

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS SOLARES Y EÓLICOS**

STEFANY CRISTINA SOLANO ANAYA

DIRECTORA

ING. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

BUCARAMANGA

2014

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo doy gracias a Dios por todas las bendiciones que derrama sobre mí, el haber culminado esta carrera es una de ellas. A mis Padres por su apoyo incondicional quienes con su esfuerzo hicieron posible este sueño, a mis Hermanas por sus sabios consejos y a mis tutoras; Ingeniera Luz Marina Torrado e Ingeniera María Fernanda Serrano por su orientación y apoyo en la realización de mi tesis.

Contenido

1. OBJETIVOS.....	9
1.1. OBJETIVOS GENERAL	9
1.2. Objetivos Específicos	9
2. INTRODUCCION	12
3. ENERGIA SOLAR.....	14
4. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	15
4.1 Avances de la energía solar fotovoltaica	17
4.2 Avances de la energía S.F en Colombia.....	24
4.3 Proyectos realizados.....	28
5. ENERGIA SOLAR TERMODINAMICA.....	36
5.1 Avances de la energía solar termodinámica.....	44
5.2 Avances de la energía S.T en Colombia.....	53
5.3 Proyectos realizados.....	55
6. IMPACTOS AMBIENTALES.....	63
7. ENERGIA SOLAR EN BUCARAMANGA.....	69
8. ENERGIA EOLICA.....	73
8.1 Avance de la energía eólica.....	80
8.2 Avance de la energía eólica en Colombia.....	91
8.3 Proyectos realizados.....	95
9. IMPACTOS AMBIENTALES.....	103
10. PROYECTOS EMBLEMÁTICOS.....	104
11. CONCLUSIONES.....	111
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conexión a red de energía solar fotovoltaica.....	14
Figura 2. Conexión autónoma de energía solar fotovoltaica.....	15
Figura 3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.....	15
Figura 4. Intensidad solar en Colombia.....	24
Figura 5. Zonas de posibles instalaciones de energía renovable.....	25
Figura 6. Importaciones de materia prima para Colombia.....	27
Figura 7. Importaciones de materia prima a Colombia.....	27
Figura 8. Instalación de paneles solares en Villanueva, España.....	28
Figura 9. Paneles solares en cubierta de la fábrica de Solaria.....	28
Figura 10. Instalación de paneles solares en suelo ubicados en Marche, Italia...	29
Figura 11. Instalación de paneles solares en UTA, Italia.....	29
Figura 12. Instalación de paneles solares en suelo en Ollastra, Italia.....	30
Figura 13. Instalación de paneles solares en suelo en Magacela, España.....	30
Figura 14. Instalación de paneles solares en suelo en Alhama de murcia, España.....	31
Figura 15. Instalación de paneles solares en suelo en Stalldorf, Alemania.....	31
Figura 16. Instalación de paneles solares en suelo en Thale, Alemania.....	32
Figura 17. Instalación de paneles solares en suelo en Halle, Alemania.....	32
Figura 18. Paneles solares en carreteras principales de Chicago.....	33
Figura 19. Proyecto de semáforo con energía renovable en Tuluá, Colombia.....	34
Figura 20. Instalación de paneles solares en la autopista del café, Colombia.....	35
Figura 21. Panel solar en la autopista del café, Colombia.....	36
Figura 22. Entrada principal para el hotel o el sendero de caminatas en el	

Parque Tayrona, Santa Marta.....	36
Figura 23. Paneles solares ubicados en la playa arrecifes en el Parque Tayrona Santa Marta.....	37
Figura 24. Ilustración de colectores de energía linear con espejos parabólicos...39	39
Figura 25. Esquema de funcionamiento de una planta solar linear.....39	39
Figura 26. Instalación de planta linear fresnel.....40	40
Figura 27. Ilustración de receptor central a torre.....41	41
Figura 28. Sistema de energía solar térmica receptor central a torre.....42	42
Figura 29. Sistema de energía solar térmica de discos parabólicos con turbina...43	43
Figura 30. Funcionamiento de la planta de discos parabólicos con turbina.....43	43
Figura 31. Planta solar termodinámica en Arizona.....55	55
Figura 32. Planta solar linear más grande del mundo, en USA.....56	56
Figura 33. Paneles solares en el techo del Hotel Amic Horizonte.....57	57
Figura 34. Paneles solares en el balneario hervidero de cofrentes.....58	58
Figura 35. Hotel Galicia en Sevilla, España. Paneles solares térmicos en la Cubierta.....58	58
Figura 36. Centro polideportivo Jaén.....59	59
Figura 37. Cubierta de sociedad cultural deportivo – recreativa Anaitasuna.....60	60
Figura 38. Cubierta del Aula Pablo VI en ciudad del vaticano.....60	60
Figura 39. Horno solar de Odeillo.....61	61
Figura 40. Paneles térmicos en el hospital infantil los ángeles (hila).....62	62
Figura 41. Paneles solares térmicos en el hotel san Pedro de majagua.....62	62
Figura 42. Fachada con energía solar fotovoltaica.....64	64
Figura 43. Paneles solares instalados en Colegio Salesiano Bucaramanga.....68	68
Figura 44. Sistema Interno de un aerogenerador.....72	72
Figura 45. Partes internas de un aerogenerador.....73	73

Figura 46. Aerogenerador de eje vertical (Savonius).....	74
Figura 47. Aerogenerador de eje vertical (Darreius).....	74
Figura 48. Aerogeneradores de eje horizontal.....	74
Figura 49. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo en el 2003.....	76
Figura 50. Estructuras para aerogeneradores marinos.....	77
Figura 51. Plataforma de servicio eléctrico, recolector de la energía producida Por los aerogeneradores.....	78
Figura 52. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo en el 2003.....	82
Figura 53. Potencia eólica en Colombia.....	91
Figura 54. Potencia eólica en Colombia.....	92
Figura 55. Parque eólico Guanacaste, costa rica.....	93
Figura 56. centro de energía renovable en morbach, Alemania.....	94
Figura 57. Parque eólico marino en Dinamarca.....	94
Figura 58. London Array, parque eólico marino.....	95
Figura 59. Aerogeneradores de ensayos de prototipos de monte ahumada.....	95
Figura 60. Complejo eólico en higuera (parque eólico).....	96
Figura 61. Parque eólico de Tea.....	97
Figura 62. Parque eólico en la sierra del madero.....	97
Figura 63. Parque eólico de Moncayuelo.....	98
Figura 64. Parque eólico de Penouta.....	98
Figura 65. Parque eólico de Badaya.....	99
Figura 67. Aerogeneradores en centros comerciales de chicago.....	99
Figura 68. Parque eólico Jeripachi.....	100
Figura 69. Parque eólico Nazareth.....	100
Figura 70. Sistemas de Generación de Energía Solar.....	102

Figura 71. Planta Solar Agua Caliente.....	103
Figura 72. Rancho solar California Valley.....	104
Figura 73. Planta de energía solar Andasol.....	104
Figura 74. Parque solar Neuhardenberg.....	104
Figura 75. Proyecto solar Mesquite.....	105
Figura 76. Centro de energía eólica alta.....	105
Figura 77. Parque eólico Shepherds Flat.....	106
Figura 78. Parque eólico Roscoe.....	106
Figura 79. Centro de energía eólica Horse Hollow.....	107
Figura 80. Parque eólico Capricorn Ridge.....	107
Figura 81. Parque eólico marino LondoN Array.....	108

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Energía termodinámica para calentamiento de agua.....	44
Cuadro 2. Energía producida por sistema linear fresnell.....	45
Cuadro 3. Instalaciones de los diferentes sistemas de energía solar termodinámica de 2000 a 2004.....	46
Cuadro 4. Instalaciones en el Mundo de sistema linear parabólico.....	48
Cuadro 5. Instalaciones de receptor central en el mundo.....	49
Cuadro 6. Capacidad de energía solar termodinámica instalada en el mundo.....	50
Cuadro 7. Generación de energía térmica para el calentamiento de agua en El mundo.....	50
Cuadro 8. Instalaciones de energía solar termodinámica en el mundo en el Periodo de 2005 – 2010.....	52
Cuadro 9. Energía producida por el sistema interconectado nacional.....	54
Cuadro 10. Fondo para la implementación de energía renovable.....	55

Cuadro 11. Producción de energía solar en planta linear parabólica.....	57
Cuadro 12. Reducción de CO2 con la implementación de energía solar.....	63
Cuadro 13. Área utilizada para la generación de los diferentes sistemas de energía.....	65
Cuadro 14. Análisis cualitativo de los impactos medioambientales en las diferentes tecnologías de generación de energía.....	67
Cuadro 15. Precios de equipos para la implementación de energía solar en Bucaramanga.....	70
Cuadro 16. Capacidad instalada de energía eólica.....	79
Cuadro 17. Potencial y explotación de de energía eólica en india.....	81
Cuadro 18. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.....	84
Cuadro 19. Tasa de crecimiento en porcentaje de países en América Latina y Europa Oriental.....	86
Cuadro 20. Países con instalaciones eólicas marinas en el mundo.....	88
Cuadro 21. Velocidad de viento en diferentes países.....	89
Cuadro 22. Lista de proveedores de equipos para la generación de Energía eólico.....	93

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Instalaciones de energía solar fotovoltaica en la UE.....	16
Grafico 2. Evolución de energía renovable en España, 1999-2004.....	17
Grafico 3. Estadística de instalación autónoma y conectada a red en el periodo de 2000-2004.....	18
Grafico 4. Comparación de energía instalada entre Alemania y España.....	19
Grafico 5. Instalación de energía renovable en otros países, periodo de 1994-2005.....	20
Grafico 6. Producción anual de energía solar en el mundo.....	21

Grafico 7. Instalación de energía solar fotovoltaica en el mundo, periodo 1998-2012.....	22
Grafico 8. Generación eléctrica por espejos parabólicos.....	47
Grafico 9. Capacidad instalada de energía termodinámica en el mundo.....	51
Grafico 10. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.....	79
Grafico 11. Desarrollo de la instalación y producción de energía eólica en Grecia	
Grafico 12. Crecimiento de energía eólica en India.....	82
Grafico 13. Capacidad de energía eólica instalada en la Unión Europea finales del 2003.....	83
Grafico 14. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo a finales del 2005	
Grafico 15. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.....	84
Grafico 16. Producción de la energía eólica en el 2012 Vs 2011.....	86
Grafico 17. Tasa de crecimiento en porcentaje de países en Latino América y Europa Oriental.....	87
Grafico 18. Generación de energía eólica marina en el año 2011 vs 2012.....	88

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar los impactos ambientales generados en el montaje de sistemas energéticos solares y eólicos.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los sistemas energéticos no convencionales.
- Identificar los impactos ambientales generados en los proyectos de infraestructura construidos para la producción de energía solar y energía eólica en el periodo comprendido entre el año 2000 al 2010.
- Identificar las estrategias de mitigación que se han implementado.
- identificar los casos emblemáticos del uso de la energía solar y la energía eólica.

RESUMEN

TITULO: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS SOLARES Y EÓLICOS

AUTOR: STEFANY CRISTINA SOLANO ANAYA

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR(A): LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ

Este estudio se basará en el desarrollo de la energía solar y la energía eólica para la producción de energía eléctrica, con el fin de mitigar el gran impacto ambiental que se genera al extraer la energía fósil o la implementación de energía convencional, estos sistemas de energía no convencional son una solución que se ha podido evidenciar durante los últimos años, estos proyectos son realizados implementando la energía renovable que se caracteriza por que en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana.

Para ello se realizará un análisis extensivo bibliográfico de los proyectos ya realizados en diferentes partes del mundo, comprendido entre el periodo del año 2000 al 2010 y el estudio de las nuevas alternativas para el buen funcionamiento y aprovechamiento de ellas y como primera medida es necesario identificar las ventajas, desventajas y los impactos generados durante la producción de estas energías, esto implica un análisis desde el momento en que se planea la construcción de la estructura que soporte el sistema de producción energético hasta el mantenimiento y uso de él. Teniendo en cuenta que su construcción debe ser con materiales convencionales, amigables con el medio ambiente, sustentables y que cumpla con todos los requisitos ingenieriles establecidos.

Al demostrar todos los aspectos positivos de estas alternativas podemos fomentar el uso continuo hasta el punto de dejar atrás la extracción de combustibles fósiles, de igual manera podemos demostrar que el mejoramiento del mundo está en nuestras manos, con estos nuevos sistemas de energía podemos evitar los grandes daños ambientales que se están causando y mejorar la calidad de la vida humana.

PALABRAS CLAVES:

Energías renovables, Impactos ambientales, Energía solar, Energía eólica, Energía convencional

ABSTRACT

TITLE: IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN A PRODUCTION OF SOLAR AND WIND ENERGY SYSTEMS

AUTHOR: STEFANY CRISTINA SOLANO ANAYA

FACULTY: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR: LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ

This study is based on the development of solar energy and wind energy for the production of electrical energy, for the purpose of mitigate the strong environmental impact that is generated by extracting fossil energy or the implementation of conventional energy, these energy systems conventional are not a solution that has been evident over the last years, these projects are carried out by implementing renewable energy that is characterized by its processing and use into useful energy are not consumed or depleted on a human scale.

To do this an extensive literature review of existing projects will be held in different parts of the world, between the period of 2000-2010 and the study of new alternatives for the proper functioning and use of them will take as a first measure to be identified the advantages, disadvantages and impacts generated during the production of this energy, this involves an analysis from the time the construction of the structure that supports the system of energy production to maintenance and use of it is planned. Given that construction should be with conventional materials friendly to the environment, sustainable and meets all established requirements engineering.

By demonstrating all the positive aspects of these alternatives we encourage continued use to the point of leaving the extraction of fossil fuels, just as we can demonstrate that improving the world is in our hands, with these new energy systems we can avoid major environmental damage caused and improve the quality of human life.

KEYWORDS:

renewable energy, environmental impacts, solar energy, wind energy, conventional energy.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años existe una gran preocupación a nivel ambiental debido a la amenaza en que se encuentran nuestros recursos naturales, lo que se convierte en una amenaza para la subsistencia del ser humano. La principal causa a esta situación se atribuye a la extracción y consumo masivo de combustibles fósiles y las acciones de los hombres sobre el medio ambiente.

Debido a esto se han buscado alternativas diferentes para la generación de energía con el fin de mitigar el gran impacto ambiental que se genera al extraer la energía fósil, una solución que se ha podido evidenciar con los diferentes avances tecnológicos es la generación de energía no convencional, estos proyectos son realizados implementando la energía renovable que se caracteriza por que en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana.

En la actualidad el uso de las nuevas alternativas de energía renovable se ha visto en constante crecimiento, debido a los resultados positivos que se han generado en los pequeños proyectos ya realizados, pero la utilización de estas energías no convencionales se han visto limitadas debido al costo que se genera en su producción y a la complejidad para transformarlas en energía eléctrica.

La implementación de las energías renovables o no convencionales como la energía solar y eólica, son una alternativa para mitigar los daños ocasionados en el medio ambiente, su implementación requiere de análisis y estudios previos que garanticen un mejoramiento sobre este. Debido a esto, hoy en día es necesario determinar la factibilidad de implementar un determinado proceso para el aprovechamiento de estas energías de forma segura y rentable.

De acuerdo a lo anterior, como primera medida es necesario identificar las ventajas, desventajas y los impactos generados durante la producción de las

energías eólicas y solares, esto implica un análisis desde el momento en que se planea la construcción de la estructura que soporte el sistema de producción energético hasta el mantenimiento y uso de él. Teniendo en cuenta que su construcción debe ser con materiales convencionales, amigables con el medio ambiente, sustentables y que cumpla con todos los requisitos ingenieriles establecidos.

ENERGIA SOLAR

EL sol es una estrella del tipo espectral G2 que se encuentra en el centro del Sistema Solar y constituye la mayor fuente de radiación electromagnética de este sistema planetario, de igual manera es considerado como fuente de vida y origen de formas de energía que el hombre ha utilizado. El sol puede satisfacer las necesidades del ser humano si se aprovecha de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta.¹ Según el Centro de Estudios de La Energía Solar, de España. “El sol es una energía garantizada para los próximos 6000 millones de años ya que ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones (5000) de años y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia, de igual manera en sus estudios realizados han demostrado que el sol arroja sobre la tierra cuatro mil (4000) veces más energía que la que vamos a consumir.”²

Por datos como este es que se busca la implementación de la energía solar ya que es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor, emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, o también a través de la absorción de la radiación.

Se puede decir que es un poco absurdo no intentar aprovechar esta fuente de energía, por todos los medios técnicamente posibles, ya que es una fuente de energía gratuita, limpia e inagotable y es considerada como energía renovable, particularmente del grupo no contaminante, conocida como energía verde. Con la implementación de esta energía se puede dejar atrás la utilización del petróleo o de otras alternativas poco segura, contaminante o simplemente agotable.

“Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que se deben afrontar y superar. Aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por si misma hay que tener en cuenta que esta energía está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas, como por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más la solemos necesitar. Es de vital importancia seguir con el

¹ Astro mía, astronomía educativa, [Base de datos en línea]. [consultado el 1 mayo 2014]. Disponible en < <http://www.astromia.com/solar/sol.htm>>

² España. Centro de estudios de la energía solar. [Base de datos en línea]. [Consultado el 1 mayo 2014]. Disponible en < <http://www.censolar.es/menu1.htm>>

desarrollo y perfeccionamiento de la tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar”³

La transformación de esta energía a energía eléctrica puede realizarse de dos (2) formas, la energía fotovoltaica y termodinámica.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se presenta como una de las tecnologías de producción energética más amigables con el medio ambiente. El impacto ambiental que se genera en la producción de los paneles fotovoltaicos y la capacidad para convertir la luz del sol en electricidad es muy bajo y todo esto puede ser producido sin generar emisiones de CO₂.

Esta energía se genera cuando las células de los paneles solares la transforman en electricidad, usando celdas solares que se conectan formando un arreglo que se acopla a un controlador de carga, esta energía se puede almacenar en baterías, se usa de forma directa o se transforma a corriente alterna. La energía fotovoltaica puede ser aplicada de dos formas que son la conexión a red y la autónoma.

- **Conexión a red**

Esta conexión es altamente rentable de utilización de energía limpia y silenciosa, se produce con las placas fotovoltaicas agrupadas en módulos. Teniendo en cuenta todos los ítems de seguridad y la oportuna transformación, se puede obtener la energía en la red general.

Esta conexión a red se genera de la siguiente manera: con un inversor y dos contadores, [ver Figura 1]. “el contador de salida se encarga de acumular los kilowatios producidos para poder facturar a la compañía todos los meses, al precio del momento. Un caso singular que se genero en España es que el Real Decreto 436/2004 (RD 436/2004 y Corrección RD 436/2004) establece una política de primas a la producción eléctrica en plantas fotovoltaicas, tendentes a favorecer el desarrollo de esta fuente renovable de energía. De acuerdo con ello se establecen las siguientes tarifas:

- Tarifa para instalaciones solares fotovoltaicas de hasta 100 Kw: (0,440381€/Kwh) que corresponde al 575% de la Tarifa eléctrica Media de

³ España. Centro de estudios de la energía solar. [Base de datos en línea]. [Consultado el 1 mayo 2014]. Disponible en < <http://www.censolar.es/menu1.htm>>

Referencia. Garantizado los primeros 25 años. A partir de los 25 años, el 460% de la tarifa eléctrica media de referencia.”⁴

Es preciso aclarar que la información obtenida son estudios y proyectos ya realizado en España, ya que este país es considerado como pionero de la energía renovable, debido a esto se encontraran precios, cifras y tarifas con la moneda correspondiente a este país (Euro).

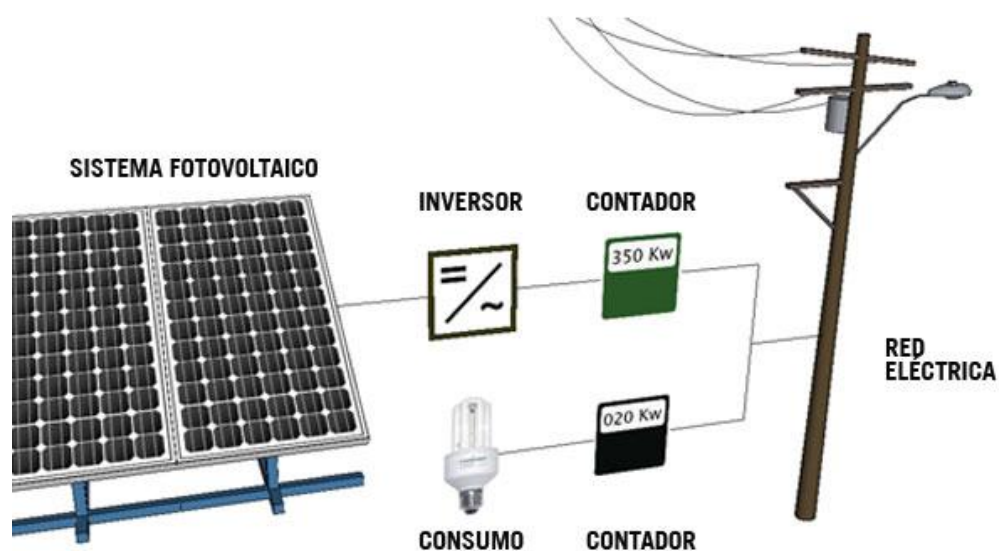


Figura 1. Conexión a red de energía solar fotovoltaica, Fuente: Energía renovable de eco-sostenible.com, Año 2007

- **AUTONOMA O AISALADAS:**

“La instalación autónoma, permite disfrutar de energía eléctrica en lugares de difícil acceso a la red eléctrica. En estas condiciones, es indispensable proveer la instalación de unas baterías que almacenarán la energía producida en condiciones favorables (en el día/ sol) y la cederán en el momento en que se necesite aunque no se esté produciendo.

Estas instalaciones, son muy útiles si se dimensionan correctamente a tenor del gasto energético que tengan que soportar. El coste de la instalación, aun siendo elevado por las necesarias baterías, resulta amortizable en poco tiempo por la energía gratuita de que se dispone”⁵

⁴ España. Eco-sostenible, [base de datos en línea]. [consultado 1 mayo 2014]. Disponible en < <http://www.eco-sostenible.com> >

⁵ España. Eco-sostenible, [base de datos en línea]. [consultado 1 mayo 2014]. Disponible en < <http://www.eco-sostenible.com> >

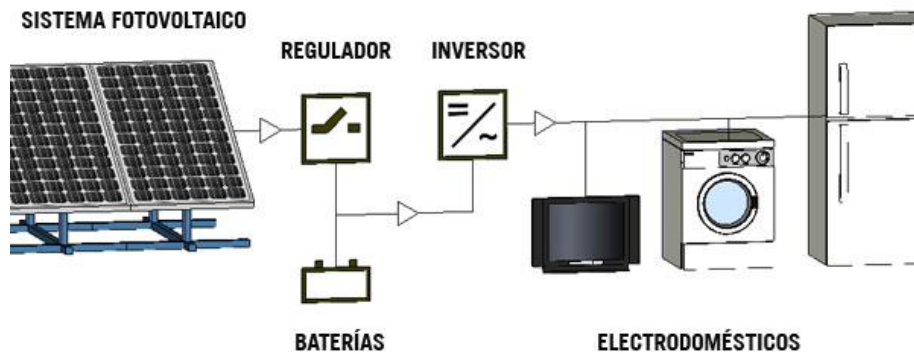


Figura 2. Conexión autónoma de energía solar fotovoltaica,
Fuente: Energía renovable de eco-sostenible.com, 2007

Algunas aplicaciones de la conexión a red y autónomas o aisladas, son en casas, granjas, entre otras. [Ver Imagen 3].

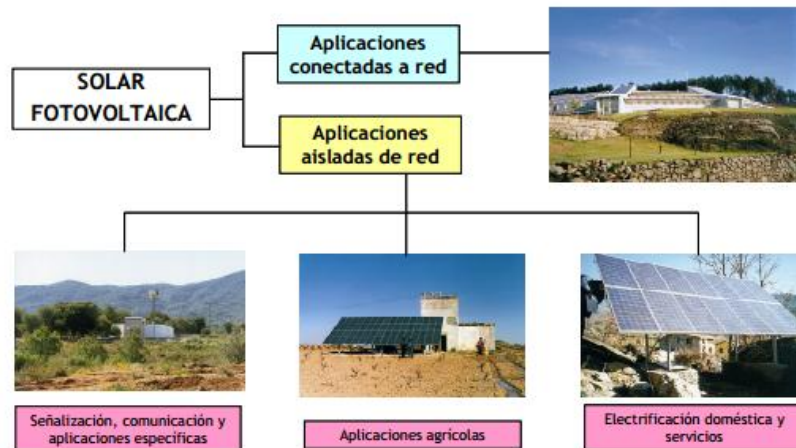


Figura 3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica,
Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

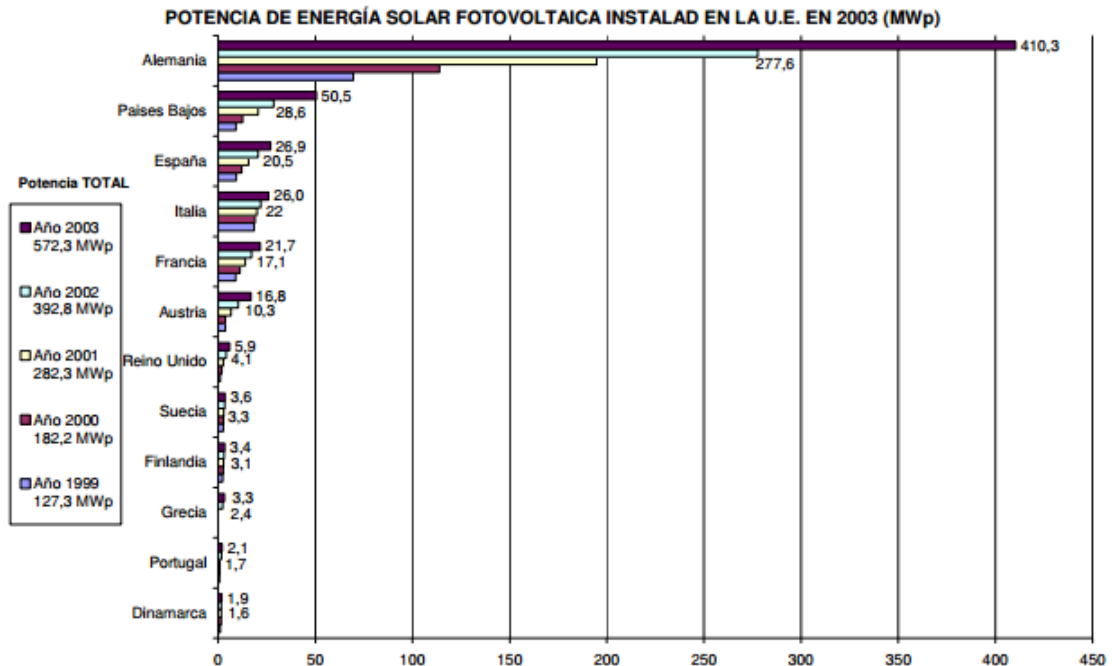
ESTADÍSTICAS DEL AVANCE DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

A continuación se mostraran algunos avances que se realizaron durante el periodo del 2000 al 2010. Los países de la Unión Europea, Alemania y Japón son los

principales pioneros de la energía renovable, los cuales son ejemplo de desarrollo y crecimiento en esta área.

PERIODO DE 2000 A 2005

Según el “PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010”. Donde se Puede encontrar una grafica donde se muestra el crecimiento de la energía renovable en el periodo de 1999 – 2003 en diferentes países de la UE, en donde se puede apreciar el aumento de la generación y consumo de esta energía renovable pasando de 127 MWp a 573 MWp. [Ver Grafico 1].



FUENTE: EurObserv'ER 2004 y datos propios IDAE

Grafico 1. Instalaciones de energía solar fotovoltaica en la UE,

Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

En la anterior imagen se puede observar que Alemania es el país de mayor consumo de energía solar fotovoltaica, esto es debido a que en el año 2003 se instalo una potencia de 410 MWp, que supone más del 70% del total y cuyo mercado es sin duda el más activo. De igual manera se indico que el mercado alemán se ha multiplicado por 10, donde pasó de 12 MWp anuales en 1999 a 130 MWp y en el año 2003 se instalaron 20.000 nuevos sistemas de energía fotovoltaica.

Además de Alemania también se destaca España, en el siguiente grafico se puede encontrar la evolución histórica en el periodo de 1999 – 2004 de la potencia instalada anual. Donde el grafico de sectores muestra la potencia total instalada

hasta el 2004 de energía fotovoltaica, esta grafica está diseñada respecto al objetivo de 143,8 MWp establecidos para el 2010. [Ver Grafico 2].

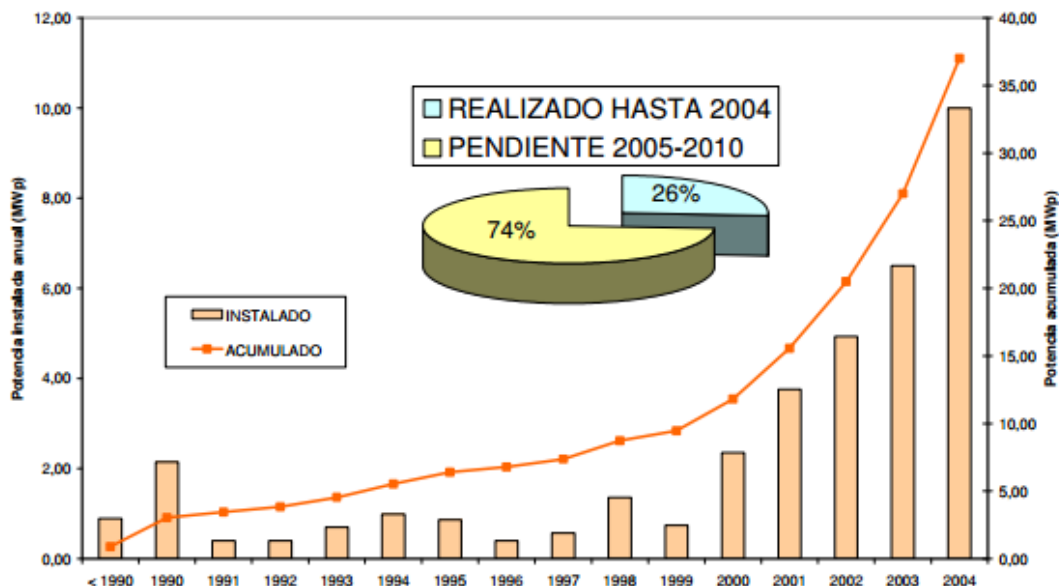


Gráfico 2. Evolución de energía renovable en España, 1999-2004.

Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

Los datos recolectados en la anterior grafica fueron uniendo los dos tipos de instalación fotovoltaica que se explicaron anteriormente, que son la de conexión a red y autónoma o aislada a la red.

“En el 2004 la potencia total instalada estimada es de 37 MWp, de los cuales 13,5 MWp corresponden a instalaciones autónomas y 23,5 MWp a instalaciones de conexión a red. De igual manera en este año se hizo un estudio de las instalaciones autónomas y de conexión de red, con los datos disponibles que ha sido de 1.5 MWp que supone alcanzar una cifra de 14 MWp en instalaciones autónomas y 8,5 MWp que supone alcanzar una cifra de 23 MWp en instalaciones de conexión de red”⁶. En el siguiente grafico se puede observar las instalaciones individuales generadas entre el periodo del 2000 al 2004. [Ver Grafico 3].

⁶ España. Plan de energías renovables España 200-2005, [sector solar fotovoltaico, capítulo 3.5], disponible en http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable//7Cap35_SectorFotovoltaico.pdf

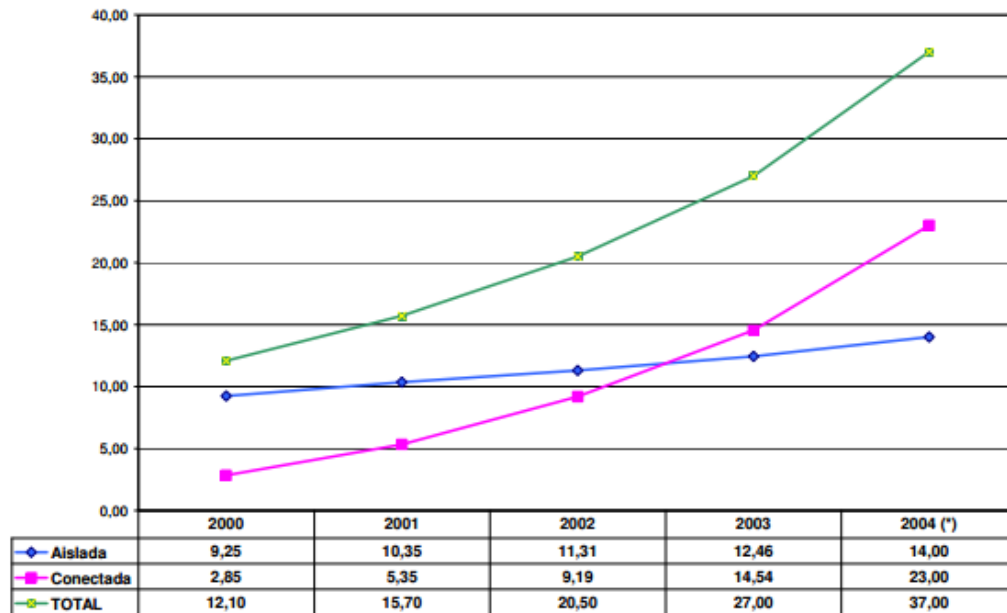
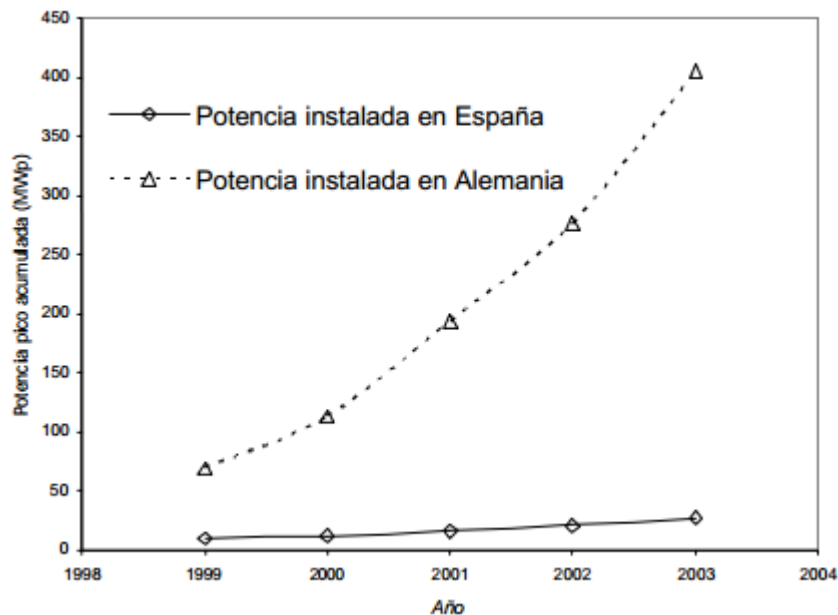


Grafico 3. Estadística de instalación autónoma y conectada a red en el periodo de 2000-2004,
Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

En el año 2003, se realizó una pequeña comparación entre el país de España y Alemania, donde el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), se encontró un poco insatisfecho con los datos arrojados en ese estudio, ya que España siendo el mejor país en condiciones climáticas para el aprovechamiento de esta fuente de energía, se encontró por debajo de su propio potencial y por debajo del plan de fomento.⁷ [Ver Grafico 4].



⁷ España. Plan de energías renovables de España 2005-2010, [sector solar fotovoltaico, capítulo 3.5], disponible en http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable//7Cap35_SectorFotovoltaico.pdf

Grafico 4. Comparación de energía instalada entre Alemania y España,

Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

Debido a esta grafica se considero en este periodo de tiempo a Alemania como potencia de energía solar fotovoltaica, ya que tuvo un alto crecimiento del mercado, a pesar de que las condiciones climáticas no eran favorables a comparación a las condiciones que España tenía.

En el siguiente grafico [Ver Grafico 5], se puede observar el crecimiento de la utilización de paneles solares en los países de Europa, Japón, estados unidos y en el mundo en el periodo de 1995 – 2005. Expresada en MWp.

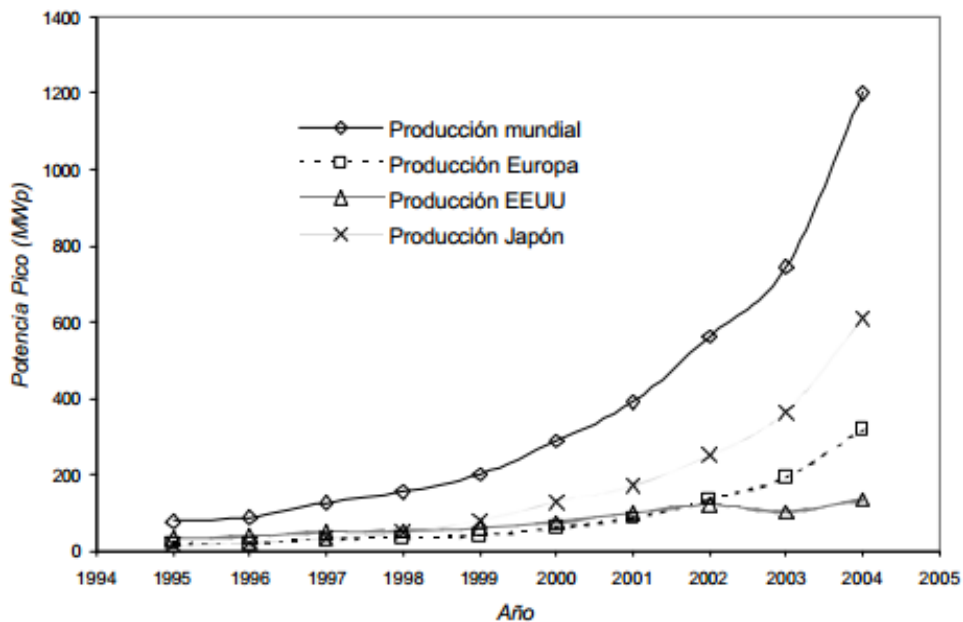


Grafico 5. Instalación de energía renovable en otros países, periodo de 1994-2005,

Fuente: Revista plan de energías renovables de España – 2005/2010, Sector solar fotovoltaico.

PERIODO DE 2005 A 2010

En el periodo anterior se demostró que España a pesar de las ventajas que tenía en su condición climática, no logró llegar a su propio potencial, debido a algunos problemas que se generaron con las compañías eléctricas, lugar de construcción de los paneles solares y las tarifas que en ese periodo no podían abastecer.

Luego de solucionar esos pequeños problemas, a partir del 2005 y 2007 el consumo de energía renovable aumento un 10% y “la energía fotovoltaica aportó

un 0.62% del PIB entre el 2006 y el 2008, y mantuvo 93.000 empleos durante el 2009”⁸

“Durante el año 2008 España se convirtió en el primer mercado fotovoltaico del mundo, con más de 2.500 MW instalados, superando con ello a Alemania, tradicional líder internacional en implantación de la energía solar.”⁹ A pesar de que el gobierno intervino en la implementación de esta energía renovable, en el último informe de ventas de la Comisión Nacional de Energía (CNE), publicado en el mes julio del 2010, que abarca los datos hasta mayo del 2010, “indica que un total de 70 nuevos megavatios se conectaron a la red en 2009, ascendiendo la suma de la potencia acumulada a 3.424 megavatios. De esa nueva potencia, 26.16 megavatios corresponden a pequeños tejados, 24,09 megavatios a cubierta y 19,03 megavatios al segmento del suelo.”¹⁰

En el año 2010 la energía solar fotovoltaica batió records, en la fabricación de 24.000 megavatios de células fotovoltaicas en todo el mundo, más del doble de la producción del 2009. “La producción anual de energía fotovoltaica ha crecido casi 100 veces desde el año 2000, cuando sólo se fabricaron 277 megavatios de células fotovoltaicas. La recién instalada energía fotovoltaica también estableció un récord en 2010, dónde se instalaron 16.600 MW en más de 100 países. Esto llevó la capacidad total mundial de energía solar fotovoltaica cerca de los 40.000 megavatios, suficiente para alimentar a 14 millones de hogares europeos.”¹¹

PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 1985 - 2010

⁸ España. Plan de energías renovables de España 2005-2010, [sector solar fotovoltaico, capítulo 3.5], disponible en <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable//7Cap35_SectorFotovoltaico.pdf>

⁹ - ⁸ España. Plan de energías renovables de España 2005-2010, [sector solar fotovoltaico, capítulo 3.5], disponible en <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable//7Cap35_SectorFotovoltaico.pdf>

¹¹ Terra ecología practica. La energía solar fotovoltaica bate record en 2010, [Artículo publicado 4 nov. de 2011], disponible en <<http://www.terra.org/categorias/articulos/la-energia-solar-fotovoltaica-bate-records-en-2010>>

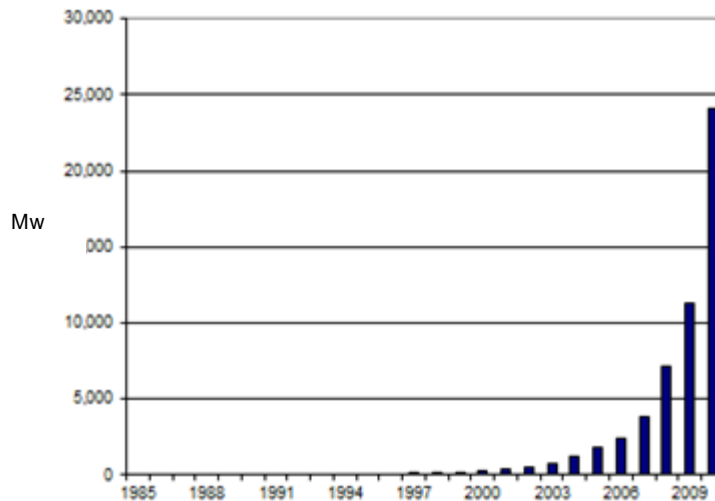


Grafico 6. Producción anual de energía solar en el mundo,

Fuente: Artículo publicado en Terra- Ecología práctica 4 Nov 2011. en Terra.com

“Japón instaló cerca de 1.000 megavatios de nueva energía fotovoltaica en 2010. Es el tercer país en la clasificación de fotovoltaica instalada, con un total de 3.600 megavatios. Como la adopción de energía solar se acelera en Japón, su objetivo nacional de 28.000 megavatios para el año 2020 puede ser fácilmente superado, sobre todo porque el país busca alternativas energéticas tras el desastre nuclear de Fukushima en marzo de 2011.”¹²

De igual manera Italia en el año 2010, casi duplica su capacidad total de energía fotovoltaica. Pero aun así Italia duplicó a los Estados Unidos para reclamar la cuarta posición en el ranking mundial de energía solar, con 3.500 megavatios. Con una previsión de 8.000 megavatios de nueva energía fotovoltaica en 2011, probablemente superando a Alemania en nuevas instalaciones. La energética más importante de Italia, apuesta por que el país alcance los 30.000 megavatios en 2020 (suficiente para satisfacer la mitad de sus necesidades actuales de electricidad residencial), Por parte de Estados Unidos también registró un fuerte crecimiento en 2010, “aumentando en más del 50 por ciento para llegar a 2.500 megavatios total. California, que ahora cuenta con más de 1.000 megavatios conectados a la red, de nuevo dirige a todos los estados en las nuevas instalaciones de energía fotovoltaica. Sin embargo, un número de otros estados, incluyendo Nueva Jersey, Nevada y Arizona, están aumentando su capacidad de energía solar, impulsados por los programas e incentivos a nivel estatal y federal.”¹³

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA ACUMULADA MUNDIALMENTE

1998 - 2010

¹²⁻¹¹ Terra ecología practica. La energía solar fotovoltaica bate record en 2010, [Artículo publicado 4 nov. de 2011], disponible en <<http://www.terra.org/categorias/articulos/la-energia-solar-fotovoltaica-bate-records-en-2010>>

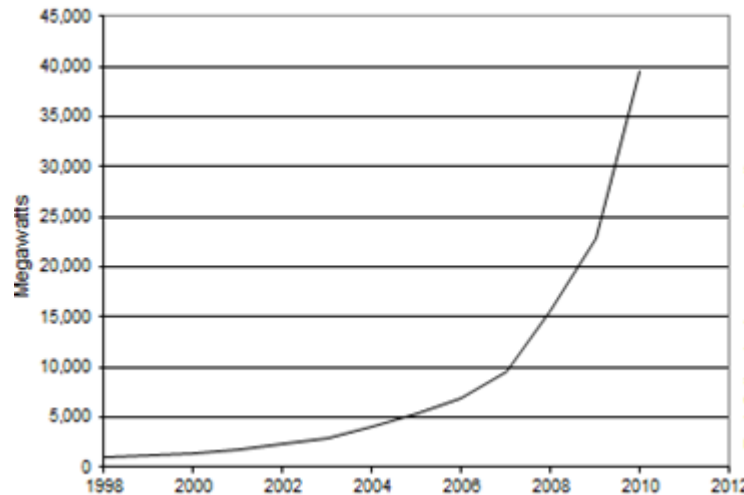


Grafico 7. Instalación de energía solar fotovoltaica en el mundo, periodo 1998-2012

Fuente: Artículo publicado en Terra- Ecología práctica 4 Nov 2011. en Terra.com

AVANCE DE ENERGIA SOLAR EN COLOMBIA

Colombia ha venido implementando la energía renovable desde hace varios años, pero la información de las estadísticas y avances de la implementación de esta energía es muy poca.

“Durante el año de 1992, el antiguo HIMAT (hoy IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) y el INEA (hoy escindido entre el IPSE, Instituto de Planeación y Soluciones Energéticas y el INGEOMINAS) realizaron el primer Atlas de radiación solar de Colombia. A partir de éstas, se establecieron niveles de radiación promedio anual diaria en kilovatios hora por metro cuadrado (Kwh./m²) con valores de 5 a 6 en el Valle medio del Magdalena y de 4 a 5 en Casanare, Arauca, Guainía, Guaviare, Vichada y Amazonas entre otros departamentos.”¹⁴

¹⁴Ángeles Rafael, Gonzales Alejandra. Tesis. Proyecto de energía renovable en Colombia – soluciones energéticas renovables (SER), Madrid 23 de junio de 2008.

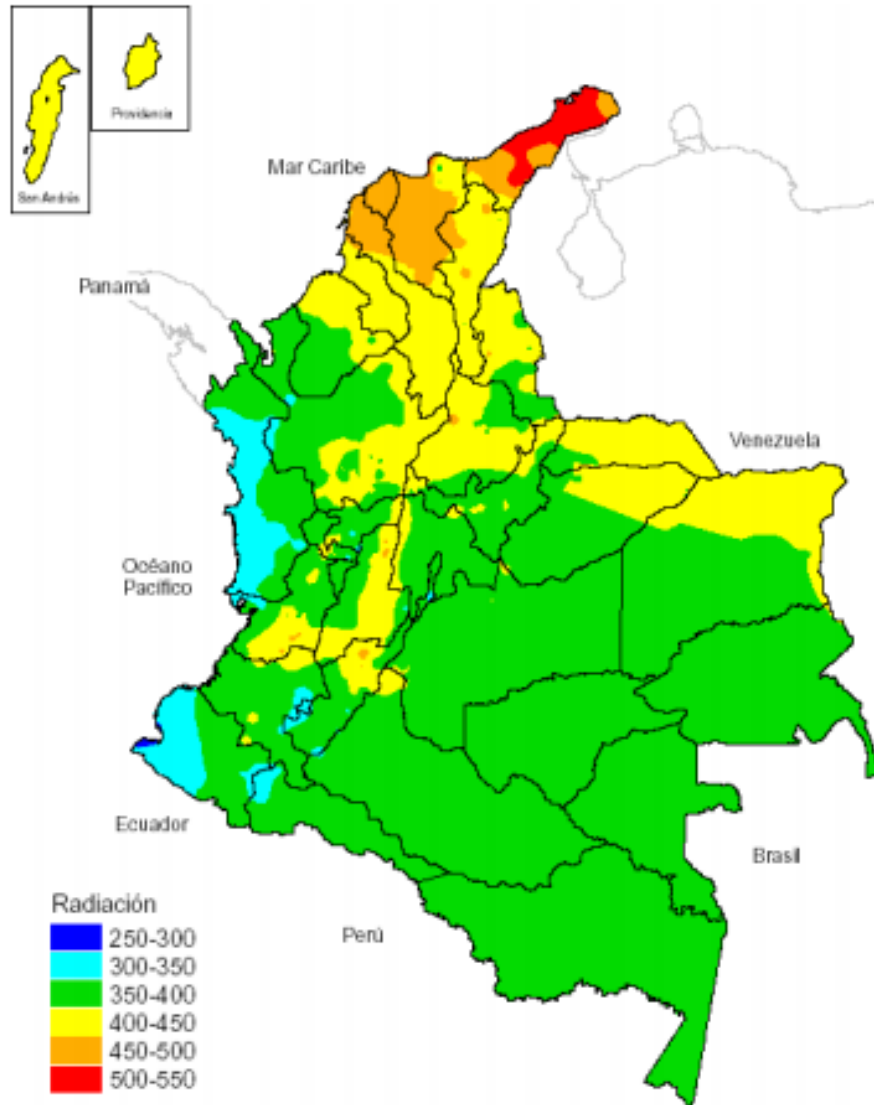


Figura 4. Intensidad solar en Colombia

Fuente: Ángeles Rafael, Proyecto de energía renovable en Colombia, Junio 2008.

En la Figura anterior, [ver Figura 4] se puede evidenciar el comportamiento de la intensidad solar en Colombia, en donde se demuestra que las zonas de los valles del Cauca y Magdalena poseen el mayor potencial de esta región. A su vez, “en las regiones costeras Atlántica y Pacífica, los resultados de evaluaciones adelantadas por el IDEAM muestran en la región noreste de la costa Atlántica (Guajira) un potencial promedio diario de 5.5 Kwh./m², siendo este el mayor potencial del país; el mismo va disminuyendo gradualmente en dirección sur-oeste hacia la costa Pacífica, donde se presenta el menor potencial de generación solar de Colombia con 3.0 Kwh./ m². Según estos datos podemos decir que Colombia registra un buen potencial energético. Con un promedio diario de 4.5kWh/m²,

propicio para un adecuado aprovechamiento de este recurso energético, con la enorme ventaja de que la radiación solar es uniforme durante el año.”¹⁵

La implementación de la energía renovable en Colombia tiene varios interesados, lo que podemos llamar como clientes, y se pueden definir en tres tipos de clientes que son:

1. Las empresas de telecomunicaciones, estaciones de radio y televisión.
2. Todos los municipios que carecen de energía eléctrica o la continuidad de esta es muy reducida, por lo general estos municipios se encuentran en las Zonas No Interconectadas a la red eléctrica nacional.
3. Los ganaderos, agricultores, granjas avícolas y hacendados.



Imagen 5. Zonas de posibles instalaciones de energía renovable.

Fuente: Ángeles Rafael, Proyecto de energía renovable en Colombia, Junio 2008.

¹⁵Ángeles Rafael, Gonzales Alejandra. Tesis. Proyecto de energía renovable en Colombia – soluciones energéticas renovables (SER), Madrid 23 de junio de 2008.

Este mapa muestra los grupos de zonas no interconectadas que se divide en 12 grupos, que son las zonas de mayor interés en la implementación y utilización de energía solar.

Grupo 1: choco/Atrato

Grupo 2: litoral pacífico/choco

Grupo 3: litoral pacífico, Nariño/cauca

Grupo 4: rio meta/Casanare, meta/ Casanare/Arauca/vichada

Grupo 5: rio Guaviare, meta/Guaviare/vichada/Guainía

Grupo 6: ríos Caquetá y caguan

Grupo 7: rio putumayo/putumayo/amazonas

Grupo 8: Amazonas

Grupo 9: Vaupés

Grupo 10: Guainía

Grupo 11: vichada

Grupo 12: localidades y municipios aislados.

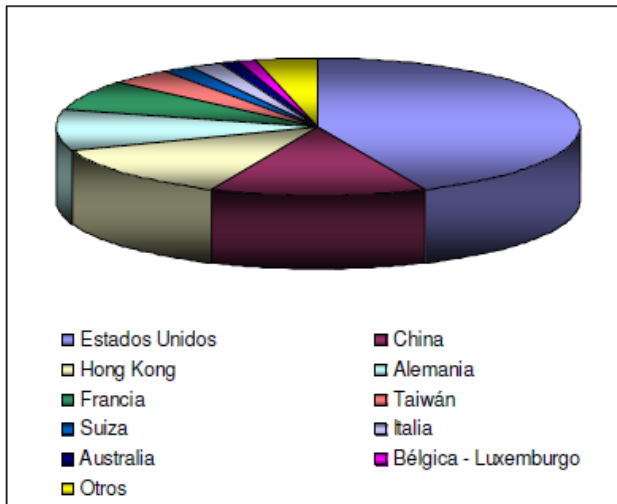
Un problema que tiene Colombia es que no existe producción nacional de equipos destinados a la generación de energía, estos son importados desde Estados Unidos o países de la Unión Europea, debido a esto es que se generan los altos costos de la implementación de la energía renovable en el país.

“En el 2005 el costo de las importaciones en el año era de un total de \$2.919.100 US, divididos en dos categorías: para dispositivos semiconductores fotosensibles con un valor de \$1.773.839 US, y para células fotovoltaicas con un valor de \$1.145.261 US.”¹⁶

Los siguientes cuadros son estadísticas de la inversión y porcentaje que hace Colombia en la importación de los equipos correspondientes para la generación de energía, en el año 2005. En diferentes países, estos datos fueron recopilados por el INCOMEX (ministerio de comercio exterior).

¹⁶ Ángeles Rafael, Gonzales Alejandra. Tesis. Proyecto de energía renovable en Colombia – soluciones energéticas renovables (SER), Madrid 23 de junio de 2008.

IMPORTACIONES DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES FOTOSENSIBLE A COLOMBIA

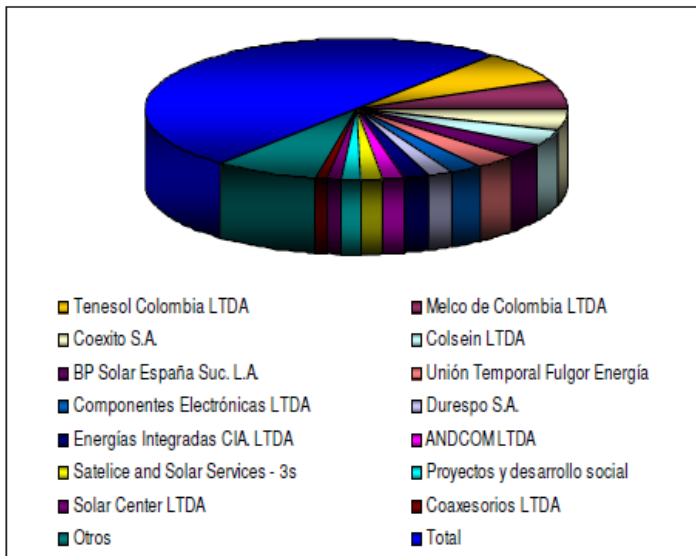


Origen de las importaciones de dispositivos semiconductores fotosensibles		
Países	Inversión (US\$)	%
Estados Unidos	770.941,00	43,46%
China	232.199,00	13,09%
Hong Kong	230.938,00	13,02%
Alemania	171.627,00	9,68%
Francia	120.887,00	6,81%
Taiwán	69.313,00	3,91%
Suiza	35.948,00	2,03%
Italia	31.314,00	1,77%
Australia	23.369,00	1,32%
Bélgica - Luxemburgo	18.772,00	1,06%
Otros	68.531,00	3,86%
Total	1.773.839,00	100%

Figura 6. Importaciones de materia prima para Colombia,

Fuente: Energías renovables en Incomex (el ministerio de comercio), 2008.

IMPORTACIONES DISPOSITIVOS DE CELULAS FOTOSVOLTAICAS A COLOMBIA



Origen de las importaciones de dispositivos semiconductores fotosensibles		
Empresas	Inversión (US\$)	%
Tenesol Colombia LTDA	162.861,00	14,22%
Melco de Colombia LTDA	147.220,00	12,85%
Coexito S.A.	123.645,00	10,80%
Colsein LTDA	83.404,00	7,28%
BP Solar España Suc. L.A.	76.637,00	6,69%
Unión Temporal Fulgor Energía	70.356,00	6,14%
Componentes Electrónicas LTDA	58.003,00	5,06%
Durespo S.A.	44.203,00	3,86%
Energías Integradas CIA. LTDA	42.000,00	3,67%
ANDCOM LTDA	38.920,00	3,40%
Satelice and Solar Services - 3s	38.010,00	3,32%
Proyectos y desarrollo social	30.260,00	2,64%
Solar Center LTDA	26.112,00	2,28%
Coaxesorios LTDA	22.240,00	1,94%
Otros	181.390,00	15,84%
Total	1.145.261,00	100%

Figura 7. Importaciones de materia prima a Colombia,

Fuente: Energías renovables en Incomex (El ministerio de comercio), 2008.

PROYECTOS REALIZADOS

Solaria una empresa fundada en el año 2002 única empresa solar que cotiza en la Bolsa Española, fabrica en sus centros de producción en España células y módulos fotovoltaicos, con una capacidad de producción anual de 250 MW.¹⁷ Algunos de sus proyectos realizados son:

- VILLANUEVA, ESPAÑA.



Figura 8. Instalación de paneles solares en Villanueva, España.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energía en solariaenergia.com, 2012.

Este proyecto fue realizado en septiembre del 2008, es la instalación de paneles solares en suelo, ubicados En campos de Villanueva España. Con una potencia de 11 MW_p, donde generan una producción de 1495 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 60 M. € y su propietario es la compañía de Solaria Generación.

- FUENMAYOR, ESPAÑA.



Figura 9. Paneles solares en cubierta de la fábrica de Solaria,

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energía en solariaenergia.com, 2012.

Este proyecto fue realizado en septiembre del 2008, es la instalación de paneles solares en la cubierta de la fábrica de módulos de solaría, ubicados en Fuenmayor España. Con una potencia de 11 MW_p, donde generan una producción de 1461

¹⁷ España. Solaria-Energía, [base de datos en línea], disponible en <http://www.solariaenergia.com/ES-proyectos-principales+proyectos+terceros/proyectos-solaria-energia.html>

Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 62 M. € y su propietario es la compañía de Solaria Generación.

- MARCHE, ITALIA.



Figura 10. Instalación de paneles solares en suelo ubicados en Marche, Italia.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2013.

Este proyecto fue realizado en diciembre del 2010, es un proyecto interesante debido a que en la zona donde se hizo la instalación de los paneles solares en suelo, es una zona de que posee poca carga, está ubicado en Marche, Italia. Con una potencia de 5 MWp, donde generan una producción de 1213 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 19 M. € y su propietario es la compañía de Solaria Generación.

- UTA, ITALIA.



Figura 11. Instalación de paneles solares en UTA, Italia.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2013.

Este proyecto fue realizado en octubre del 2010, es un proyecto paneles solares en suelo, que está ubicado en UTA, Italia. Con una potencia de 5.8 MWp, donde generan una producción de 1455 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 27 M. € y su propietario es la compañía de Solaria Aleph SCR.

- OLLAISTRA, ITALIA.



Figura 12. Instalación de paneles solares en suelo en ollastra, Italia.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2013.

Este proyecto fue realizado en el año 2011, es un proyecto de 2 paneles solares en suelo, Uno de 0,75MWp y de 0,927MWp, que está ubicado en Ollastra, Italia. Con una potencia de 1,7 MWp, donde generan una producción de 1523 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 32 M. € y su propietario es la compañía de Solaria Generación.

- MAGACELA, ESPAÑA.



Figura 13. Instalación de paneles solares en suelo en Magacela, España.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2012.

Este proyecto fue realizado en septiembre del 2008, es un proyecto de paneles solares en suelo, que está ubicado en Magacela, España. Con una potencia de 11 MWp, donde generan una producción de 1469 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 60 M. € y su propietario es la compañía de DTL Corporación.

- ALHAMA DE MURCIA, ESPAÑA



Figura 14. Instalación de paneles solares en suelo en Alhama de murcia, España.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2012.

Este proyecto fue realizado en septiembre del 2008, es un proyecto de paneles solares en suelo, Construida en la península Ibérica, con mayor nivel De irradiación que está ubicado en Alhama de murcia, España. Con una potencia de 6 MWp, donde generan una producción de 1390 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 38 M. € y su propietario es la compañía de foto-vatio.

- STALLDORF, ALEMANIA.



Figura 15. Instalación de paneles solares en suelo en Stalldorf, Alemania.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2013.

Este proyecto fue realizado en diciembre del 2010, es un proyecto de paneles solares en suelo, que está ubicado en Stalldorf, Alemania. Con una potencia de 6 MWp, donde generan una producción de 990 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 17.3 M. € y su propietario es la compañía de DTL Corporación.

- THALE, ALEMANIA.



Figura 16. Instalación de paneles solares en suelo en Thale, Alemania.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2014.

Este proyecto fue realizado en enero del 2012, es un proyecto de paneles solares en suelo, que está ubicado en Thale, Alemania. Con una potencia de 2,6 MWp, donde generan una producción de 951 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 5.25 M. € y su propietario es la compañía de DTL Corporación.

- HALLE, ALEMANIA.



Figura 17. Instalación de paneles solares en suelo en Halle, Alemania.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Solaria-Energia en solariaenergia.com, 2014.

Este proyecto fue realizado en febrero del 2012, es un proyecto de paneles solares en suelo, que está ubicado en Halle, Alemania. Con una potencia de 4,2 MWp, donde generan una producción de 950 Kwh/Kwp. Su inversión aproximada es de 8.31 M. € y su propietario es la compañía de DTL Corporación.

- CHICAGO, ILLINOIS



Figura 18. Paneles solares en carreteras principales de Chicago.

Fuente: Propia, agosto 2014.

Estos paneles solares están ubicados en las autopistas principales en Chicago, son utilizados para aportar energía a las vías del tren o para el alumbrado público de las autopistas.

PROYECTOS REALIZADOS EN COLOMBIA

Colombia se ha considerado como un país en desarrollo, la implementación de energía renovable se ha puesto en marcha desde hace varios años, pero son proyectos pequeños de poco alcance o de poca potencia, esto es debido a los grandes costos que se generan en la implementación de esta energía, no obstante ya hay empresas dedicadas a la fabricación e implementación de esta energía en nuestro país.

Estos son algunos proyectos realizados en Colombia en el periodo de 2000 a 2010, lo cual ha tenido una gran evolución y aceptación en el medio.

- CENTRO SOLAR COMUNAL DE LA VENTUROSA

En el departamento de Vichada, hay un sistema de energía fotovoltaico, que provee electricidad a 113 usuarios, un centro de salud y una escuela durante las 24 horas del día.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA (ICEL)

Por medio de este instituto se logró instalar cerca de 370 sistemas solares individuales, los cuales constan de un modulo fotovoltaico de 51-53 Wp, una batería de 60-72 Amp-hora, un regulador de 12 A, uno o dos tomacorrientes y 2 a 3 fluorescentes, cada uno de estos sistemas se encuentra instalado en igual número de familias, en los departamentos de vichada, Guaviare, Guainía, Vaupés y Amazonas.

- SEMAFORO SOLAR EN TULUÁ

Tuluá es el primer municipio en Colombia en contar con un semáforo con energía solar, esto fue realizado con el objetivo de reducir en consumo de energía en la ciudad.

Este semáforo está instalado en el cruce vial de la carrera 34 con calle 26, en el barrio Alvernia, cerca de la clínica San Francisco. Es un dispositivo que utiliza lámparas Led de bajo consumo, “una tecnología muy eficiente si la comparamos con las lámparas halógenas. Con ellas, el consumo de energía puede llegar a reducirse entre un 80% y un 90%.”¹⁸

Esta implementación es muy positiva en varios aspectos, no solo en la reducción de consumo de energía, sino también en mantenimiento y duración pues mientras que los bombillos tradicionales tienen una duración de 8.000 horas, un semáforo de led funciona alrededor de las 100.000 horas. “El dispositivo solar utiliza un software para reducir el uso de partes eléctricas y electrónicas. A través de una plataforma en Internet es posible monitorearlo y administrarlo. La empresa Parquesoft Tuluá es la encargada del mantenimiento”¹⁹

El propósito de esta ciudad es instalar estos nuevos semáforos en el primer trimestre del 2014, en 37 intersecciones semaforizadas en la ciudad, el costo de este proyecto está en un promedio de 13.000.000 \$ de pesos.

¹⁸ Twenergy, Artículo publicado feb. 6 2014, [base de datos en línea], disponible en <<http://twenergy.com/energia-solar/tulua-pone-en-marcha-el-primer-semaforo-solar-de-colombia-1100>>.

¹⁹ Twenergy, Artículo publicado feb. 6 2014, [base de datos en línea], disponible en <<http://twenergy.com/energia-solar/tulua-pone-en-marcha-el-primer-semaforo-solar-de-colombia-1100>>.



Figura 19. Proyecto de semáforo con energía renovable en Tuluá, Colombia.

Fuente: Artículo de energía solar Publicado en Feb. 2014 en twenergy.com

- ALUMBRADO PUBLICO- AUTOPISTA DEL CAFÉ

Este proyecto fue realizado por la compañía Alta Ingeniería XXI Ltda. Este es un proyecto fotovoltaico autónomo Off-Grid, Se trata de la primera planta de energía solar de 20 kilovatios (KW) construida en Colombia. Para Autopistas del Café. Fue creado para ofrecer iluminación autónoma al túnel Santa Rosa vía Dosquebradas (Risaralda).²⁰



Figura 20. Instalación de paneles solares en la autopista del café, Colombia.

Fuente: Proyectos realizados por Alta ingeniería en altaingenieriaxxi.com, 2013.

²⁰ Colombia, Alta ingeniería 21. [base de datos en línea], disponible en http://www.altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=63.



Figura 21. Panel solar en la autopista del café, Colombia.

Fuente: Proyectos realizados por Alta ingeniería en altaingenieriaxxi.com, 2013.

- PARQUE NACIONAL EL TAYRONA, SANTA MARTA.

El parque nacional de reserva natural el Tayrona que se encuentra ubicado en Santa Marta, cuenta con la instalación de diferentes paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en el lugar, debido a que este parque es una reserva natural y su único acceso a las diferentes playas solo es posible caminando o con la ayuda de caballos, se es difícil implementar la energía eléctrica convencional, es por eso que utilizan los paneles para dar luz a todos los servicios que allí prestan como los baños, restaurantes, oficinas, cabañas y demás.



Figura 22. Entrada principal para el hotel o el sendero de caminatas en el Parque Tayrona, Santa Marta.

Panel ubicado para abastecer la luz a los baños y almacén de artesanías.

Fuente: Propia, Junio 2014.



Figura 23. Paneles solares ubicados en la playa arrecifes en el Parque Tayrona, Santa marta.

Fuente: Propia

ENERGIA SOLAR TERMODINAMICA

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de paneles solares térmicos. De igual manera esta energía busca mediante su transformación sustituir el combustible, por lo general en el proceso de calentamiento del agua para consumo de casa/habitación como en albercas. La reducción del consumo puede ser de un 70% hasta un 100% dependiendo de las condiciones.

De manera muy esquemática, el sistema de energía solar térmica funciona de la siguiente manera: el colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar

Un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

Las aplicaciones más extendidas de esta tecnología son el calentamiento de agua sanitaria (ACS), la calefacción por suelo radiante y el precalentamiento de agua para procesos industriales. Otras aplicaciones son el calentamiento de agua para piscinas cubiertas o a la intemperie y usos emergentes como el de climatización o frío solar alimentando a bombas de absorción, Actualmente podemos afirmar que el aprovechamiento de la energía solar térmica es una tecnología madura y fiable,

que las inversiones realizadas en general son amortizables sin la necesidad de subvenciones, y que se trata de una alternativa respetuosa con el medio ambiente.

En los últimos años se viene produciendo un aumento notable de instalaciones de energía solar térmica debido, por una parte, a la mayor sensibilidad social y política hacia temas medioambientales y, por otra, a la continua mejora y reducción de costes de los sistemas solares térmicos

La energía solar termodinámica puede ser captada de tres (3) forma diferentes: Linear que se divide en dos (2), colectores parabólicos y sistema fresnel, Receptor central a torre y Discos parabólicos con turbina.

- **LINEAR CON ESPEJOS PARABÓLICOS**

Es una forma de captación de energía termodinámica, que consta de los colectores (espejos parabólicos), que se posicionan en filas con orientación Norte – Sur y tienen un sistema el cual les permite moverse siguiendo la trayectoria del sol, de esta manera este sistema puede recolectar la radiación durante todo el día, [Ver imagen 24], ya que el sol refleja continuamente los espejos y se concentra los rayos solares en los tubos receptores posicionados en el punto focal de la parábola. “Estos tubos contienen un fluido térmico, “este fluido depende de la temperatura que se desee calentar, si las temperaturas que se desean son menores a 200° (<200°) se puede utilizar agua desmineralizada o Etilen glicol, pero si se desean temperaturas mayores a 200° hasta 450° (200° C <T <450°C) se utilizan aceites sintéticos”²¹. Luego de que el fluido alcance la temperatura deseada, sucesivamente viene bombeando a un intercambiador de calor en donde el mismo calienta el agua y la transforma en vapor a alta presión, útil para accionar una turbina convencional para la producción de energía eléctrica.”²² [Ver Figura 25].

Este sistema puede llegar a recolectar valores usuales del flujo de radiación sobre el absorbente de un captador cilíndrico parabólico (CCP) están entre 40 y 60 kW.m-2, este sistema puede llegar a operar temperaturas del orden de 450°C.

²¹ Romero manuel, Tabernas- almeria, Tesis. Energía solar termoeléctrica, disponible en <<http://www.bio-nica.info/biblioteca/RomeroEnergiaSolarTermoelectrica.pdf>>

²² Bernardelli Federico, Santiago de chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

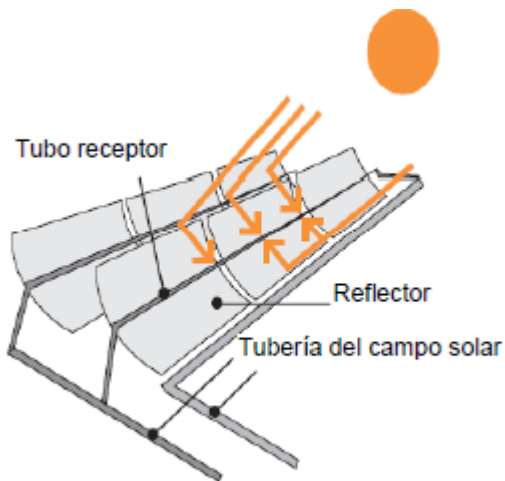


Figura 24. Ilustración de colectores de energía lineal con espejos parabólicos.

Fuente: Bernardelli Federico, Proyecto Energía Solar Termodinámica en América latina, Mayo 2010.

FUNCIONAMIENTO DE PLANTA LINEAR CON ESPEJOS PARABOLICOS

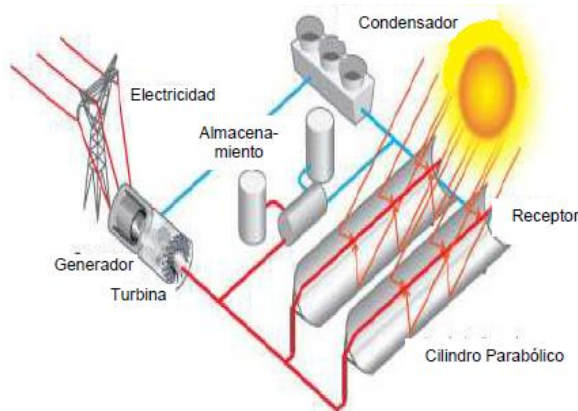


Figura 25. Esquema de funcionamiento de una planta solar lineal.

Fuente: Bernardelli Federico, Proyecto Energía Solar Termodinámica en América latina, Mayo 2010.

Este sistema tiene un gran aporte de aprovechamiento de recursos ya que después de que se aprovecho la presión del vapor, este se condensa y el agua recogida vuelve a entrar al ciclo para ser calentada nuevamente, este sistema cuenta con la reutilización del agua, así genera menos costos y menos impacto ambiental. “La presencia de los tanques de almacenamiento para los fluidos frío y caliente mejora notablemente la eficiencia del sistema, extiende el tiempo de producción inclusive si no hay radiación solar, (en las noches) y garantiza un nivel de presión constante para mover la turbina.”²³

²³ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

- **LINEAR CON SISTEMA FRESNEL**

El sistema fresnel se instala de igual manera que el sistema de espejos parabólicos, la diferencia entre estos dos sistemas son los colectores pues en el sistema fresnel se usan espejos planos y consta con un receptor autónomo de la estructura, [Ver Figura 26].

Este sistema tiene sus ventajas y desventajas, una ventaja es que se convierte en un sistema económico ya que “reduce los costos de inversión y las pérdidas térmicas, pero como desventaja tiene una baja eficiencia de conversión que implica el abandono del colector de forma parabólico”²⁴, es decir que el agua no puede ser reutilizado como en el sistema de espejos parabólicos.

FUNCIONAMIENTO DE PLANTA LINEAR FRESNEL

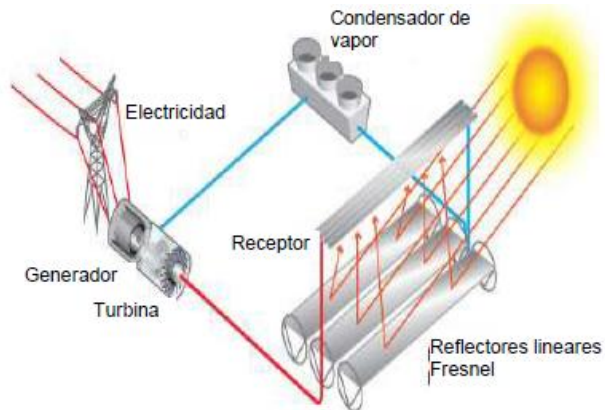


Figura 26. Instalación de planta lineal fresnell.

Fuente: Bernardelli Federico, Proyecto Energía Solar Termodinámica en América latina, Mayo 2010.

- **RECEPTOR CENTRAL A TORRE**

El receptor central es también un sistema de recolección de energía termodinámico, este sistema consta de una torre principal y unos espejos planos, llamados helióstatos, que son ubicados alrededor de la torre en círculo, estos espejos reflejan y concentran los rayos de sol a la torre principal o receptor principal.[Ver Figura 27]

En el receptor principal se encuentra un fluido que se calienta hasta temperaturas mayores de 500°C y puede llegar a 1000°C, por los altas concentraciones de radiación se puede alcanzar entre 300 y 1000 kW.m-2, luego viene bombeando a través de un intercambiador de calor que absorbe la radiación altamente concentrada convirtiéndola en energía térmica. Este

²⁴ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

genera el vapor caliente a alta presión que hace que se mueva una turbina convencional que produce la energía eléctrica.

“Debido a que con este sistema se alcanzan altas temperaturas, se puede almacenar el vapor en un tanque apropiado que permite extender la producción de la energía eléctrica mucho más allá de las horas de exposición de la luz solar.”²⁵ El ciclo se cierra mediante un condensador de vapor que enfría y recupera el agua antes de empezar nuevamente todo el proceso bombeándola hacia el intercambiador de calor. [Ver Figura 28].

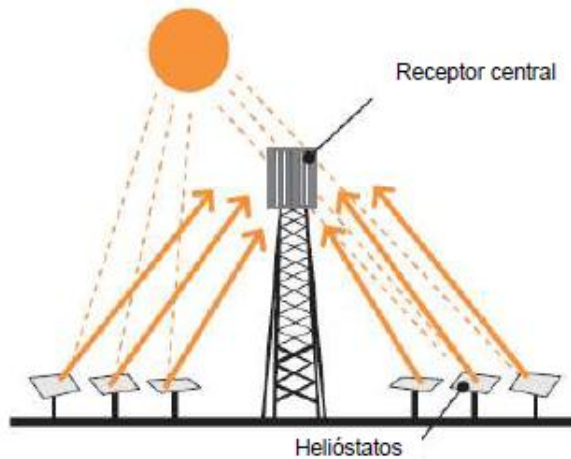


Figura 27. Ilustración de receptor central a torre.
Fuente: Revista Solar thermal power 2020, Edición 2010.

²⁵ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA SOLAR CON RECEPTOR CENTRAL A TORRE

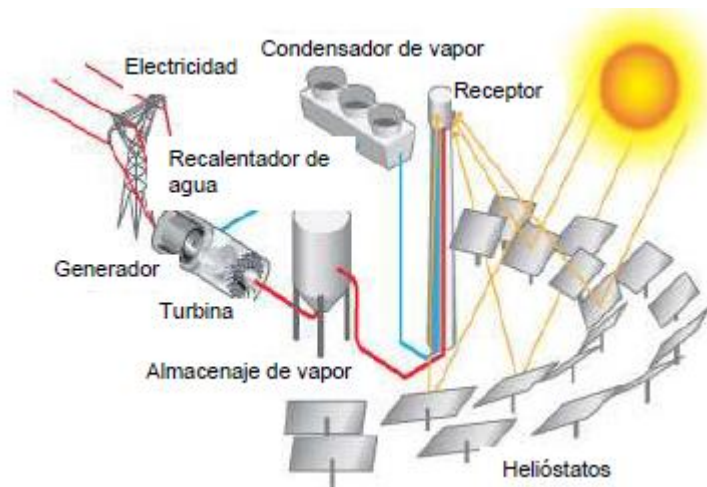


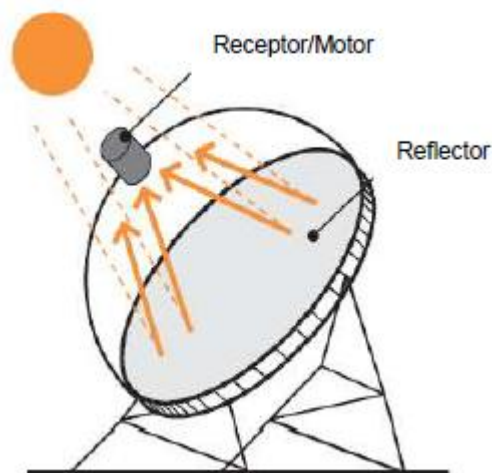
Figura 28. Sistema de energía solar térmica receptor central a torre.

Fuente: Bernardelli Federico, Proyecto Energía Solar Termodinámica en América latina, Mayo 2010.

- **DISCOS PARABOLICOS CON TURBINA**

Este sistema de recolección de energía térmica consta de un disco reflectante con forma parabólica que concentra los rayos del sol en un receptor posicionado en el punto focal (centro del disco). [Ver Figura 29].

“La energía que se absorbe en el receptor lleva el fluido contenido en su interior a una temperatura de 750°C aproximadamente, al calentarse el fluido acciona una micro-turbina instalado en el mismo receptor que genera la energía eléctrica despachándola directamente a la red.”²⁶ [Ver Figura 30].



²⁶ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

Figura 29. Sistema de energía solar térmica de discos parabólicos con turbina.

Fuente: Revista Solar thermal power 2020, Edición 2010

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA SOLAR CON DISCOS PARABÓLICOS CON TURBINA

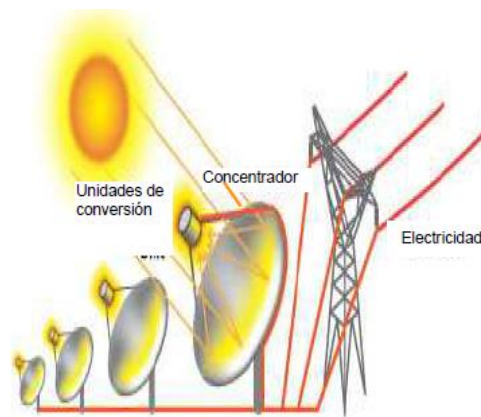


Figura 30. Funcionamiento de la planta de discos parabólicos con turbina.

Fuente: Revista Solar thermal power 2020, Edición 2010

Este sistema de recolección de energía es muy utilizado en zonas donde la energía eléctrica no alcanza a llegar, además ha demostrado la mayor eficiencia de conversión de radiación solar en energía eléctrica con valores máximos del 30% y hasta un 25% de promedio diario en unidades de 7 a 25 kW. Debido a su forma que es parabólica puede llegar a alcanzar temperaturas de 650° y 800°C, que esto genera una gran eficiencia en la micro-turbina generando una buena recolección de energía térmica.

AVANCES DE LA ENERGIA SOLAR TERMODINAMICA

En el periodo de 2000 a 2010 se fue desarrollando la energía solar termodinámica en diferentes países del mundo, a continuación se mostraran los avances realizados en dos periodos, el primer periodo de 2000 a 2005 y un segundo periodo de 2005 a 2010.

PERIODO DE 2000 A 2005

Durante el periodo de 2000 a 2005 se registro una alta implementación de la energía solar termodinámica, en aproximadamente 41 países, "Que representa 3.74 billones de personas beneficiadas con esta nueva energía renovable, lo cual

es el 57% de la población en el mundo, las instalaciones generadas en estos países representan el 85-90% del mercado de la energía solar termodinámica.”²⁷

La capacidad instalada en esos 41 países, equivalen a 98.4 Gw, que corresponde a 141 millones de m², utilizados para la implementación de esta energía estas cifras se alcanzaron finalizando el año 2004. De esos 98.4 Gw, 74,3 Gw fueron recolectados en placas planas. Una observación que se realizó era que la implementación de esta energía dependía de la situación económica en la que se encontraba el país.

UTILIZACION DE LA ENERGIA TERMODINAMICA PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA

Países	Capacidad
Norte América (Usa y Canada)	18.8 Gw
China y Taiwan	44.4 Gw
Europa	10.8 Gw
Japón	5.4 Gw

Tabla 1. Energía termodinámica para calentamiento de agua.

Fuente: Propia

RECOLECCION DE ENERGIA SOLAR POR PLACAS PLANAS

PAIS	CAPACIDAD
China	43.4 Gw
Japón	5.5 Gw
Turquia	5.1 Gw
Grecia	4.0 Gw
Alemania	2.1 Gw
Chipre	63 Mw
Israel	52 Mw

Tabla 2. Energía producida por sistema lineal Fresnel.

ENERGIA SOLAR TERMODINAMICA INSTALADA HASTA FINALES DE 2004

En la tabla 3, se encuentran las instalaciones realizadas hasta el 2004 de los diferentes métodos de energía solar termodinámica.

²⁷ Solar heat worldwide, markets and contribution to the energy supply 2004, Edition 2006. Disponible en <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar_Heat_Worldwide-2006.pdf>

Ciudad	Colector de agua			Colector de aire		Total [MW _{th}]
	Discos	Linear fresnel	Linear parabólico	Sin cristal	Con cristal	
Alemania	542.5	3464.3	526.4			4533.2
Australia	2207.8	1115.8	0.7			3324.3
Austria	411.06	1502.93	24.36			1938.35
Barbados		52.22				52.22
Bélgica	18.2	31.67	2.1			51.97
Brazil		1586.2				1586.2
Canada	421.43	53.47	0.84	56.95		532.69
China		4340	39060			43400
Chipre		513.8				513.8
Dinamarca	15.31	214.6	0.39		10.5	240.8
Eslovenia		70.61	0.61			71.23
España	7.43	466.32	16.55			490.3
Estados Unidos	18377.47	1114.58	386.94		159.37	20038.36
Estonia		0.4				0.4
Finlandia		5.6	0.27			5.87
Francia	70	484.4	0.04			554.44
Grecia		2095.94				2095.94
Hungría	20.79	2.97	1.93			25.69
India		700				700
Irlanda		2.17	1.26		1.96	5.39
Israel		3353				3353
Italia	9.8	288.4	23.8			322
Japón		5300.04	108.16			5408.2
Lativa		1.16				1.16
Lituania		1.16				1.16
Luxemburgo		8.05				8.05
Malta		10.5	0.25			10.75
Mexico	269.91	179.94				449.85
Noruega	1.05	7.7			1.02	9.77
Nueva Zelanda	1.68	58.46	0.75			60.89
Países Bajos	204.4	203.7				408.1
Polonia	1.3	60.73	4.34	2.1	1.75	70.22
Portugal		192.01				192.01
Republica checa		32.55	2.45			35
República eslovaca		39.73				39.73
Reino Unido	5.07	80.47	37.78			123.32
Suecia	27.07	135.45	8.09			170.61
Suiza***	147.6	221.26	16.58	582.4		967.84
Surafrica	357	172.2	0.02			529.22
Taiwan		923.14	74.85			997.99
Turquia		5096				5096
Total	23116.87	34183.63	40299.46	641.45	174.6	98416.02

Tabla 3. Instalaciones de los diferentes sistemas de energía solar termodinámica de 2000 a 2004

Fuente: Tomada y adaptada de la revista Solar head worldwide 2004, edición 2006.

En las siguientes estadísticas se encontrara las instalaciones de cada sistema de la energía solar termodinámica, de manera más detalla en el periodo de 2000 a 2005.

LINEAR CON ESPEJOS PARABOLICOS

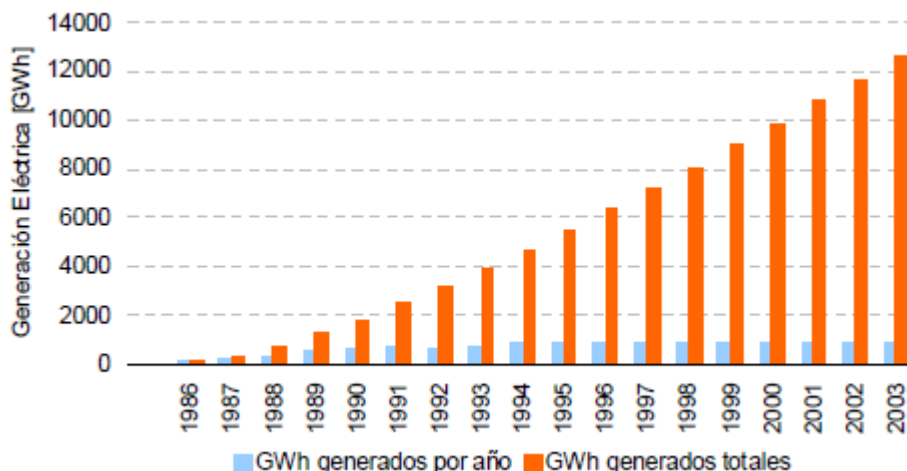


Grafico 8. Generación eléctrica por espejos parabólicos.

Fuente: Bernardelli Federico, Proyecto Energía Solar Termodinámica en América latina, Mayo 2010.

En el grafico 8, se muestra el avance que tuvo el sistema de energía solar linear con espejos parabólicos desde 1986 hasta 2003, en california. Como se puede ver ha tenido un constante crecimiento en donde la producción anual de energía eléctrica mediante esta fuente es de 800 Kwh con un costo de generación de 10 – 12US\$ cents/kwh.²⁸

En la tabla 4, se encuentra las instalaciones realizadas por medio de este sistema, en el mundo y la capacidad de captación que tuvieron hasta finales del 2004.

De igual manera podemos observar que solo 5 países pudieron captar la energía solar que la planta generaba, estos países son Grecia, Israel, España, Italia y Estados Unidos.

²⁸ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

PROYECTOS DE SISTEMA LINEAR CON ESPEJOS PARABOLICOS EN EL MUNDO

PAIS/UBICACIÓN	Pot. Total (Mwe)	Cap. (Mwe)	Solar	Empresas
Argelia		140	35	New energy algeria Austa energy y
Australia		1440	35	Stanwell
Egipto		127	29	Lic. Abierta
Grecia		50	50	Solar millenium
India		140	35	Lic. Abierta
Israel		100	100	Gobierno
Italia		40	40	ENEA
México		300	29	Lic. Abierta
Marruecos		230	26	Lic. Abierta
España, Granada	2x50	2x50		Solar millenium
España, Navarra		15	15	EHN y duke solar
Estados Unidos		50	50	Solargenix

Tabla 4. Instalaciones en el Mundo de sistema linear parabólico.

Fuente: Tomada y adaptada de Tesis de Energía Solar Termodinámica en América Latina.

Con la implementación de este sistema, “a pesar de ser menos eficiente que el sistema de recolector parabólico, tiene las grandes ventajas de reducir los costos de producción de las instalaciones y de ser menos intensivo en tierra, debido al menor espacio vacío entre panel y panel.”²⁹

RECEPTOR CENTRAL A TORRE

Este sistema de energía fue implementado primordialmente en California, donde demostró una ventaja potencial de concentrar los rayos del sol hasta 600 veces, lo cual hace posible la generación de altas temperaturas, de hecho se probó con una temperatura de 565° y el receptor central a torre está diseñado para 1000° esto permite que este sistema genere energía eléctrica durante largo intervalos sin luz solar directa.

Con este sistema estiman que se puede bajar el costo actual de generación que rodea los 17 – 24 US\$ cent por Kwh, por esta razón es muy presumible la construcción de centrales con una potencia instalada hasta los 200 MW, de igual manera se pensó en el mejoramiento del diseño estructural del helióstato, ya que reduciría el costo de producción unitario y aumentaría la eficiencia de los mismos

²⁹ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América latina. Publicado en Mayo del 2010.

con la consecuencia de disminuir tanto los costos de inversión como los de operación.³⁰

La planta que se generó en California se inauguró en 1982 la cual fue cerrada en 1999 debido a que presentaron problemas de mantener una producción constante de energía ya que los rayos solares no eran directos y era una empresa privada, la cual no tenía el dinero suficiente para la implementación de las mejoras de este sistema. Pero en España se tomó de nuevo la idea de este sistema de energía solar termodinámica y la diferencia es que contaban con incentivos estatales lo cual pudo llegar a cabo la generación de energía eléctrica por medio de un receptor central a torre, solo se aplicaron 2 plantas de este sistema debido a que no se tiene claro la relación de costos-ganancias y las compañías o inversionistas no se arriesgan en la implementación de este sistema.

PROYECTOS DE RECEPTOR CENTRAL A TORRE EN EL MUNDO

PAIS/UBICACIÓN	Pot. Total (Mwe)	Cap. Solar (Mwe)	Empresas
Ps10 España, Sevilla	10	10	Abengoa group
Solar Tres España, Cordoba	15	15	Ghersa y bechtel

Tabla 5. Instalaciones de receptor central en el mundo.

Fuente: Tomada y adaptada de la Tesis Energía Solar Termodinámica en América Latina.

En la Tabla 5, se muestran las 2 plantas solares por receptor central que hay en el mundo en donde se genera la captación solar total a la que está diseñada la planta.

PERIODO DE 2005 A 2010

En este periodo la instalación de energía solar termodinámica fue aumentando de tal forma que a finales de 2010 ya habían 55 países en los que se implementó esta energía, lo cual representó 4.2 billones de personas, que es aproximadamente el 61% de la población en el mundo.³¹

Para finales del 2010, se instaló una capacidad de 195.8 Gw, que corresponden a un total de 279.7 millones de m², uniendo las áreas de los 55 países en los que se desarrolló este sistema, los países en los que se instalaron los sistemas de energía solar termodinámica se encuentran en la Tabla 6. De igual manera se registró una

³⁰ Bernardelli Federico, Santiago de Chile, Documento de proyecto, Energía solar termodinámica en América Latina. Publicado en Mayo del 2010.

³¹ Solar heat worldwide, markets and contribution to the energy supply 2010, Edition 2012. Disponible en <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar_Heat_Worldwide-2012.pdf>

tabla [Ver Tabla 7] que muestra a los países en el mundo que utilizaron la energía termodinámica para el calentamiento del agua, esta se expresa en capacidad / 1000 habitantes.

PAIS	CAPACIDAD
China	117.6 Gw
Europa	36.0 Gw
Usa y Canada	16.0 Gw
Asia (Sin china)	9.4 Gw
Australia y nueva zelanda	6.0 Gw
Central y sur América	5.5 Gw
Túnez	4.4 Gw
Ciudades de africa	0.8 Gw

Tabla 6. Capacidad instalada en el mundo.

Fuente: Tomada y Adaptada de la revista Solar heat worldwide 2010, Edición 2012.

PAISES LIDERES EN INSTALACION DE PLANTAS PARA AGUA POR 1000 HABITANTES

PAIS	CAPACIDAD
Chipre	577 Kw/1000 Habitantes
Israel	397 Kw/1000 Habitantes
Austria	388 Kw/1000 Habitantes
Barbados	323 Kw/1000 Habitantes
Australia	271 Kw/1000 Habitantes
Grecia	266 Kw/1000 Habitantes
Turquia	120 Kw/1000 Habitantes
Alemania	118 Kw/1000 Habitantes
Jordan	109 Kw/1000 Habitantes

Suiza	93 Kw/1000 Habitantes
-------	-----------------------

Tabla 7. generación de energía térmica para el calentamiento de agua en el mundo.

Fuente: Tomada y adaptada de la revista Solar heat worldwide 2010, Edición 2012.

Según los datos proporcionados por la revista Solar Heat Worldwide 2010, se demuestra que China y Europa son los pioneros en la implementación de la energía solar termodinámica, teniendo la mayor capacidad en implementación de esta energía.

En el gráfico 9. Se puede observar la estadística de los datos proporcionados en la tabla 7, de la generación de energía térmica de cada país por cada 1000 habitantes.

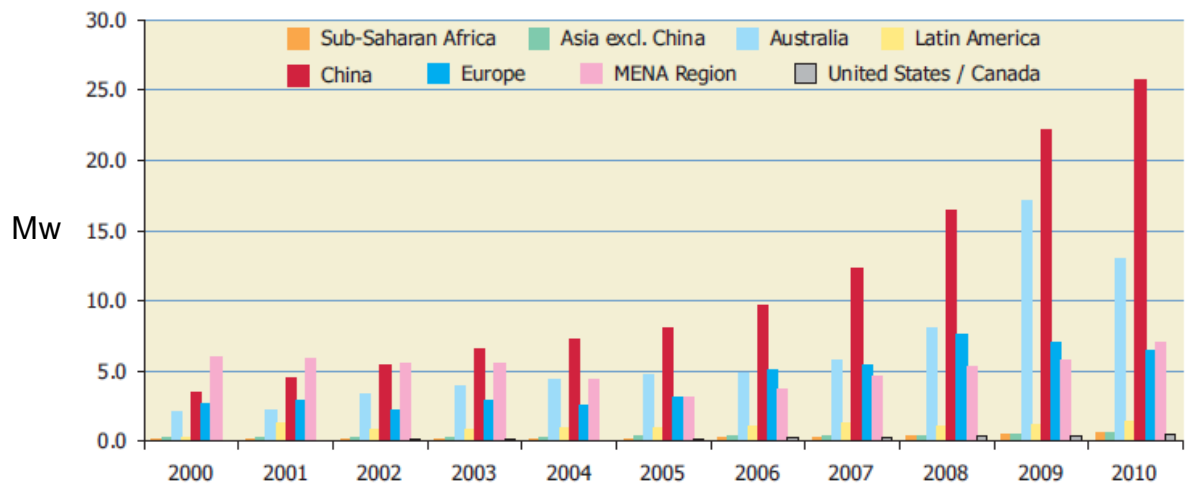


Gráfico 9. Capacidad instalada de energía termodinámica en el mundo.

Fuente: Revista Solar heat worldwide 2010, Edición 2012.

En la tabla 8, se encontraran los diferentes países que implementaron los sistemas de recolección de energía solar durante el periodo de 2005 a 2010.

Ciudad	Colector de agua			Colector de aire		Total [MW _{th}]
	Discos	Linear fresnel	Linear parabólico	Sin cristal	Con cristal	
Albania		54	0.04			54.04
Alemania	445.9	8233.2	925		23.5	9627.6
Australia	3780	1964.1	76.8			5820.9
Austria	419.6	2724.6	46.5	0.5		3191.2
Barbados		92.2				92.2
Bélgica	32.8	198.7	22.9			254.4
Brazil	894	3384				4278
Bulgaria		32.3	0.5			32.8
Canada	459.5	33.4	12.9	214.6	3.2	723.6
chile		19.7				19.7
China		9448.3	108151.7			117600
Chipre	2.4	626.9	6.9			636.2
Dinamarca	14.4	365.3	5.7	2.3	12.6	400.3
Corea del Sur		1096.4				1096.4
Eslovenia		105.5	9.1			114.6
Eslovaquia		84.5	10.5			95
España	85.4	1540.4	96.3			1722.1
Estados Unidos	13552.8	1647.5	64.9		51.5	15316.7
Estonia		1.4	0.6			2
Finlandia	8.2	21.1	3			32.3
Francia	62.4	1490.9	44.7			1598
Grecia		2849.5	11.4			2860.9
Hungría	5.7	83.8	21.1	0.6	0.2	111.4
India		2413.2	365.8		11.4	2790.4
Irlanda	0.3	71.8	34			106.1
Israel	20.9	2896.5		0.3		2917.7
Italia	30.6	1562.5	220.8			1813.9
Japón		3645.5	65.2		339	4049.7
Lativa		4.9	0.2			5.1
Lebanon		243.8				243.8
Lituania		3	0.2			3.2
Luxemburgo		19.6	2			21.6
Macedonia		17.5	0.5		0.003	18.003
Malta		22.5	7.9			30.4
Mexico	463.5	500.1	108.8		5.6	1078
Marruecos		238.9				238.9
Namibia		14.5	0.9			15.4
Noruega	1.4	10.1	0.7		0.7	12.9
Nueva Zelanda	4.9	100.1	6.8			111.8
Países Bajos	277.5	283.4	7			567.9
Polonia		356.9	102.2			459.1
Portugal	1.7	512.2	13.8			527.7
Republica checa	105	174.8	40.8			320.6
República eslovaca		39.73				39.73
Reino Unido	5.07	80.47	37.78			123.32
Rumania		65.8	11.2			77
Suecia	98	171.5	39.9			916.3
Suiza***	149	521.6	35.1	606.9		1312.6
Suráfrica	562.6	231.7	20.1			814.4
Taiwan	0.1	1379.2	52.8			1432
Tunez		319.3	23.5			342.8
Uruguay		8.5				8.5
Zimbabue		12.6	0.2			12.8
Turquia		9323.1				9323.1
Total	21483.67	61289	110708.68	825.2	447.703	195361.053

Tabla 8. Instalaciones de energía solar termodinámica en el mundo en el periodo de 2005 – 2010

Fuente: Tomada y editada de la revista Solar heat worldwide 2010 edición 2012.

Las estadísticas encontradas en este periodo de tiempo de 2000 a 2010, demuestra que la implementación de energía solar termodinamica ha tenido una gran aceptación en el mundo y ha tenido un gran progreso.

Finalmente en el año 2010 se logró generar una capacidad de 42.2 Gw, que corresponden a 60.2 millones de m² de colectores de energía solar, esto significa que en el año 2010 se incrementó la instalación de este sistema en un 13.9% respecto al año 2009.³²

AVANCE DE LA ENERGIA SOLAR TERMODINAMICA EN COLOMBIA

La energía solar termodinámica ha tenido buenos avances en los últimos años, basados en la información del Ministerio de Minas de Colombia se pudo encontrar unas estadísticas que el país ha tenido en la implementación de esta energía renovable.

En el año 2010 la generación de energía eléctrica en Colombia fue de 56.887,6 Gwh y 9100 Mw de potencia, en este mismo año debido a los efectos del fenómeno de la niña y el fenómeno del niño la energía térmica en Colombia tuvo una participación en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) de un 53.3%, comparando estos resultados con el año 2009, la energía térmica disminuyó un 7.6%.

Para abastecer la energía eléctrica y la potencia que Colombia necesitó en el año 2010, el Sistema Interconectado Nacional tenía una capacidad efectiva neta instalada al 31 de diciembre del 2010 de 13.289,5 Mw,³³ distribuida en diferentes sistemas de energía renovable. [Ver Tabla 9].

³² Solar heat worldwide, markets and contribution to the energy supply 2010, Edition 2012. Disponible en <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar_Heat_Worldwide-2012.pdf>

³³ Sector Energía Eléctrica, ministerio de minas de Colombia, disponible en <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Memorias/Memorias_2011/05-ENERGIA.pdf>

CAPACIDAD EFECTIVA NETA DEL SIN

Recursos	MW	%	variación % (2010-2009)	
hidráulicos		8.525	64.10%	0.00%
térmicos		4.089	30.80%	-6.30%
gas		2.478		
carbón		990		
aceite		434		
combustible		187		
ACPM		0		
Menores		620.6	4.70%	8.20%
hidráulicos		518.8		
térmicos		83.4		
eólica		18.4		
cogeneradores		54.9	0.40%	56.90%
Total SIN		13,289.50	100%	-1.50%

Tabla 9. Energía producida por el sistema interconectado nacional.

Fuente: Tomada y adaptada del ministerio de minas y energía.

En Colombia la energía solar termodinámica ha tenido varios avances, desafortunadamente no existen las cifras específicas del crecimiento de esta energía, ni la implementación de ella. De hecho la implementación de esta energía está respaldada por varias empresas y comités que recaudaron fondos para su implementación, la implementación de esta energía renovable se genera principalmente en las Zonas No Interconectadas (ZNI) de Colombia.

Entre junio del 2010 y abril del 2011, se aprobaron recursos por \$8.499 millones en reunión del comité de administración del FAZNI y CAFAZNI, que serían utilizados para la ejecución y materiales de las obras de energía renovable, donde el ministerio de minas y energía era el responsable de la ejecución del 100% de la obras y se autorizó el pago de \$23.200.000 para el área exclusiva del Amazonas y San Andrés y providencias.

En la siguiente tabla [Ver Tabla 10], se encuentra la inversión que ha hecho el comité de FAZNI desde el año 2003 hasta el 2011, para todas las zonas no interconectadas, este recaudo son fondos en millones de pesos para la fabricación de la energía renovable.

ASIGNACION FAZNI 2003-2011 EN MILLONES DE PESOS

Departamento	Acumulado (2009)	2010	2011	vigencia 2012	total
amazonas	27.664	8200	0	6,800	42,664
antioquia	1.446	0	0	0	1,446
caqueta	34.856	0	0	0	34,856
casanare	460	0	0	0	460
cauca	26.844	37.802	82.403	0	147,049
choco	25.176	0	0	0	25,176
guainia	3.327	0	0	0	3,327
guaviare	3.734	0	0	0	3,734
meta	19.912	0	0	0	19,912
nariño	29.823	25.202	54.935	0	109,960
putumayo	8.747	0	0	0	8,747
san andres isla	24.219	0.15	0	35,000	74,219
vaupes	85.79	0.37122	0		122,913
vichada	5.298	0	0		5,298
NACIONAL	2.954	0	0		2,954
total	300.249	123.326	137.338		602,713

Tabla 10. Fondo para la implementación de energía renovable

Fuente: Tomado y adaptado del Ministerio de minas y energía.

PROYECTOS REALIZADOS

GILA BEND, ARIZONA



Imagen 31. planta solar termodinámica en Arizona.

Fuente: Proyectos realizados por la empresa Abengoa Solar.

La compañía Andaluza Abengoa Solar, comenzó la producción de una planta de energía solar termodinámica en Arizona, una planta receptor central a torre, que es denominada la mayor planta del mundo ya que tiene una potencia de 280 MW,

con seis horas de almacenamiento. Y abastece 70.000 hogares, La planta está ubicada a unos 100 kilómetros al suroeste de Phoenix, en Gila Bend, Arizona, El área total que se utilizó para la implementación de esta planta fue de 777 hectáreas. La planta comenzó su construcción en el 2010 pero su funcionamiento comenzó en el 2013.

Debido a la construcción de esta planta solar termodinámica, se están evitando 470.000 toneladas de Dióxido de carbono, (CO₂), a la atmosfera

DESIERTO MOJAVE, USA.



Imagen 32. Planta solar linear más grande del mundo, en USA.

Fuente: Artículo Publicado en base de datos en línea en Fieras de la ingeniería.

Sistemas de Energía Solar (generadores de SEGS) en California, es una planta de energía solar linear, que es considerada la planta linear más grande del mundo, está comprendida en 9 plantas lineares y 936.384 espejos parabólicos instalados, con la capacidad combinada de 354 megavatios (MW), que abastecen de energía eléctrica a 350.000 personas. El área total que se utilizó para la implementación de esta planta es de 647.5 hectáreas.

En el siguiente grafico se puede observar los MW de energías producidas desde el año 2003, hasta el 2012 en las plantas de SEGS.

Historia de la planta SEGS y datos operativos (2003-2012)

Producción solar neta de energía eléctrica (MWh)												
Planta ↕	2003 ▲	2004 ↕	2005 ↕	2006 ↕	2007 ↕	2008 ↕	2009 ↕	2010 ↕	2011 ↕	2012 ↕	promedio 2003-2012 ↕	Total ↕
SEGS I [13]	6913	8421	6366	5559	-	10705	9033	10648	11164	11666	8048	80475
SEGS II [14]	11142	14582	13375	7547	5445	28040	18635	22829	26198	25126	17292	172919
SEGS IV [16]	58100	62006	56349	52439	59799	69338	63563	63084	57684	62414	60478	604776
SEGS III [15]	59027	64413	56680	51721	59480	69012	62971	60029	61350	56877	60156	601560

Tabla 11. Producción de energía solar en planta lineal parabólica.

Fuente: Artículo Publicado en base de datos en línea en Fieras de la ingeniería.

HOTEL AMIC HORIZONTE, PALME DE MALLORCA



Imagen 33. Paneles solares en el techo del Hotel Amic horizonte.

Fuente: López José, Manual de Energía solar térmica- Energías renovables.

Estos paneles solares térmicos son utilizados para el calentamiento del agua del hotel, gracias a estos paneles se sustituye la utilización de Gasóleo. La ubicación del Hotel es en Palme de Mallorca y el campo de captación está ubicado en la cubierta plana del edificio, ocupando un área de 154,64 m². La instalación de este sistema le genera al hotel un ahorro económico anual de 6.970 €, de igual manera genera un ahorro de 36 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂) en el año.³⁴

³⁴ José Manuel López, instituto para la diversificación y ahorro de energía, Manual de energías renovables – Energía solar térmica.

VALENCIA, ESPAÑA



Imagen 34. Paneles solares en el balneario hervidero de cofrentes.

Fuente: López José, Manual de Energía solar térmica- Energías renovables.

Este sistema de paneles solar térmico se encuentra ubicado en el hotel balneario hervidero de cofrentes en valencia, es utilizado para el calentamiento del agua, (agua caliente medicinal) y para climatización de piscinas, el campo de captación está situado en el suelo con una área de 660 m²,³⁵ este sistema reemplaza la utilización de Gasóleo y genera un ahorro económico anual de 50.160 €, de igual manera genera un ahorro de 257 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂) en el año.

SEVILLA, ESPAÑA



Imagen 35. Hotel Galicia en Sevilla, España. Paneles solares térmicos en la cubierta.

Fuente: López José, Manual de Energía solar térmica- Energías renovables.

En el hotel Galicia en Sevilla, España. Se implementó el sistema de paneles solares termodinámicos para el calentamiento del agua, estos paneles están

³⁵ José Manuel López, instituto para la diversificación y ahorro de energía, Manual de energías renovables – Energía solar térmica.

ubicados en la cubierta del hotel ocupando un área de 20,33 m²,³⁶ este sistema está remplazando la utilización de energía eléctrica, este sistema le está generando al hotel un ahorro económico anual de 1.600 € y un ahorro de 19 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂) en el año.

CENTRO POLIDEPORTIVO, JAÉN



Imagen 36. Centro polideportivo Jaén.

Fuente: López José, Manual de Energía solar térmica- Energías renovables.

En el centro polideportivo en Jaén se instaló una planta solar termodinámica para el calentamiento del agua, este polideportivo tiene la capacidad para 350 personas, esta instalación reemplaza la utilización de gas natural y el área que fue utilizada para este sistema fue de 81 m². La implementación de estos paneles solares le genera al polideportivo un ahorro económico anual de 3.607€ y de igual manera un ahorro de 19 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂) en el año.³⁷

³⁶ José Manuel López, instituto para la diversificación y ahorro de energía, Manual de energías renovables – Energía solar térmica.

³⁷ José Manuel López, instituto para la diversificación y ahorro de energía, Manual de energías renovables – Energía solar térmica.

PAMPLONA (NAVARRA), ESPAÑA



Imagen 37. Cubierta de sociedad cultural deportivo – recreativa Anaitasuna.

Fuente: López José, Manual de Energía solar térmica- Energías renovables.

En sociedad cultural deportivo – recreativa Anaitasuna, en pamplona (navarra), se hizo la instalación de una planta solar termodinámica para el calentamiento del agua de duchas y para climatización de piscinas. El campo de captación está situado en la cubierta del edificio y el resto de los elementos de la instalación se encuentran en la sala de maquinas del polideportivo, el área comprendida de la instalación es de 659,4 m², esta implementación reemplaza la utilización de gas natural y le genera al polideportivo un ahorro económico anual de 23.564 € y de igual manera un ahorro de 122 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂) en el año.³⁸

CIUDAD DEL VATICANO, ROMA.



Imagen 38. Cubierta del Aula pablo VI en ciudad del vaticano.

Fuente: Artículo publicado de energía renovable en Renovableverdes.com

³⁸ José Manuel López, instituto para la diversificación y ahorro de energía, Manual de energías renovables – Energía solar térmica.

En la ciudad del Vaticano, en el techo del Aula Pablo VI, se instalaron 2400 paneles solares en el año 2008, comprendiendo un área de instalación de 5000 m² y con una producción de energía de 442.000 Kw/h.³⁹ estos paneles fueron instalados para la generación de energía y reemplazar a la energía eléctrica tradicional, gracias a este sistema se realiza una reducción de 310 toneladas de Dióxido de carbono (CO₂).

FONT ROMEU, FRANCIA.



Imagen 39. Horno solar de Odeillo.

Fuente: Artículo publicado de Energías renovables en Energíasrenovadas.com

En un edificio de investigación se instaló uno de los hornos solares más grandes del mundo – el horno solar de Odeillo, que está contemplado de 9.600 espejos que concentran la energía del sol en un solo punto, con ello se consiguen temperaturas superiores a 3000°C. Este edificio cuenta con una potencia térmica de 1 Gw y es uno de los más importantes centros de investigación acerca de la concentración de la radiación solar y sobre el comportamiento de materiales⁴⁰ como la cerámica y el concreto, sometidos a temperatura extremas.

³⁹ Renovables verde, [base de datos en línea], Publicado por Adriana, el 8 de diciembre de 2010, disponible en < <http://www.renovablesverdes.com/la-ciudad-del-vaticano-y-la-energia-solar/>>

⁴⁰ Energías renovables, el motor del nuevo mundo, [base de datos en línea], disponible en < <http://energiasrenovadas.com/el-horno-solar-de-odeillo-en-francia/>>

PROYECTOS DE ENERGÍA TÉRMICA EN COLOMBIA

PASTO, NARIÑO



Suministro para el area de Urgencias - 1200 L



Suministro para el area de Hospitalizacion - 1800 L

Imagen 40. Paneles térmicos en el hospital infantil los ángeles (hila).

Fuente: Proyectos Realizados por la empresa Aprotec en Aprotec.com.co

Este sistema de energía solar térmica, se encuentra ubicado en el Hospital infantil los ángeles (Hila) en pasto, Nariño. Este sistema es utilizado para el calentamiento del agua, la tecnología utilizada es por medio de tubos evacuados y tiene una capacidad de 3000 litros, que se dividen en 12 unidades (12 paneles)⁴¹. De los 3000 litros de capacidad que tiene el sistema se dividen en 1200 litros para suministro del área de urgencias y 1800 litros para el suministro del área de hospitalización.

LAGUNA ENCANTADA, ISLAS DEL ROSARIO



Modelo 180 L - Vista Lateral



Calentador para suministro en habitacion de visitantes

Imagen 41. Paneles solares térmicos en el hotel san Pedro de majagua.

Fuente: Proyectos Realizados por la empresa Aprotec en Aprotec.com.co

⁴¹ APROTEC, energías alternativas – tecnología apropiada, [base de datos en línea], disponible en < http://www.aprotec.com.co/pages/proyectos_calentadores.html>

Este sistema de energía solar térmica, se encuentra ubicado en el Hotel San Pedro de majagua en laguna encantada, isla del rosario. Este sistema es utilizado para el calentamiento del agua, la tecnología utilizada es por medio de tubos evacuados y tiene una capacidad de 180 litros y 240 litros que se dividen en 9 unidades (9 paneles)⁴².

IMPACTOS AMBIENTALES

VENTAJAS

La generación y la fabricación de energía por medio de la energía renovable ha demostrado durante los últimos años la disminución de agentes contaminantes al planeta, ha tratado de disminuir el alto impacto ambiental generado por la extracción y uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica que se ha venido desarrollando desde hace muchos años y las consecuencias de esos actos se han visto reflejados en estos últimos años, un gran problema que ha generado es el cambio climático, y consigo trae las sequias y el poco aire limpio que queda para el ser humano. Todos estos cambios son generados por las grandes emisiones de gases contaminantes como el Dióxido de carbono (CO₂), pues este gas es el responsable del más del 50% del cambio climático.⁴³

Algunas consecuencias que ya se han visto del cambio climático son:

- La proporción de CO₂ en la atmosfera ha aumentado en un 30% desde los comienzos de la industrialización.
- El número de desastres naturales se ha triplicado desde 1960.
- Durante los últimos 11 años se registraron 7 años como los más calurosos en el planeta.
- La masa de los glaciares continentales se han reducido hasta la mitad desde el comienzo de la industrialización.
- El nivel del mar ha disminuido de 10 – 20 centímetros los últimos 100 años, 9-12 centímetros de estos en los últimos 50 años.

Debido a estos grandes daños que se han generado en los últimos años y desde que comenzó la explotación de combustibles fósiles y la generación de gases tóxicos, todas las empresas y grandes agentes se han visto obligados a buscar una solución. Comenzando con el acuerdo de la convención de marco de las Naciones Unidas sobre los cambios climáticos en la cumbre de la Tierra de Río en

⁴² APROTEC, energías alternativas – tecnología apropiada, [base de datos en línea], disponible en < http://www.aprotec.com.co/pages/proyectos_calentadores.html>

⁴³ Solar termal power 2020, greenpeace. Revista publicada en 2010, Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana.

1992,⁴⁴ desde allí una serie de objetivos se ha fijado para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y se piden medidas nacionales y regionales para el aumento de la adopción de la energía renovable, en ellas está incluida la energía solar y eólica.

Debido a esto la energía renovable ha tenido gran auge y aceptación en el mundo, es una de las formas en la que se puede salvar el planeta de los grandes daños que ha causado el hombre para la subsistencia.

Como principales ventajas se encuentra:

- Se trata de una energía que proviene del sol, una fuente inagotable.
- No emite gases contaminantes, perjudiciales para la salud.
- No emite gases de efecto invernadero que provoquen cambios climáticos.
- No produce ningún tipo de desperdicio o residuo peligroso de difícil eliminación.
- Su impacto ambiental es mínimo, debido a que solo causa un pequeño impacto en la etapa de construcción de los equipos.
- Este tipo de instalaciones no deja huella ecológica cuando finaliza el tiempo de explotación o extracción de energía.⁴⁵

Gracias a las grandes ventajas que ha demostrado la implementación de la energía solar, esta se ha implementado en varios países y se ha podido obtener un gran avance en la disminución de gases contaminantes como el Dióxido de carbono (CO₂), en la siguiente tabla [Ver Tabla 12] se puede observar la reducción de CO₂ con la implementación de energía solar termodinámica instalada hasta finales del 2010.

⁴⁴ Solar thermal power 2020, greenpeace. Revista publicada en 2010, Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana.

⁴⁵ Solar heat worldwide, markets and contribution to the energy supply 2010, Edition 2012. Disponible en <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar_Heat_Worldwide-2012.pdf>

Pais	Area total del colector (m2)	Capacidad total (Mwth)	Nro. Calculado de sistemas	Rendimiento del colector (Gw)	ahorro de energia (Ton)	Reduccion de CO2
Albania	77.733	54	10.121	57	6.107	18.747
Alemania	13.720.164	9.604	1.482.977	5.565	595.784	1.829.041
Australia	8.315.563	5.821	636.198	4.971	504.255	1.548.050
Austria	4.558.278	3.191	429.307	1.832	194.841	598.156
Barbados	131.69	92	32.923	116	12.491	38.346
Bélgica	363.509	254	79.393	146	15.584	47.841
Brazil	6.111.477	4.278	1.059.307	4.285	454.887	1.396.489
Bulgaria	46.736	33	8.595	24	2.619	8.039
Canada	722.699	506	9.462	293	28.419	87.247
chile	28.159	20	3.542	21	2.285	7.014
China	168.000.000	117.6	38.295.600	97.682	10.498.876	32.231.249
Chipre	908.784	636	200.009	808	86.807	266.495
Dinamarca	550.409	385	115.849	246	26.354	80.906
Corea del Sur	1.566.319	1.096	225.863	819	88.02	270.219
Eslovenia	163.698	115	24.757	68	7.32	22.472
Eslovaquia	135.746	95	22.625	65	7.018	21.546
España	2.460.000	1.722	248.906	1.7	182.019	558.794
Estados Unidos	21.807.440	15.265	504.529	9.076	885.972	2.719.908
Estonia	2.841	2	710	1	132	405
Finlandia	46.24	32	8.278	19	1.98	6.078
Francia	2.282.877	1.598	438.088	1.074	115.043	353.18
Grecia	4.087.000	2.861	1.603.739	3.146	338.18	1.038.203
Hungría	157.902	111	15.731	75	8.027	24.644
India	3.970.000	2.779	809.88	3.397	365.114	1.120.889
Irlanda	151.598	106	34.99	63	6.815	20.923
Israel	4.167.795	2.917	273.251	3.591	385.788	1.184.358
Italia	2.591.344	1.814	637.113	1.704	182.89	561.466
Japón	5.300.983	3.711	1.303.933	3.09	332.065	1.019.431
Lativa	7.244	5	1.811	3	359	1.103
Lebanon	348.312	244	87.078	333	35.751	109.753
Lituania	4.518	3	1.13	2	219	671
Luxemburgo	30.8	22	7.7	14	1.488	4.569
Macedonia	25.744	18	3.928	15	1.665	5.111
Malta	43.469	30	10.867	38	4.055	12.448
Mexico	1.531.954	1.072	76.727	809	84.476	259.338
Marruecos	341.26	239	85.315	349	37.486	115.08
Namibia	22.006	15	2.718	20	2.158	6.624
Noruega	17.471	12	2.551	7	775	2.379
Nueva Zelanda	159.645	112	36.435	101	10.861	33.343
Países Bajos	811.231	568	117.302	287	29.596	90.86
Polonia	655.8	459	82.522	268	28.783	88.364
Portugal	753.793	528	136.008	583	62.643	192.312
Republica checa	457.939	321	40.71	162	16.833	51.676
Tailandia	91.392	64	22.848	78	8.385	25.741
Reino Unido	564.783	395	141.196	235	25.207	77.385
Rumania	109.996	77	27.499	65	7.018	21.546
Suecia	442	309	25.514	160	16.739	51.387
Suiza***	1.008.110	706	107.709	393	41.5	127.404
Surafrica	1.163.360	814	93.939	769	77.798	238.838
Taiwan	2.045.847	1.432	485.562	1.249	134.272	412.211
Tunez	489.7	343	119.046	439	47.23	144.996
Uruguay	12.096	8	3.024	8	886	2.72
Zimbabue	18.196	13	4.549	16	1.671	5.128
Turquia	13.318.659	9.323	3.084.601	10.846	1.165.688	3.578.630
Total	277.895.811	194.527	53.524.825	162.125	17.280.312	53.050.066

Tabla 12. Reducción de CO₂ con la implementación de energía solar.

Fuente: Tomada y adaptada de la revista solar heat worldwide 2010, edición 2012.

DESVENTAJAS

La energía renovable, como la energía solar, tiene muchas ventajas y un gran aporte al medio ambiente como se ha demostrado anteriormente, pero hay algunos detalles por los cuales se ha estado buscando la mejor solución para convertir la energía solar como una energía totalmente amigable con el medio ambiente, algunas desventajas que tiene la energía solar son:

Genera contaminación visual, debido a su forma o tamaño. Pero este detalle se ha estado tratando con la ayuda de arquitectos y paisajistas, en el caso de la implementación en viviendas, se ha acomodado como parte de la fachada o en las cubiertas donde no tendrá contacto visual con la población.



Imagen 42. Fachada con energía solar fotovoltaica.

Fuente: Artículo publicado de energías renovables en certificacionesenergeticas.com

En caso de las instalaciones de paneles solares en suelo se ha criticado mucho debido a que sus instalaciones ocupan gran cantidad de suelo, Sin embargo, este argumento no es un inconveniente real para la implantación de este tipo de energía. Ya que si se compara la ocupación del suelo con la de minería, construcciones entre otras, se encuentran con un área de utilización similar.

Esta crítica surge de valoraciones interesadas, que no tienen en cuenta todos los factores implicados en la ocupación y destrucción de terrenos para la producción de energía por métodos convencionales.

En la tabla 13 se presenta la cantidad de suelo ocupado (en m²) por las instalaciones de diferentes tecnologías energéticas para la producción de 1 Gwh de energía durante 30 años. Si bien la energía solar fotovoltaica precisa una

cantidad de suelo mayor que otras energías renovables, ahorra espacio en comparación con los centrales de producción energética mediante carbón.

La degradación del suelo y la contaminación del agua son consecuencia, en parte, del uso extensivo de energías de origen químico y orgánico. Un mayor uso de energías alternativas reduciría esta agresión al medioambiente por parte de las energías convencionales.⁴⁶

La desertización tiene su origen en la sobreexplotación de la vegetación para satisfacer las necesidades de alimento y de combustible, en ausencia de otras fuentes de energía. Esta situación, observable especialmente en países en vía de desarrollo, sería paliada por el uso de energías alternativas.

Tecnología	Espacio (m ² /GWh en 30 años)
Carbón	3642
Térmica solar	3561
Fotovoltaica	3237
Eólica	1335
Geotérmica	404

Tabla 13. Area utilizada para la generación de los diferentes sistemas de energía.

Fuente: Ecologistas en acción – Energías renovables, [www.ecologistasenaccion.org]

El gran impacto ambiental que se genera con este sistema de energía renovable está centrado en la construcción de los paneles, debido a que requiere la utilización de materiales como aluminio (para los marcos), vidrio, acero (para estructuras), entre otros. “Siendo estos componentes comunes con la industria convencional. El progresivo desarrollo de la tecnología de fabricación de estructuras y paneles solares supondrá una reducción del impacto ambiental debido a estos conceptos.”⁴⁷

En la producción del panel solar se produce un gasto energético que genera residuos, como partículas de NOx (óxidos de Nitrógeno), SO₂ (Dióxido de Azufre), CO₂ (Dióxido de carbono), entre otros. Esto se debe a que la energía utilizada en la fabricación del panel solar es generada por la energía eléctrica convencional.

Otro factor contaminante es la obtención de silicio de grado metalúrgico es requerida en grandes cantidades para la industria del acero, y en este caso sería para la fabricación de la estructura o las bases del sistema solar, siendo una

⁴⁶ Ecologistas en acción, energías renovables, Junio del 2007 - [base de datos en línea], disponible en <<http://www.ecologistasenaccion.org>>

⁴⁷ Ecologistas en acción, energías renovables, Junio del 2007 - [base de datos en línea], disponible en <<http://www.ecologistasenaccion.org>>

pequeña proporción de este material la dedicada a la fabricación de las obleas de silicio. La emisión de polvo de silicio es uno de los inconvenientes de esta industria. Para tener un material más amigable con el medio ambiente se busca la purificación del silicio que implica el uso de materiales tales como xilano, mientras el dopado precisa utilizar pequeñas cantidades de compuestos tóxicos, tales como diborano y fosfina. También se precisa utilizar agentes agresivos, tales como el ácido sulfúrico. Todos estos compuestos y procesos son utilizados en la industria metalúrgica y electrónica, lo cual suma componentes contaminantes al medio ambiente.

Debido a que la construcción de células solares se ha visto en alto crecimiento por la constante implementación de paneles solares, los fabricantes y productores de estas células deberán estar contemplando y buscando un correcto tratamiento de los residuos y materiales a utilizar⁴⁸ ya que los equipos serán utilizados para el mejoramiento del medio ambiente y sería absurdo que en su producción se generara la misma contaminación que con los sistemas convencionales.

Debido a eso los avances industriales en la fabricación de paneles solares se dirigen en el sentido de reducir pérdidas de material al cortar las obleas para la fabricación de células solares. Este ahorro de material supone, además de un beneficio económico, disminuir la emisión de contaminantes generados por la producción de la energía necesaria para fabricar las obleas. Así mismo, la progresiva fabricación de volúmenes más importantes de paneles solares, reduce proporcionalmente la inversión energética necesaria.

Una nueva perspectiva para el ahorro energético y de material en la fabricación de paneles solares se abre con la introducción de paneles solares sin marco de aluminio. Como consecuencia de ello, están siendo desarrollados nuevos conceptos de fijado a las estructuras de soporte, como por ejemplo el pegado de los paneles solares. La optimización de las estructuras de soporte ha de conducir a la reducción de la inversión energética y de material en la fabricación de sistemas fotovoltaicos.

Otro factor contaminante relacionado con la producción de energía solar fotovoltaica es la contaminación que proviene de la fabricación de equipos tales como inversores, reguladores, estructuras de soporte, cables y especialmente acumuladores. Algunos de estos sistemas están presentes, necesariamente, en todas las instalaciones de energía solar fotovoltaica, esto hace que la utilización de esta energía no sea totalmente renovable, pero sin lugar a duda es la que genera menos impacto ambiental a comparación de las otras tecnologías de generación de energía, [Ver Tabla 14].

⁴⁸ Ecologistas en acción, energías renovables, Junio del 2007 - [base de datos en línea], disponible en <<http://www.ecologistasenaccion.org>>

5	Daño grande
4	Daño significativo/Grande
3	Daño significativo
2	Daño despreciable/significativo
1	Daño despreciable/significativo

CONTAMINANTES	CARBÓN	TÉRMICA SOLAR	FOTOVOLTAICA	EÓLICA	GEOTÉRMICA
contaminantes ácidos (SO ₂ , NO _x , etc)	5	4	2	2	1
CO ₂	5	5	5	2	1
CH ₄	3	2	4	1	1
partículas	3	3	1	1	2
metales pesados	3	2	1	1	2
almacenamiento de residuos	3	2	1	4	2
catástrofes	2	3	3	5	1
intrusión visual	3	4	4	3	2
Ruido	2	1	1	1	1
terreno ocupado	4	2	2	2	2
seguridad y salud humana	3	3	2	3	1

Tabla 14. Análisis cualitativo de los impactos medioambientales en las diferentes tecnologías de generación de energía.

Fuente: Ecologista en Acción – Energías renovables, [www.ecologistasenaccion.org].

Las desventajas que tiene la energía solar en comparación a la energía convencional, demuestra que sigue siendo más favorable que la energía convencional, produciendo así menor impacto ambiental y menos factores contaminantes.

ENERGÍA SOLAR EN BUCARAMANGA

En la ciudad de Bucaramanga se han desarrollado varios proyectos de energía solar, son utilizados con mayor frecuencia para las fincas o veredas del departamento a los cuales es difícil el acceso de energía eléctrica convencional, los proyectos realizados en la ciudad como tal son proyectos pequeños y la mayoría son proyectos de investigación para colegios o universidades.

- COLEGIO SALESIANO DE BUCARAMANGA



Imagen 43. Paneles solares instalados en colegio salesiano Bucaramanga.

Fuente: Artículo Publicado de avances tecnológicos en LaprensaColombiana.com

En el colegio salesiano de Bucaramanga se instaló con el apoyo decidido del Club Rotario el primer laboratorio de su género en Colombia: Un montaje híbrido Solar Eólico de más de 2 KW para prácticas y enseñanza.

El proyecto contempla su expansión a 35 kilovatios, lo que lo convertiría en el laboratorio de Energías Renovables más grande de América latina enfocado a la educación.

El montaje lo realizó Con-ciencia Ecológica, entidad miembro de ASES (American Solar Energy Society) con asesoría del Ing. Gabriel Becerra y del Ing. Profesor Joaquín Ardila.

Estas iniciativas son dignas de destacar pues son la única manera de impulsar la Energía Sostenible para una verdadera solución a los problemas de contaminación y calentamiento global: ¡A través de la educación!⁴⁹

DISTRIBUCION EN BUCARAMANGA

Aparte de los pequeños proyectos que se están realizando en Bucaramanga esta ciudad cuenta también con varias empresas encargadas en la distribución e instalación de paneles solares.

⁴⁹ Jorge Monroy, Artículo publicado abril 5 del 2014, [base de datos en línea], Prensa Colombiana, disponible en < <http://laprensacolombiana.com/opinion/jorge-monroy/instalacion-solar-colegio-salesiano-de-bucaramanga/>>

1 JVTEL

Redes y Comunicaciones



Bucaramanga Colombia,Bucaramanga
www.jvtel.com.co

[Más información](#)

2 ENERGÍA & POTENCIA S.A.



Cr15 29-21 Centro Colombia,Bucaramanga
Tel: (57) (7) 6700080
www.energiaypotencia.com

[Más información](#)

3 ECOPYME S.A.S.



Bucaramanga Colombia,Bucaramanga
www.ecopyme.com.co

[Más información](#)

4 ALMACEN ENERGIA SOLAR ECOASIS

Energía solar Hídrica Eólica Productos Ecologicos



Av Quebraseca 18-36
Colombia,Bucaramanga

Tel: (57) (7) 6705574

www.ecoasisdistribuciones.com.co

[Más información](#)

5 CASADIEGO QUINTERO HUMBERTO

Cr33 52 A-24 Colombia,Bucaramanga

Ver Teléfono

[Más información](#)

6 POWERMAX

Av Quebarada Seca 17-40

Colombia,Bucaramanga

Ver Teléfono

[Más información](#)

7 FERRAGRO S.A.S.

Km 6 Vía Girón # 11-35

Colombia,Bucaramanga

Ver Teléfono

[Más información](#)

8 ENERGIA EOLICA Y SOLAR DE COLOMBIA S.A.

Autop Floridablanca Piedecuesta Frente
al Seminario San Alfonso

Colombia,Bucaramanga

Ver Teléfono

[Más información](#)

En la tabla 15, se podrá observar los precios de algunos productos para la implementación de la energía solar, esta cotización fue obtenida gracias a la empresa energía y potencia de Bucaramanga.

Tecnigreen

Energías limpias

LÍNEA SOLAR - TECNIGREEN		
KIT SOLAR		
(PANEL CON 5 m DE CABLE, CONTROLADOR DE CARGA 3Ah 12V, BATERÍA 12V, BOMBILLOS LED 3W CON 5 m DE CABLE+SOCKET+INTERRUPTOR, SALIDA USB 5V, SALIDAS 12VDC, JUEGO ADAPTADORES PARA CARGAR CELULAR)		
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	PRECIO PÚBLICO
FS-S903	Panel 10W, Controlador 3Ah, Batería 7Ah, 3 Bombillos	\$ 320,000
FS-S904	Panel 20W, Controlador 3Ah, Batería 12Ah, 4 Bombillos	\$ 440,000
PANELES SOLARES		
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	PRECIO PÚBLICO
RSM-5M-40P-36	Panel Solar Policristalino de 40 W (0.67 x 0.54 x 0.025) (2.36 Ah, 17 V)	\$ 140,000
RSM-5M-80P-36	Panel Solar Policristalino de 80 W (1.010 x 0.676 x 0.035) (4.71 Ah, 17 V)	\$ 260,000
RSM-5M-130P-36	Panel Solar Policristalino de 130 W (1.488 x 0.676 x 0.035) (7.65 Ah, 17 V)	\$ 380,000
RSM-6M-180P-48	Panel Solar Policristalino de 180 W 24 V (1.326 x 0.990 x 0.040) (7.66 Ah, 24 V)	\$ 570,000
RSM-5M-200P-48	Panel Solar Policristalino de 200 W 24 V (1.482 x 0.992 x 0.035) (7.66 Ah, 24 V)	\$ 640,000
CONECTORES PANELES		
NW-001	Conector panel solar, macho y hembra	\$ 13,500
BOMBILLOS LED 12 VDC		
RYL-1.5: 1.5W	\$20.000	LR-BL-3W: 3W \$23.000
BATERÍAS CICLO PROFUNDO		
12 VDC. TIPO AGM, LIBRES DE MANTENIMIENTO, CON CAPACIDAD DE DESCARGAS INTENSAS		
MT1270S	Batería 12V 70 amperios	\$ 395,000
MT12100S	Batería 12V 100 amperios	\$ 475,000
MT12120S	Batería 12V 120 amperios	\$ 580,000
MT12200S	Batería 12V 200 amperios	\$ 980,000
INVERSORES DE CORRIENTE		
12 VDC VOLTAJE DE SALIDA 110 VAC		
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	PRECIO PÚBLICO
NV-M300	Inversor de corriente de 300 W	\$ 100,000
NV-M600	Inversor de corriente de 600 W	\$ 220,000
NV-M1000	Inversor de corriente de 1000 W	\$ 300,000
NV-M1500	Inversor de corriente de 1500 W	\$ 460,000
NV-M2000	Inversor de corriente de 2000 W	\$ 660,000
NV-M3000	Inversor de corriente de 3000 W	\$ 1,100,000
CONTROLADORES DE CARGA		
(PROTECCIÓN SOBRECARGAS O DESCARGAS)		
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	PRECIO PÚBLICO
NV12V10	Controlador de carga de 10 Amp, 12V	\$ 60,000
NV12V20	Controlador de carga de 20 Amp, 12V	\$ 130,000
NV12V30	Controlador de carga de 30 Amp, 12V	\$ 180,000
NV12V40D	Controlador de carga de 40 Amp, 12/24V	\$ 430,000
NV12V60D	Controlador de carga de 60 Amp, 12/24V	\$ 500,000

Tabla 15. Precios de equipos para la implementación de energía solar en Bucaramanga. [EYPs.a].

ENERGIA EÓLICA

La energía eólica es una forma indirecta de la energía solar. El viento se origina por el desigual calentamiento de la superficie terrestre que por diferencia de temperaturas y presiones atmosféricas, ocasionan el movimiento de las masas de aire. La energía cinética del viento puede transformarse en energía útil, tanto mecánica como eléctrica.

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire mencionadas anteriormente, es decir del viento.⁵⁰ En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a dos (2) tipos de vientos:

- Viento geostrofico: Es la corriente resultante de la interacción del viento de gradiente y la fuerza aparente de desviación de Coriolis. Es decir, que la dirección y la intensidad del viento son consecuencia del equilibrio entre ambas fuerzas generadoras que es la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de esta, moviéndose de alta a baja presión.⁵¹
- Vientos locales: estos vientos son los que se generan en lugares específicos del planeta entre estos están las brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra, también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera de la montaña o baje por esta dependiendo si es de noche o de día.⁵²

El aprovechamiento de estos tipos de viento para la generación de la energía eléctrica se hace por medio de los aerogeneradores, estos equipos son la evolución natural de los molinos de viento y hoy en día son aparatos de alta tecnología. La mayoría de turbinas generan electricidad desde que el viento logra una velocidad de entre 3 y 4 metros por segundo, genera una potencia máxima de 15 metros por segundo y se desconecta para prevenir daños cuando hay tormentas con vientos que soplan a velocidades medias superiores a 25 metros por segundo durante un intervalo temporal de 10 minutos.⁵³

⁵⁰ Medina Álvarez Cristóbal, Fuentes de energía renovables, [Base de datos en línea], Disponible en < <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm> >

⁵¹ Conocimiento con todos y para todos, Ecured, [Base de datos en línea], Disponible en < http://www.ecured.cu/index.php/Viento_Geotr%C3%B3fico >

⁵² Medina Álvarez Cristóbal, Fuentes de energía renovables, [Base de datos en línea], Disponible en < <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm> >

⁵³ Asociación eólica de Catalunya, Empresa productora de aerogeneradores, EOLICCAT, Disponible en < <http://www.eoliccat.net/energia-eolica/la-tecnologia/como-funciona-un-aerogenerador.html?L=1> >

Existen diferentes tipos de aerogeneradores, dependiendo del tipo de generador, de su potencia y de la disposición de su eje de rotación. Las partes principales de un aerogenerador son el rotor, la caja de engranajes, el generador, la torre y el sistema de control.

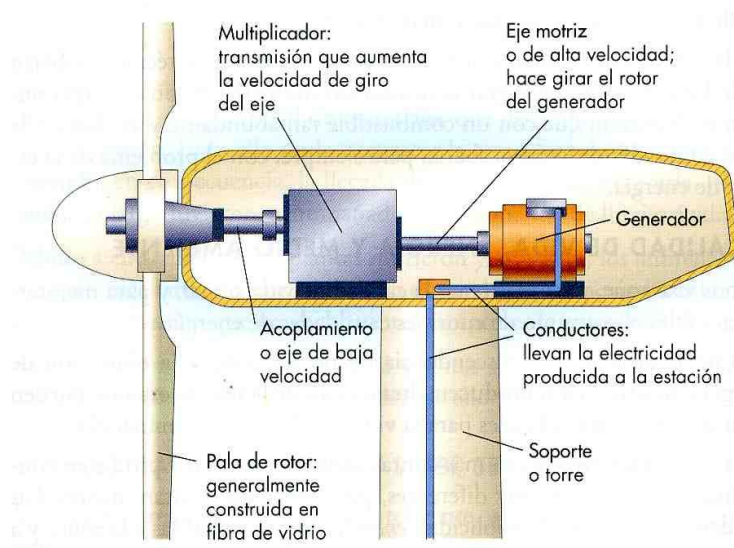


Figura 44. Sistema Interno de un aerogenerador.

Fuente: Planeta neutro, Funcionamiento de los aerogeneradores, [renovables-energias.com]

La generación de energía a partir del viento es producida de la siguiente manera: el viento pasa sobre las aspas del aerogenerador y provoca una fuerza giratoria, a las palas del rotor que transmiten la potencia del viento hacia el buje que se encuentra dentro de la góndola (La góndola es la carcasa que protege las partes fundamentales del aerogenerador), el buje es la parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad. Este eje de baja velocidad es el que conecta el buje del rotor al multiplicador, su nombre es debido a que su velocidad de giro es muy lenta.

El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad. Eje de alta velocidad, como su nombre lo indica gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico, El generador eléctrico es una de las partes más importantes de un aerogenerador ya que es el que transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

El controlador electrónico, es un ordenador que monitoriza las condiciones del viento y controla el mecanismo de orientación, también se encuentra la unidad de refrigeración que es el mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico y por último la torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.

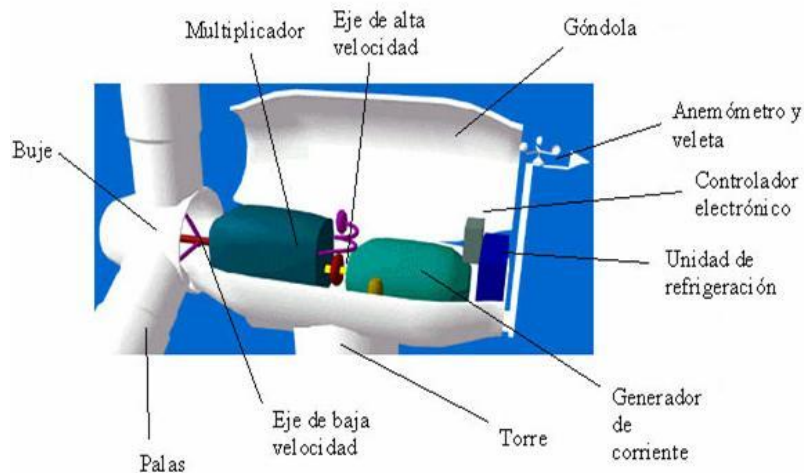


Figura 45. Partes internas de un aerogenerador.

Fuente: Planeta neutro, Funcionamiento de los aerogeneradores, [renovables-energias.com]

El mecanismo de orientación, está activado por el controlador electrónico, la orientación del aerogenerador cambia según las condiciones del viento, que entra a una caja de cambios. La caja de cambios incrementa la velocidad de rotación del eje proveniente del rotor e impulsa el generador que utiliza campos magnéticos para convertir la energía rotacional en energía eléctrica.

Los aerogeneradores han venido evolucionando con el transcurrir del tiempo adaptándose a las distintas necesidades que se van presentando, los distintos aerogeneradores son:

- Aerogenerador de eje vertical: es el concepto original de aerogenerador dentro de la energía eólica, ya que permite colocar el tren de potencia (multiplicadora, generador eléctrico y demás) en la base del aerogenerador, facilitando así la instalación de estos aerogeneradores. Las palas de este aerogenerador están girando en un plano paralelo al suelo. Estos aerogeneradores son los más utilizados en vivienda, ciudades y lugares donde no hay tanto espacio.⁵⁴

⁵⁴ Economía de la energía, Ecología y reciclaje. [Base de datos en línea], Disponible en < <http://www.economiadelaenergia.com/energia-eolica/>>



Figura 46. Aerogenerador de eje vertical (Savonius).
Fuente: Todo en energía solar y eólica
[Todoensolar.com]



Figura 47. Aerogenerador de eje vertical (Darrieus)
Fuente: Energía renovable del Reino Unido.
[reuk.co.uk]

- Aerogenerador de eje horizontal: es el concepto para producir energía eólica que se ha implantado a lo largo de los años. Consiste en colocar el tren de potencia en la parte superior junto al eje de giro de la turbina eólica. Las palas de este aerogenerador están girando en un plano perpendicular al suelo. Estos tipos de aerogeneradores son los más comunes e instalado en los parques eólicos donde hay suficiente espacio.



Figura 48. Aerogeneradores de eje horizontal.
Fuente: Energías-renovables-y-limpias.com

Comparación entre Aerogenerador Vertical y Horizontal

1. Los aerogeneradores de eje horizontal por lo general tienen un rendimiento más elevado que los de eje vertical, aunque las diferencias entre ellos son mínimas.

2. Los aerogeneradores de eje vertical se pueden situar justo encima del suelo evitando tener que poner grandes mástiles, lo que es una ventaja, pero esto también provoca la desventaja de que la velocidad del viento a baja altura siempre es menor, y por tanto la generación de electricidad también es menor.
3. Los aerogeneradores de eje vertical pueden aprovechar mucho mejor el viento racheado y con turbulencias, y no precisan de sistema de orientación, ya que normalmente están diseñados para captar el viento de cualquier parte.
4. Los aerogeneradores de eje vertical normalmente tienen un aspecto visual de menor impacto (aunque eso es un poco subjetivo), y sus palas son menos peligrosas para las aves que las de los aerogeneradores de eje horizontal.
5. Actualmente los aerogeneradores de eje vertical son de coste más elevado y más difíciles de encontrar.
6. los aerogeneradores de eje vertical al tener su eje en posición vertical no necesitan orientarse hacia la dirección del viento, ya que siempre reciben el viento de forma óptima, funcionan a más bajas revoluciones, o sea a menos velocidad de giro, y además tienen el radio de giro de sus palas más pequeño.⁵⁵

También, los aerogeneradores se pueden clasificar por la potencia, existiendo la energía mega eólica (con aerogeneradores de más de 5 Mw), mini eólica (con aerogeneradores de menos de 200 kw) y energía eólica normal.

ENERGÍA EÓLICA MARINA

La energía eólica marina es producida de la misma manera que la eólica terrestre, una aplicación de la fuerza producida por el viento. La diferencia respecto a la obtenida en tierra radica en que los aerogeneradores se ubican mar adentro. Este tipo de sistema genera un costo de instalación más alto que en las zonas terrestres, pero también su vida útil es mayor. Además, los costes de las cimentaciones y anclajes han disminuido de forma espectacular en los últimos años, con lo que el precio del megawatio (MW) de potencia se está igualando al de otras energías renovables.⁵⁶

⁵⁵ Prieto Moreno Raúl, Artículo publicado el 30 Julio de 2012, [Base de datos en línea], Disponible en < <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/07/aerogenerador-de-eje-horizontal-o-vertical.html>>

⁵⁶ Electricidad mar adentro, Energía eólica marina, revista Consumer, Artículo publicado el 01 de Diciembre de 2012, Disponible en < revista.consumer.es/web/es/20041201/>



Figura 49. Energía eólica marina en España.

Fuente: Energía renovable [www.energiayrenovable.es]

La energía eólica marina tiene, según los expertos, un futuro prometedor, sobre todo en países con una alta densidad de población que reduce las posibilidades de hallar un área apropiado en tierra para su instalación. En el mar, el viento se encuentra con una velocidad constante ya que no hay islotes ni montañas que interrumpen la dirección y su velocidad. Así, pueden emplazarse torres más bajas que en la superficie terrestre. Además, el viento es, por lo general, menos turbulento que en tierra, con lo que se amplía el periodo de trabajo útil de un aerogenerador. La baja turbulencia del mar se debe, ante todo, al hecho de que las diferencias de temperatura a distintas altitudes de la atmósfera que se producen sobre el mar son inferiores a las de tierra adentro.⁵⁷

La instalación de los aerogeneradores en el mar pueden realizarse de la siguiente manera Las máquinas están cimentadas sobre el fondo, utilizando diferentes tipos de estructuras o soporte en función del tipo de éste y de la profundidad:

⁵⁷ Electricidad mar adentro, Energía eólica marina, revista Consumer, Artículo publicado el 01 de Diciembre de 2012, Disponible en < revista.consumer.es/web/es/20041201/>

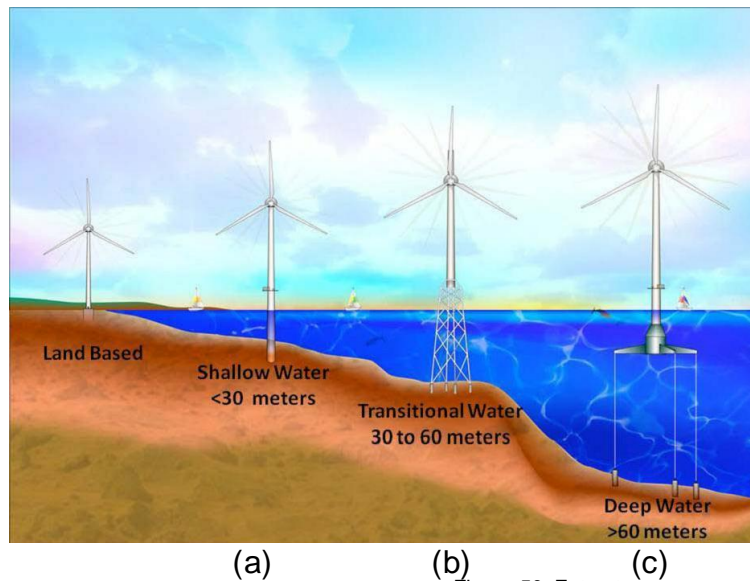


Figura 50. Estructuras para aerogeneradores marinos.

Fuente: BOEM, Bureau of ocean energy management. [www.boem.gov]

- Empotrados (a): este no contiene ningún tipo de estructura, simplemente la torre está diseñada para evitar la corrosión. Este sistema es utilizado para profundidades menores de 30m.
- Monopilotes (b): estas son estructuras que están clavados en el fondo, por lo general son trípodes de acero o estructuras tipo jacket apoyadas sobre el fondo, esta estructura es realizada en tierra y luego es trasladada a mar a dentro para su instalación. Este tipo de estructuras es utilizado cuando las profundidades están entre 30 y 60m.
- Estructuras de gravedad (c): Principalmente hechas de hormigón, se sustentan en su gran volumen y peso. Son susceptibles de erosión en la base y hundimiento por su naturaleza. Estas estructuras son fabricadas con pilotes en hormigón, para la estabilidad y apoyo del aerogenerador, de allí se despliegan cadenas que une una base flotante ya sea en acero u hormigón donde se apoyan los aerogeneradores. Este tipo de estructura es utilizado cuando las profundidades son mayores a 60 m.

Transporte de la energía generada por el viento

Toda la potencia generado por las turbinas de viento necesitan ser transportadas a tierra y conectado a la red eléctrica. Cada turbina está conectada a una plataforma de servicio eléctrico (ESP) por un cable de alimentación. El ESP se encuentra normalmente en algún lugar dentro de la matriz de la turbina, y sirve como un punto de recogida eléctrica común para todas las turbinas de viento, y como una subestación. Además, ESP puede ser equipado para funcionar como un centro de

servicio central, y puede incluir un helipuerto, estación de comunicaciones, cuartos de equipo, y el equipo de respaldo de emergencia. Después de recoger la potencia de las turbinas de viento, cables de alta tensión que van desde el ESP transmitir la potencia a una subestación en tierra, donde la potencia se integra en la red. Los cables utilizados para estos proyectos se llevan enterrados bajo el lecho marino, donde están a salvo de los daños causados por las anclas o artes de pesca y reducir su exposición al medio ambiente marino. Estos tipos de cables son caros, y son uno de los principales costos de capital para el desarrollador. La cantidad de cable que se utiliza depende de muchos factores, entre ellos la distancia a la que se encuentra, la distancia entre las turbinas, la presencia de obstáculos que requieren cables para crear una ruta en ciertas direcciones, y otras consideraciones.⁵⁸



Figura 51. Plataforma de servicio eléctrico, recolector de la energía producida por los aerogeneradores.

Fuente: BOEM, Bureau of ocean energy management. [www.boem.gov]

AVANCE DE LA ENERGIA EÓLICA

Actualmente muchos países cuentan con la energía eólica como una fuente de energía primaria en pleno desarrollo. Los países que destacan como futuros grandes generadores de energía eólica son: China, India, Sudamérica y EE.UU. De hecho, China cuenta ya con grandes fabricantes de aerogeneradores que han conseguido tecnologías muy fiables.

En el grafico 10. Se puede observar la energía eólica instalada en el mundo desde 1997 hasta el 2013, donde se demuestra que la implementación de energía renovable ha venido creciendo constantemente con el transcurrir de los años.

⁵⁸ BOEM, Bureau of ocean energy management, programa de energias renovables, [base de datos en línea], Disponible en <www.boem.gov>

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA EN EL MUNDO [Mw]

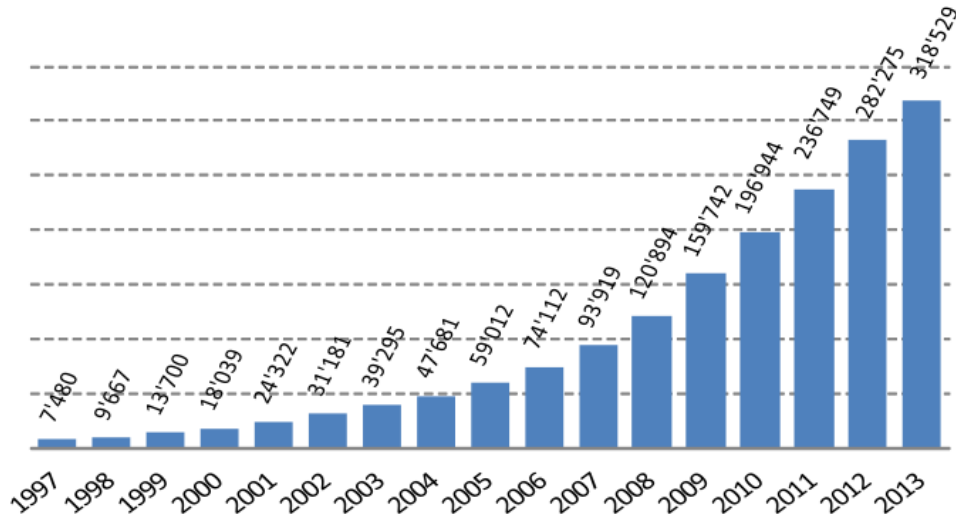


Grafico 10. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.

Fuente: Avances tecnológicos y perspectivas de la energía eólica-Ignacio cruz [www.eis.uva.es

PERIODO DEL 2000 A 2005

En la tabla 16. Se puede encontrar los 5 países que tiene la mayor capacidad instalada de energía eólica.

País	Alemania	España	EE.UU	India	Dinamarca
Capacidad instalada (Mw)	19,590	11,340	10,640	5341	3137

Tabla 16. Capacidad instalada de energía eólica.

Fuente: Renewable and sustainable energy reviews. [Elsevier.com]

En Grecia la energía eólica comenzó a implementarse desde 1993, pero tuvo una gran acogida e implementación a partir del año 1999, en el Grafico 11. Se puede observar la potencia instalada de energía eólica en [Mw], con la energía eólica producida en [Gwh]. Durante este periodo Grecia tuvo varias dificultades como el transporte e instalación de los sistemas de recolector de energía, debido a que las áreas o zonas donde había mayor concentración de vientos, eran zonas de gente muy pobre o donde no se podía implementar la infraestructura, como las zonas montañosas que registraban altos índices de vientos pero el acceso era imposible.⁵⁹

⁵⁹ Renewable & sustainable energy reviews, research pages Elsevier, [Base de datos en línea], Disponible en <www.Elsevier.com>

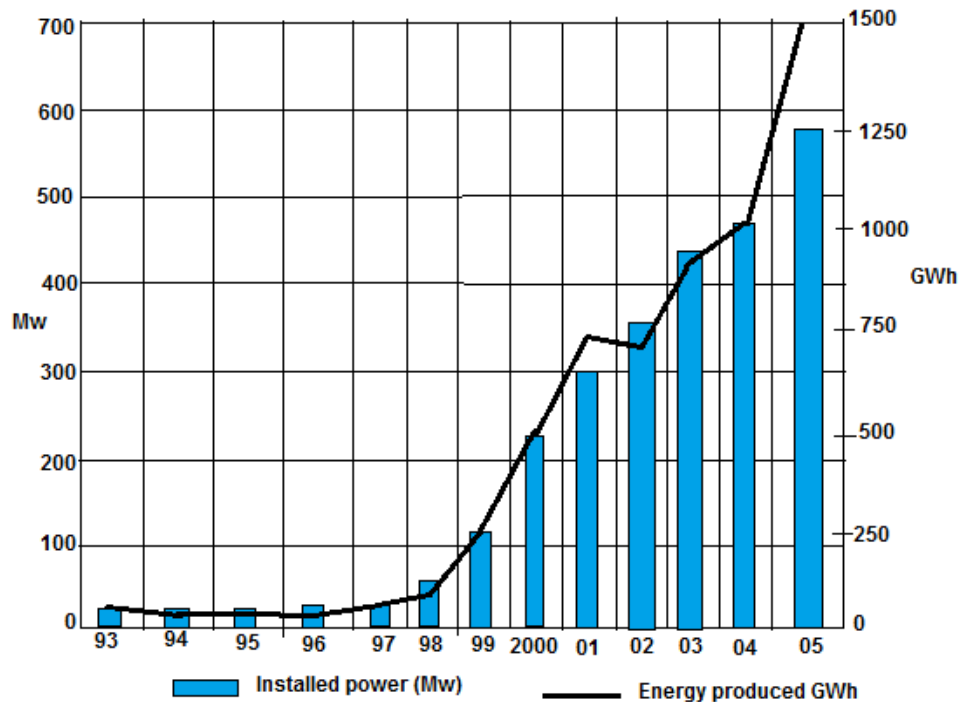


Grafico 11. Desarrollo de la instalación y producción de energía eólica en Grecia.
Fuente: Tomada y adaptada de Renewable energy. [Elsevier.com]

En India el programa de generación de energía renovable comenzó a principios de 1984, en donde se generaron los proyectos, investigaciones, industrias, equipos y demás. Pero el funcionamiento como tal se inicio en 1986.

En la Tabla 17. Se puede observar el potencial técnico y el potencial bruto generado en cada estado de India donde se generaba energía eólica entre el periodo de 1994 a 2002 Según los estudios que se realizaron en este país se demostró que el potencial de la energía eólica fue evaluado en 20,000 Mw y luego fue re-evaluado a 45,195 Mw, sin embargo la explotación de potencial técnico fue limitado a 12,875 Mw, debido a que esa era la capacidad que cada estado podía soportar.⁶⁰

⁶⁰ Renewable & sustainable energy reviews, research pages Elsevier, [Base de datos en línea], Disponible en <www.Elsevier.com>

POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA EN INDIA

Nro.	Estado	Potencial bruto [Mw]	Potencial Técnico [Mw] (Explotacion)
1	Andhra Pradesh	8275	1750
2	Guajarat	9675	1780
3	Karnataka	6620	1120
4	Kerala	875	605
5	Madhya Pardesh	5500	825
6	Maharashtra	3650	3020
7	Orissa	1700	680
8	Rajasthan	5400	895
9	Tamilnadu	3050	1750
10	West Bengal	450	450
TOTAL		45,195	12,875

Tabla 17. Potencial y explotación de de energía eólica en india.

Fuente: Tomado y adaptado de renewable & sustainable energy reviews. [Elsiver.com]

Con el pasar de los años la implementación de esta energía renovable fue bien acogida en el país, por lo tanto la generación de energía eólica fue creciendo constantemente. [Ver Grafico 12].

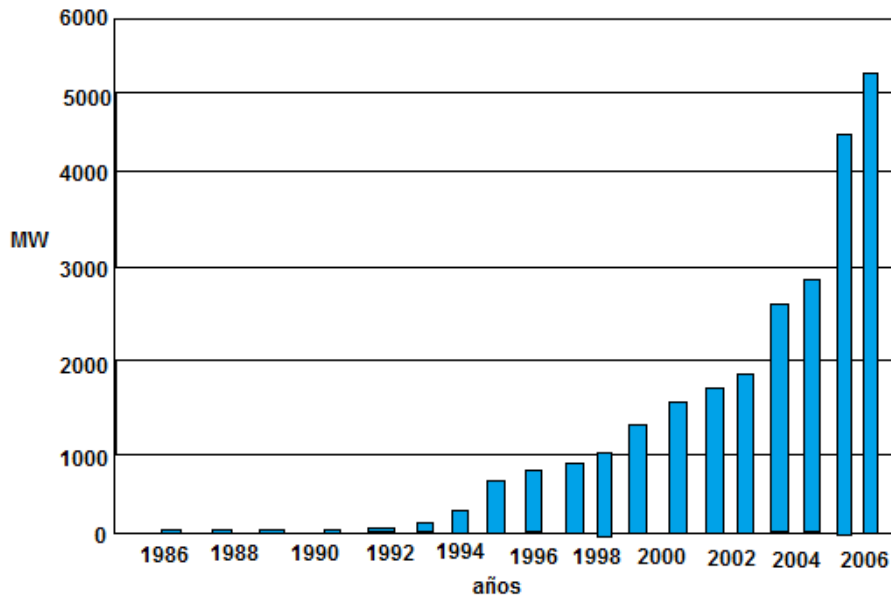


Grafico 12. Crecimiento de energía eólica en India.

Fuente: Tomada y adaptada de Renewable & sustainable energy reviews. [Elsevier.com]

A finales del 2003 la capacidad de energía eólica instalada en el mundo represento más de 39,500 Mw, donde Europa contribuyo alrededor de un 75% de la capacidad, Estados Unidos apporto 6,375 Mw, India 2,125 Mw y países como Japón, china, Canadá entre otros aportaron lo demás. [Ver Imagen 52]

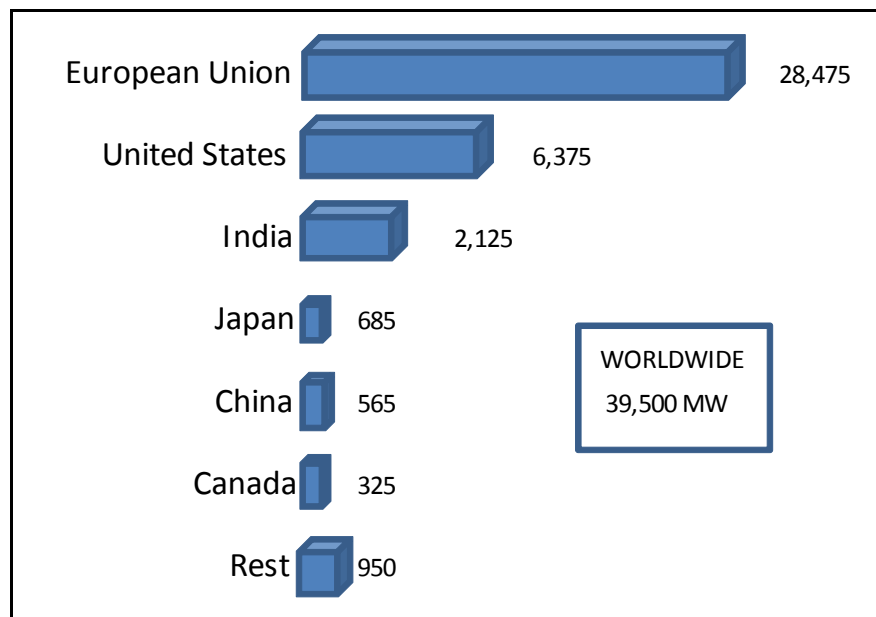


Figura 52. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo a finales del 2003.

Fuente: Tomada y adaptada de Renewable & sustainable energy reviews. [Elsevier.com]

En el Grafico 13. Se puede observar cómo se distribuye el 70% de la capacidad de energía eólica contribuida por La Unión Europea, donde Alemania ocupa el primer puesto en generación de esta energía con 14,610 Mw.

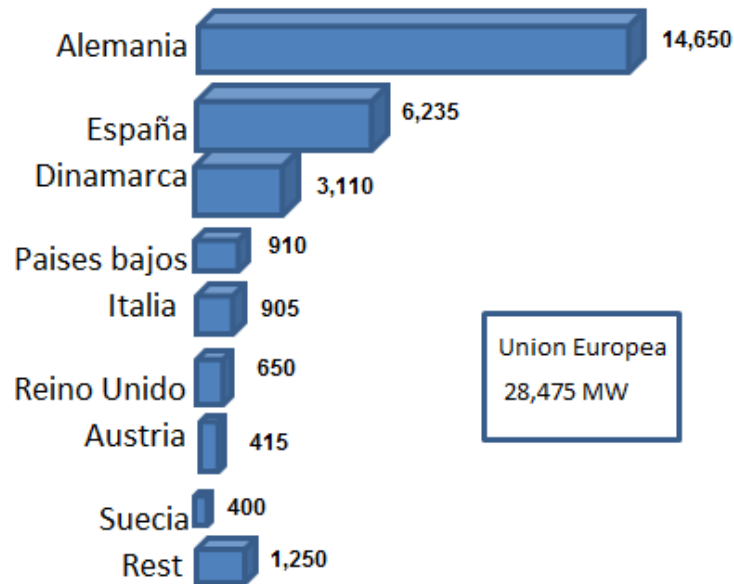


Grafico 13. Capacidad de energía eólica instalada en la Unión Europea finales del 2003.

Fuente: Tomada y adaptada de Renewable & sustainable energy reviews. [Elsevier.com]

En el año 2005, se proclamó como el año record en producción de energía eólica, fue denominado así ya que el aumento de implementación de esta energía renovable creció de una manera impresionante y se expandió por más partes del mundo como latino América, el pacífico y África.[Ver Grafico 14].⁶¹

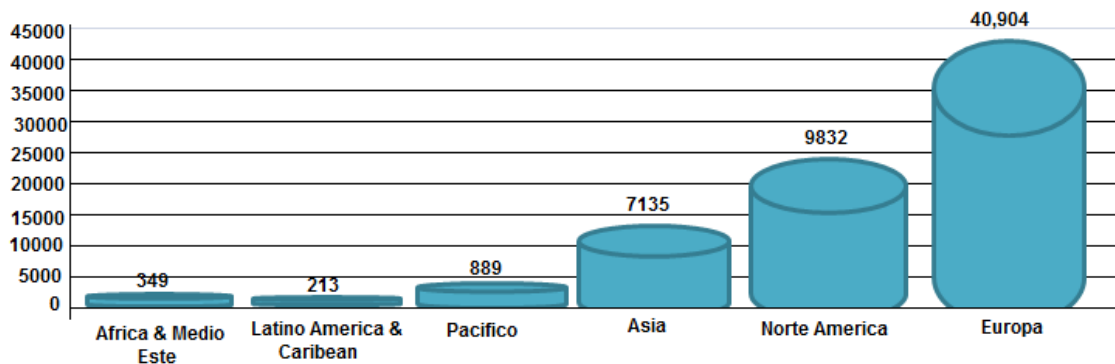


Grafico 14. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo a finales del 2005.

Fuente: Renewable & sustainable energy reviews. [Elsevier.com]

⁶¹ Renewable & sustainable energy reviews, research pages Elsevier, [Base de datos en línea], Disponible en <www.Elsevier.com>

PERIODO DE 2006 A 2012

A partir del año 2006 la instalación y la generación de energía eólica fue creciendo de manera constante en el mundo.

CAPACIDAD INSTALADA EN EL MUNDO

AÑO	CAPACIDAD INSTALADA [Mw]
2006	74.112
2007	93.919
2008	120.894
2009	159.742
2010	196.944
2011	236.749
2012	282.275

Tabla 18. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.

Fuente: Propia.

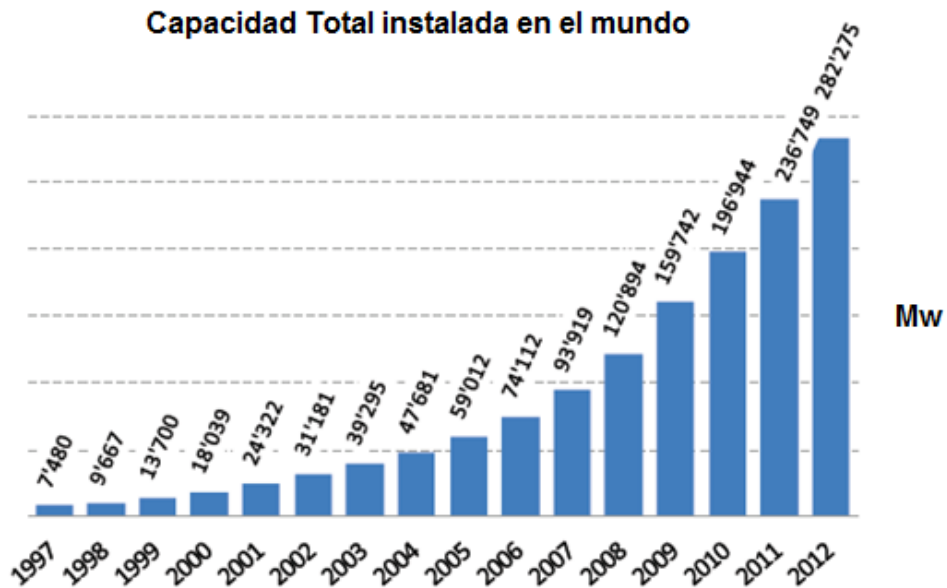


Grafico 15. Capacidad de energía eólica instalada en el mundo.

Fuente: World wind energy association. [wwindea.org]

En el año 2009 se tiene un registro que en 46 países se instalaron nuevas turbinas de aire y en el año 2010 se registraron 52 países con nuevas instalaciones. La contribución de la energía eólica para el suministro de energía ha alcanzado una cuota sustancial incluso en el plano mundial: todas las turbinas de viento instaladas alrededor del mundo a finales del 2011 contribuyeron potencialmente en 580 Twh para suministro de electricidad al mundo, que representa más del 3% de la demanda mundial de electricidad.⁶²

Este sistema de energía renovable a generado un gran impacto mundial, donde la demanda ha incrementado de una manera constante, por lo cual su generación y consumo se ha visto de la misma manera, durante el periodo establecido entre el 2000 a 2010 se crearon más de 120 pequeños fabricantes eólicos en el mundo. China es un país excepcional con la mayor y mejor capacidad en fabricación de turbinas eólicas, tiene una capacidad de más de 180.000 unidades por año a partir del 2010.⁶³

Desde hace varios años la industria eólica ha sido manejada por 5 grandes países que son: China, Estados Unidos, Alemania, España e India, como fue mencionado anteriormente. Estos países son los que representan la mayor proporción de energía eólica durante las 2 últimas décadas. En el 2012 estos países representaron 207 Gw, que es más o menos un 73% de la capacidad de la energía eólica en el mundo, esto solo generado en este año, de igual manera se demostró que en el 2012 hubo un incremento del 10% comparado al año anterior (2011). [Ver Grafico 16].

⁶² World wind energy association, report 2012, April 4. [Base de datos en línea]. Disponible en [www.wwindea.org]

⁶³ World wind energy association, small wind world report 2014, March. [Base de datos en línea]. Disponible en [www.wwindea.org]

TOP 10 DE PAISES CON MAYOR GENERACION DE ENERGÍA EÓLICA [Mw]

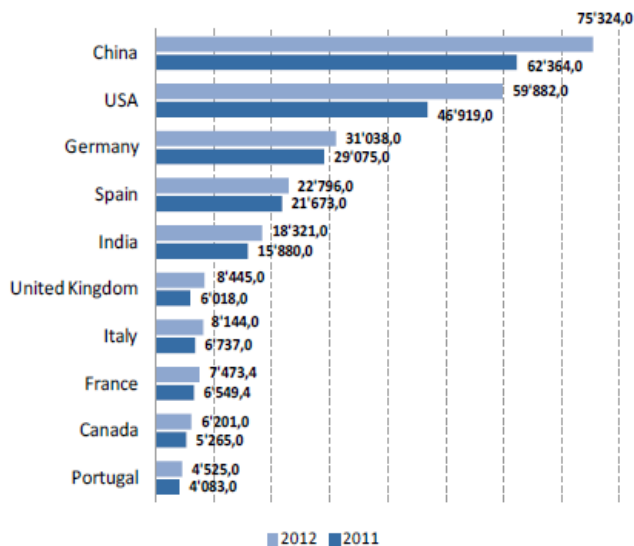


Grafico 16. Producción de la energía eólica en el 2012 Vs 2011.

Fuente: World wind energy association. [wwindea.org]

A parte de los 5 países que son potencia mundial en generación y fabricación de energía eólica también se encuentran países como Italia, Francia, Canadá, Portugal que han incrementado 1 Gw más que el año 2011.

En Latino América y Europa Oriental en el año 2012 se vio un alto índice de crecimiento en generación de energía eólica, [Ver Tabla 19], aunque hay que aclarar que algunas tasas son bajas en comparación con el año anterior (2011), esto puede verse afectado por la situación económica en la que pudo estar pasando el país.

PAIS	TASA DE CRECIMIENTO %
Romania	131%
Ucrania	82%
Polonia	54%
Estonia	46%
Finlandia	46%
Argentina	80%
Brasil	75%
Nicaragua	62%
México	45%
Bulgaria	36%

Tabla 19. Tasa de crecimiento en porcentaje de países en América Latina y Europa Oriental.

Fuente: Elaboración Propia.

TOP 10 DE LOS PAISES CON MAYOR TASA DE CRECIMIENTO [%] [MERCADOS DE MAS DE 200 Mw]

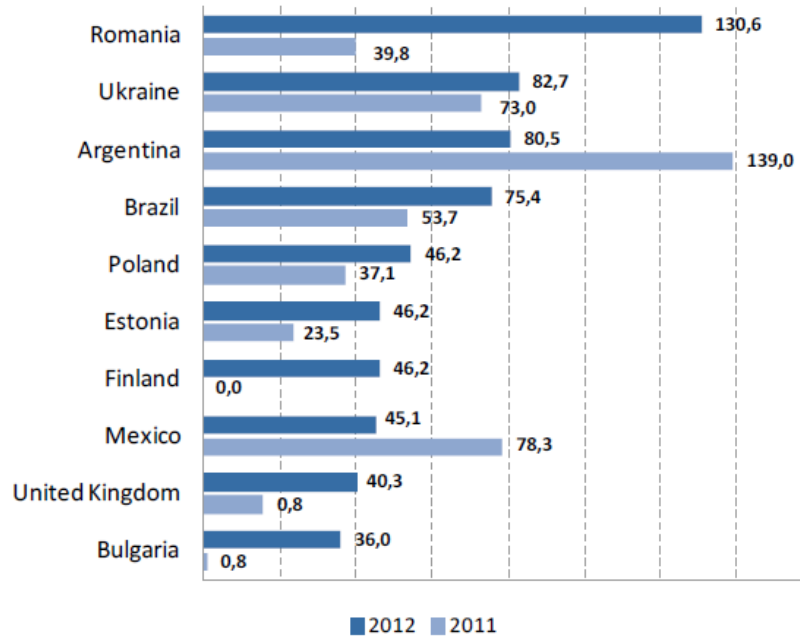


Grafico 17. Tasa de crecimiento en porcentaje de países en Latino América y Europa Oriental.

Fuente: World wind energy association. [wwindea.org]

ENERGÍA EÓLICA MARINA

El mercado de energía eólica marina se ha tratado de implementar desde varios años, pero a partir del 2010 es que ha tenido el gran auge e implementación en el mundo. Los países británicos son los que tienen el dominio en la implementación de energía eólica marina, en el año 2010 se instalaron 1162 Mw, en el 2011 se hicieron 397 Mw en instalaciones nuevas que corresponden a un crecimiento del 14% y en el año 2012 hubo un crecimiento del 54% donde se alcanzó una capacidad de 1,903 Mw y a finales del 2012 alcanzó una capacidad acumulada de 5,416 Mw.

A partir del año 2010 se encuentran datos que hay 13 países que cuentan con parques eólicos marinos, los cuales 11 están ubicados en Europa y los otros 2 están ubicados en Asia. En el año 2012 solo 5 países instalaron importantes parques eólicos marinos, que están ubicados en el Reino Unido, Bélgica, Alemania, China y Dinamarca.

TOP 5 DE LOS PAISES CON GENERACION DE ENERGÍA EÓLICA MARINA [MW]

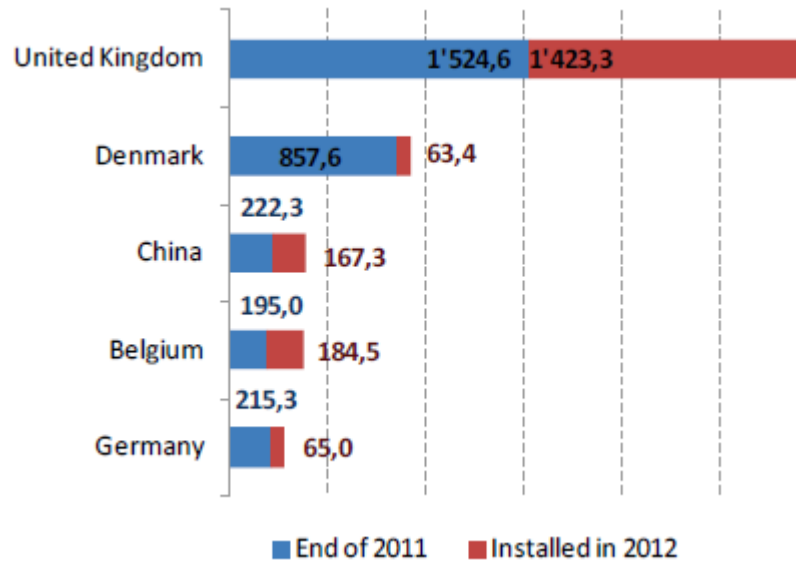


Grafico 18. Generación de energía eólica marina en el año 2011 vs 2012.

Fuente: World wind energy association. [wwindea.org]

La energía eólica marina aparte de los 5 países mencionados anteriormente se ha instalado en otros países como Finlandia, Japón, países bajos, Portugal, España entre otros. [Ver Tabla 20]

Position 2012	Country	Total Offshore Capacity 2012 [MW]	Added Capacity 2012 [MW]	Total Offshore Capacity 2011 [MW]	Total Offshore Capacity 2010 [MW]	Total Offshore Capacity 2009 [MW]
1	United Kingdom	2'947,9	1'423,3	1'524,6	1'341,0	688,0
2	Denmark	921,0	63,4	857,6	854,0	663,6
4	China	389,6	167,3	222,3	123,0	23,0
6	Belgium	379,5	184,5	195,0	195,0	30,0
5	Germany	280,3	65,0	215,3	107,0	72,0
3	Netherlands	249,0	0,0	249,0	249,0	247,0
7	Sweden	164,0	0,0	164,0	164,0	164,0
8	Finland	30,0	0,0	30,0	30,0	30,0
9	Japan	25,3	0,1	25,2	2,0	1,0
10	Ireland	25,2	0,2	25,0	25,0	25,0
11	Spain	10,0	0,0	10,0	10,0	10,0
12	Norway	2,3	0,0	2,3	2,3	2,3
13	Portugal	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0
	Total	5'426,1	1'903,8	3'522,3	3'102,3	1'955,9

Tabla 20. Países con instalaciones eólicas marinas en el mundo.

Fuente: World wind energy association. [wwindea.org]

AVANCE DE ENERGIA EÓLICA EN COLOMBIA

En la década de los 80 en Colombia se realizó un estudio para la implementación de proyectos desarrollados con energías renovables, este proyecto fue promovido por la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Corporación de Energía de la Costa (CORECAL). En este proyecto se realizó una evaluación de los recursos renovables y no renovables como el carbón, petróleo, gas, electricidad, energía solar, energía eólica, entre otros.⁶⁴

Colombia, por su estratégica posición en el trópico y en el sistema montañoso de los Andes, tiene un potencial importante en energías como la eólica, la solar, la geotérmica e hidroeléctrica.

El estudio de potencial que se realizó en Colombia registro 660.552 datos horarios de velocidad del viento suministrados por el IDEAM para 20 estaciones, lo cual demostró que el potencial de viento en Colombia es apto para la captación y generación de energía eólica. En la tabla 21, se podrá observar los datos registrados en diferentes ciudades del país.

REGIONES O CIUDADES	20 m de altura (W/m ²)	50 m de altura (W/m ²)
Guajira (cabo de la vela)	1000 - 1331	1331 – 1728
Barranquilla	216 - 512	512 – 729
Urabá hacia Panamá	125 - 216	216 - 343
Zona de medio cesar	125 - 216	216 - 343
Ibagué y Armenia	216 - 343	343 – 512
San Andrés	64 - 125	125 – 216
Providencia	27 - 64	64 – 125

Tabla 21. Velocidad del viento en diferentes ciudades de Colombia.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a clasificaciones internacionales que existen sobre los potenciales eólicos se considera que densidades de potencia superiores a 500 W/m² son lugares a considerar para desarrollos eólico interconectados a la red, según las

⁶⁴ Consorcio energético corpoema, formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia, Informe 1, Bogotá septiembre 6 del 2010.

normas establecidas las únicas ciudades a las cuales vale la pena instalar este tipo de energía renovable serian en la Guajira y Barranquilla, Ibagué y Armenia podría ser considerada utilizando aerogeneradores con altura de más de 50m.

En la siguiente imagen [Ver Figura 53], se puede observar el mapa de vientos de Colombia a una altura de 20m sobre el suelo.

POTENCIA EOLICA EN COLOMBIA A 20 M SOBRE EL SUELO.

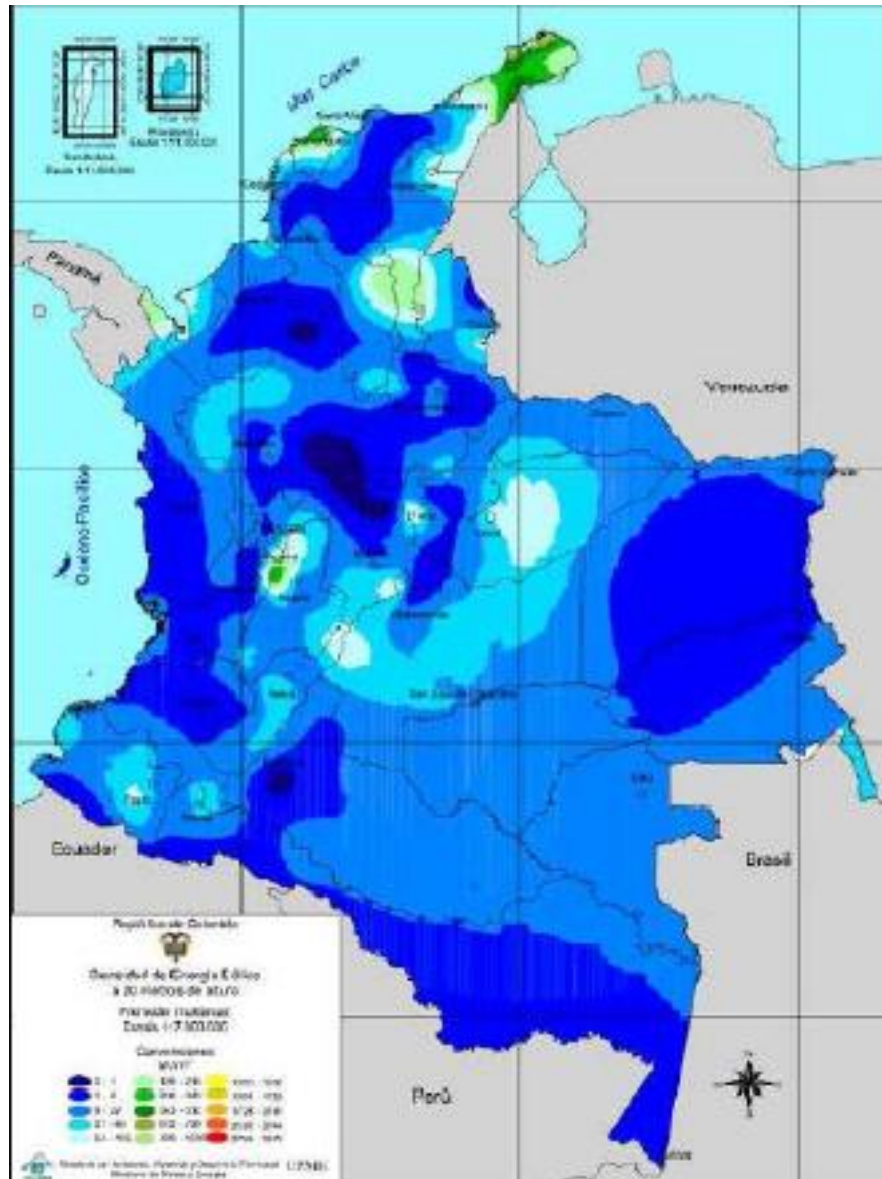


Figura 53. Potencia eólica en Colombia.

Fuente: Registros del IDEAM, UPEM año 2006.

POTENCIA EOLICA EN COLOMBIA A 50 M SOBRE EL SUELO

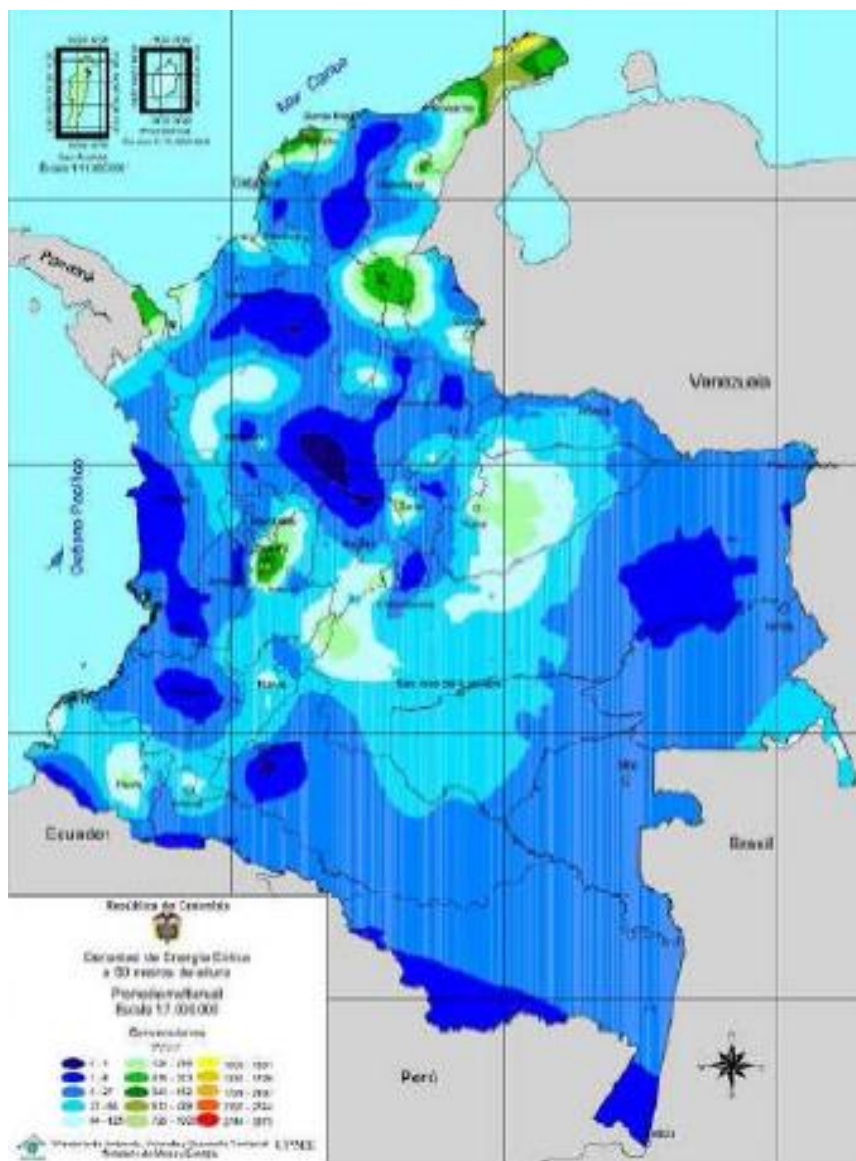


Figura 54. Potencia eólica en Colombia.

Fuente: Registros del IDEAM, UPEM año 2006.

La energía eólica en Colombia ha crecido contantemente durante los últimos años, a pesar de que no todas las ciudades o regiones tengan la potencia indicada para la instalación de parques eólicos muchas construcciones han implementado este método de energía renovable para la ayuda del medio ambiente.

Los equipos para la producción y generación de energía eólica no son fabricados en el país, por lo cual se es necesaria la utilización de proveedores. [Ver Tabla 22]

DISTRIBUIDOR	PAIS	PRODUCTO
Enflo	Alemania	Energía eólica
J. Bornay	España	Energía Eólica
APPA	España	Energía Eólica
Elektron	España	Energía Eólica
Renovart	España	Energía Eólica
Molins de Vent	España	Energía Eólica

Tabla 22. Lista de proveedores de equipos para la generación de energía eólica.

Fuente: Tomada y adaptada de Tesis. Proyecto de energía renovable en Colombia – soluciones energéticas renovables (SER)

Estos son los proveedores más utilizados para la instalación de los aerogeneradores en los parques eólicos que se encuentran en el país.

PROYECTOS REALIZADOS

GUANACASTE, COSTA RICA.



Figura 55. Parque eólico Guanacaste, costa rica.

Fuente: fesamericacentral.org

Guanacaste es un parque eólico que se encuentra ubicado en costa rica, este parque se construyo en dos partes la primera cuenta con 28 turbinas y la segunda cuenta con 27 aerogeneradores. Este parque cuenta con una capacidad instalada

de 49.5 MW, lo cual corresponde a un consumo anual de 70.000 hogares, gracias a la implementación de este parque se ha podido reducir aproximadamente 240.000 T de CO₂ al año.⁶⁵

MORBACH, ALEMANIA.



Figura 56. centro de energía renovable en morbach, Alemania.

Fuente: fesamericacentral.org

Este parque se le denomina “Paisaje energético de Morbach”, este parque cuenta con 14 turbinas de 2 MW, varias plantas solares y una planta de calefacción con astilla de madera. La generación de la energía convencional de este parque es utilizado para brindarle energía a los municipio cercanos de Morbach

DINAMARCA



Figura 57. Parque eólico marino en Dinamarca.

Fuente: altonivel.com.mx

⁶⁵ Energía eólica, Juwi Energía a tu alcance. [base de datos en línea], Disponible en <www.fesamericacentral.org>

Este parque eólico marino se encuentra situado a 20 Km de las costas de Dinamarca, es considerado uno de los más grandes parques eólicos en el mundo. Cuenta con 80 torres que se elevan a 110 m de altura y genera un total de 160 MW de energía, por encima de la producción de los parques en tierra. Este parque está diseñado para una capacidad de 290 MW de energía.

REINO UNIDO



Figura 58. London Array, parque eólico marino.

Fuente: Energiasrenovadas.com

London Array es un parque acuático eólico, ubicado en la costa sureste del reino unido, ocupa una superficie de 160 km² en alta mar y es considerado como uno de los parques eólicos más grande del mundo. Este parque cuenta con 170 turbinas y produce aproximadamente 630 Mw. Lo cual es utilizado para las necesidades energéticas de medio millón de hogares en el reino unido.⁶⁶

ANDALUCIA, ESPAÑA



Figura 59. Aerogeneradores planta de ensayos de prototipos de monte ahumada.

Fuente: Energiasrenovables.ciemat.es

⁶⁶Clemente alvarez, Manual de energías renovables, energía eólica, Instituto para la diversificación y ahorro de energía, Madrid septiembre de 2008.

Este parque eólico se encuentra ubicado en Andalucía, España. Fue uno de los primeros parques eólicos construidos en este país. Este parque fue puesto en marcha en 1988 por la empresa Made. En el 2003 fue adquirida por Gamesa eólica, en la actualidad este parque cuenta con una potencia conectada a la red de 2.1 Mw.

CASTILLA - LA MANCHA, ESPAÑA



Figura 60. Complejo eólico en higuera (parque eólico).

Fuente: energiasrenovables.cimat.es

Este complejo eólico está constituido por 5 parques eólicos que son: higuera, virgen de los llanos I, virgen de los llanos II, cerro de la punta y malefaton. La potencia instalada entre los 5 parques es de 160 Mw que están divididos en higuera con 37,6 Mw, virgen de los llanos I con 26,4 Mw, virgen de los llanos II con 23,1 Mw, cerro de la punta con 24,4 Mw y malefaton con 48,8 Mw. Las aeroturbinas generan la energía a una tensión de 690 V, que se transforman a 20 Kv en la base de la torre. Desde ahí, circuitos subterráneos de cada parque conducen la energía a una subestación donde se eleva la tensión hasta 132 Kv. La potencia nominal instalada en este parque es de 160.38 Mw y una producción estimada neta anual de 390.000 Mwh.

GALICIA, ESPAÑA.



Figura 61. Parque eólico de tea.
Fuente: energiasrenovables.ciemat.es

El parque eólico de tea está ubicado en el sur de Galicia, entre las provincias de Pontevedra y orense. Este parque cuenta con 37 turbinas de 1,3 Mw cada una, esto totaliza una potencia instalada de 48,1 Mw. Esta energía es conducida a través de la red interna del parque, hacia los hogares cercanos y utilización de las mismas necesidades eléctricas del parque.

CASTILLA Y LEON, ESPAÑA



Figura 62. Parque eólico en la sierra del madero.
Fuente: energiasrenovables.ciemat.es

Este parque está situado al norte de soria, el parque eólico de la sierra del madero está compuesto de dos subparques: luna y juno. Los dos parques cuentan con 66 aerogeneradores de 1.500 Kw. La energía que es producida en este parque es utilizada para los huecos de tensión, esta se conecta a la red de 220 Kv de ENDESA, donde se entrega a la red de transporte y desde ese punto se conecta a la red eléctrica España de 440 Kv y así abastece a hogares de castilla.

NAVARRA, ESPAÑA



Figura 63. Parque eólico de moncayuelo.

Fuente: energiasrenovables.ciemat.es

El parque eólico de moncayuelo tiene una particularidad muy llamativa, ya que los colores de las torres de los aerogeneradores fueron especialmente seleccionados por el pintor local pedro salaberry donde escogió una gama de verde y ocre para lograr una mayor integración de las torres con el paisaje⁶⁷. Los aerogeneradores instalados cuentan con 48.00 Mw de potencia nominal instalada y una producción estimada neta anual de 132.000 Mwh.

ASTURIAS, ESPAÑA



Figura 64. Parque eólico de penouta.

Fuente: energiasrenovables.ciemat.es

El parque eólico de penouta, esta ubicado en Asturias España, tiene una potencia nominal instalada de 5,95 Mw y una producción estimada neta anual de 15.000 Mwh.

⁶⁷ Clemente alvarez, Manual de energías renovables, energía eólica, Instituto para la diversificación y ahorro de energía, Madrid septiembre de 2008.

SIERRA BRAVA DE BADAYA, PAIS VASCO



Figura 65. Parque eólico de badaya.

Fuente: energiasrenovables.ciemat.es

Este parque eólico cuenta con 30 aerogeneradores, generando una potencia nominal instalada de 50,10 Mw. Este parque genera suficiente electricidad para suministrar el 50% de la demanda domestica de la provincia. Su producción estimada neta anual es de 125.000 Mwh.

CHICAGO, USA

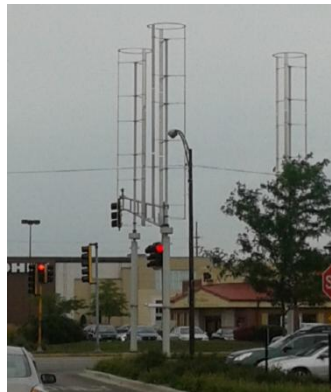


Figura 67. Aerogeneradores en centros comerciales de chicago.

Fuente: propia.

Estos aerogeneradores verticales se encuentran situados en el estacionamiento de uno de los centros comerciales de chicago, este estacionamiento cuenta aproximadamente con 15 aerogeneradores que le proporcionan energía eléctrica a 5 tiendas que se encuentran allí ubicadas. Como la Marshall, beyond, Tjmax, kohl y Kmart.

PROYECTOS REALIZADOS EN COLOMBIA

CABO DE LA VELA, GUAJIRA



Figura 68. Parque eólico Jeripachi.

Fuente: epm.com.co

El Parque Jeripachi se encuentra ubicado en la costa atlántica colombiana, entre el cabo de la vela y puerto bolívar. Tiene una capacidad instalada de 19,5 Mw de potencia nominal, y cuenta con 15 aerogeneradores de 1,3 Mw cada uno. Este parque entro en funcionamiento el 19 de abril del 2004 y es utilizado para la generación de energía eléctrica y el mejoramiento del cambio climatico.

URIBIA, GUAJIRA



Figura 69. Parque eólico Nazareth.

Fuente: epm.com.co

El parque Nazareth está ubicado en el municipio de Uribía, en el departamento de la guajira. Este parque genera 650 Kw de energía por hora, lo cual es utilizado para brindarle el servicio de energía las 24 horas del día, de manera continua a los corregimientos de Nazareth y puerto estrella. Para su funcionamiento cuenta con dos aerogeneradores con una capacidad de 100 Kw y ocho seguidores solares de 12.5 Kw.

IMPACTOS AMBIENTALES

La energía eólica como el resto de las energías renovables, es una fuente de electricidad limpia e inagotable. Lo cual representa importantes ventajas ambientales y socioeconómicas. No obstante la construcción de los aerogeneradores causa un impacto negativo sobre el medio ambiente, aun así haciendo una comparación del impacto generado por las energías tradicionales, “el balance de la energía eólica resulta mejor y con aspectos positivos, por ejemplo su impacto ambiental es 4 veces menos que con gas natural, 10 veces menos que con plantas nucleares y 20 veces menos que con carbón o petróleo”⁶⁸.

Una de las ventajas de la energía eólica es que no genera residuos peligrosos radiactivos ni vierte a la atmosfera dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) o partículas solidas. Todas estas sustancias contaminantes son las que perjudican la salud del ser humano y son las principales causantes del efecto invernadero.

Es imposible remediar el daño que se ha causado desde varios años a la tierra, pero es posible mejorar los años que quedan, es por eso que se trata de poner en práctica sistemas de energía renovables y de esta forma se ha evitado tanta contaminación y deterioro del planeta.

Aun así, el sistema de energía eólica tiene unos aspectos negativos hacia el medio ambiente, que se deben tener en cuenta para mitigarlos a medida que va pasando el tiempo. Unos de ellos es el impacto visual que genera pues debido a que los aerogeneradores son equipos de gran magnitud, sus instalaciones deben realizarse en entornos naturales poco urbanizados y por lo general son zonas que tienen valores paisajísticos.

Otro aspecto negativo es que para la generación de la energía eólica, se necesita la instalación de muchos aerogeneradores lo que representa la ocupación de gran cantidad de terreno, pero aun así “las turbinas ocupan entre el 1 al 3%”⁶⁹ del terreno, lo cual indica que se puede seguir aprovechando para la agricultura o la ganadería. Los aerogeneradores generalmente producen un pequeño ruido que se puede percibir a 200 metros, “este ruido es de aproximadamente unos 50 decibeles”⁷⁰ que viene siendo como el ruido generado en una oficina. Sin embargo, hoy en día la construcción de los aerogeneradores viene con un sistema que esta mitigando el sonido que se genera.

⁶⁸ Clemente alvarez, Manual de energías renovables, energía eólica, Instituto para la diversificación y ahorro de energía, Madrid septiembre de 2008.

⁶⁹ Clemente alvarez, Manual de energías renovables, energía eólica, Instituto para la diversificación y ahorro de energía, Madrid septiembre de 2008.

⁷⁰ Clemente alvarez, Manual de energías renovables, energía eólica, Instituto para la diversificación y ahorro de energía, Madrid septiembre de 2008.

Otro aspecto que es importante nombrar a pesar de que no es un impacto ambiental es que los aerogeneradores producen interferencia electromagnética en la recepción de señales de telecomunicación, debido a esto existen zonas que son prohibidas para la instalación de parques eólicos, ya que son utilizadas para uso militar o razones de seguridad social.

PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

ENERGÍA SOLAR

1. Sistemas de Generación de Energía Solar (SGES)



Figura 70. Sistemas de Generación de Energía Solar.

Fuente: fierasdelaingenieria.com

SEGS, es actualmente la planta solar más grande del mundo. Es una planta solar fotovoltaica que se encuentra ubicada en el desierto de Mojave en California, Estados Unidos. Actualmente cuenta con una capacidad instalada de 354 MW y genera 662 GWh de energía al año. Este gran proyecto se divide en tres secciones: SEGS I-II que produce 44 MW, SEGS III – IV que produce 150 MW y SEGS VIII – IX que produce 160 MW.

2. PROYECTO SOLAR AGUA CALIENTE

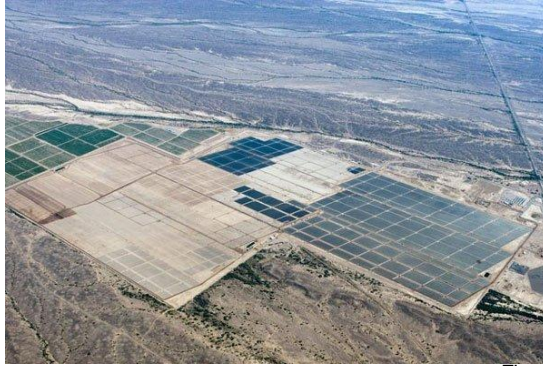


Figura 71. Planta Solar Agua Caliente.

Fuente: fierasdelaingenieria.com

Esta planta solar se encuentra ubicada en el condado de Yuma, en Arizona, Estados Unidos. La planta tiene una capacidad instalada de 290 MW, de los cuales 250 MW se encuentran conectados a la red, donde generan 626,2 GWh de energía al año.

3. RANCHO SOLAR CALIFORNIA VALLEY



Figura 72. Rancho solar California Valley.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Esta planta solar se encuentra ubicada en el Condado de San Luis Obispo, California. Esta planta genera en la actualidad 550 GWh anuales de energía, lo cual es utilizado para suministrar energía a 100.000 hogares.

4. PLANTA DE ENERGIA SOLAR ANDASOL



Figura 73. Planta de energía Solar Andasol.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Esta planta solar está ubicada en Guadix, Andalucía, España. Es la primera planta solar construida en Europa con fines comerciales, esta planta consta de tres instalaciones con capacidad de 50 Mw cada una, lo cual genera una capacidad total de 540 Gwh al año.

Esta es una planta solar térmica que consta de 312 filas de colectores conformada por 28 espejos y tres tubos con sal fundida que absorben la energía y la almacenan en calor solar térmico. Esta energía es almacenada para la utilización de electricidad.

5. PARQUE SOLAR NEUHARDENBERG



Figura 74. Parque solar Neuhardenberg.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque se encuentra ubicado en Brandenburgo, Alemania. Genera 19,63 millones de Kwh de electricidad al año, lo cual es utilizado para proporcionar energía limpia a 48,000 hogares. Esta planta está compuesta por 600.000 módulos fotovoltaicos con una potencia máxima entre 220 y 250 w.

6. PROYECTO SOLAR MESQUITE



Figura 75. Proyecto solar Mesquite.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Esta planta se encuentra ubicada en Arlington, en el condado de Maricopa, Arizona. La cual tiene una capacidad instalada de 150 Mw y una generación de 350 Gwh de electricidad al año y es utilizado para proporcionar electricidad limpia a 56.000 hogares.

ENERGÍA EOLICA

1. CENTRO DE ENERGÍA EOLICA ALTA.



Figura 76. Centro de energía Eólica Alta.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Esta planta eólica se encuentra ubicada en Tehachapi, Condado de Kern, en California, Estados Unidos. Es actualmente considerado el mayor parque eólico del mundo con una capacidad operativa de 1.020 Mw. Este parque está constituido por 11 unidades las cuales están conformadas por aerogeneradores de vestas y turbinas GE 1.7-MW y GE 2.85-MW teniendo un total de 586 turbinas para la generación de energía.

2. PARQUE EOLICO SHEPHERDS FLAT



Figura 77. Parque Eólico Shepherds Flat.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque eólico se encuentra ubicado cerca de Arlington, al este de Oregón, en Estados Unidos. Es considerado el segundo parque eólico más grande del mundo con una capacidad instalada de 845 Mw. La cual consta de 338 turbinas GE2.5XL cada una con una capacidad de 2,5 Mw, esta energía es suministrada a la Southern California Edison para su distribución, esta energía es utilizada para la generación de electricidad de aproximadamente 235.000 hogares.

3. PARQUE EOLICO ROSCOE



Figura 78. Parque Eólico Roscoe.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque eólico se encuentra ubicado en el Suroeste de Abilene en Texas, Estados Unidos. Es actualmente considerado el tercer mayor parque eólico en el mundo con una capacidad instalada de 781,5 Mw. Este parque fue construido en 4 fases lo cual se dividen en: Fase I con un total de 209 turbinas Mitsubishi de 1 Mw, II Fase con un total de 55 turbinas Siemens de 2,3 Mw, III Fase con un total de 166 turbinas GE de 1,5 Mw y la Fase IV con 197 turbinas Mitsubishi de 1 Mw. Lo cual representa un total de 627 aerogeneradores instalados en este parque.

4. CENTRO DE ENERGIA EOLICA HORSE HOLLOW



Figura 79. Centro de energía eólica Horse Hollow.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque se encuentra ubicado en el condado de Taylor y Nolan en Texas, Estados Unidos. Es considerado actualmente el cuarto parque eólico más grande del mundo con una capacidad instalada de 735,5 Mw.

Este parque fue construido en 3 fases lo cual se dividen en: Fase I con un total de 142 aerogeneradores GE de 1,5 Mw, II Fase con un total de 130 turbinas Siemens de 2,3 Mw, y la Fase III con un total de 149 turbinas GE de 1,5 Mw. Lo cual representa un total de 421 aerogeneradores instalados en este parque, su energía recolectada es utilizada para la generación de energía eléctrica de aproximadamente 180.000 hogares.

5. PARQUE EOLICO CAPRICORN RIDGE.



Figura 80. Parque eólico Capricorn Ridge.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque se encuentra ubicado en el condado de Sterling y Coke en Texas, Estados Unidos. Es considerado actualmente el quinto parque eólico más grande del mundo con una capacidad instalada de 662,5 Mw.

Este parque fue construido en 2 fases lo cual se dividen en: Fase I con un total de 342 aerogeneradores GE de 1,5 Mw, y la II Fase con un total de 65 aerogeneradores Siemens. Lo cual representa un total de 407 aerogeneradores instalados en este parque, su energía recolectada es utilizada para la generación de energía eléctrica de aproximadamente 220.000 hogares.

6. PARQUE EOLICO MARINO LONDON ARRAY



Figura 81. Parque eólico marino London Array.

Fuente: Fierasdelaingenieria.com

Este parque eólico marino se encuentra ubicado a más de 20 Km de las costas de Kent y Essex, Costa sur de Inglaterra. Este parque es considerado como el sexto parque eólico más grande del mundo con una capacidad instalada de 630 Mw. Este parque marino cuenta con 175 turbinas eólicas Siemens de 3,6 Mw que se elevan a 87 m sobre el nivel del mar, con un diámetro de rotor de 120 m. Este parque eólico marino es utilizado para abastecer las necesidades eléctricas de dos terceras partes de los hogares de Kent, esto es un promedio de 190.000 hogares.

CONCLUSIONES

1. Según los datos encontrados en los impactos ambientales que generan las energías renovables se demuestra que es una alternativa óptima para la mitigación de CO₂ y otros contaminantes.
2. Los impactos visuales causados por la implementación de los paneles o aerogeneradores ya son tratados con la ayuda de ingenieros y arquitectos para implementarlos en las fachadas de las construcciones.
3. La implementación de estas energías en su etapa inicial generan un costo elevado, el cual se verá recompensado en el resto de su vida de útil, ya que sus fuentes de energía son gratuitas y no se miden, ni se agotan en una escala humana.
4. Para evitar interferencias electromagnéticas generadas por los aerogeneradores, se establecieron como zonas prohibidas, todas aquellas que sean para uso militar, aéreo y náutico.
5. Pienso que el mejoramiento del mundo está en nuestras manos, con estos nuevos sistemas de energía podemos evitar los grandes daños ambientales que se están causando y de igual manera podemos mejorar la calidad de la vida humana.
6. Al demostrar todos los aspectos positivos de estas alternativas podemos fomentar el uso continuo de ellas hasta el punto en dejar atrás la extracción de combustibles fósiles y la generación de energía eléctrica convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias fotovoltaicas

1. Centro de estudios de la energía solar, España, [Base de datos en línea], disponible en <<http://www.censolar.es/menu1.htm>>
2. Eco-Sostenible, Barcelona- España, [Base de datos en línea], Disponible en <http://www.eco-sostenible.com/es/eco-servicios/instalaciones-energias-renovables-y-ahorro-energtico_instalaciones-energia-solar-fotovoltaica_p36.html>
3. Eco-Sostenible, Barcelona- España, [Base de datos en línea], Disponible en <http://www.eco-sostenible.com/es/eco-servicios/instalaciones-energias-renovables-y-ahorro-energtico_instalaciones-energia-solar-fotovoltaica_p36.html>
4. Fundación vida sostenible, [Base datos en línea], Disponible en <http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2_final.asp?idinforme=361>
5. Manual de energías renovables, España 2008, [base de datos en línea], Disponible en <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Plan/Documentos/DocumentoCompleto/7Cap35_SectorFotovoltaico.pdf>
6. Artículo de Energías Renovables, [base de datos en línea], Disponible en <<http://www.terra.org/categorias/articulos/la-energia-solar-fotovoltaica-bate-records-en-2010>>
7. Solaria ingeniería, [Base de datos en línea], disponible en <<http://www.solariaenergia.com/ES-proyectos-principales+proyectos+terceros/proyectos-solaria-energia.html>>
8. Artículo de Energías Renovables, [base de datos en línea], Disponible en <<http://twenergy.com/energia-solar/tulua-pone-en-marcha-el-primer-semaforo-solar-de-colombia-1100>>
9. Alta ingeniería, España, [Base de datos en línea], Disponible en <http://www.altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=63>
10. Artículo publicado en Fieras de la tecnología, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.fierasdelaingenieria.com/las-plantas-de-energia-solar-mas-grandes-del-mundo/>>

Referencias termodinámicas

1. Biónica, [base de datos en línea], Disponible en <<http://www.bio-nica.info/biblioteca/RomeroEnergiaSolarTermoelectrica.pdf>>
2. Energía Solar, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.energypanel.es/>>
3. Energía Solar termodinámica, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.solarpst.com/index.htm?categoryId=4&contentId=6>>
4. Termo Solar, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.solarpaces.org/>>

Referencias Eólicas

1. Renewable & sustainable energy reviews, research pages Elsevier, <www.Elsevier.com>
2. Energía eólica, Economía de la energía, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.economiadelaenergia.com/energia-eolica/>>
3. Tecnología de la energía, [Base de datos en línea], disponible en <<http://www.eoliccat.net/energia-eolica/la-tecnologia/cuanta-energia-produce-un-aerogenerador.html?L=1>>
4. Solar heat worldwide, Año 2010, Disponible en <<http://www.reuk.co.uk/Savonius-Wind-Turbines.htm>>
5. Energía renovable, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://energiasrenovadas.com/energia-eolica/>>
6. Small wind world report, [Base de datos en línea], Disponible en <[http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Energia Eolica.pdf](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/adjuntos_documentos/Energia_Eolica.pdf)>
7. Artículo de Energías Renovables, [base de datos en línea], Disponible en <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=515365&page=263>>
8. Artículo de Energías Renovables, [base de datos en línea], Disponible en <http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_2_Diagnostico_FNCE.pdf>

9. Artículo publicado en Fieras de la tecnología, [Base de datos en línea], Disponible en <<http://www.fierasdeingenieria.com/los-10-mayores-parques-eolicos-del-mundo/>>