidos.

### **Artículo 14. Ámbitos de planeamiento especial y de desarrollo del PGM.O.**

Se podrá desarrollar un instrumento de gestión en el que se defina la ordenación urbanística aplicable dentro del Plan General de Ordenación que sea de aplicación, no obstante lo anterior, se podrán conceder licencias provisionales en suelos urbanos no consolidados y urbanizables sectorizados mientras no se haya aprobado el correspondiente planeamiento de desarrollo o instrumentos de gestión en aquellas condiciones que establece el artículo 61 del TRLOT y ENC'oo y cumpliendo las condiciones establecidas por la presente Ordenanza.

### **Artículo 15. Ámbitos de protección del Plan General.**

1. No se podrán autorizar instalaciones, en aquellos ámbitos y edificaciones incluidos, por parte de los vigentes Planes Generales Municipales de Ordenación y de aquellos Planes Especiales de Protección que lo desarrollen, dentro de los Catálogos de Patrimonio Arqueológico y Etnográfico y/o dentro del Catálogo de Zonas de Interés Medioambiental, así como en aquellas edificaciones con un grado de protección 1

y 2 incluidas en el Catálogo de Patrimonio Arquitectónico y sus respectivos entornos de protección de 40 metros.

2. En el caso del Catálogo de Zonas de Interés Medioambiental podrán exceptuarse de esta prohibición las instalaciones sobre edificios en suelos urbanos o asentamientos rurales.

### **Artículo 16. Ámbitos de protección en zona de costas.**

1. No se podrán autorizar instalaciones dentro del Dominio Público y de la Servidumbre de Protección situada desde el Deslinde Marítimo Terrestre vigente en la actualidad hasta los 100 metros al interior en zonas calificadas como Suelo Rústico o Suelo Urbanizable, y hasta 20 metros al interior en zonas de Suelo Urbano, a excepción de los ámbitos incluidos en el Recinto Portuario, que se someterán a autorización preceptiva y vinculante de la Autoridad Portuaria con carácter previo a la licencia urbanística municipal.
2. Sin perjuicio de lo previsto en el epígrafe anterior, en estos ámbitos podrán autorizarse dichas instalaciones en las situaciones excepcionales que contemple la vigente Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

### **Artículo 17. Ámbitos de suelo rústico de categorización municipal.**

1. Si no existen modificaciones del Plan General referidas a energía eólica, no se podrán autorizar instalaciones en aquellas zonas reguladas por el planeamiento urbanístico como Suelo Rústico de Protección Paisajística o Cultural.<sup>5</sup>
2. Podrán exceptuarse de lo previsto en el apartado anterior, y con carácter transitorio, aquellos emplazamientos que permita el planeamiento municipal, en orden a su compatibilidad de usos y menor incidencia medioambiental. Las autorizaciones que se concedan en este caso tendrán carácter provisional y se otorgarán en base a lo

<sup>5</sup> Habría que adaptar las exclusiones referidas al Plan o modificar el plan teniendo en cuenta la posibilidad de minieólica.

dispuesto en el artículo 61 del TRLOT y ENC'00.

3. La concesión de la licencia urbanística para estas instalaciones contempladas con carácter excepcional en el apartado anterior exigirá la previa obtención de calificación territorial.

### **TÍTULO III. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN**

#### **CAPÍTULO 1. CONDICIONES GENERALES**

##### **Artículo 18. Aspecto visual.**

1. Los aerogeneradores se pintarán de un color no reflectante ni intrusivo, que se ajuste al entorno y a la arquitectura de la comunidad. Las torres serán de acero galvanizado, aluminio pulido o lacado en blanco, pudiendo emplearse otros colores en aquellos casos en los que se justifique su necesidad y quede acreditada una adecuada integración en el entorno.
2. En el diseño de las infraestructuras auxiliares se deberán, en la medida de lo posible, usar colores, materiales y texturas que se integren en el paisaje/entorno.
3. Los sistemas minieólicos no podrán estar artificialmente iluminados, a no ser que esté expresamente indicado por el Ayuntamiento.
4. Las canalizaciones de todo tipo habrán de quedar enterradas o integradas (nunca aéreas), con los elementos vistos convenientemente tratados para su adecuada integración en el entorno.

##### **Artículo 19. Elementos de carácter publicitario.**

Los aerogeneradores podrán incorporar leyendas o anagramas con carácter publicitario, únicamente para la identificación del fabricante y/o, en su caso, la institución pública que ha impulsado el proyecto.

##### **Artículo 20. Instalaciones no expresamente reguladas.**

Las instalaciones para aprovechamiento de energía minieólica no expresamente reguladas en esta Ordenanza se ajustarán a las disposiciones establecidas para las instalaciones de características morfológicas o funcionales análogas.

#### **CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE LA LOCALIZACIÓN**

##### **Artículo 21. Instalación de aerogeneradores en la cubierta de edificios.**

1. La instalación de aerogeneradores para aprovechamiento de energía minieólica no podrá reducir en modo alguno las condiciones de habitabilidad y funcionalidad de la edificación, por lo que no se podrán cubrir patios o claraboyas que sirvan de ventilación o iluminación a las dependencias del edificio.
2. Los mástiles o elementos soportes de los aerogeneradores apoyados en cubiertas planas o en los muros laterales de los torreones o cualquier otro elemento prominente de la cubierta, cumplirán las siguientes reglas:
  - a) El retranqueo mínimo del aerogenerador será de 1,1 veces la altura del mismo con respecto de las fachadas y medianeras vistas de carácter permanente del edificio sobre el que se sitúa.:En ningún caso, la altura de la torre excederá de 10 metros sobre la cubierta.<sup>6</sup>
3. Las torres sobre cubiertas inclinadas cumplirán las reglas establecidas en el apartado anterior.
4. Excepcionalmente, cuando concurren circunstancias objetivas que imposibiliten la instalación de los aerogeneradores conforme a las anteriores condiciones, y se propongan medidas especiales que minimicen los impactos producidos, quedará a criterio del Ayuntamiento la autorización de las mismas.
5. Los distintos elementos componentes irán mimetizados con el entorno y se ubicarán y colocarán en armonía con los elementos existentes de la cubierta.

<sup>6</sup> Esta restricción se podría reducir o proporcionar con la altura de la casa además del retranqueo, se adjunta tabla de potencias, alturas y diámetros de mini-aerogeneradores eólicos.

### **Artículo 22. Instalación de aerogeneradores sobre el terreno.**

Podrá admitirse este tipo de instalaciones en emplazamientos que cumplan con los siguientes requisitos:<sup>7</sup>

1. Se ajustarán a las condiciones urbanísticas que establece el Título II de la presente Ordenanza así como a las condiciones sectoriales que establece el presente Título III.
2. En zonas próximas a las vías públicas cumplirán con las normas reguladoras de las protecciones marginales de carreteras y vías públicas.
3. Para un mejor aprovechamiento de la energía eólica, la altura del aerogenerador podrá alcanzar hasta 15 metros sobre cualquier obstáculo del terreno en un radio de 100 metros, pudiendo alcanzarse una mayor altura en aquellos casos en los que se justifique su necesidad y quede acreditada una adecuada integración en el entorno.
4. En general, se admite como soporte el uso de mástiles de sección circular, elíptica, cuadrada, octogonal o similar, pudiendo admitirse excepcionalmente el uso de torres de celosía autoportantes siempre que se justifique su necesidad, la calidad y durabilidad de los materiales empleados y la estética de la solución propuesta. En ningún caso se admitirán como soporte elementos de carácter superficial o espacial, del tipo de los emparrillados metálicos o similares.
5. El vallado de protección de las instalaciones en Suelo Rústico se realizará cuando el aerogenerador esté provisto de vientos y cumplirá las condiciones que establece el Plan General Municipal de Ordenación.

Cualquier instalación deberá retranquearse un mínimo de 1,1 veces la altura del aerogenerador de los linderos de parcela. Con carácter excepcional, se podrán retranquear a una distancia inferior cuando los terrenos afectados sean de propiedad privada y se obtenga autorización escrita de los propietarios afectados.

<sup>7</sup> Se podrán restringir total o parcialmente a voluntad de los ayuntamientos.

### **Artículo 23. Instalación de aerogeneradores en fachadas y medianeras vistas de carácter permanente.**

Solo podrán situarse aerogeneradores para aprovechamiento de energía minieólica en las fachadas en armonía con la composición de sus huecos y con el resto del edificio y siempre que en el proyecto se prevea solución constructiva que garantice suficientemente su adecuada integración en la estética del edificio, quedando prohibido de forma expresa el paso visible por fachadas de cualquier tipo de canalizaciones.

1. Las paredes medianeras de carácter permanente entre fincas o edificaciones, que sean visibles desde las vías o espacios públicos, a efectos de la presente Ordenanza, tendrán igual consideración que las fachadas.
2. Se prohíbe cualquier instalación para aprovechamiento de energía minieólica y su correspondiente cableado en las fachadas y medianeras vistas de carácter permanente de los edificios catalogados por el planeamiento urbanístico en los edificios declarados Bienes de Interés Cultural y sus correspondientes entornos de protección y en el ámbito de los Conjuntos Protegidos.
3. Fuera de los ámbitos indicados en el párrafo anterior, en general, se prohíbe cualquier instalación para aprovechamiento de energía minieólica y su correspondiente cableado en las fachadas de los edificios, en las medianeras vistas de carácter permanente. Excepcionalmente, podrán autorizarse aerogeneradores en dichas ubicaciones cuando, quede debidamente justificada mediante la documentación gráfica necesaria (infografías, fotomontajes, etc.) la adecuada integración en la fachada.
4. En estos casos, se cumplirán las siguientes condiciones:
  - a) Se situarán por debajo del nivel de la cornisa, sin afectar a elementos ornamentales del edificio.
  - b) Su ubicación y colocación se ajustará al ritmo compositivo de la fachada.
  - c) La distancia de separación de los elementos del aerogenerador respecto



- al plano de fachada y de las medianeras, no superará 1,1 veces la altura del aerogenerador. Con carácter excepcional se podrán situar a una distancia inferior cuando los edificios o propiedades afectados sean de propiedad privada y se obtenga autorización escrita de sus respectivos propietarios.
- d) Dichos elementos irán mimetizados con la fachada, debiendo respetar, tanto por su composición y color, como por los materiales a emplear, el carácter del edificio en el que se ubican y del ámbito en el que éste se enclave.
  - e) El recorrido de cableado deberá ser canalizado y se integrará armónicamente con la fachada adaptándose al color y al ras del paramento.
5. En ningún caso, el cableado podrá tener tramos suspendidos en el aire.

#### **Artículo 24. Instalación en mobiliario urbano y otros soportes.**

1. Se podrá autorizar la instalación de aerogeneradores sobre soportes de alumbrado e iluminación, columnas informativas, quioscos, estructuras urbanas (pasarelas, puentes, escaleras, etc.) o cualquier otro elemento de mobiliario urbano. Para ello, se deben cumplir las siguientes condiciones generales:
  - a) Se habrá de conseguir un grado de mimetización que evaluará el Ayuntamiento en cada caso en función del tipo de elemento soporte y del entorno de que se trate, y la mejor adaptación con el paisaje urbano.
  - b) El cableado deberá discurrir canalizado y oculto.
  - c) La acometida y protecciones eléctricas necesarias para estos equipos deberán ser resueltas de acuerdo con las especificaciones y condiciones que establezca la normativa específica al efecto.
2. Aquellos elementos que se encuentren situados sobre suelo de dominio público cumplirán además las condiciones establecidas en el Artículo 6.

#### **Artículo 25. Instalación de canalizaciones.**

1. En los edificios existentes que no sean objeto de obras de rehabilitación integral, el tendido del cableado discurrirá, preferentemente, por patios interiores, por escaleras o por zonas no visibles desde la vía pública.
2. Excepcionalmente, y cuando se justifique la inexistencia de dichas zonas o la imposibilidad técnica del tendido por las mismas, podrá efectuarse el tendido por fachada siempre que éste se disimule con efectividad, ejecutando su trazado paralelamente a las cornisas, bajantes exteriores, juntas de dilatación u otros elementos continuos verticales existentes y adaptando el color de la canalización o del cable a la del paramento por el que discurra. Los elementos de conexión serán del menor tamaño posible, sin sobresalir más de 15 centímetros de la fachada y su situación y color se ajustará al ritmo compositivo de la misma.
3. En el caso de instalaciones en cubiertas de edificios, el recorrido del cableado se integrará armónicamente en la cubierta y no entorpecerá el paso de otro tipo de instalaciones y/o personas, debiendo discurrir bajo canales empotrados o adosados a la estructura de la construcción o del edificio, siempre que sea posible.

### **CAPÍTULO 3. CONDICIONES DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES**

#### **Artículo 26. Protección de la biodiversidad y el paisaje.**

1. Las instalaciones reguladas en esta Ordenanza deberán cumplir la normativa urbanística vigente en orden a impedir la desfiguración de la perspectiva del paisaje urbano y la rotura de la armonía paisajística o arquitectónica, así como a preservar y

proteger los edificios, conjuntos, entornos y paisajes urbanos y rurales incluidos en los catálogos o planes de protección del patrimonio. El órgano municipal competente verificará la adecuación de las instalaciones a las normas urbanísticas y valorará su integración arquitectónica, así como sus posibles beneficios y perjuicios ambientales.

2. La implantación de sistemas para aprovechamiento de energía minieólica no podrá resultar antiestética, inconveniente o lesiva para la imagen del Municipio, por lo que el Ayuntamiento podrá denegar o condicionar cualquier actuación que incumpla el marco de aplicación de lo dispuesto en el planeamiento urbanístico del municipio y la presente Ordenanza.
3. En el caso de cese de actividad, deberán retirarse todos los elementos afectos en los plazos predefinidos en esta Ordenanza, retornando la edificación o la parcela a su estado original.

#### **Artículo 27. Cumplimiento de la normativa.**

Las características y sistemas de protección de los elementos y equipos de cualquier instalación para el aprovechamiento de energía minieólica cumplirán en todo momento con lo establecido por la normativa específica de aplicación.

#### **Artículo 28. Seguridad mecánico-estructural.**

1. En ningún caso la instalación comprometerá la seguridad estructural del edificio ni la de sus moradores.
2. Se justificarán en el proyecto correspondiente las cargas y sobreesfuerzos producidos por la instalación.
3. Los aerogeneradores y elementos anexos (soportes, anclajes, riostras, etc.) deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o tratados convenientemente para este fin, sin que ello suponga ningún tipo de eximente para el cumplimiento del resto de las condiciones.

#### **Artículo 29. Seguridad eléctrica.**

1. Todo elemento o equipo perteneciente a cualquier instalación para el

aprovechamiento de energía minieólica objeto de esta Ordenanza dispondrá de puesta a tierra y cumplirá las condiciones que establece la vigente normativa electrotécnica.

2. La ubicación de aspás, mástiles, etc. deberá cumplir lo establecido en el RBT para distancias respecto a las líneas aéreas eléctricas de tensión. La misma distancia se mantendrá respecto a las líneas telefónicas.

#### **Artículo 30. Garantía del cumplimiento de esta Ordenanza.**

1. Las condiciones de diseño y cálculo de las instalaciones para aprovechamiento de energía minieólica deberán quedar suficientemente justificadas en los proyectos técnicos necesarios para la obtención de las licencias correspondientes mediante la utilización de procedimientos de reconocida solvencia.
2. La documentación mínima que se ha de entregar es la que figura en el Anexo I.
3. El proyecto de ejecución definirá con todo detalle la instalación y servirá de base para el otorgamiento de las licencias de obras.
4. Al finalizar las obras, y previo a la puesta en funcionamiento de la instalación, deberá presentarse un certificado, emitido por un técnico competente para ello, acreditativo de que la instalación realizada resulta conforme al proyecto de ejecución aprobado y se ha efectuado según lo establecido en Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

#### **Artículo 31. Responsables del cumplimiento de esta Ordenanza.**

Son responsables del cumplimiento de las prescripciones de esta Ordenanza el promotor de la instalación y/o el titular de la actividad, así como el técnico titulado director de la instalación.

#### **Artículo 32. Requisitos de las instalaciones.**

Con el objeto de obtener el máximo aprovechamiento energético en las instalaciones minieólicas, siempre que sea posible, debe proyectarse el sistema de captación en función de

los vientos predominantes según información eólica disponible, orientada para maximizar la energía eólica según el potencial eólico de la zona. Además, en el proyecto debe figurar la estimación de la producción de energía anual producida.

Los requisitos generales para instalaciones minieólicas se enumeran en los artículos posteriores.

**Artículo 33. Niveles sonoros, vibraciones, sombras y medición.**

El ruido de las instalaciones no puede superar en ningún momento los niveles máximos establecidos por las ordenanzas municipales, excepto en acontecimientos imprevistos como cortes de servicio o tormentas severas. En cualquier caso, se cumplirá con las especificaciones del Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación.

Las mediciones tendrán lugar en el linde de la propiedad.

La instalación minieólica no producirá vibraciones humanamente perceptibles en la propiedad o límites donde esté instalado.

Se recomienda hacer un análisis del potencial sombreado intermitente en viviendas habitables cercanas, el análisis deberá identificar la incidencia del efecto del sombreado desde la salida del sol hasta su puesta durante todo el año, el análisis deberá identificar situaciones de sombreado que afecten a ventanas de viviendas ocupadas durante más de 30 horas al año, describiendo las medidas para corregirlo o eliminar el problema.<sup>8</sup>

**Artículo 34. Distancia mínima del suelo y seguridad sobre terreno.**

1. La punta del aspa de cualquier aerogenerador deberá, en su punto más bajo, guardar una distancia al suelo de no menos de 5 metros, medidos en el punto más bajo del arco de las palas, esta distancia se podrá reducir en cubiertas, siempre que no sean accesibles o se cumplan las condiciones de seguridad que el ayuntamiento determine, en cualquier caso no deberán existir la posibilidad de contacto físico con las partes móviles de una persona, manteniendo el margen de seguridad.

<sup>8</sup> El tema del sombreado se puede añadir como una obligación, pero su estudio de forma previa resulta bastante complejo.

2. Todas las puertas de acceso al inversor y al material eléctrico deberán poder cerrarse con llave.
3. La señalización de advertencia adecuada (por ejemplo, riesgos eléctricos) se colocará en las torres de los aerogeneradores y equipos eléctricos.
4. El sistema de generación deberá disponer de un dispositivo de frenado o parada de emergencia, visible y perfectamente señalizado para ser activado por los servicios de seguridad y emergencias.

**Artículo 35. Sistema adoptado.**

1. El sistema que se instale constará del aerogenerador y de su equipo auxiliar apropiado para la evacuación de la energía generada, ya sea para inyectarla en la red o como sistema aislado.
2. En las instalaciones solo podrán emplearse aerogeneradores que cumplan las especificaciones que se indiquen en la normativa mencionada en el artículo 3 de esta Ordenanza y posteriores actualizaciones o modificaciones de las mismas. En el proyecto se deberán aportar las características de los elementos que las componen, incluyendo los certificados correspondientes. Por motivos de seguridad, y para facilitar el mantenimiento y reparación del aerogenerador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y segura.
3. La estructura soporte cumplirá las siguientes condiciones:
  - a) El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad del conjunto, siguiendo las indicaciones del fabricante.
  - b) Los puntos de sujeción para el aerogenerador serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores

a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de aerogenerador.

- c) La estructura soporte será calculada para garantizar la seguridad conforme a lo indicado por el fabricante del aerogenerador y siempre dentro de la recomendación UNE, teniendo en cuenta las acciones que tengan lugar sobre la misma, entre otras el peso propio, el viento, etc.
- d) Debe estar eléctricamente unida a una toma de tierra que cumpla con las especificaciones del Reglamento de Baja Tensión, para permitir la protección de las personas frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador.

### **Artículo 36. Instalación de tuberías y otras canalizaciones.**

En las partes comunes de los edificios, y en forma de patios de instalaciones, se situarán los montantes necesarios para alojar, de forma ordenada y fácilmente accesible para las operaciones de mantenimiento y reparación, las canalizaciones eléctricas que correspondan. Las instalaciones de tubería, canalizaciones eléctricas u otras no podrán transcurrir por las fachadas del edificio.

### **Artículo 37. Sistema de medida y control.**

Todas las instalaciones minieólicas conectadas a red que se ejecuten en cumplimiento de esta Ordenanza dispondrán de los aparatos adecuados para la medición de variables instantáneas, así como la energía acumulada producida, que permitan comprobar el funcionamiento del sistema.

Dicha medición se debe realizar con algún dispositivo electrónico que disponga de un canal de comunicación y que cumpla con el Real Decreto 1110/2007, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

### **Artículo 38. Obligaciones de conservación y mantenimiento.**

1. La instalación deberá ser conservada en buen estado de seguridad y salubridad por el propietario de la instalación o el titular de la

actividad.:La conservación de la instalación implica su mantenimiento, mediante la realización de las mediciones periódicas y reparaciones que sean precisas, para asegurar el cumplimiento de los siguientes fines:

- a) Preservar las condiciones con arreglo a las cuales hayan sido autorizadas las citadas instalaciones.
  - b) Preservar las condiciones de funcionalidad, seguridad, salubridad y ornato público, incluidos los elementos de soporte de las mismas.
2. Serán responsables del mantenimiento de la instalación sus propietarios o terceros, con independencia de que su utilización sea individual o colectiva.
  3. Asimismo, las instalaciones de energía minieólica habrán de cumplir los parámetros de mantenimiento recogidos en el Anexo II.
  4. Retirada de instalaciones defectuosas o abandonadas.:Cualquier instalación considerada poco segura por los servicios técnicos o de inspección del Ayuntamiento será reparada por el responsable o titular de la instalación para cumplir las normas estatales y locales de seguridad, o ser eliminada de forma inmediata.:Si cualquier instalación no está operativa durante un período de 12 meses consecutivos o más, el Ayuntamiento se lo comunicará al propietario por correo certificado y proporcionará 45 días para proporcionar una acción correctiva o el desmantelamiento de la instalación. El propietario podrá exponer sus razones si existe alguna dificultad operativa y proporcionará un calendario razonable para ejecutar la acción correctiva. Si el Ayuntamiento considera que el calendario de acciones correctivas es inadecuado, debe avisar al propietario de la tierra, el cual tendrá que retirar la instalación en un plazo de 120 días de haber recibido la notificación.:Los residuos generados deberán ser tratados y eliminados conforme a lo establecido en la Ley 1/1999, de Residuos de Canarias.

**Artículo 39. Empresas instaladoras.**

Las instalaciones habrán de ser realizadas por empresas instaladoras acreditadas conforme a lo previsto en la normativa sectorial de aplicación, y solo podrán emplearse elementos homologados por una cantidad debidamente autorizada.

Deberá estar en posesión del Certificado de Cualificación individual en Baja Tensión y del Certificado de Empresa Instaladora, según los requisitos que establece la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias.

En el proyecto de instalación deberán siempre aportarse las características de los elementos que la componen.

**Artículo 40. Derecho de aprovechamiento de la energía minieólica.**

1. La existencia de estas instalaciones no creará derechos ni condicionará la modificación o desarrollo del planeamiento urbanístico vigente a partir de la entrada en vigor de esta Ordenanza.
2. El planeamiento de desarrollo de las normas urbanísticas deberá garantizar, a través de sus determinaciones (ordenación, condiciones de edificación, etc.), la posibilidad de implantar las instalaciones reguladas en esta Ordenanza en condiciones óptimas.

**Artículo 41. Inspección y órdenes de ejecución.**

1. Los servicios técnicos municipales podrán realizar inspecciones en las instalaciones para comprobar el cumplimiento de las previsiones de esta Ordenanza.
2. Una vez comprobada la existencia de anomalías en las instalaciones o en su mantenimiento, el órgano municipal correspondiente practicará los requerimientos que tengan lugar, y en su caso, dictará las órdenes de ejecución que correspondan para asegurar el cumplimiento de esta Ordenanza.

**Artículo 42. Protección de la legalidad.**

Las acciones u omisiones que contravengan lo dispuesto en la presente Ordenanza podrán dar lugar a la adopción de las medidas que a

continuación se establecen, las cuales serán impuestas por el órgano competente del Ayuntamiento y mediante el procedimiento previsto para cada una de ellas:

- a) La restitución del orden urbanístico vulnerado y la reposición de la realidad física alterada, que se regirá por lo establecido en el Capítulo V del Título V del Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, aprobado por Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo (TRLOT y ENC'00, en adelante).
- b) La imposición de sanciones a los responsables, que se ejercerá observando el procedimiento establecido en la legislación general del procedimiento administrativo común (Ley 30/1992, de 26 de noviembre) y el Reglamento del Procedimiento para el Ejercicio de la Potestad Sancionadora, aprobado por Real Decreto 1398/1993, de 4 de agosto.

**Artículo 43. Régimen jurídico sancionador.**

El incumplimiento de las prescripciones contenidas en la presente Ordenanza se considerará infracción susceptible de sanción, de conformidad con lo regulado en el artículo 187 del TRLOT y ENC'00.

La calificación de las infracciones y de las sanciones que quepa imponer se regirá por lo previsto en los artículos 202 y 203 del TRLOT y ENC'00. No obstante, a esta tipología básica de infracciones y sanciones se añaden las siguientes:

- Constituyen infracciones graves las siguientes:
  - La realización incompleta o insuficiente de las instalaciones de captación de energía minieólica.
  - La realización de obras, la manipulación de las instalaciones o la falta de mantenimiento cuando supongan una disminución de la eficiencia de las instalaciones por debajo de lo que es exigible.
- Constituye, asimismo, infracción leve la ejecución de obras o instalaciones, cuando no se ejecuten en desarrollo de las previsiones urbanísticas del planeamiento.

En cuanto a la determinación de las consecuencias legales de las infracciones, de las personas responsables, de la competencia para incoar, instruir y resolver el procedimiento sancionador, de las reglas para la aplicación de las sanciones y de la graduación de las mismas, se estará a lo dispuesto en el Capítulo I del Título VI del TRLOTC y ENC'00.

#### **Artículo 44. Carácter independiente de las sanciones.**

Las multas que se impongan a los diferentes sujetos por una misma infracción tendrán carácter independiente.

#### **Artículo 45. Prescripción de infracciones y sanciones.**

1. Las infracciones muy graves prescribirán a los cuatro años, las graves a los dos años y las leves al año.
2. Las sanciones impuestas por faltas muy graves prescriben a los tres años, las impuestas por faltas graves a los dos años y las impuestas por faltas leves al año.
3. Los plazos de prescripción comenzarán a contarse conforme a lo regulado en el artículo 201 del TRLOTC y ENC'00, y se interrumpirán y reanudarán según lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

#### **DISPOSICIÓN FINAL**

La presente Ordenanza entrará en vigor una vez que quede aprobada definitivamente por XXXXXXXXXXXXXXXX<sup>9</sup>, continuando su vigencia hasta tanto se acuerde su modificación o derogación.

#### **ANEXO I. DOCUMENTACIÓN EXIGIDA PARA LA TRAMITACIÓN DE LAS LICENCIAS**

1. Instalación de aerogeneradores de pequeña potencia para la generación de energía tanto para sistemas aislados como para sistemas con conexión a la red eléctrica.

- Proyecto redactado por un técnico competente.

<sup>9</sup> Hay que definir el organismo de aprobación de la ordenanza

- Certificado de Solidez de la edificación, suscrito por un técnico competente, cuando se instalen en edificaciones existentes.
- Solicitud de la preceptiva licencia urbanística, según modelo oficial, a la que se adjuntarán los documentos detallados en la misma que le sean de aplicación.
- Contrato de mantenimiento establecido en el Anexo II de duración no inferior a un año prorrogable automáticamente.
- Estudio del potencial eólico de la zona y de la producción de energía anual de la instalación, basado en la información eólica disponible.

2. En el caso de ubicación sobre suelo rústico se debe aportar, además de la documentación indicada en el punto anterior, la siguiente:

- Calificación Territorial otorgada por el Cabildo de Lanzarote que autorice la instalación pretendida.
- Estudio de Impacto Ambiental, si procede.

En el supuesto de que la potencia que se vaya a instalar sea inferior a 10 kWp, el proyecto se podrá sustituir por una memoria descriptiva de la instalación, según formato exigido en el RBT.

#### **DOCUMENTACIÓN REFERIDA AL PROYECTO**

##### **Memoria:**

1. Datos Generales.
  - Denominación social y NIF, dirección completa y representación legal.
  - Dirección, clasificación y calificación urbanística del inmueble que ocupa la instalación según el planeamiento urbanístico vigente.
2. Descripción de la Instalación.
  - Descripción general de la instalación, especificando el tipo de instalación y los principales elementos que la

componen, con sus características más significativas.

3. Certificado de Solidez Técnica.
  - Certificado acreditativo de la solidez de la instalación y de la estabilidad de la estructura soporte, firmado por un técnico competente.
4. Estudio de Seguridad y Salud.
5. Resumen del Presupuesto.

#### Planos:

1. Plano de Situación.
    - Plano de situación de la instalación, sobre cartografía del Plan General Municipal de Ordenación representada a una escala mínima 1:2000, con cuadrícula incorporada. En el plano se ha de destacar la parcela objeto de la instalación y se deben representar las infraestructuras o elementos que tengan incidencia sobre su evaluación ambiental.
  2. Plano de Emplazamiento.
    - Plano a escala adecuada (mínima 1:500), en el que figure el emplazamiento de la instalación en relación con su entorno inmediato. En el mismo, deberán representarse igualmente aquellas infraestructuras o elementos que tengan incidencia sobre su evaluación ambiental.
  3. Planos de la implantación de la Instalación.
    - Planos de planta (escala mínima 1:200), alzados, secciones completas perpendiculares a fachadas y a medianeras con vistas permanentes, y detalles de la instalación, en los que se definirán las dimensiones y límites de la cubierta o parcela, la ubicación, dimensiones, retranqueos y geometría de los elementos que componen la instalación, así como de los elementos de protección y la solución justificativa de integración de la instalación.
    - Planos de planta, alzado, secciones tipo y detalles de cada uno de los elementos
- accesorios que componen la instalación (soportes, conducciones y cableado, etc.), incluyendo los de protección.
- En el caso de instalación en edificios, se deberán adjuntar los planos constructivos de la estructura de sustentación de la instalación minieólica y de las fijaciones, así como del reparto de cargas.

#### Estudio de Integración:

1. Se aportará la documentación gráfica y escrita, fotográfica e infográfica, redactada por un técnico competente en la materia (intervenciones en edificios catalogados o entornos de protección), con la calidad suficiente y necesaria para definir y presentar los datos, parámetros y características, tanto de la instalación como del entorno, de acuerdo con lo dispuesto en la presente Ordenanza. La documentación infográfica deberá contener una simulación del impacto visual desde las perspectivas más desfavorables, incluido el que sería observable desde las vías públicas.
2. Se estudiarán y seleccionarán medidas de adaptación e integración más adecuadas a las circunstancias concretas de la instalación y de su entorno, teniendo en cuenta la especial sensibilidad en la aproximación a la intervención sobre el patrimonio histórico-artístico y arquitectónico, así como las especificidades características de edificios catalogados o entornos de protección, tanto en suelo urbano y urbanizable como en suelo rústico.

#### ANEXO II. MANTENIMIENTO

Desde el momento de la puesta en marcha de la instalación y la entrega provisional, el titular ha de llevar a cabo las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora.

Con el fin de garantizar la realización del mantenimiento, se habrá de presentar un contrato de mantenimiento de la instalación minieólica, que deberá ser efectuado por empresas de mantenimiento o instaladores debidamente autorizados por la Administración correspondiente.

El mantenimiento se realizará siempre según las indicaciones del fabricante y además, deberá organizarse complementariamente mediante un plan de vigilancia, un plan de mantenimiento preventivo.

Las operaciones mínimas a realizar según cada plan de mantenimiento se describen en los puntos 1, 2 y 3, de este anexo respectivamente.

Transcurrido 1 mes desde la puesta en servicio del aerogenerador, se recomienda hacer la primera inspección. En dicha inspección se incluirán las conexiones, tornillería, vibraciones, protecciones eléctricas, energía producida, etc.

### Plan de vigilancia.

El plan de vigilancia se refiere, básicamente, a las actuaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación continúen siendo correctos. Se trata de un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (eléctricos, mecánicos y/o térmicos) para el correcto funcionamiento de la instalación.

La instalación deberá incorporar la electrónica necesaria para la disposición de un sistema de supervisión y monitorización en tiempo real de dichos parámetros funcionales. Igualmente deberá contar con un sistema de seguridad o frenado automático que se active en caso de que se registren valores anómalos.

Además, con una periodicidad mínima de seis meses, deberán realizarse las operaciones que se especifican en la siguiente tabla:

TABLA 44:

#### Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación
<b>A. AEROGENERADOR</b>	
<b>Cimentación y torre</b>	Inspección visual de degradación: grietas
<b>Palas</b>	Decoloraciones y rugosidades.
<b>Rotor</b>	Inspección visual de funcionamiento.
<b>Estator</b>	Inspección visual
<b>B. ACUMULADORES</b>	

Elemento de la instalación	Operación
<b>Batería</b>	Comprobación del estado de carga
	Inspección visual de funcionamiento
<b>C. EQUIPOS ELECTRÓNICOS</b>	
<b>Inversor</b>	Inspección visual de las alarmas, el cableado y la limpieza del inversor
<b>Regulador</b>	Inspección visual de las alarmas, el cableado y la limpieza del regulador

### Plan de mantenimiento preventivo.

Se trata de la realización de operaciones necesarias con el fin de conseguir unas prestaciones adecuadas de la instalación para incrementar la vida útil de los elementos que componen la instalación y, como consecuencia, lograr un menor número de averías y conseguir una mejora en los niveles de seguridad de la instalación.

Dichas operaciones consistirán en inspecciones visuales (IV), actuaciones de verificación (AV) y comprobación de funcionamiento (CF).

El plan de mantenimiento lo habrá de efectuar personal técnico especializado. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones llevadas a cabo con el mantenimiento correcto.

El mantenimiento habrá de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarios para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

De forma detallada, se describen a continuación las operaciones de mantenimiento que habrán de realizarse en las instalaciones de energía minieólica, la periodicidad mínima establecida (en meses) y las observaciones en relación con las prevenciones. No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

En la siguiente tabla aparecen las siguientes abreviaturas:

IV: Inspección visual

CF: Comprobación de funcionamiento

AV: Actuación de verificación



TABLA 45:  
Plan de mantenimiento preventivo

Elemento de la instalación	Operación	Tipo de actuación	Frecuencia (meses)
<b>A. AEROGENERADOR</b>			
<b>Cimentación y torre</b>	Inspección visual de desprendimiento de material, índices de corrosión	IV	12
	Pares de apriete	AV	12
<b>Palas</b>	Fisuras y marcas de grietas	IV	12
<b>Estator y rotor</b>	Megado devanados	AV	12
<b>Tornillería</b>	Revisión y reapriete	AV	12
<b>Cojinetes, soportes y rodamientos</b>	Lubricación	AV	12
<b>Conexiones</b>	Apriete de bornes y conexiones y estado de diodos de protección	AV	12
<b>B. ACUMULADORES</b>			
<b>Baterías</b>	Terminales, su conexión y engrase	AV	12
	Apriete terminales sobre bornes	AV	6
<b>C. EQUIPOS ELECTRÓNICOS</b>			
<b>Regulador</b>	Funcionamiento de los indicadores e intensidad y caídas de tensión entre terminales	CF	12
	Cableado y conexión de terminales	AV	12
<b>Inversor</b>	Rango de tensión, estado de indicadores y alarmas	CF	12
	Terminales, su conexión y engrase	AV	12
<b>Contadores</b>	Funcionamiento y tolerancia de la medida	CF	12
	Conexión de terminales	AV	12
	Conexión remota, almacenamiento de registros, regulación y tolerancia de la medida	CF	6
<b>Sistemas de monitorización</b>	Conexión de terminales	AV	12
<b>Sistema de seguridad o frenado automático</b>	Comprobación accionando este manualmente	CF	12
	Holgura de amortiguadores hidráulicos y pérdidas de aceite	AV	12
<b>D. CABLES, INTERRUPTORES Y PROTECCIONES</b>			
<b>Cableado</b>	Estanqueidad, protección y conexión de terminales, empalmes y pletinas	CF	12
	Caídas de tensión solo CC.	CF	12
<b>Interruptores</b>	Funcionamiento y conexión de terminales	CF	12
<b>Protecciones</b>	Funcionamiento y actuación de los elementos de seguridad y protecciones: fusibles, tomas de tierra, interruptores de seguridad	CF	12

## APÉNDICE: TERMINOLOGÍA RESPECTO A LA ENERGÍA MINIEÓLICA

A efectos de esta ordenanza, se definirán los siguientes términos y tendrán el significado que se indica:

**Altura total de del aerogenerador.** Se contemplan dos casos en función del tipo de aerogenerador:

- Altura desde la base del mástil al eje del rotor, para el caso de aerogeneradores de eje horizontal.
- Altura desde la base del mástil al punto más alto de los álabes, para el caso de aerogeneradores de eje vertical.

**Aerogenerador:** máquina que convierte la energía del viento en energía eléctrica.

**Álabes, aspas o palas:** elemento del aerogenerador que por aprovechamiento aerodinámico transforma la energía cinética del viento en energía mecánica en el eje del generador.

**Batería:** dispositivos para almacenar energía eléctrica.

**Cimentación:** conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la instalación al suelo.

**Góndola:** elemento que protege el generador eléctrico en los aerogeneradores de eje horizontal.

**Inversor:** equipo electrónico que convierte la corriente continua en corriente alterna.

**Mástil o torre:** elemento del aerogenerador que soporta la góndola (en su caso) y al rotor.

**Megado:** medida de la resistencia de aislamiento de una instalación.

**Rotor:** componente rotativo de una turbina eólica para la captación de la energía cinética del viento, incluyendo ya sea a los álabes y su ensamble, o la porción rotatoria del generador.

**Sistema de energía minieólica:** una instalación de energía minieólica consiste en una instalación o agrupación de instalaciones alojadas en una misma propiedad (edificio o parcela con una misma referencia catastral), que comparten un mismo punto frontera y con capacidad de producir un máximo de 100 kW. En el caso de sistemas conectados a red, debe incorporar un inversor para

que la calidad de la energía inyectada en la red sea la adecuada.

### 4.3 El mercado eólico

#### 4.3.1 Su desarrollo regulatorio en España

En el marco regulatorio actual la minieólica cae bajo el Régimen Especial en su categoría de energía eólica. Dado que la generación solar y eólica han compartido a lo largo de su periplo gran parte de su marco regulatorio, partimos de lo expuesto en el capítulo dos en relación al marco regulatorio de la solar fotovoltaica, planteando a continuación las singularidades del mercado eólico. Así, la energía eólica ya obtuvo, bajo el régimen especial, categoría independiente en el RD 2818/1998, subdividiéndose en terrestre y marina bajo el RD 436/2004. A partir de entonces la categoría asignada a la energía eólica terrestre, que ampara la generación minieólica, es la b.2.1.

El Plan de Fomento de Energías Renovables estableció a final de 1999 el objetivo de potencia eólica instalada en 8.974 para 2010, con el fin de llegar a cubrir el 11,2% de la generación eléctrica. El propio plan recoge un análisis del desarrollo eólico hasta la fecha como base a la seguida exposición de sus objetivos respecto a este sector: "El desarrollo experimentado desde los prototipos de los 80 y primeros parques de demostración (promovidos por la Administración y un sector industrial incipiente), continuando con el despegue a principio de los 90 de una actividad industrial y comercial, hasta el crecimiento exponencial experimentado al final del siglo, en el que se ha configurado un mercado consolidado y con grandes tasas de crecimiento, han hecho de esta tecnología un ejemplo de análisis. Las claves de este desarrollo han sido el esfuerzo coordinado de la Administración y la industria, basado en un esfuerzo continuado en Investigación y Desarrollo, y Desarrollo Tecnológico (I+D+DT), logrando un descenso de costes y aumento de la fiabilidad; un diseño de ayudas públicas bien estructurado que ha permitido incentivar la cadena tecnológica; un alto grado de aceptación y compatibilidad en el ámbito medioambiental; y, un adecuado marco legislativo y normativo de acceso a la Red, dando estabilidad en una nueva actividad comercial diversificada. Las medidas e incentivos que se establecen en el Plan con el fin de alcanzar los objetivos en los plazos propuestos,

son: estabilidad en el régimen especial, valorando las ventajas positivas de esta energía y su eficiencia; desarrollo de infraestructuras de interconexión; regulación del marco de relaciones con los Entes Locales; armonización de procedimientos medioambientales y normativas; impulso al I+DT en la industria; marco de ayudas a la exportación; y, campañas de formación e imagen del sector. Con todo ello, la evaluación del recurso realizada por diversas fuentes sitúan el potencial técnicamente aprovechable en el rango de los 7.500-15.000 MW, proponiendo el Plan un incremento de 8.140 MW (frente a la potencia instalada de 834 MW en 1998) y un producible de 19.536 GWh/año, equivalente a 1.680 ktep. En el año 2006 el objetivo se situaría en 5.550 MW de potencia instalada, con unas inversiones que representan la movilización de 756.831 miles de Mpta. Por todo ello, este área se configura como una de las áreas bases del Plan y representa una oportunidad para el mercado de las renovables, tanto por el volumen de inversiones como por el desarrollo de una auténtica estructura industrial con una gran proyección exterior.”

Para el año 2004 ya se había alcanzado el objetivo en un 91%, siendo la potencia eólica instalada de 8.155 MW, razón para que el PER 2005–2010 ampliara confiadamente el objetivo en 12.000 MW para 2005, con el fin de alcanzar los 20.155 MW para el 2010. Ya entonces se consideraba

el mercado eólico un mercado maduro, con costes de producción, relativamente, estables, tecnología probada y gran capacidad de producción.

En la tabla siguiente podemos ver los principios que, según lo establecido en el RD 436/2004, determinaban el precio de venta considerado necesario para alcanzar el objetivo perseguido.

TABLA 46:

#### Principios de determinación del precio de venta según RD 436/2004

	Tarifa	Prima
<b>5 primeros años</b>	90% PM	40%
<b>10 años siguientes</b>	85% PM	
<b>Años posteriores</b>	80% PM	
<b>Incentivo de participación en libre mercado</b>		10%

PM=Precio medio o de referencia, establecido en 7,2072c€/kWh, para el 2004.

Según lo dispuesto, la tarifa resultante sería la aplicable a toda nueva instalación hasta alcanzar los 13.000 MW instalados. La potencia instalada a 1 de enero de 2007 era de 11.615 MW. Para final de mayo entra en vigor el RD 661/2007, lo que implica un cambio de tarifa previo, manteniéndose, eso sí, el objetivo de potencia instalada por el PER en los 20.155 MW para 2010.

TABLA 47:

#### Tarifa y prima para la venta de la energía generada a partir de energía eólica RD 661/2007

Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite superior c€/kWh	Límite inferior c€/kWh
<b>Primeros 20 años</b>	7,3228	2,9291	8,49944	7,1275
<b>A partir de entonces</b>	6,1200	0,0000		

Fuente: RD 661/2007

Alcanzado el objetivo, se procede, en noviembre de 2009, al cierre del proceso de inscripción en el registro de pre-asignación de retribución de instalaciones de régimen especial, estando su reapertura prevista para el 2012.<sup>10</sup>

Hasta este momento, el papel de la minieólica se puede considerar inexistente en el mercado eléctrico. El marco regulatorio siempre ha definido la prima o tarifa regulada en relación a la gran eólica, sin tener en cuenta el mayor coste por potencia instalada implícita a la minieólica, ni premiando el menor efecto sobre la red de la generación distribuida que implica - el acercar la producción al consumo. La imposibilidad de percibir

<sup>10</sup> AEI-Cluster RICAM, Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010). *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias.*

asignación de tarifa, al igual que la gran eólica, frena toda posibilidad de desarrollo de la minieólica en venta de energía. Aún así, a la vista de las medidas y objetivos que expone el PANER 2011-2020 y que empiezan a reflejarse normativamente, no sería de extrañar que en cualquier momento disponga de una considerable legislación propia, reduciendo las barreras administrativas vigentes y asignándosele una tarifa específica que permita el desarrollo efectivo de la minieólica.

#### **4.3.2 La semilla del mercado minieólico de Lanzarote**

El Decreto 32/2006 regula la instalación y explotación de los parques eólicos en el ámbito de la Comunidad Autónoma Canaria, lo que en su redacción original se centraba en instalaciones de más de 10 kW, dejándose expresamente fuera a las miniturbinas eólicas por considerar su influencia sobre la red como irrelevante. En el caso de superar la potencia de 10 kW se establecen dos vías de asignación de potencia: la concursal, tanto para parques eólicos con consumo asociados como para aquellos destinados a verter toda la energía generada a la red, o la administrativa, exclusivamente para las instalaciones eólicas dedicadas a fines de investigación y desarrollo tecnológico conectadas a la red o asociadas a sistemas singulares de acumulación energética.

Para el caso de instalaciones de hasta 10 kW, a falta de una normativa concreta, sólo se podía suponer subrogada a la normativa y procedimientos administrativos generales, aplicables a instalaciones conectadas a red - los mismos aplicables a la fotovoltaica. En base a ello, requisitos técnicos implicaban instalaciones de consumo y generación diferenciadas, con contadores y conexiones a red aparte, forzando a la venta total de la electricidad a la red y el pago del consumo de forma y a tarifa diferenciada. Esto no resultaba ser lo óptimo dado el valor tarifario/ precio + prima de la eólica en relación al coste del consumo, sin entrar a valorar el coste real de generación de la minieólica, considerablemente superior al de la gran eólica - principal objetivo de la remuneración establecida. La minieólica ha estado, por tanto, en un campo gris a nivel económico, técnico y administrativo, retrayendo su desarrollo en términos reales.

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio lleva tiempo trabajando junto con la Comisión Nacional de la Energía y el Comité Consultivo de Electricidad en un proyecto de Real Decreto de regulación de la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Dadas las modificaciones que a lo largo del tiempo ha sufrido dicho documento y la incertidumbre sobre la aprobación de su última redacción<sup>11</sup>, hacen difícil vislumbrar la evolución del sector minieólico a nivel nacional.

Al amparo de la competencia con que cuenta el Gobierno de Canarias en el campo de la energía, se publicó el pasado 17 de mayo el primer cambio real en la normativa que abre el campo al desarrollo de la minieólica en los próximos años en Canarias. Este cambio no es más que la respuesta del Gobierno de Canarias - a través de Consejería de Empleo, Industria y Comercio - al reto impuesto por el mencionado PANER 2011-2020, que promueve la creación de una nueva regulación para facilitar la conexión de las instalaciones de generación eléctrica con energías renovables interconectadas con la red eléctrica especialmente en baja tensión y que se ha de entender en concordancia con lo que se está barajando para el ámbito nacional.

Desde el preámbulo del Decreto 121/2011, que modifica parcialmente el Decreto 32/2006, el Gobierno de Canarias declara su intención de "aprovechar las ventajas de las instalaciones eólicas de pequeña potencia frente a la gran eólica, que permite la integración de generación renovable sin necesidad de crear nuevas infraestructuras eléctricas, fomentando además la implicación ciudadana en la mejora de la eficiencia energética y la lucha contra el cambio climático, para lo que se ha ampliado el ámbito e aplicaciones del Decreto." Así amplía el ámbito de aplicación del Decreto a todas las instalaciones eólicas. Si bien parece abrirse la vía a la tramitación administrativa a instalaciones con consumo asociado, la formulación empleada sólo establece la posibilidad de solicitar que se les exima de la necesidad de obtener asignación previa mediante concurso para instalar parques eólicos asociados a instalaciones receptoras que consuman o pretendan consumir energía, como en

<sup>11</sup> Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.*

relación a la repotenciación de alguna instalación eólica existente. Habrá que esperar a su desarrollo reglamentario para valorar las implicaciones reales de esta formulación.

En todo caso, esta posibilidad queda limitada a instalaciones con consumos asociados que cumplan las siguientes condiciones:

- ▶ quedar vinculada a una instalación receptora<sup>12</sup>,
- ▶ estar supeditada al previo funcionamiento de la instalación de consumo asociado,
- ▶ tener un consumo asociado, donde la potencia total de la instalación eólica propuesta no pueda superar en 2 veces, ni a la potencia de consumo contratada, ni a la de la potencia de los receptores instalados.

Las modificaciones introducidas por este decreto, implican, a nivel técnico, un cambio significativo en el tipo de instalación planteada, pues hasta la fecha las instalaciones generadoras y de consumo representaban, de facto, dos instalaciones independientes. A partir de ahora se trata de una única instalación de cara a la red eléctrica donde el consumo y la generación se unen a través de la instalación receptora.

Se establece, a su vez, un límite máximo de volcado a la red en términos de promedio anual, del 50% de la energía generada, pudiendo verterse a la misma únicamente la energía excedentaria de todo momento. Esta limitación no afecta a las instalaciones de pequeña potencia, definidas en el mismo decreto como instalaciones de hasta 100kW de potencia, pudiendo verter a la red toda su producción siempre que quede acreditado el funcionamiento de la instalación consumidora a la que se vincula. Esta medida no tiene otro fin que el de evitar la picaresca, en relación a las grandes instalaciones, de establecer puntos de consumo fantasmas - sin consumo real - simplemente con el fin de evitar el concurso de asignación de potencia, eso sí, asumiendo el coste implícito a la contratación de potencia de consumo por la mitad de la potencia del parque eólico planteado.

Al poner en relación la última versión del Proyecto de Real Decreto por el que se regula la

<sup>12</sup> Receptor – Aparato o maquina eléctrica o agrupación de ellos, que utilizan la energía eléctrica para un fin determinado. ITC-BT-01

conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia<sup>13</sup>, que abarca la cogeneración y las energías renovables, con lo recogido en el mencionado RD Decreto 121/2011 a espera de su desarrollo reglamentario, es evidente que se apuesta formalmente por la generación distribuida y el autoconsumo. El desarrollo de las nuevas tecnologías de redes inteligentes ya permite responder a señales e incentivos económicos, pudiéndose ofrecer servicios de regulación: contadores inteligentes no sólo facilitan el autoconsumo, sino que permiten la telemedida y telegestión, para, por un lado, facilitar una gestión de la demanda por parte de los operadores de la red y, por otro lado, permitir la participación activa de los consumidores/generadores en la operación del sistema<sup>14</sup>. Se emprende así el camino hacia una posible aplicación real de estos desarrollos.

Por el momento, el sector minieólico se halla a la espera de una tipificación y tarifa especial ajustada a la necesidad de desarrollar su mercado. Si bien son numerosas las vías de incentivar un tipo de instalación frente a otro pudiendo probablemente alguna resultar más adecuada en este caso concreto, al haberse centrado este libro en las herramientas de mercado – tarifas y primas – sin entrar a valorar otros incentivos como por ejemplo las subvenciones directas a las instalaciones, se plantea a continuación una posible gestión a través del mercado, tanto de la minieólica en comparación con la fotovoltaica como en relación al tipo de instalación de conexión a la red.

Actualmente se considera que el coste de instalación por kW<sub>p</sub> de la minieólica está algo por encima del coste de instalación de la fotovoltaica. En este sentido cabría de esperar una tarifa algo superior a la fotovoltaica de pequeña potencia con el fin de compensar el sobrecoste de inversión en que se incurre. A nivel de hogares estaríamos en ambos casos por encima del precio de tarifa de último recurso (TUR). A sabiendas que la TUR es una tarifa máxima aplicable al consumo de los hogares podemos hallar en el mercado de distribución precios menores. Lo cierto es que, en

<sup>13</sup> Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia*.

<sup>14</sup> Greenpeace España (2011). *Observaciones de Greenpeace al "Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia"*.

las circunstancias actuales, al potencial inversor le es más rentable consumir la electricidad de la red que consumir la energía producida por su hipotética instalación de mini-generación. El nivel tarifario actualmente aplicado a la fotovoltaica compensa su coste de inversión bajo la venta total de la producción, considerando el tiempo de aplicación garantizado para la misma y la producción esperada para estos años. Si bien el Régimen Especial permite la venta de toda la producción como sólo la excedentaria, han sido tanto el tipo de instalación autorizado técnicamente como la lógica de maximizar beneficios, la que ha llevado a la venta de toda la generación eléctrica. Si a partir de ahora se promueve técnicamente otro tipo de instalación que lleve al autoconsumo, sólo se volcará a la red parte de la generación en momentos excedentarios. Al considerar esta energía solamente como energía vendida, las tarifas/primas de aplicación deberían ser considerablemente más altas, pues sólo se remunerarían parte de la generación eléctrica. El mayor coste para el consumidor de la producción autoconsumida ha de ser compensada por el beneficio generado en la venta de la energía excedentaria, si el sistema de promoción ha de funcionar. La última redacción disponible del Proyecto de Real Decreto sienta las bases para este posible desarrollo futuro:

1. Al establecer la obligación de anotación, en la inscripción definitiva de las instalaciones de producción conectadas a la red interior, la particular al margen del Registro del Régimen Especial.
2. Al definir los posibles equipos de medida a ser empleados con el fin de facturación y establecer la posibilidad de instalar equipos de medida bilaterales en el punto frontera si la instalación se acoge a la opción de saldo de energía producida y consumida.
3. Al dedicar un artículo propio al desarrollo del Procedimiento de venta y facturación del saldo de energía producida-consumida: "Para las instalaciones de producción de energía eléctrica que se conecten en un mismo punto de la red de distribución que un consumidor eléctrico, o en una red interior de un consumidor, se podrá establecer un procedimiento de facturación

y compensación de los saldos netos entre la energía eléctrica neta producida por la instalación de generación y la energía eléctrica consumida por el consumidor eléctrico en las condiciones y periodos horarios que se determinen.

4. Dicho mecanismo tendrá por objeto el fomento del autoconsumo de la energía eléctrica producida en el mismo lugar de su generación.<sup>15</sup>

Es necesario recalcar que nos hallamos ante un Proyecto de Real Decreto, que se desconoce cuándo resultará aprobada, cuándo entrará en vigor y cuál será su redacción definitiva. Sirva de ejemplo la evolución del mencionado proyecto en relación a su redacción a 22 Julio de 2010.<sup>16</sup>

Volviendo a la relación entre los costes de inversión por potencia pico instalada de la minieólica y la fotovoltaica hay que destacar una diferencia significativa entre ambos costes: El coste de la fotovoltaica es el coste de un mercado que llega a su madurez, donde, si bien se espera que continúe bajando, esta bajada se deberá principalmente a posibles mejoras en la eficiencia de conversión energética de los paneles, consecuencia de nuevos desarrollos tecnológicos, como de la mayor competencia dentro del sector. El minieólico, en cambio, es un coste de inversión de un mercado que no acaba de arrancar: la semilla de un mercado. Un marco de promoción adecuado generará demanda de este tipo de instalaciones, lo que conllevará a que:

- ▶ las producciones de aerogeneradores se incrementen, ocasionándose economías de escala en su producción;
- ▶ las tecnologías se estandarizarán aportando mayor garantía al resultado de la inversión, eliminando riesgos de inversión y reduciendo la disparidad actual de modelos y precios en el mercado;
- ▶ el conocimiento y práctica en la ejecución de este tipo de instalaciones reducirá el tiempo de instalación y consecuentemente su coste; etc.,

<sup>15</sup> Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia*, Art. 19.

<sup>16</sup> Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). *Propuesta de Real Decreto de regulación de la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica, de pequeña potencia*.

reduciéndose así el coste global de inversión, lo que incentivará, a su vez, una mayor demanda, y vuelta a comenzar. Este proceso ha sido el que ha llevado a que el coste de inversión de la fotovoltaica bajara en pocos años en más de la mitad. De seguir la minieólica una senda parecida, su coste pronto estaría por debajo del de la fotovoltaica.

A sabiendas del elevado coste de la generación eléctrica insular y existiendo una limitación técnica a la penetración de energías renovables tan variables en su producción, como lo son la eólica y la solar fotovoltaica, pronto podría darse el caso que el coste de producción de estas fuentes de energía renovable a pequeña escala resultaran más baratas que la convencional, existiendo, por tanto, un interés general para su maximización, más allá del beneficio medioambiental y social vinculado al uso de estas fuentes de energía locales. A más largo plazo, de darse la implantación de redes inteligentes, los costes de gestión del sistema eléctrico insular podrían reducirse introduciendo, por ejemplo, tarifas horarias a la venta de energía, tarifas definidas en base a cada sistema eléctrico insular o introduciendo otros elementos de gestión de actual aplicación en el mercado de generación peninsular. Aún preservando la igualdad de coste eléctrico para todo consumidor español<sup>17</sup>, dado el sobrecoste que la generación extrapeninsular, la mayor eficiencia repercutiría sobre el consumidor final, sobre todos ellos.

De darse en algún momento el caso de bajar el coste de la microgeneración por debajo de la TUR y partiendo de la progresiva adaptación de las tarifas/primas del sistema de promoción a las nuevas condiciones de mercado en relación a nuevas instalaciones, todo consumidor estaría interesado en este tipo de generación, pues implicaría un ahorro. En tal caso serían limitaciones técnicas las que frenarían una mayor penetración: por saturación de puntos de enganche, capacidad y gestionabilidad de las redes eléctricas, por restricciones urbanísticas y constructivas, ordenanzas locales, espacios protegidos, etc.

El tiempo dirá.

#### 4.4 Conclusiones

El excelente potencial eólico de Lanzarote ya quedó recogido en el Mapa Eólico de Canarias. El aprovechamiento minieólico abre la puerta a un mayor empleo de este recurso, a una generación distribuida que vincule la producción al consumo, como a un mayor reparto del negocio eléctrico.

La herramienta aquí elaborada facilita el acceso a la información básica del análisis de una posible instalación a todo consumidor isleño como potencial inversor. La propuesta de ordenanza ofrece la posibilidad a los ayuntamientos de estar adecuadamente preparados al esperado desarrollo de este mercado. Sólo queda esperar. ■

<sup>17</sup> El concepto de igualdad de coste eléctrico ha de entenderse desde el reparto del coste general del sistema de generación y transporte, sin entrar ni en la variación de precios entre empresas comercializadoras, ni en la variación entre tipos de consumidores.





# Capítulo gráfico

## 5. Ilustraciones a color

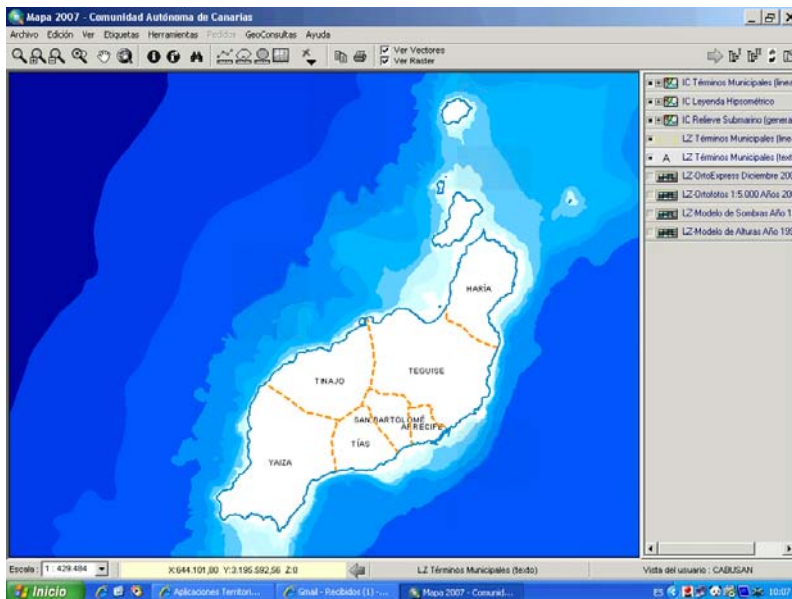
### 5.1 Censo de potencial fotovoltaico de las cubiertas de Lanzarote

#### 5.1.1 Mapa solar - Objeto de estudio, secuencia y criterios

##### a) Zonificación del estudio:

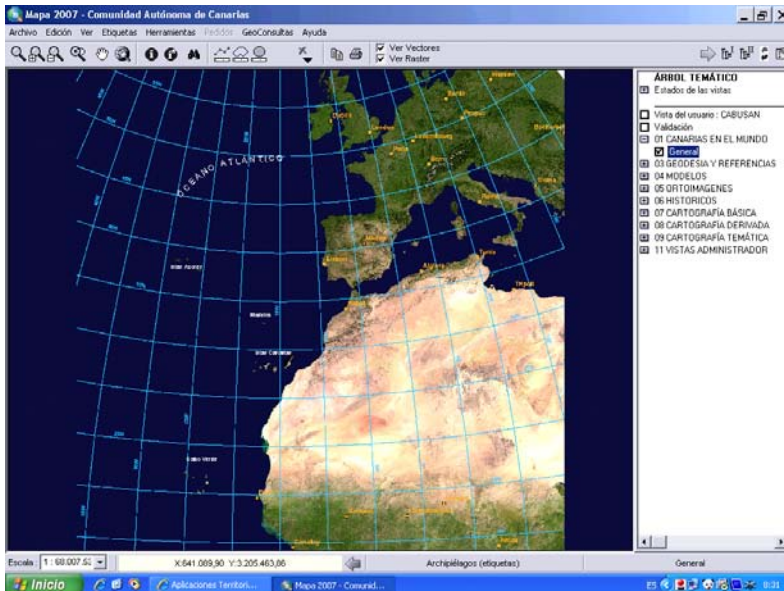
#### 24 - Distribución de municipios de Lanzarote

*En referencia a la página 52*

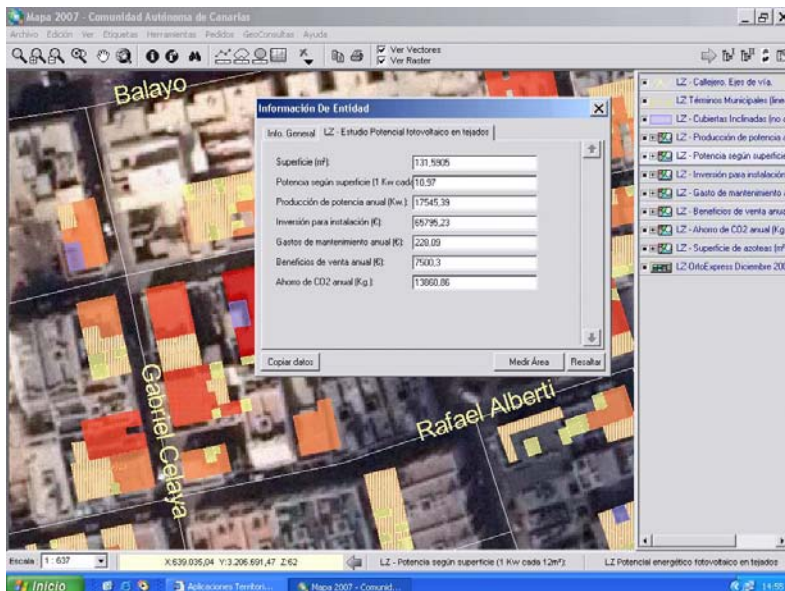


**b) Resultados obtenidos:**

**25 - Vista satélite del archipiélago canario**  
*En referencia de la página 53*

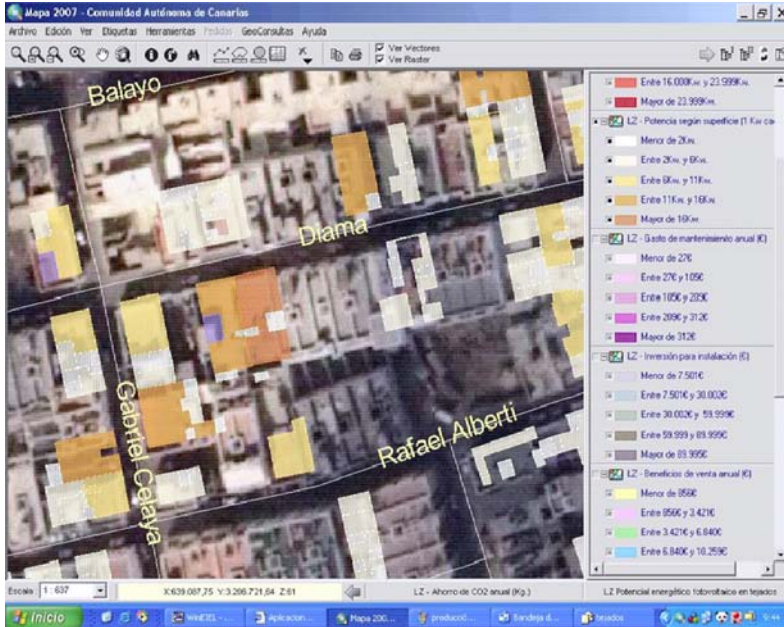


**26 - Potencial fotovoltaico**  
*En referencia de la página 53*



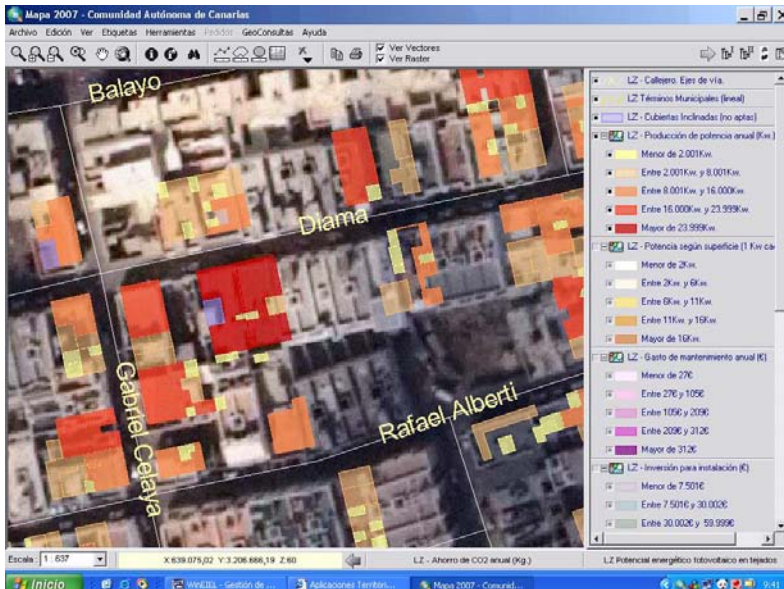
### 27 - Potencia instalable

En referencia de la página 53



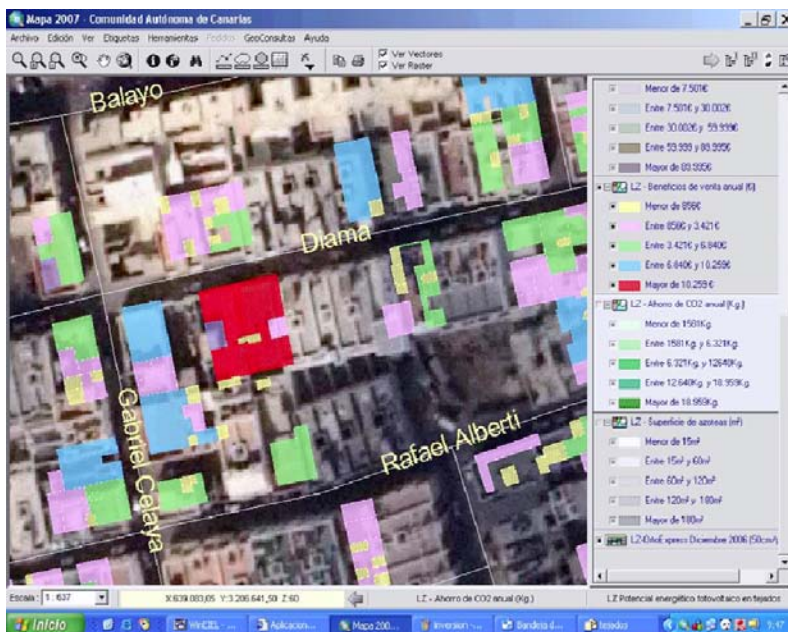
### 28 - Producción

En referencia de la página 53



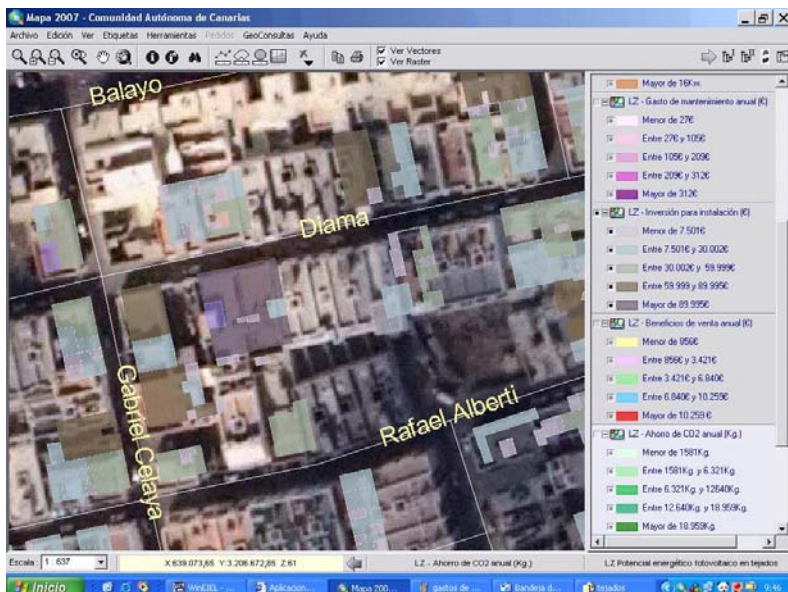
### 29 - Venta de energía

En referencia de la página 54

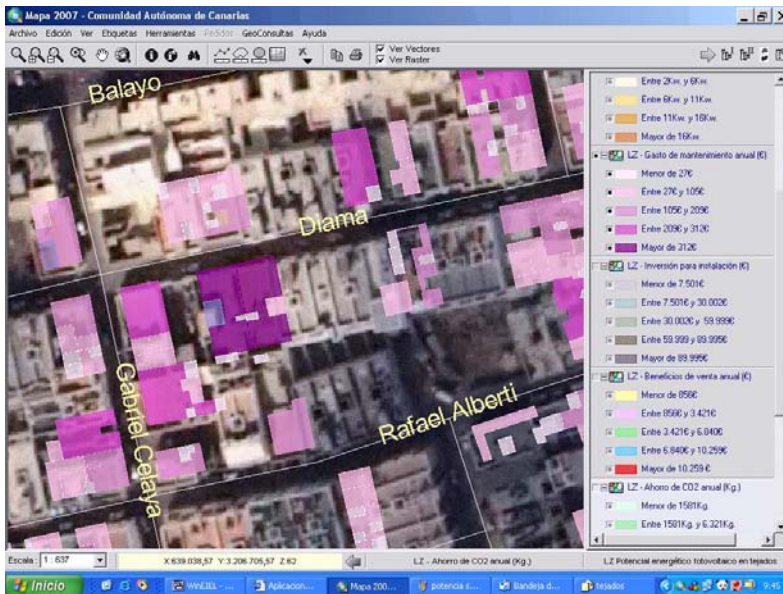


### 30 - Gastos de inversión

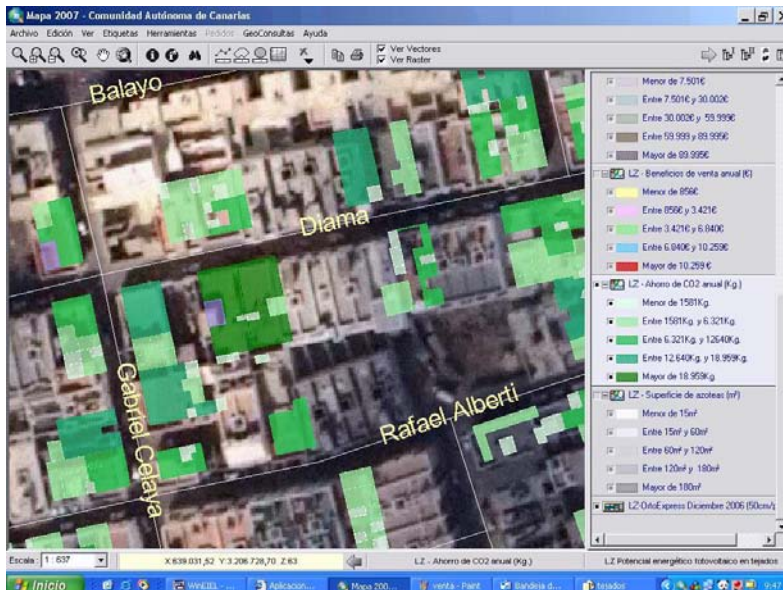
En referencia de la página 54



31 - **Gastos de Mantenimiento**  
 En referencia de la página 54



32 - **Ahorro de CO<sub>2</sub>**  
 En referencia de la página 54



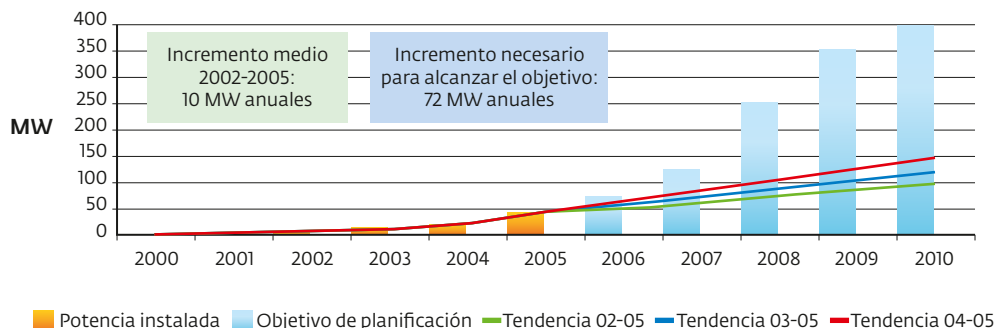
5.1.2 El mercado fotovoltaico

a) Su desarrollo regulatorio en España:

33 - Potencia solar fotovoltaica instalada en España a finales de 2005

En referencia de la página 63

EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA. FOTOVOLTAICA



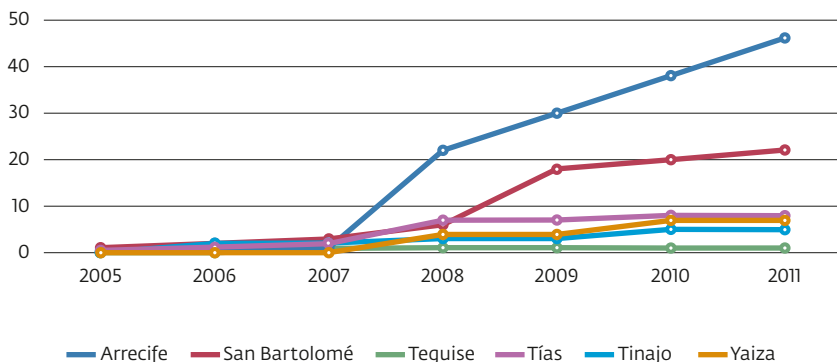
Fuente: Primaria: CNE-IDAE, Secundaria: Informe de ecologistas en acción: Real Decreto 1578/2008, retribución de la energía solar fotovoltaicas

b) El mercado fotovoltaico de Lanzarote:

34 - Evolución del número de instalaciones por municipio

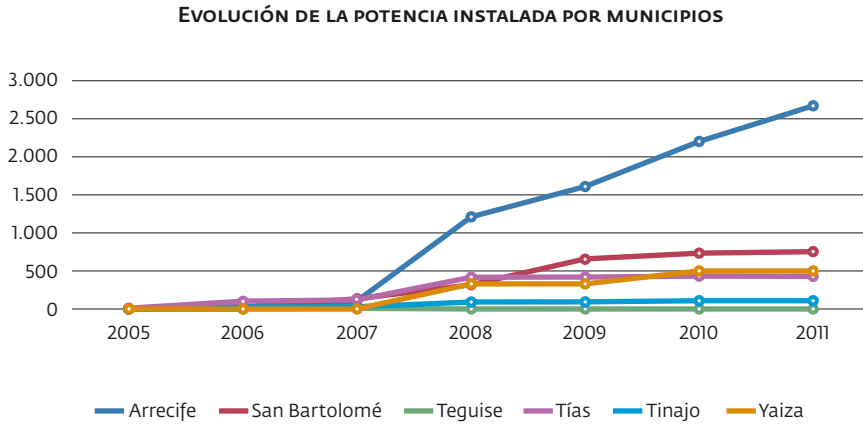
En referencia de la página 70

EVOLUCIÓN DEL N° DE INSTALACIONES POR MUNICIPIOS



Fuente de datos: Viceconsejería Industria y Energía, Gobierno de Canarias

35 - **Evolución de la potencia instalada por municipio (kW)**  
 En referencia de la página 70



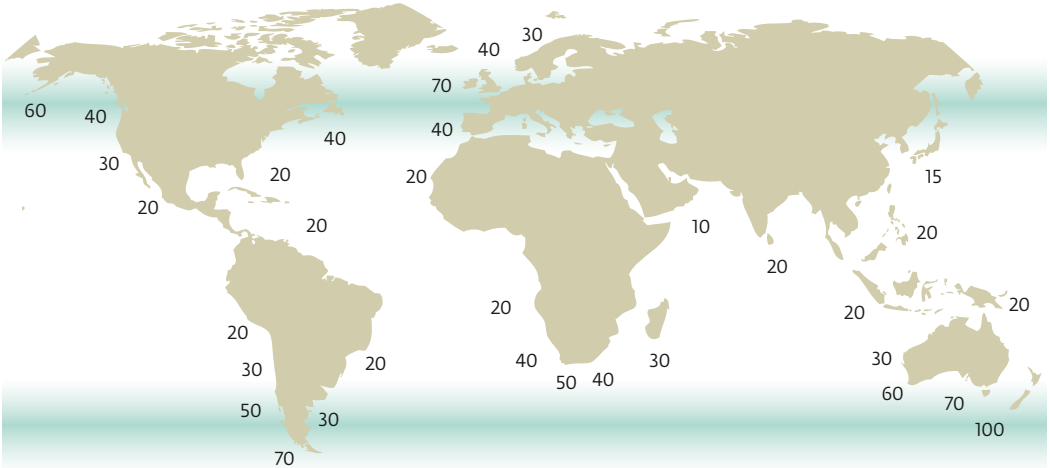
Fuente de datos: Viceconsejería Industria y Energía, Gobierno de Canarias

**5.2 Mapa de olas**

**5.2.1 Informe técnico asociado al convenio de colaboración entre el Cabildo de Lanzarote y la Universidad Politécnica de Catalunya para la presentación de asistencia científica al Plan Energético de la Isla de Lanzarote**

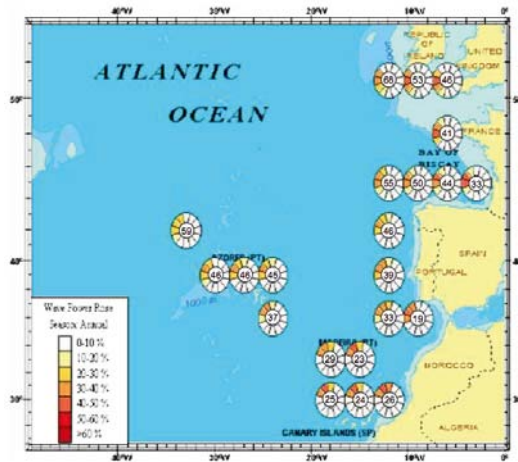
**a) Introducción y objetivos**

**36 - Mapa ilustrativo de la estimación global del recurso energético del oleaje**  
*En referencia de la página 74*



Fuente: CRES, 2002

**37 - Detalle del recurso global del oleaje a nivel del Atlántico Norte**  
*En referencia a la página 74*



Fuente: Wave Energy Atlas

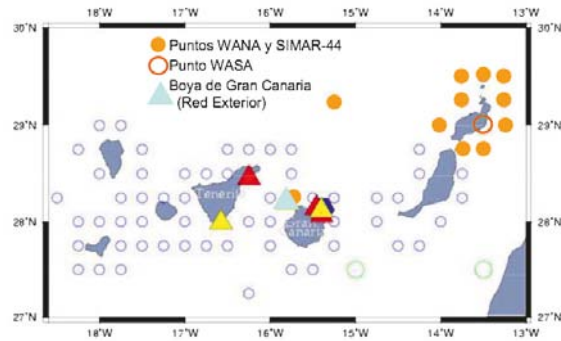


**b) Recopilación de información de oleaje y viento en la zona de estudio**

**b.1) Conjunto de datos WANA:**

**38 - Localización de los puntos WANA, SIMAR-44 y WASA, así como de la boya de la red exterior**

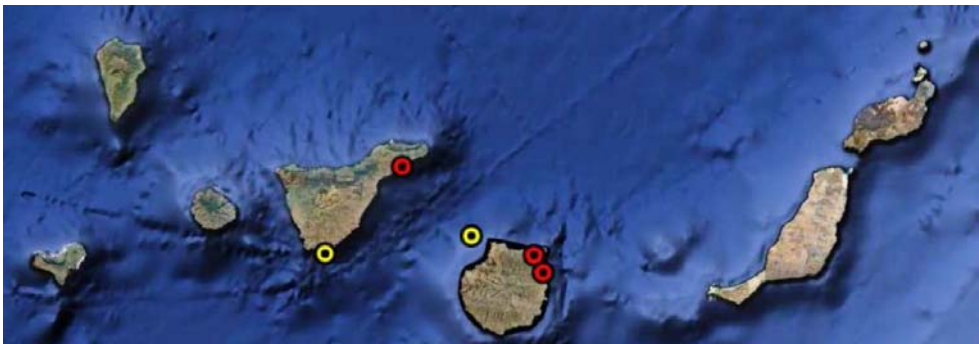
*En referencia a la página 75*



**b.2) Boya de Gran Canaria:**

**39 - Localización de los puntos de registro instrumental de oleaje pertenecientes a la red exterior (amarillo) y a la red costera (rojo)**

*En referencia a la página 77*

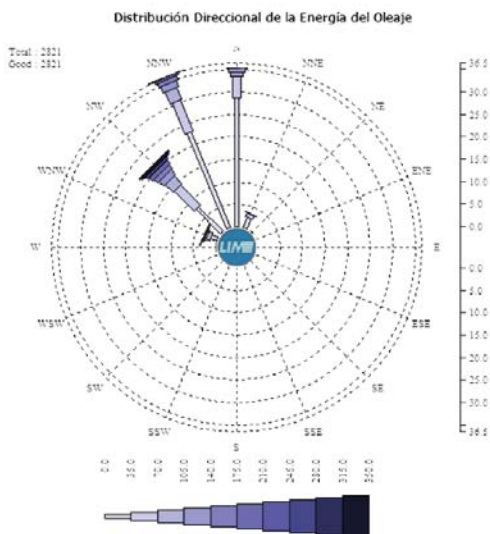


**c) Metodología de análisis y verificación de los datos disponibles**

**c.1) Metodología de análisis:**

**40 - Ejemplo de rosa direccional de distribución de energía del oleaje**

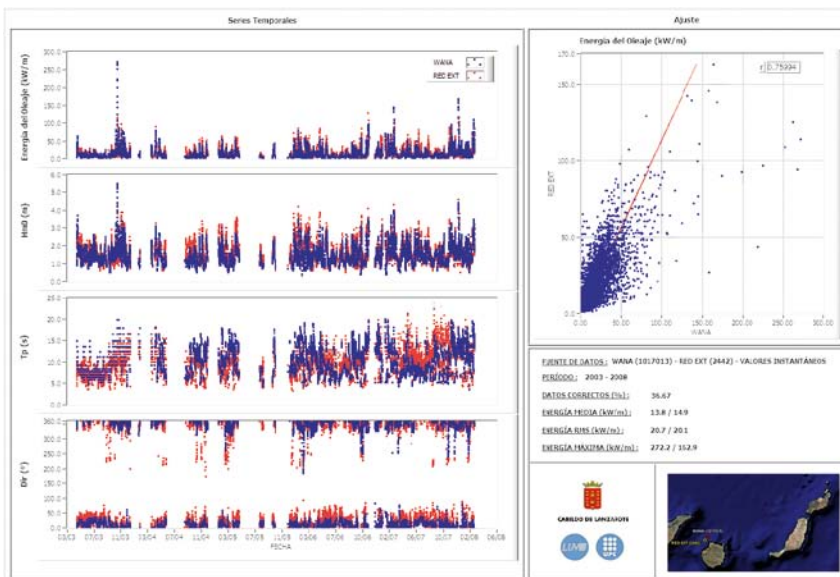
*En referencia a la página 80*



**c.2) Verificación de los datos disponibles:**

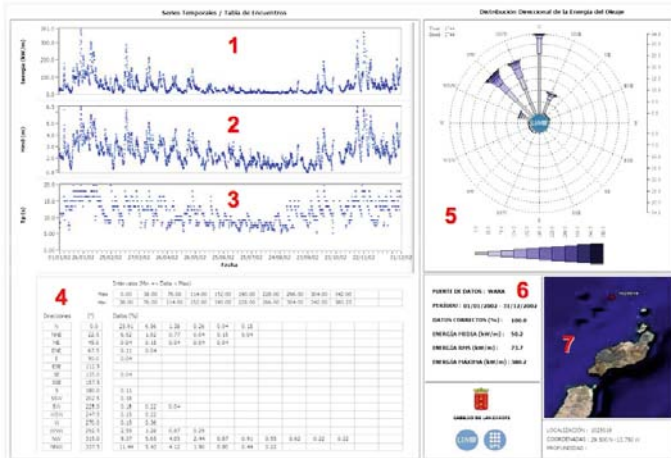
**41 - Resumen de la comparación realizada para verificar la bondad de las series WANA y SIMAR-44**

*En referencia a la página 81*

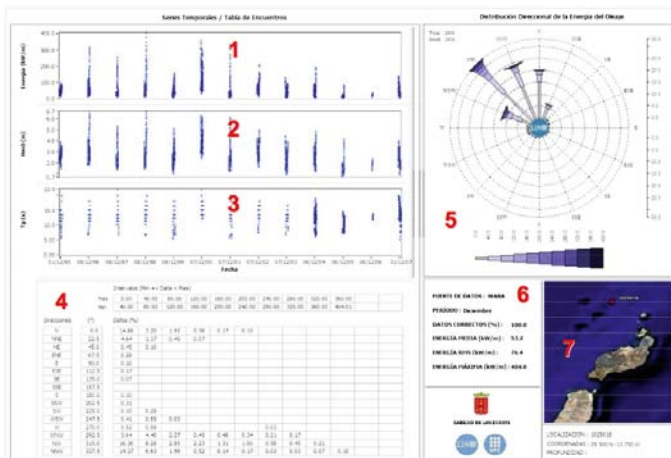


**d) Análisis de los datos del oleaje en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable:**

**42 - Evolución del contenido energético del oleaje durante el año 2002**  
*En referencia a la página 81*

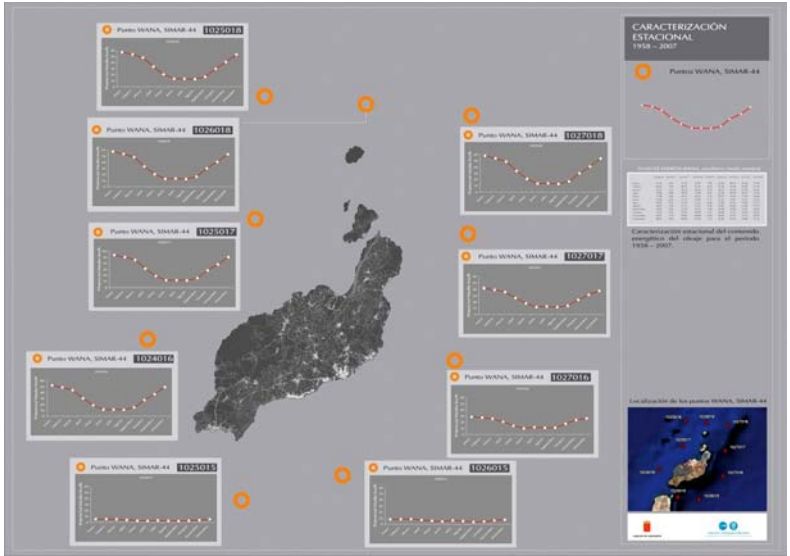


**43 - Evolución del contenido energético del oleaje durante los meses de diciembre del periodo 1995 - 2008**  
*En referencia a la página 81*



### 44 - Caracterización estacional del contenido energético del oleaje, periodo 1958 – 2008

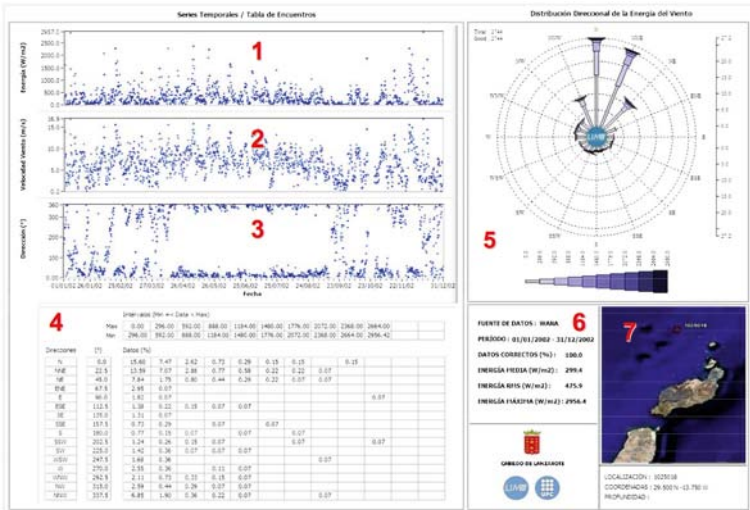
En referencia a la página 82



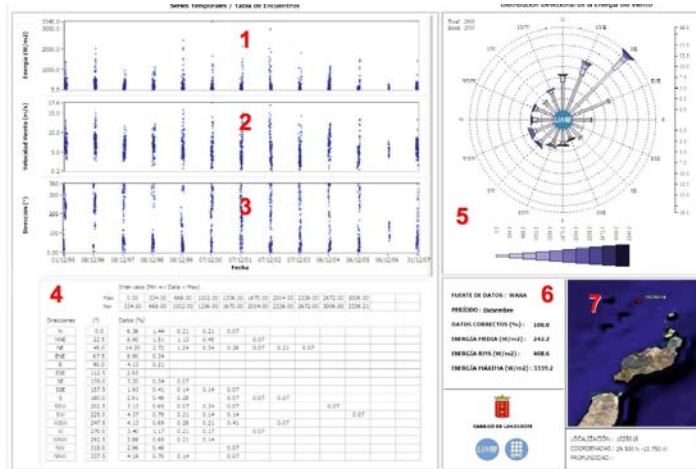
### e) Análisis de los datos de viento en términos del potencial de energía eventualmente aprovechable

### 45 - Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar del año 2002

En referencia a la página 82

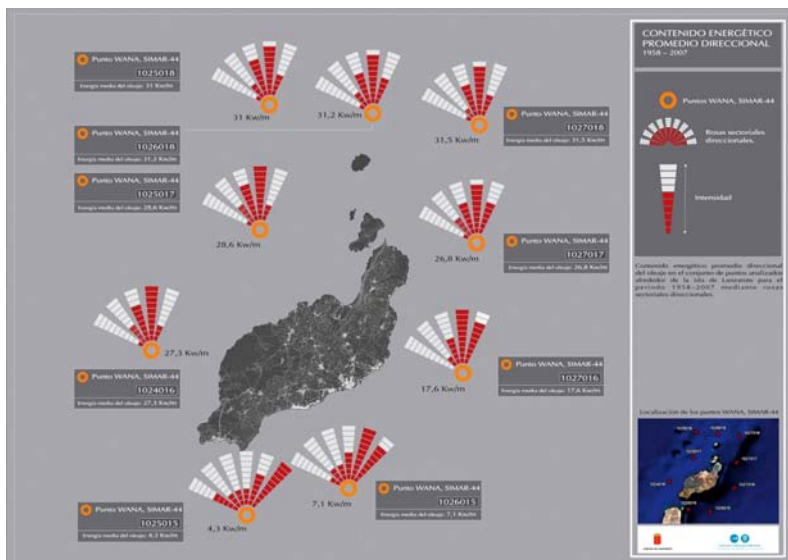


**46 - Evolución del contenido energético del viento sobre la superficie del mar de los meses de diciembre del periodo 1995 – 2008**  
*En referencia a la página 82*



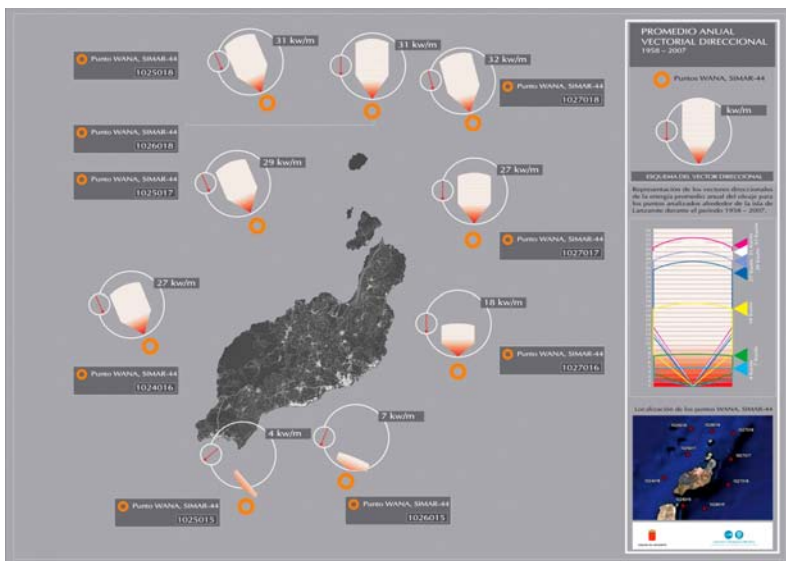
**f) Definición de emplazamientos y zonas de interés potencial**  
**f.1) Oleaje:**

**47 - Contenido energético promedio direccional del oleaje en el conjunto de puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote para el periodo 1958 – 2008**  
*En referencia a la página 83*



**48 - Representación de los vectores direccionales de la energía promedio anual del oleaje para los puntos analizados alrededor de la isla de Lanzarote durante el periodo 1958 - 2008**

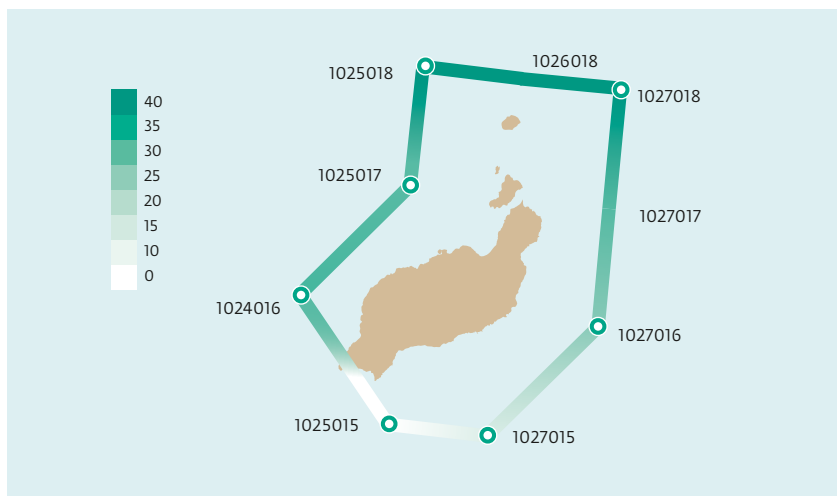
En referencia a la página 83



**f.2) Resumen y recomendaciones:**

**49 - Contorno de energía promedio del oleaje en aguas profundas de la isla de Lanzarote**

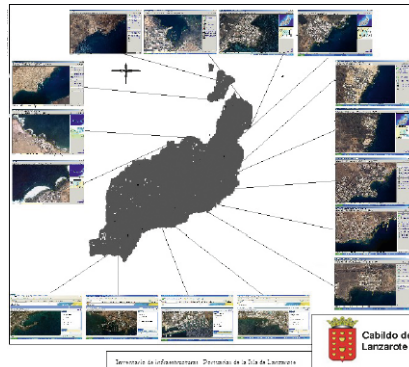
En referencia a la página 85



### 5.2.2 Inventario de infraestructuras del litoral de Lanzarote

#### 50 - Localización de la infraestructura portuaria inventariada.

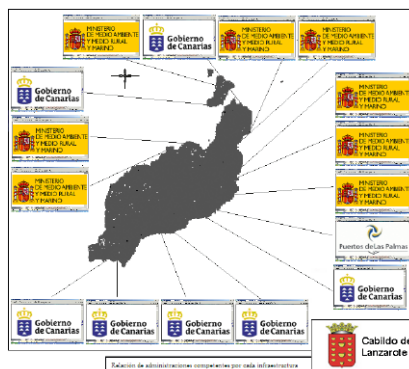
En referencia a la página 85



Fuente: Elaboración propia

#### 51 - Administración competente por infraestructura de litoral inventariada.

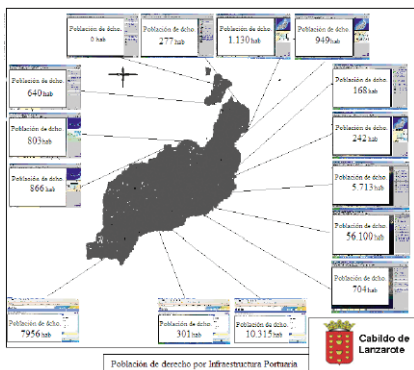
En referencia a la página 85



Fuente: Elaboración Propia con la colaboración del Gobierno de Canarias

**52 - Población de derecho que reside en las inmediaciones de la infraestructura de litoral inventariada**

EN REFERENCIA A LA PÁGINA 85



Fuente: Elaboración Propia con la colaboración del Centro de Datos del Cabildo de Lanzarote

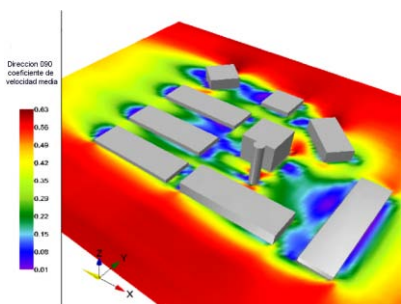
**5.3 Mapa minieólico**

**5.3.1 Mapa minieólico – Herramienta Web**

**g) Metodología -El viento en entornos urbanos:**

**53 - Variaciones de intensidad del viento en un entramado urbano**

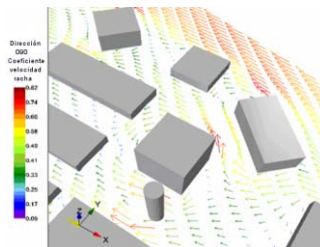
En referencia a la página 95



Fuente: Elaboración propia, Barlovento Recursos Naturales SL

**54 - Cambios en la dirección del viento en un entramado urbano**

En referencia a la página 95

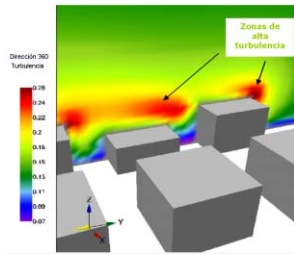


Fuente: Elaboración propia, Barlovento Recursos Naturales SL



**55 - Zona de turbulencia elevada sobre edificio de menor altura que sus vecinos**

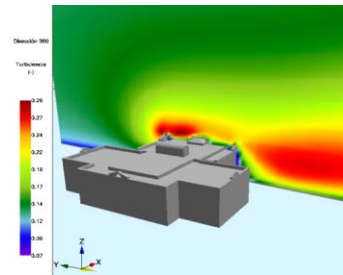
*En referencia a la página 95*



Fuente: Elaboración propia, Barlovento Recursos Naturales SL

**56 - Zona de turbulencia**

*En referencia a la página 95*



Fuente: Elaboración propia, Barlovento Recursos Naturales SL

**h) Tecnología**

**h.1) Tipos de aerogeneradores:**

**57 - Eje horizontal**

*En referencia a la página 98*



**58 - Eje vertical tipo Darrieus**

*En referencia a la página 99*



**59 - Eje vertical tipo Rotor H**

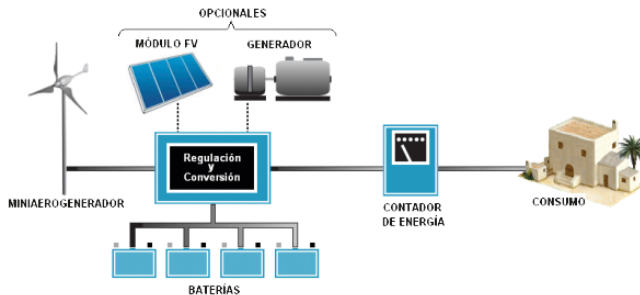
*En referencia a la página 99*



**h.2) Aplicaciones de los mini-aerogeneradores:**

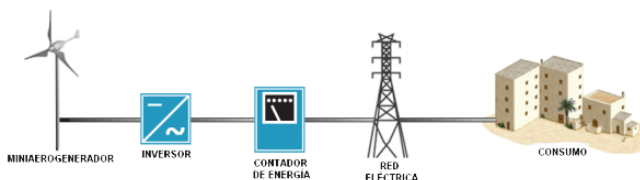
**60 - Instalaciones aisladas de la red eléctrica**

*En referencia a la página 104*



**61 - Instalaciones conectadas a la red eléctrica**

*En referencia a la página 105*



**i) Calcule su caso: La Casa Cabildo:**

**62 - Herramienta web para la evaluación de un proyecto minieólico ajustado al usuario**

*En referencia a la página 106*

63 - Localización de la ubicación por aproximación visual o mediante buscador  
 En referencia a la página 106

**Calcule su caso**

Proyecto > 1. Localización > 2. Entorno 3. Ubicación 4. Tecnología 5. Resultados

Seleccione la ubicación del aerogenerador en el mapa  
 Puede realizar una búsqueda en el formulario siguiente o seleccionar con doble click la localización en la imagen.



64 - Localización aproximada de la Casa Cabildo  
 En referencia a la página 106

**Calcule su caso**

Proyecto > 1. Localización > 2. Entorno 3. Ubicación 4. Tecnología 5. Resultados

Seleccione la ubicación del aerogenerador en el mapa  
 Puede realizar una búsqueda en el formulario siguiente o seleccionar con doble click la localización en la imagen.



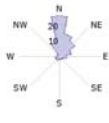

## 65 - Elección del tipo de entorno circundante a la Casa Cabildo: Construcciones dispersas

En referencia a la página 106

**Calcule su caso**


Proyecto > **1. Localización** > 2. Entorno > 3. Ubicación > 4. Tecnología > 5. Resultados

**Localización**  
Calle Quelera, 35500  
Arrecife, España




**Seleccione el caso que más se aproxime a su entorno real**


**Edificio aislado:** Edificio aislado sin otras construcciones en los alrededores.




**Construcciones dispersas:** Hay algunas viviendas y edificios dispersos en los alrededores, pero no se distinguen claramente calles o manzanas.




**Urbanización:** conjunto de viviendas o edificios, menos densa y con menos calles que un pueblo.




**Polígono industrial:** conjunto de naves de gran tamaño.



**Pueblo:** viviendas agrupadas densamente, formando calles y manzanas.



**Ciudad:** viviendas agrupadas densamente, de mayor altura y densidad que en el pueblo. Ocupa más superficie que un pueblo.



[Anterior](#) [Siguiente](#)

## 66 - Selección y descripción de la ubicación del aerogenerador

En referencia a la página 106

**Calcule su caso**

Proyecto > 1. Localización > 2. Entorno > 3. Ubicación > 4. Tecnología 5. Resultados

**Localización**  
Calle Guetersa, 35500  
Arrecife, España



**Entorno**  
Construcciones dispersas



**Características del edificio**  
 Altura del edificio (m):   
 Vivienda o construcción (hasta unos 100 m<sup>2</sup>)  
 Edificio singular de gran tamaño (escuela, edificio oficial)



**Ubicación del aerogenerador**  
 Sobre el edificio  
 Sobre el suelo, al Norte  
 Sobre el suelo, al Sur del mismo  
 Al Este del edificio  
 Al Oeste del edificio



**Influencia del entorno**  
 Existe alguna construcción a menos de 100 m al Norte del edificio  
 Al Norte del edificio no hay obstáculos ni construcciones




[Anterior](#) [Siguiente](#)

67 - Selección de altura, instalación y aerogenerador  
 En referencia a la página 106

**Calcule su caso**

Proyecto > 1. Localización > 2. Entorno > 3. Ubicación > 4. Tecnología > 5. Resultados

**Localización**  
 Calle Guadalupe, 35500  
 Arrecife, España




**Entorno**  
 Construcciones dispersas



**Características del edificio**  
 Edificio singular de gran tamaño  
 Altura: 12 m.

**Ubicación**  
 Sobre el edificio

**Influencia sobre el entorno**  
 Al Norte del edificio no hay obstáculos ni construcciones.





**Seleccione las dimensiones del aerogenerador**  
 Altura del aerogenerador h (m.):

**Seleccione el tipo de instalación**

Sin conexión a la red

Conectado a la red de baja tensión

**MINIAEROGENERADOR      RED ELECTRICA**

**Introduzca la siguiente información sobre el aerogenerador deseado**

Aerogenerador:

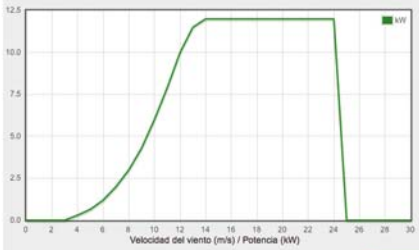
Generador introducido por el usuario

**Datos aerogenerador**

V(m/s)	P(kW)
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0.3
5	0.65
6	1.2
7	2
8	3
9	4.3
10	6
11	7.9
12	10
13	11.5
14	12
16	12

Potencia (kW):

Curva de potencia:



Velocidad del viento (m/s) / Potencia (kW)

68 - Informe resultante  
En referencia a la página 106

Calcule su caso

- Proyecto 1. Localización 2. Entorno 3. Ubicación 4. Tecnología 5. Resultados

Localización

Calle Guetiera, 35500  
Arrecife, España



Entorno

Construcciones dispersas

Características del edificio

Edificio singular de gran tamaño  
Alura: 12 m.

Ubicación  
Sobre el edificio

Influencia sobre el entorno  
Al Norte del edificio no hay obstáculos ni construcciones.

Tecnología  
Modelo: Eje vertical de 10,0 kW  
Potencia: 10 kW



Informe de resultados

Los datos de entrada han sido introducidos por el usuario. Datos de viento del "Atlas Eólico de Canarias"

**LOCALIZACIÓN Y ENTORNO**  
Localización: Calle Guetiera, 35500  
Arrecife, España  
Entorno: Construcciones dispersas



CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

Tipo: Edificio singular de gran tamaño  
Altura del edificio: 12 m.  
Ubicación del aerogenerador: Sobre el edificio  
Influencia del entorno: Al Norte del edificio no hay obstáculos ni construcciones



TECNOLOGÍA MINIEÓLICA

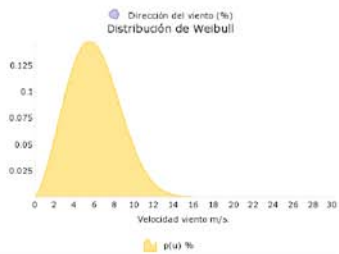
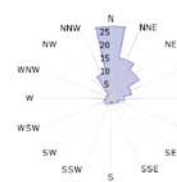
Modelo de aerogenerador: Eje vertical de 10,0 kW  
Altura del aerogenerador: 6 m  
Potencia de aerogenerador: 10 kW  
Tipo de instalación: Conectado a la red de baja tensión



INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Teniendo en cuenta el campo de vientos de la isla de Lanzarote y las características del entorno y del edificio seleccionado, se han estimado las condiciones de viento de su instalación.  
Velocidad media estimada: 4.89 m/s

Rosa de viento



PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Producción de Energía anual: 9102 kWh.  
Consumo medio anual de una vivienda en Lanzarote: 4000 kWh.  
Ahorro energético: 227.55 %.  
Ahorro consumo CO2: 4 toneladas.  
La gráfica muestra una estimación de la distribución por meses del año de la energía producida.







---

## **ANEXOS**

---



# No a las Petroleras, Sí a las Renovables

MAYO 2012

UNIDAD Y COHESIÓN SOCIAL, INSTITUCIONAL Y JURÍDICA CONTRA LAS PROSPECCIONES PETROLÍFERAS EN LAS costas de Lanzarote y Fuerteventura

Lanzarote marcó el pasado 24 de marzo un hito social sin precedentes en la historia de Canarias. Más de veinticinco mil personas se congregaron en la calle Real de Arrecife (Lanzarote) e inmediaciones para dar comienzo a la que sin interpretaciones ha sido la manifestación más multitudinaria de la isla de los volcanes. Una hora después de su inicio, la manifestación ya congregaba a otras más de cinco mil personas que se fueron uniendo desde los diferentes puntos del recorrido convocado bajo el lema "No a las Petroleras, Sí a las Renovables", alcanzando una cifra superior a las 30.000 personas.

A pesar de ser la mayor concentración y marea humana de la historia de esta isla, los lanzaroteños se pronunciaron de forma pacífica, modélica y sin un sólo incidente, dando ejemplo de comportamiento, talante democrático, ciudadanía, dignidad y sociedad cohesionada y comprometida con el territorio.

Con este respaldo y unidad de la sociedad canaria, y con las más de 65.000 muestras de rechazo representadas en cada una de las voces que se congregaron en diferentes partes del mundo, como Canarias, Madrid o Barcelona, y con la fuerza del archipiélago y el respeto que se merecen las islas, las administraciones que representan al conjunto de la sociedad canaria, y en concreto desde el Cabildo de Lanzarote, han recogido el mandato y testigo de la sociedad civil para seguir luchando en esta batalla que no acaba sino de empezar.

Al frente social iniciado e impulsado directamente por el Cabildo de Lanzarote y los colectivos sociales, instituciones públicas, partidos y asociaciones de todo índole, agrupados bajo la Comisión Insular de Coordinación contra las prospecciones "No a las Petroleras, Sí a las Renovables", se ha sumado también un potente frente jurídico contra las intenciones del Estado y un frente institucional, para lo cuál se ha creado un gabinete de crisis técnico formado por los dos Cabildos y el Gobierno de Canarias.

La unión de los tres frentes –el Social a través de la Comisión Insular de Coordinación, el Institucional con el Gabinete de Crisis, y el Jurídico, emprendido por las tres administraciones públicas– es lo que hará que las islas canarias intenten evitar que prosigan las investigaciones y extracción de crudo frente a sus costas.

La sociedad ya ha hablado y ha dicho un no rotundo al petróleo en Lanzarote, apostando por un modelo de desarrollo económico muy diferente, sustentado principalmente en el turismo y en los valores medioambientales y sostenibles por los que en 1993 fue declarada la isla por la UNESCO, Reserva de la Biosfera.

En este último término, desde el Cabildo de Lanzarote están trabajando en el impulso de las inversiones en renovables, concienciando fundamentalmente a la ciudadanía para que disminuyamos todos la dependencia extrema del petróleo, **venga de donde venga.** ■

Enlaces Youtube Manifestación:

- <http://vimeo.com/41722266>

- <http://youtu.be/hYGovxEhMs>

- En [www.facebook.com/NOALASPETROLERAS](http://www.facebook.com/NOALASPETROLERAS) y [www.cabildodelanzarote.com](http://www.cabildodelanzarote.com) pueden encontrar más información y enlaces a vídeos, ponencias y otros documentos.

Este texto se mandó como noticia de esta reserva de la biosfera, al Boletín Electrónico de la Red Española de RBs, en su número 9.



## Hacia un nuevo modelo de mercado eléctrico para Canarias Apostando por un sistema eléctrico distribuido con alta penetración de renovables

POR BEATRIZ MEDINA WARMBURG, MAYO 2012

EN NOVIEMBRE DE 2011 SE APROBÓ TRAS EL ÚLTIMO Consejo de Ministros del gobierno anterior el RD 1699/2011, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Su publicación era la esperada adaptación a la normativa española de parte de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, en relación a establecer un procedimiento de autorización simplificado y menos oneroso para proyectos de menor envergadura, para los equipos descentralizado y para la producción procedente de fuentes renovables (Art.13.f), abriendo el camino a un sistema eléctrico distribuido, con redes inteligentes e instalaciones de almacenamiento eléctrico que permitan de futuro funcionamiento seguro del sistema eléctrico con mayor participación de la producción de electricidad a partir de fuentes de energía renovables (Art. 16).

Su desarrollo se centra principalmente en los esperados beneficios de la cogeneración: la alta eficiencia que conlleva cubrir la demanda térmica de una edificación o industria con la energía residual recuperada a partir de la generar eléctrica in situ, a partir de pequeñas instalaciones. Dada la, por lo general, menor demanda térmica de gran parte de la edificación de Lanzarote la potencial implantación de la cogeneración se ve bastante limitada, siendo interesante en relación a ciertas actividades industriales, como para parte del sector turístico. El procedimiento abreviado y la menor carga administrativa, contractual, económica y técnica resultado de este RD también favorece a las instalaciones de energías renovables de potencia nominal no superior a los 100kW. Si bien, para entonces, la fotovoltaica contaba con un marco regulatorio vigente que garantizaba una mayor remuneración justamente a las pequeñas instalaciones, la mini y pequeña eólica no, resultando así la rentabilidad económica de

la instalación el principal factor limitante a su potencial instalación.

Dicho decreto exponía además, en su disposición adicional segunda, el compromiso del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de elevar al Gobierno una propuesta de real decreto con el objeto de regular las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo en un periodo de cuatro meses a contar desde su entrada en vigor: 9 de Diciembre 2011. A priori, a falta de alcanzar la paridad en costes, desde el punto de vista del consumidor eléctrico canario (coste de generación con solar PV o miniéolica en relación al coste de comprar la electricidad de la red, como precio subvencionado en Canarias a través del sistema de compensación extrapeninsular) no iba a provocar ningún cambio sustancial en el mercado eléctrico canario. A fecha de hoy seguimos pendientes de la aprobación y publicación de dicho Real Decreto.

En esas fechas, en Canarias, su gobierno abre una nueva etapa de política energética, al entenderla como política preferente, creando un modelo de participación para su diseño, un comité de expertos sobre los que apoyar sus decisiones, desbloquear temas pendientes como el concurso eólico y facilitar la revisión del Plan Energético de Canarias.

En Enero de 2012 el Gobierno de Canarias ratifica, en su documento de revisión del PECAN 2006, su compromiso de penetración de energías renovables en la producción eléctrica de un 30% para 2015. Conservar este objetivo, a la vista del bajo cumplimiento de los objetivos en el primer tramo de la planificación del PECAN 2006, plantea un ambicioso programa de trabajo, con incrementos de la penetración de renovables por encima del 4% anual desde comienzos de 2011, dejando un incremento del 8 para el último periodo de planificación. Esta firme apuesta se sustenta en los beneficios generales que proporcionan las

energías renovables, que van mucho más allá que los medioambientales:

- ▶ generando empleos, directos, con especial incidencia sobre el de alto nivel de cualificación - el desarrollo de la energía eólica y fotovoltaica propuesto supondría una generación de 6.200 empleos sólo a partir de estas dos fuentes - e indirectos - en el campo de la formación, por ejemplo.
- ▶ creando nuevas empresas en este ámbito y en el sector industrial en general,
- ▶ contribuyendo significativamente a la investigación y desarrollo tecnológico;
- ▶ dinamizando la económica al atraer inversión, generar economía local, impuestos y tasas para Ayuntamientos, Gobierno de Canarias y Estado central y una mayor distribución de la riqueza generada por el negocio eléctrico.

Si ya la evolución del último año complicaba en algo más alcanzar el objetivo de la planificación energética, al par de días de la publicación de dicho documento canario el Gobierno del Estado aprueba el Real Decreto-ley 1/2012, que cierra de forma indefinida el mercado de las energías renovables a nuevas instalaciones. Los argumentos esgrimidos para sustentar esta decisión del Gobierno Central es la obligación de eliminar el déficit tarifario, como el considerar que la capacidad de generación es suficiente para asegurar la cobertura de la demanda prevista para los próximos años. La exposición de motivos ignora que la generación del déficit tarifario no se sustenta exclusivamente en el sobrecoste de las energías renovables, sino que su origen es variado y poco transparente, a la vista de la disparidad de opiniones que esgrimen los distintos actores del mercado eléctrico, en una acusación mutua. Es significativo así, que a la reunión previa a la presentación del RD no fueran invitadas las asociaciones de energías renovables, pero si estuvieran presentes las grandes eléctricas. Más grave aún es que se ahonde así en la ya ejercida inseguridad jurídica sobre el mercado de las energías renovables, perjudicando a los distintos inversores en este mercado en desarrollo, desde las inversiones en investigación y desarrollo, en la producción y fabricación de los distintos componentes tecnológicos, a los promotores e instaladores

finales. Ignora así las consecuencias que dicha decisión tiene sobre una industria generadora de conocimientos y puestos de trabajo, un sector de los pocos que lidiaba con la crisis e incluso crecía y generaba empleo, exportadora y donde España es considerada puntera a nivel mundial. La inversión a futuro que ha supuesto el marco de promoción de energías renovables es ahora puesta en peligro, las inversiones realizadas en plantas de producción, en desarrollo tecnológico, todo ello pende de un hilo.

Si esta decisión ha sido muy cuestionada en todo el territorio español, en el caso particular de Canarias resulta incomprensible e injustificable. No cabe duda sobre que las energías renovables resultan más económicas que la producción convencional: Si a nivel peninsular el coste medio de producción eléctrica ronda los 60€/MWh, en Canarias la producción convencional ronda los 190-270€/MWh - según, día y hora -, mientras que la eólica ronda los 78€/MWh y la fotovoltaica los 121€/MWh, según ya se demostró en el *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias* llevado a cabo por el Clúster RICAM en 2010. Según análisis de esta misma entidad el impacto del RD-ley 1/2012 en Canarias resulta en la paralización de las instalaciones de parques eólicos por 428kW de potencia nominal con una inversión asociada de unos 600M€, los proyectos de sistemas de bombeo hidroeléctricos de Gran Canaria, Tenerife y La Gomera con una inversión asociada de unos 500 M€ y la no instalación de 5MW de potencia nominal en energía solar fotovoltaica con una inversión asociada de unos 50M€, lo que en conjunto supondrá no crear más de 7.500 puestos de trabajo directos; provocando además en un periodo de tres meses el cierre de unos 480 pymes y estudios de ingeniería y el desempleo de unos 4.678 empleados vinculados a los mismos. A todo ello habría que sumar la pérdida de ingresos fiscales y tributarios, a las arcas de la seguridad social y cargas al sistema de prestaciones por desempleo que recaerán sobre las distintas administraciones. En cuanto a la potencia adjudicada en el último concurso eólico, que se encontraba pendiente de asignación de tarifa, se avecina un conflicto judicial en el que los promotores podrán reclamar responsabilidades patrimoniales al Estado.

En relación al otro argumento esgrimido para justificar el cierre del mercado de energías

renovables, el considerar que se cuenta con la capacidad de generación suficiente para asegurar la cobertura de la demanda prevista para los próximos años, también resulta dudoso en Canarias, dada la obsolescencia de parte de la planta de generación ordinaria a consecuencia de la ineficiencia que el actual modelo de mercado eléctrico canario provoca: no hay incentivo para la renovación y mejora de la eficiencia de la planta de generación actual.

El sobrecoste de la generación ordinaria del Sistema Eléctrico Canario estimado por REE para 2012 asciende a 1.327M€. La generación eólica supuso, en este sentido, un ahorro de 30 millones en 2011, siendo el ahorro que supondría alcanzar los objetivos del PECAN 2006, un ahorro anual de 120M€, evitar el consumo de 800.000 toneladas métricas de combustibles y dejar de emitir los correspondientes 2,3 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub>. Por último, cabe destacar que el marco legal europeo reconoce la singularidad de Canarias, de sus sistemas eléctricos, lo que avala la posibilidad de desarrollar actuaciones específicas dentro del marco legal europeo y, por ende, el nacional.

Estos son los argumentos esbozados por el Sector, por el Comité de Expertos, por el Gobierno de Canarias en defensa del interés común, llevando a que el 20 de marzo se acordara con el Gobierno Central la presentación de una propuesta concreta: acontecido el pasado 2 de Mayo.

El fin último de la propuesta es reducir el déficit tarifario nacional, reduciendo las necesidades de compensación económica a los sistemas eléctricos de Canarias, mediante un régimen económico específico que guíe a los distintos sistemas insulares hacia un mix de energías y tecnologías que garantice su funcionamiento al menor coste posible, que permita rentabilizar las inversiones necesarias y conduzca a la paridad en la red. Para ello ha de incidirse sobre la actual ineficiencia del régimen ordinario, como fomentar la adecuada incorporación de las energías renovables en función de cada sistema eléctrico insular.

El documento para la competitividad, sostenibilidad, y diversificación del sector eléctrico canario 2012-2020 plantea cinco líneas de actuación diferenciadas encaminadas a mejorar el sector eléctrico del Archipiélago:

#### 1. Fuentes de energía convencionales:

- Incentivar la eficiencia de las tecnologías instaladas, penalizando los sistemas de generación obsoletos e incluso ya simplemente si han superado su plazo de amortización.
- Estimular la actualización ordenada del parque de generadores, con el fin de minimizar el coste energético, y de utilizar tecnologías con una banda de regulación amplia que permita una mayor penetración de las energías renovables.
- Se propone un factor de penalización equivalente a la cuantía prevista del coste de emisión de CO<sub>2</sub> por generador, moderado por un factor de corrección en función de su número de horas de funcionamiento.

#### 2. Fuentes de energía renovables:

- Energía eólica: Se plantea una transición ordenada en dos fases cuyo objetivo final sea la eficiencia energética en un contexto competitivo.
- a) 1ª Fase: Salvaguardando los parques eólicos asignados en el último concurso, como la potencia prevista para el periodo de planificación del PECAN 2006, se propone un precio de referencia igual al del cierre de 2011 - 82,35€/MWh según datos de la Comisión Nacional de Energía – a mantener durante la vida económica de la instalación promovida en este tiempo, con un máximo de 25 años, bajo una actualización anual en proporción a la variación del precio medio de la energía eléctrica de Canarias.
  - b) 2ª Fase: A las instalaciones promovidas una vez alcanzado el objetivo del PECAN se les aplicaría un mecanismo de retribución basado en unos costes mínimos y máximos reconocidos en función de la mejor tecnología que se integre en los sistemas eléctricos insulares
- Para el coste mínimo se consideraría una instalación tipo de referencia con producción teórica anual de

energía equivalente a 2.500 horas de funcionamiento.

- El coste máximo sería abonado a los parques eólico cuya tecnología posibilite que su producción sea mayoritariamente gestionable, aportando valor añadido a la gestión técnica del sistema eléctrico.

Se plantea, a su vez, contemplar incentivos para las instalaciones que sean capaces de incrementar el número de horas equivalentes, incentivar la eficiencia, penalizar los sistemas de generación obsoletos, estimulando la actualización del parque de generadores.

- ▶ Energía fotovoltaica: Se aplicaría la misma metodología.
- ▶ Se deja la puerta abierta a cualquier sistema que permita una mayor independencia al sistema eléctrico canario de los combustibles fósiles.

### 3. Sistemas de almacenamiento energético:

Con el fin de garantizar la estabilidad del sistema eléctrico a mayor penetración de las energías renovables en el sistema y minimizar el consumo de combustible fósiles en las centrales eléctricas convencionales, los sistemas de almacenamiento energético son imprescindibles, por lo que se propone articular la regulación de estas instalaciones y definir sus acciones sobre los sistemas eléctricos canarios.

### 4. Autoconsumo y consumo asociado:

Partiendo de la necesidad de reducir los límites planteados a estas opciones, se destaca la urgencia de la implantación del autoconsumo.

### 5. Investigación y desarrollo:

Se propone un sistema retributivo propio para la generación eléctrica a partir de instalaciones de tecnologías en investigación y desarrollo, lo que en el caso de Lanzarote podía resultar el marco perfecto para el desarrollo de la energía del mar.

Los hechos acontecidos en los últimos meses ratifican nuestra visión de hallarnos inmerso en una revolución energética, entendiendo por revolución un cambio o transformación radical y profunda respecto al pasado inmediato, una discontinuidad evidente con el estado anterior de las cosas, que afecte de forma decisiva a las estructuras, consecuencia de procesos históricos y de construcciones colectivas.

En conclusión, el cierre del mercado de energías renovables a nuevas instalaciones decretado en Enero de 2012 y la propuesta presentada por el Gobierno de Canarias al Gobierno Central con el fin de permitir la libre competencia en el mercado eléctrico canario entre la producción convencional y la obtenida a partir de fuentes de energía renovables, representa un paso atrás que permitirá, así esperamos, dar un significativo paso adelante. ■



## Referencias:

- ▶ Agrupación Empresarial Innovadora – Clúster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Clúster RICAM), Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010). *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias*. [Online] [http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com\\_docman&Itemid=45](http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com_docman&Itemid=45) [2011, Agosto].
- ▶ Agrupación Empresarial Innovadora – Clúster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Clúster RICAM) (2012). Nota de Prensa: *Ricam exige al ministerio de Energía la suspensión de las ayudas a las centrales térmicas en Canarias*. [Online] <http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6550> [2012, Mayo].
- ▶ Agrupación Empresarial Innovadora – Clúster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Clúster RICAM) (2012). *Propuesta para la reducción del déficit de tarifa en los sistemas eléctricos insulares de Canarias de acuerdo con los objetivos del Real Decreto-Ley 1/2012*
- ▶ Consejería de Empleo, Industria y Comercio, Gobierno de Canarias (2012). *Documento de Revisión del PECAN 2006*. [Online] [http://www.gobiernodecanarias.org/energia/doc/planificacion/pecan/DOCUMENTO\\_REVISION\\_PECAN2006.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/energia/doc/planificacion/pecan/DOCUMENTO_REVISION_PECAN2006.pdf)
- ▶ Diario de Avisos (2012). *Cinco razones para mantener las renovables*. <http://www.diariodeavisos.com/2012/05/06/actualidad/cinco-razones-para-mantener-las-renovables/> [Mayo, 2012]
- ▶ Gobierno de Canarias (2011). Nota de prensa de 25-11-2011: *Industria crea un comité de expertos para impulsar el desarrollo de las energías renovables en Canarias*. <http://www.gobcan.es/noticias/> [Mayo, 2012]
- ▶ Gobierno de Canarias (2011). Nota de prensa de 02-05-2012: *La Consejería de Industria propone al Ministerio un modelo retributivo específico para lograr un sistema eléctrico competitivo y sostenible en Canarias que "acabe" con el déficit tarifario*. <http://www.gobcan.es/noticias/> [Mayo, 2012]
- ▶ Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. BOE nº 295, de 8/12/2011, pág.130033-130064.
- ▶ Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. BOE nº 24, de 28/1/2012, pág.8068-8072.
- ▶ Renewable Energy Magazine (2012). *Envían a Soria la propuesta para mantener las primas a las renovables en Canarias*. <http://www.energias-renovables.com/articulo-Biomasa-20241-2-Env%C3%ADan%20a%20Soria%20la%20propuesta%20para%20mantener%20las%20primas%20a%20las%20renovables%20en%20Canarias> [2012, Mayo].



---

## REFERENCIAS

---



## **DATOS, MODELOS Y HERRAMIENTAS**

### **Datos**

- ▶ Centro de Datos, Cabildo de Lanzarote (2011). *Tasa de ocupación, Plazas hoteleras*. [Online] <http://www.datosdelanzarote.com/> [2011, Junio-Julio].
- ▶ Dirección General de Energía y Transporte, Unión Europea (2004). *Energy & Transport: Figures and Main Facts (Energía y Transporte: Principales Cifras y Hechos*. [Online] [http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/figures/pocketbook/2006\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/pocketbook/2006_en.htm) [2007, Agosto].
- ▶ Dirección General de Energía y Transporte, Eurostat, Unión Europea (2011). *EU Energy and Transport in Figures 2010 (UE Energía y Transporte en cifras 2010)*. [Online] [http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/doc/2010\\_energy\\_transport\\_figures.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/doc/2010_energy_transport_figures.pdf) [2011, Julio]
- ▶ Instituto de Estadística de Canarias (ISTAC) (2007). *Datos poblacionales, Turista alojado, Estadísticas del sector energético, Encuesta de Ingresos y Condiciones de Vida de los Hogares Canarias 2004, Parque móvil*. [Online] <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas.html> [2007, Agosto-Septiembre].
- ▶ Instituto de Estadística de Canarias (ISTAC) (2011). *Datos poblacionales, Estadísticas del sector energético, Parque de vehículos y vehículos por cada mil habitantes según tipos por islas y años*. [Online] <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/estadisticas.html> [2011, Mayo-Julio]
- ▶ Insular de Aguas de Lanzarote Sociedad Anónima (INALSA) (2007) Facilitada.
- ▶ Instituto Tecnológico de Canarias. *Mapa eólico de Canarias*. [Online] <http://www.itccanarias.org/recursoeolico/>
- ▶ Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Los valores de las tarifas que serán de aplicación para la convocatoria del tercer trimestre de 2011*. [Online] <http://www.mityc.es/ENERGIA/ELECTRICIDAD/REGIMENESPECIAL/Paginas/InstalacionesFotovoltaicas.aspx> [2011, Julio]

- ▶ Ministerio de Fomento - Puertos del Estado (2009). *Boya Exterior de Gran Canaria*. Facilitada.
- ▶ Ministerio de Fomento - Puertos del Estado, Instituto Nacional de Meteorología (2009). *WANA*. Facilitada.
- ▶ Ministerio de Fomento - Puertos del Estado, Proyecto Hindcast of Dynamic Processes of the Ocean and Coastal Areas of Europe (Información retrospectiva de los procesos dinámicos del océano y las zonas costeras de Europa - HIPOCAS) (2009). *SIMAR-44*. Facilitada.
- ▶ Viceconsejería Industria y Energía, Gobierno de Canarias (2011). *Instalaciones fotovoltaicas de Lanzarote*. Facilitada.

### **Modelos y Herramientas de Estudio:**

- ▶ HAMSOM
- ▶ HIRLAM
- ▶ MAPA, Grafcan
- ▶ REMO, Regional Climate Model.
- ▶ Software Urbawind. Meteodyn
- ▶ Vortex
- ▶ WAM
- ▶ WINEIEL

### **BIBLIOGRAFÍA E INFORMACIÓN GENERAL**

- ▶ Abencis Sea Power SL (2009). *Aprovechamiento de la energía del Oleaje, Proyecto SEAPOWER*. Jornadas de Presentación del Mapa de Olas de Lanzarote. 15 de abril de 2009, Lanzarote.
- ▶ AEA Energy & Environment on the behalf of Sustainable Energy Ireland for the IEA's Implementing Agreement on Ocean Energy Systems (AEA Energy & Environment por encargo del Sustainable Energy Ireland, bajo el convenio de Implantación de la Energía Oceánica de la Agencia Internacional de la Energía) (2006). *Review and analysis of ocean energy systems development and*

supporting policies (Revisión y análisis del desarrollo de sistemas de energía oceánica y sus políticas de apoyo).

[Online] [http://www.iea-oceans.org/\\_fich/6/Review\\_Policies\\_on\\_OES\\_2.pdf](http://www.iea-oceans.org/_fich/6/Review_Policies_on_OES_2.pdf) [2008, Diciembre].

► Agrupación Empresarial Innovadora – Cluster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Cluster RICAM), Asociación Canaria de Energía Renovable (ACER) (2011). *Análisis de impacto del Real Decreto-ley 14/2010 sobre las instalaciones de energía solar fotovoltaica en Canaria*. [Online] [http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=20&Itemid=45](http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=20&Itemid=45) [2011, Septiembre].

► Agrupación Empresarial Innovadora – Cluster de Empresa de Energías Renovables, Medio Ambiente y Recursos Hídricos de las Islas Canarias (AEI-Cluster RICAM), Corporación 5 – Análisis y Estrategia SL (2010). *Análisis de los sobrecostes de la energía del sistema energético de Canarias*. [Online] [http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com\\_docman&Itemid=45](http://www.femepa.org/clusterricam.org/index.php?option=com_docman&Itemid=45) [2011, Agosto].

► Allsmallwindturbines.com (2010) *All small wind turbines; all the world's small wind turbines in one overview* [online] [www.allsmallwindturbines.com](http://www.allsmallwindturbines.com) [2010, Julio].

► Ambientum.com (2011). *Las Olas del Mar, nueva Fuente de Energía*. [Online] <http://www.ambientum.com/boletino/noticias/Olas-de-mar-nueva-fuente-energia.asp> [2011, Julio].

► Asociación de Productores de Energía Renovable (APPA) (2010). *Borrador de Modelo de Ordenanza Minieólica*.

► Barlovento Recursos Naturales SL (2010). *Potencial del Recurso Eólico y su Impacto Ambiental*. Curso Energía Eólica de Pequeña Potencia. 10 de marzo de 2010, Madrid. [Online] [82.223.107.17/docs/EE\\_PEUQUENA\\_POTENCIA\\_1.pdf](http://82.223.107.17/docs/EE_PEUQUENA_POTENCIA_1.pdf) [2010, Marzo].

► Boyle, G. (2004). *Renewable Energy. Power for a Sustainable Future (Energía Renovable. Potencia para un Futuro Sostenible)*. Second edition (segunda edición).

► Centro de Datos del Cabildo de Lanzarote (2011). *Memoria Digital de Lanzarote*. [Online] <http://www.memoriadelanzarote.com/> [2011, Mayo].

► Consejería de Empleo, Industria y Comercio, Gobierno de Canarias (2008). *Estadísticas Energéticas de Canarias 2006*. [Online] <http://www.datosdelanzarote.com/muestraFamilias.asp?idFamilia=20&seccion=biblioteca> [2011, Junio].

[datosdelanzarote.com/muestraFamilias.asp?idFamilia=20&seccion=biblioteca](http://www.datosdelanzarote.com/muestraFamilias.asp?idFamilia=20&seccion=biblioteca) [2011, Junio].

► Danish Wind Industry Association (DWIA - Asociación danesa industria eólica) (2010). *The guided tour: Wind Energy Reference Manual (El tour guiado: Manual de referencia de la energía eólica)*. [Online] <http://wiki.windpower.org/index.php/Index> [2010, Julio].

► Ecologistas en Acción (2008). *Informe de ecologistas en acción: Real Decreto 1578/2008, retribución de la energía solar fotovoltaica*. [Online] [http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf\\_Informe\\_Fotovoltaica\\_R-D.pdf](http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_Informe_Fotovoltaica_R-D.pdf) [2011, Junio].

► Efikosnew.com (2011). *En España hay en marcha 26 proyectos de energía marina por valor de 236 millones de euros*. [Online] <http://www.efikosnews.com/eotras/2579-en-espana-hay-en-marcha-26-proyectos-de-energia-marina-por-valor-de-236-millones-de-euros-.html> [2011, Junio].

► Ente Vasco de la Energía (EVE) (2011). *bimemp - Biscaya Marine Energy Platform (Plataforma de Energía Marina de Vizcaya)*. [Online] [http://www.eve.es/energia\\_marina/index\\_cas.htm](http://www.eve.es/energia_marina/index_cas.htm) [2011, Agosto].

► Ente Vasco de la Energía (EVE) (2011). *Energía marina*. [Online] <http://www.eve.es/web/Energias-Renovables/Energia-marina.aspx> [2011, Junio].

► Forum for Energy and Development (2000). *Renewable Energy on Small Islands (Energía Renovable en Islas pequeñas)*- Second Edition (Segunda Edición).

► Gabinete Científico de la Reserva de Biosfera (2007). *Declaración recomendando al Cabildo la creación de la Agencia Insular de la Energía*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/20070907102339106.pdf](http://www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/20070907102339106.pdf) [2007, Septiembre].

► Gabinete Científico de la Reserva de Biosfera (2007). *Gabinete Científico de la Reserva de Biosfera de Lanzarote 2007*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/2007062913592035.pdf](http://www.cabildodelanzarote.com/Uploads/doc/2007062913592035.pdf) [2007, Septiembre].

► Globe-net.com (2011). *Ships that harvest electrical power from ocean waves (Barcos que recolectan potencia eléctrica de las olas oceánicas)*. [Online] <http://www.globe-net.com/articles/2011/july/15/ships-that-harvest-electrical-power-from-ocean-waves.aspx> [2011, Julio].

► Greenpeace España (2011). *Observaciones de Greenpeace al "Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia"*. [Online] [http://](http://www.globe-net.com/articles/2011/july/15/ships-that-harvest-electrical-power-from-ocean-waves.aspx)

[www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio\\_climatico/Alegaciones%20RD%20pequena%20potencia.pdf](http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/Alegaciones%20RD%20pequena%20potencia.pdf) [Septiembre, 2011].

► Gobierno de Canarias, Consejería de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías (2007). *Estadísticas Energéticas de Canarias 2005*. [Online] <http://www.datosdelanzarote.com/muestraFamilias.asp?idFamilia=20&seccion=biblioteca> [2007, Septiembre].

► Hache, J. D. (2000). *The European Islands and their Governance: From the Nation States to the European Union. (Las Islas Europeas y su Gobierno: De los Estados-Nación a la Unión Europea)*. International Journal of Island Affairs, Issue 9, 1, 13-20.

► Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2004). *Boletín IDAE N°6*. [Online] <http://www.idae.es/index.php/re/menu.73/id.43/mod.publicaciones/mem.detalle>. [2011, Mayo].

► Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2005). *Boletín IDAE N°7*. [Online] <http://www.idae.es/index.php/re/menu.73/id.44/mod.publicaciones/mem.detalle>. [2011, Mayo].

► Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (2006). *Boletín IDAE N°8*. [Online] <http://www.idae.es/index.php/re/menu.73/id.45/mod.publicaciones/mem.detalle>. [2011, Mayo].

► Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, IDAE (2010). *Informe en relación con la cumplimentación del Artículo 4,3 de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*.

► Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). *Propuesta de Real Decreto de regulación de la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica, de pequeña potencia*. [Online] [http://www.mityc.es/energia/electricidad/Legislacion/Documents/Propuesta\\_RD\\_Conexion\\_instalaciones\\_peque%C3%B1a\\_potencia.pdf](http://www.mityc.es/energia/electricidad/Legislacion/Documents/Propuesta_RD_Conexion_instalaciones_peque%C3%B1a_potencia.pdf) [2011, Septiembre].

► Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Proyecto de Real Decreto por el que se regula la conexión a red de instalación de producción de energía eléctrica de pequeña potencia*. [Online] [http://www.mityc.es/energia/electricidad/Legislacion/Documents/20110411\\_Propuesta\\_RD\\_conexiones.pdf](http://www.mityc.es/energia/electricidad/Legislacion/Documents/20110411_Propuesta_RD_conexiones.pdf) [2011, Septiembre].

► Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011). *Tarifas y primas de instalaciones de régimen especial*. [Online] <http://www.mityc.es/energia/electricidad/Tarifas/Instalaciones/Paginas/Index.aspx> [2011, Julio].

► Pérez Santana, M. (2007). *La nueva Reserva para Inversiones en Canarias*. Hacienda Canaria, 19 [Online] [http://www.gobcan.es/haciendacanaria/downloads/Revista19/RevistaHC-19\\_3.pdf?q=iqmo&g=&form=OBLH&width=100%&height=90%](http://www.gobcan.es/haciendacanaria/downloads/Revista19/RevistaHC-19_3.pdf?q=iqmo&g=&form=OBLH&width=100%&height=90%) [2011, Julio].

► Proyecto Life, Reserva de la Biosfera (1998). *Evaluación de la Estrategia Lanzarote en la Biosfera, 1998-2002*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/areas/presidencia/biosfera/biosfera/biosfera.htm](http://www.cabildodelanzarote.com/areas/presidencia/biosfera/biosfera/biosfera.htm) [2007, Septiembre].

► Proyecto Life, Reserva de la Biosfera (2002). *Estrategia Lanzarote en la Biosfera. Aplicación de Programas Propuestos 1998-2002*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/areas/presidencia/biosfera/biosfera/capit/cap1/citaz.htm](http://www.cabildodelanzarote.com/areas/presidencia/biosfera/biosfera/capit/cap1/citaz.htm) [2007, Septiembre].

► Proyecto Life, Lanzarote 2001-04, Instituto Tecnológico de Canarias, SA (2004). *Informe 9: Aproximación a una eco-ordenanza insular para la gestión de la demanda de agua en la edificación de Lanzarote*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/life/informes.htm](http://www.cabildodelanzarote.com/life/informes.htm) [Septiembre, 2007].

► Proyecto Life, Lanzarote 2001-04, J. Serrasolses Domènech (2004). *Informe 10: Aproximación a una eco-ordenanza insular para la gestión de la demanda de energía en la edificación de Lanzarote*. [Online] [www.cabildodelanzarote.com/life/informes.htm](http://www.cabildodelanzarote.com/life/informes.htm) [2007, Septiembre].

► Pontes, M. T., Athanacouroulis, G. A., Barstow, S., Cavaleri, L., Hdmes, B., Mollin, D., OlhrekaPires, H. (1996) *An Atlas of the Wave-Energy Resource in Europe (Un Atlas del Recurso energético de las olas en Europa)*. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Volume 118, Issue 4, 307

► Pontes, M. T. (1998). *Assessing the European Wave Energy Resource (Asesorando el Recurso energético de las Olas Europeo)*. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Volume 120, Issue 4, 226.

► Red Eléctrica de España (2010). *Informe del sistema eléctrico en 2009*. [Online] [http://www.ree.es/sistema\\_electrico/informeSEE.asp](http://www.ree.es/sistema_electrico/informeSEE.asp) [2011, Julio].

► Renewables Insight (2011). *PV Power Plants 2011 - Industry Guide*. [Online] [http://www.pv-power-plants.com/fileadmin/user\\_upload/pdf/PVPP11\\_Screen-Einzelseiten-lowres.pdf](http://www.pv-power-plants.com/fileadmin/user_upload/pdf/PVPP11_Screen-Einzelseiten-lowres.pdf) [2011, Julio].

► Reserva de la Biosfera de Lanzarote (2006). *Seminario: Reserva para Inversiones de Canarias. Una Reflexión a Tiempo. Propuestas y Limitaciones*.

► Scheer, H. (2005). *Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien (Autonomía Energética. Una Nueva Política para las Energías Renovables)*.  
 ► World Coal Institute (Instituto Mundial del Carbón) (2006) *Coal: Liquid Fuels*. [Online] <http://www.worldcoal.org/resources/wca-publications/> [2008, Diciembre].  
 ► Wineur Project (2006) *Urban Wind Turbines, Technology review, A companion text to the EU UWT Catalogue (Turbinas eólicas para ámbito urbano. Revisión técnica. Documento adjunto al Catálogo Europeo de Turbinas Urbanas)*. [Online] [http://www.urbanwind.net/pdf/technological\\_analysis.pdf](http://www.urbanwind.net/pdf/technological_analysis.pdf) [2010, Marzo].

### **NORMATIVA**

- Consejería de Empleo, Industria y Comercio, Gobierno de Canarias (2007). *Plan Energético de Canarias (PECAN 2006)*. [Online] <http://www.gobcan.es/energia/doc/planificacion/pecan/pecan2007.pdf> [2011, Julio].  
 ► Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, *por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias*. BOC nº230 de 24/11/2009, pág. 25848 a 25950.  
 ► Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, *por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias (TRLOTcy ENC'00)*. BOC nº60 de 15/5/2000, pág. 5989 a 6307.  
 ► Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo, *por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE)*. Diario Oficial de la UE (DOUE) 2007/L 108/1 de 25/4/2007.  
 ► International Electrotechnical Commission (Comisión Internacional electrotécnica) (2006) *International Standard (Norma internacional) IEC-61400-2*  
 ► Ley 11/1990, de 13 de julio, *de Prevención del Impacto Ecológico*. BOC nº92 de 23/7/1990, pág. 2616 a 2628.  
 ► Ley 30/1992, de 26 de noviembre, *de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y Procedimiento Administrativo común*. BOE nº285 de 27/11/1992, pág. 40300 a 40319.
- Ley 6/1997, de 14 de abril, *de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado*. BOE nº90 de 15/4/1997, pág. 11755 a 11773.  
 ► Ley 54/1997, de 27 de noviembre, *del Sector Eléctrico*. Boletín Oficial del Estado (BOE) nº285 de 28/11/1997, pág. 35097 a 35126.  
 ► Ley 1/1999, de 29 de enero, *de Residuos de Canarias*. BOC nº16 de 5/2/1999, pág. 1570 a 1583.  
 ► Ley 4/1999, de 15 de marzo, *del Patrimonio Histórico de Canarias*. BOC nº36 de 24/3/1999, pág. 3764 a 3793.  
 ► Ley 45/2007, de 13 de diciembre, *para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural*. BOE nº299 de 14/12/2007, pág. 51339 a 51349.  
 ► Ley 2/2011, de 4 de marzo, *de Economía Sostenible*. BOE nº55 de 5 de marzo, pág. 25033 a 25235.  
 ► Ministerio de Industria y Energía, IDAE (1999). *Plan de Fomento de Energías Renovables*.  
 ► Ministerio de Industria, Turismo y Energía, IDAE (2005). *Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010*.  
 ► Ministerio de Industria, Turismo y Energía, IDAE (2007). *Plan de Ahorro y Eficiencia (PAE+) 2008-2012*.  
 ► Ministerio de Industria, Turismo y Energía, IDAE (2010). *Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020*.  
 ► Orden ITC/3353/2010, de 28 de diciembre, *por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2011 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial*. BOE nº316 de 29/12/2010, pág. 108082 a 108107.  
 ► Real Decreto 1398/1993, de 4 de agosto, *por el que se aprueba el Reglamento del Procedimiento para el Ejercicio de la Potestad Sancionadora*. BOE nº 189, de 9 de agosto de 1993, pág. 24050 a 24056.  
 ► Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, *sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración*. BOE nº312 de 30/12/1998, pág. 44077 a 44089.  
 ► Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, *por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica*. BOE nº310 de 27/12/2000, pág. 45988 a 46040.  
 ► Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, *por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de*



su energía eléctrica producida. BOE nº210 de 2/9/2002, pág. 31968 a 31974.

► Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE nº224 de 18/9/2002, pág. 33084 a 33086.

► Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial. BOE nº313 de 31/12/2002, pág. 46338 a 46346.

► Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº75 de 27/3/2004, pág. 13217 a 13238.

► Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012. BOE nº282 de 25/11/2006, Pág. 41320 a 41440.

► Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº126 de 26/5/2007, pág. 22846 a 22886.

► Real Decreto 1027/2007, de 20 julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). BOE nº207 de 29/8/2007, pág. 35931 a 35984.

► Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. BOE nº183 de 1/8/2007, pág. 33171 a 33179.

► Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. BOE nº224 de 18/9/2007, pág. 37860 a 37875.

► Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº254 de 23/10/2007, pág. 42992 a 43045.

► Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología. BOE nº234 de 27/9/2008, pág. 39117 a 39125.

► Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, para el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción eléctrica en régimen especial. BOE nº283 de 23/11/2010, pág. 97428 a 97446.

► Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. BOE nº312 de 24 de diciembre, pág. 106386 a 106394.

► Resolución de 30 de junio, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el coste de producción de energía eléctrica y las tarifas de último recurso a aplicar en el tercer trimestre de 2011. BOE nº156 de 1/7/2011, pág. 69904-69907.

► Unión Europea. Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. DOUE 2010/C 83/01 de 30/3/2010. Versión consolidada.

## **ABREVIATURAS**

### **Unidades de medida**

**€**: Céntimo de euro, unidad monetaria

**¢**: Céntimo de dólar, unidad monetaria

**GWh**: Gigavatio por hora, unidad de consumo/producción eléctrico, 1.000 MWh

**kg**: Kilogramo, unidad de peso, 1.000 gramos

**km**: Kilómetros, unidad de longitud, 1.000 m

**ktep**: Kilotoneladas equivalentes de petróleo, 1.000 tep

**kW**: Kilovatio, unidad de potencia, 1.000 vatios

**kWh**: Kilovatio por hora, unidad de consumo/producción, 1.000 vatios por hora

**kWp**: Kilovatio pico, potencia máxima o punta.

Potencia alcanzada por un módulo solar en plena radiación solar, bajo las condiciones de prueba estándares estipuladas.

**m**: Metro, unidad de longitud

**m²**: Metros cuadrados, unidad de superficie

**m³**: Metros cúbicos, unidad de volumen

**Mpta**: Millones de pesetas

**MW**: Megavatio, unidad de potencia, 1.000kW

**MWh**: Megavatio por hora, unidad de consumo/producción, 1.000 kWh

**t**: Toneladas, unidad de peso, 1.000 kg

**tep**: Toneladas equivalentes de petróleo, unidad de energía. Su valor equivale a la energía que hay en una tonelada petróleo y, como puede variar según la composición de este, se ha estipulado en 11.630kWh.

## Expresiones y siglas

**ACS:** Agua caliente sanitaria  
**AEL:** Agencia de la Energía de Lanzarote  
**AEH:** Aerogeneradores eólicos de eje horizontal  
**AEV:** Aerogeneradores eólicos de eje vertical  
**AREAM:** Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira  
**ARENA :** Agencia Regional da Energia da Região Autónoma dos Açores  
**APPA:** Asociación de Productores de Energía Renovable  
**ASOLAN:** Asociación de Hoteles y Apartamentos de Lanzarote  
**AV:** Actuaciones de verificación  
**BENMAGEC:** Federación Ben Magec-Ecologistas en Acción  
**Bimep:** Biscay Marine Energy Platform  
**CF:** Comprobación de funcionamiento  
**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono  
**EVE:** Ente Vasco de la Energía  
**IDAE:** Diversificación y Ahorro de la Energía  
**I+D:** Investigación y Desarrollo  
**I+D+DT:** Investigación y Desarrollo, y Desarrollo Tecnológico  
**INALSA:** Insular de Aguas de Lanzarote Sociedad Anónima  
**INE:** Instituto Nacional de Estadística  
**ISTAC:** Instituto Estadístico de Canarias  
**ITC:** Instituto Tecnológico de Canarias  
**IV:** Inspecciones visuales  
**LIM:** Laboratori d'Enginyeria Marítima (Laboratorio de Ingeniería Marítima)  
**PANER 2011-2020:** Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020  
**PECAN 2006:** Plan Energético de Canarias 2007  
**PGMO:** Plan General de Ordenación  
**PER :** Plan de Energías Renovables  
**PNA:** Plan Nacional de Asignación de Emisiones  
**PTEOIELzt :** Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas de Lanzarote  
**RD:** Real Decreto  
**RIC:** Reserva de Inversiones de Canarias  
**TRES:** Transición hacia un modelo energético sostenible para Madeira, Azores y Canarias  
**TUR:** Tarifa de Último Recurso  
**UPC :** Universitat Politècnica de Catalunya (Universidad Politécnica de Cataluña)  
**ULL:** Universidad de La Laguna

## ANEXO AL INFORME - MAPA DE OLAS: CD RECOPILATORIO<sup>o</sup> DE LOS MAPAS DE RESULTADOS

Dado el elevado volumen de resultados obtenidos, se ha generado una base de datos estructurada que se proporciona mediante CD. Dicha estructura y su contenido se indica a continuación:

### Estructura: Contenido

- ▶ Promedios Anuales y Promedios Mensuales de Energía del Oleaje obtenidos a partir de las fuentes WANA y SIMAR-44 para las 11 localizaciones (Directorios SIMAR y WANA).
- ▶ Promedios Anuales y Promedios Mensuales de Energía del Oleaje obtenidos a partir de la fuente REDEXT (Directorio REDEXT).
- ▶ Promedios de Energía del Oleaje de los 50 años en cada una de las 11 localizaciones con tres distintas representaciones (Directorio SIMAR+WANA).
- ▶ Mapas Generales de Energía del Oleaje
- ▶ Rosas sectoriales direccionales, Vectores, Zonificación y Estacionalidad obtenidos a partir del conjunto total de los 50 años en cada una de las 11 localizaciones (Directorio MAPAS GENERALES).
- ▶ Promedios Anuales y Promedios Mensuales de Energía del Viento obtenidos a partir de las fuentes WANA y SIMAR-44 para las 11 localizaciones (Directorios SIMAR y WANA).

\*Dicho DVD se haya disponible en el Área de Energía del Cabildo de Lanzarote.

## **AGRADECIMIENTOS**

Desde su creación numerosas personas han trabajado para el Área de Energía y en consecuencia contribuido, con su trabajo y esfuerzo, a la creación de este libro:

- ▶ María del Rocío Arredondo Carmona, Consejera de las Áreas de Industria, Comercio, Consumo y Energía
- ▶ Emilio Bermúdez Hernández, Consejero del Área
- ▶ Sergio Machín de León, Ex - Consejero del Área
- ▶ Lourdes Bernal Guillen, Ex - Consejera del Área
- ▶ Alejandro Perdomo Feo, Ex - Asesor político
- ▶ Domingo Pérez, Consultor independiente al servicio del área
- ▶ Beatriz Medina Warmburg, Ex - Consultor independiente al servicio del área, Editora
- ▶ Al personal del Convenio con el Servicio Canario de Empleo "Mapa Solar"
- ▶ Al personal del Convenio con el Servicio Canario de Empleo "Página Web de Energía"
- ▶ Al personal del Convenio con el Servicio Canario de Empleo "Servicios Energéticos"
- ▶ Al personal del Convenio con el Servicio Canario de Empleo "Auditorías Energéticas"
- ▶ Juan Andrés Betancort Corujo, Ex-Becario
- ▶ Sara Guadix Coca, Becaria

A su vez, queremos hacer mención de la colaboración de otras personas y áreas del Cabildo:

- ▶ A Ordenación Territorial
- ▶ A todo el equipo del Centro de Datos
- ▶ A la Reserva de Biosfera

Agradecemos la información facilitada y atención prestada por la Viceconsejería de Industria y Energía del Gobierno de Canarias.

Finalmente, agradecemos el trabajo realizado por el Laboratori d'Enginyeria Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya y a Barlovento Recursos Naturales SL.



## Títulos de la colección

0. **Presentación y Propuesta de Trabajo. Un Sistema Insular Integrado. Life Lanzarote 2001-04**, 2002
1. **Evolución de Indicadores Insulares (1996-2001)**, 2003
2. **Metabolismo social y turístico de Lanzarote**, 2003
3. **Evaluación del Ahorro Público producido por la contención del crecimiento de la oferta turística en Lanzarote**, 2003
4. **Informe sobre el establecimiento de un Marco Legal para la contención del crecimiento en las zonas turísticas de Lanzarote**, 2003
5. **Informe jurídico sobre la posibilidad de limitar el acceso a la Segunda Residencia en Lanzarote**, 2003
6. **Fiscalidad y Medioambiente en la Isla de Lanzarote**, 2003
7. **Bases jurídicas para la regulación de la oferta de Vehículos de Alquiler sin conductor en Lanzarote**, 2003
8. **Informe jurídico sobre la gestión sostenible de los Flujos Turísticos en puertos y aeropuertos: el caso del Aeropuerto de Lanzarote**, 2003
9. **Aproximación a una Eco-ordenanza insular para la Gestión de la Demanda de Agua en la edificación de Lanzarote**, 2003
10. **Aproximación a una Eco-ordenanza insular para la Gestión de la Demanda de Energía en la edificación de Lanzarote**, 2003
11. **Análisis de los Materiales empleados en la Edificación en la Isla de Lanzarote desde una perspectiva medioambiental**, 2004
12. **Un Marco Estratégico para fortalecer el sistema económico insular compatible con la contención del crecimiento turístico en Lanzarote**, 2004
13. **Facultades de intervención administrativa del Cabildo Insular en el control de la oferta alojativa turística**, 2004
14. **1<sup>er</sup> Congreso de Reservas de Biosfera Españolas (2006)**, 2008
15. **Lanzarote: legalidad urbanística. Efectos de las sentencias que anulan licencias turísticas**, 2009
16. **Memoria. II Jornadas de Legalidad Territorial y Ambiental (2009)**, 2010
17. **Energía en Lanzarote. Análisis del ámbito energético de Lanzarote y de sus recursos renovables a partir del trabajo del Área de Energía del Cabildo Insular de Lanzarote**, 2012

Colección disponible en:

[www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditorial](http://www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditorial)

PATROCINAN:

Programa de Apoyo a la Red de Reservas de Biosfera Españolas



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE,  
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Cabildo de Lanzarote

Consejería de Industria, Comercio, Consumo y Energía

[www.cabildodelanzarote.com/biosfera](http://www.cabildodelanzarote.com/biosfera)

Colección disponible en:

[www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditorial](http://www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditorial)

English summary inside

Full set of summaries at:

[www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditoriale](http://www.cabildodelanzarote.com/observatorio/lineaeditoriale)



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Red de  
Reservas de  
Biosfera  
Españolas



Observatorio  
de Lanzarote

Consejo Reserva de Biosfera

