Hombre, Ciencia y Tecnología ISSN: 1028-0871 Vol. 29, No. 4, oct - dic., pp. 35-45, 2026

Diseño de estrategia para la transición energética en la provincia Guantánamo
Guantánamo province energetic transaction'sdesign

Autores:
MSc. Gustavo Ezequiel Fernández - Salva, https://orcid.org/0000 - 0001 -7425 – 8571
MSc. Robuam Peña - Domínguez, https://orcid.org/0000 – 0002 – 6348 – 0123
MSc. Ramón Mustelier - Pardo, https://orcid.org/0000 –0002 – 9868 – 7634
MSc. Raúl Antonio Caramazana - Ferrer https://orcid.org/0000 – 0002 – 5695 – 7341
MSc. Héctor García - Vázquez, https://orcid.org/0009 – 0008 – 0654 – 8110
Filiación institucional: Universidad de Guantánamo, Avenida Carretera Jamaica km 1 ½, Cuba; Empresa Eléctrica Guantánamo, Cuba.
E–mail: gfsalva2019@cug.co.cu, robuam@cug.co.cu, rmustelier@elecgtm.une.cu, raulacf@cug.co.cu, hectorgv@cug.co.cu

Fecha de recibido: 9 de junio de 2026
Fecha de aprobado: 5 de agosto de 2026

Resumen
La estrategia para la transición energética tiene como objetivo lograr la suficiencia, soberanía y seguridad del suministro de energía para el desarrollo sostenible del país. Esta tiene como fines contribuir a la recuperación de la economía con un suministro suficiente y soberano de servicios energéticos, incrementar la calidad de vida y la seguridad energética del sector residencial, reducir las emisiones contaminantes y la huella ambiental. La estrategia se estructura a partir de 4 ejes de alcance, en los que se enmarcan 9 objetivos específicos y 22 resultados y 5 ejes habilitantes, con 8 objetivos específicos y 22 resultados también. Los ejes definen los escenarios de implementación que contribuyen a una transición energética suficiente, soberana, renovable y segura. Consideran las diferentes dimensiones de soporte que son la matriz eléctrica, el sector industrial y de servicios, el sector agroindustrial y de producción de alimentos y el sector residencial y de gestión local.

Palabras clave: Transición energética; Energías renovables; Matriz eléctrica; Desarrollo sostenible; Paneles fotovoltaicos.

Abstract
General objective to achieve together with the whole society, a rapid energetic transition that guarantees at a lower cost and a positive environmental impact, sufficiency, sovereign, and security of the energetic supply required for the sustainable development of the country. Energetic transition must to contribute to the economy recovery and its increasing by means of a sufficient and sovereign supply of energetic services at a lower cost and an efficient final use of them to increase the life quality of the population, through the demand satisfaction, accessibility and security of the energetic services of the residential sector to reduce the pollutant emissions and the environmental treads of the energetic sector. Axes are electric matrix, industrial and services sector, agroindustrial and food production sector, and residential and local management sector.

Keywords: Energetic transition; Renewable energy; Electric matrix; Sustainable development; Photovoltaic panels

Introducción

La sociedad moderna, entre otros grandes problemas, tiene ante sí un gran dilema dado por el elevado consumo de recursos materiales producto del desarrollo y el impacto ambiental que esto trae aparejado, principalmente por el consumo energético que demanda dicho desarrollo.

Los recursos físicos son explotados para producir bienes que son consumidos por la sociedad en su conjunto y en este proceso se obtienen desechos que vuelven a la litósfera, modificando a su vez las condiciones ambientales, afectando al hombre y a la naturaleza. Los residuos de la actividad humana, principalmente la industrialización (que trae consigo la tala de bosques, actividad minera, formación de CO2, NOx, SOx, y otros) conduce a una degradación del ambiente y es fruto de la actividad económica. Sin lugar a dudas, la producción de "mayores y mejores" televisores, automóviles, lavadoras, etc., conducen a un corolario de la actividad económica y, en esencia, del consumo energético: el deterioro del medio ambiente Una muestra de esto es que la humanidad utilizará el 80% del total de combustible fósiles, acumulado en 600 millones de años, en sólo 300.

No obstante, la receta de "volver atrás", o sea, interrumpir el desarrollo de la técnica y pasar a una vida "simple" en el seno de la naturaleza, es irreal. Pero, tampoco la solución es sencilla, todo parece indicar que la única alternativa posible para eliminar la catástrofe ecológica es la utilización razonable y minuciosamente pensada y controlada, de los logros de la ciencia y la técnica, en armonía con la naturaleza y considerando las consecuencias de cada paso. Dentro de las soluciones que se proponen para lograr esta armonía es el uso de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) como alternativa ante consumo desmedido de recursos energéticos provenientes de combustibles fósiles que dañan el medio ambiente.

Al cierre del año 2022, la combinación de las dos principales FRE de la transición energética, la energía solar fotovoltaica y la eólica, solo representaron el 2.13% del consumo global. En no pocas ocasiones se ha escuchado que no existe en el mundo una transición energética hacia las tecnologías FRE. El principal argumento de ese planteamiento está en que actualmente las mismas tienen una participación mínima en el consumo de energía total a nivel global, donde se incluye el consumo del transporte, las industrias, los servicios, el sector residencial y la generación de electricidad. Al cierre del año citado, la combinación de las dos principales fuentes de transición energética, la energía solar fotovoltaica y la eólica,

solo representó el 2.13% del consumo global y el 10% de la generación de electricidad a nivel mundial.

Surge entonces una pregunta importante: ¿Cómo es posible hablar de una transición energética en el mundo, si sus dos tecnologías fundamentales, la solar y la eólica, prácticamente no tienen un impacto en el consumo total de energía?

Para responder a esa pregunta, lo primero que se debe hacer es un análisis del comportamiento estadístico de los diferentes tipos de energía. Por ejemplo la cantidad de años que tomó despegar desde una base inicial de 100 TWh hasta alcanzar 1 300 TWh fue de 11 años para la energía solar fotovoltaica; 15 años, para la eólica y la energía nuclear; 35 años, para el petróleo; 40 años para el gas, 48 años para la energía hidroeléctrica y 65 años para el carbón. Estos resultados significan que la solar fotovoltaica es la energía de más rápido crecimiento en la historia de la humanidad. Le siguen la energía eólica y la nuclear.

La descarbonización de la sociedad es una necesidad impostergable para el mundo de hoy y en función de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible para el 2030. Cuba trabaja en ese tema haciendo uso de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) con la aplicación de las mismas en todos los sectores de la sociedad, premisa recogida en las *Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030*, donde se establece dentro de los principios rectores y ejes temáticos la necesidad de "*Transformar y desarrollar, acelerada y eficientemente, la matriz energética mediante el incremento de la participación de las fuentes renovables y los otros recursos energéticos nacionales y el empleo de tecnologías de avanzada con el propósito de consolidar la eficiencia y sostenibilidad del sector y, en consecuencia, de la economía nacional*". Se reconoce la necesidad inminente de transformar la matriz energética en aras de producir una energía más limpia, diversa, sustentable y eficiente o lo que es lo mismo, escoger o involucrarse de lleno en el camino de las tecnologías FRE lo cual constituye una necesidad de primer orden para sustituir las fuentes energéticas de combustibles fósiles expuestos a las subidas de precios en el mercado internacional, reduciendo así la dependencia de los combustibles importados. En función de ello, se publica el 28 de noviembre de 2019, "*El Decreto - ley No. 345: Del Desarrollo de las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de la Energía".*

En Cuba alrededor del 5 % de la generación de electricidad se produce mediante fuentes renovables de energía y se pretende elevar este valor hasta cerca de un 30 % para el año

2030, generando mediante centrales bioeléctricas 612 MW, parques eólicos 807 MW, parques solares fotovoltaicos 2012 MW, de ellos están instalados alrededor de 1000 MW en el presente año y las pequeñas centrales hidroeléctricas 56 MW con la visión de producir 9000 GWh /año, sustituyendo 2,3 millones de toneladas de combustible y dejando de emitir a la atmósfera 8,5 millones de toneladas de CO_2 al año.

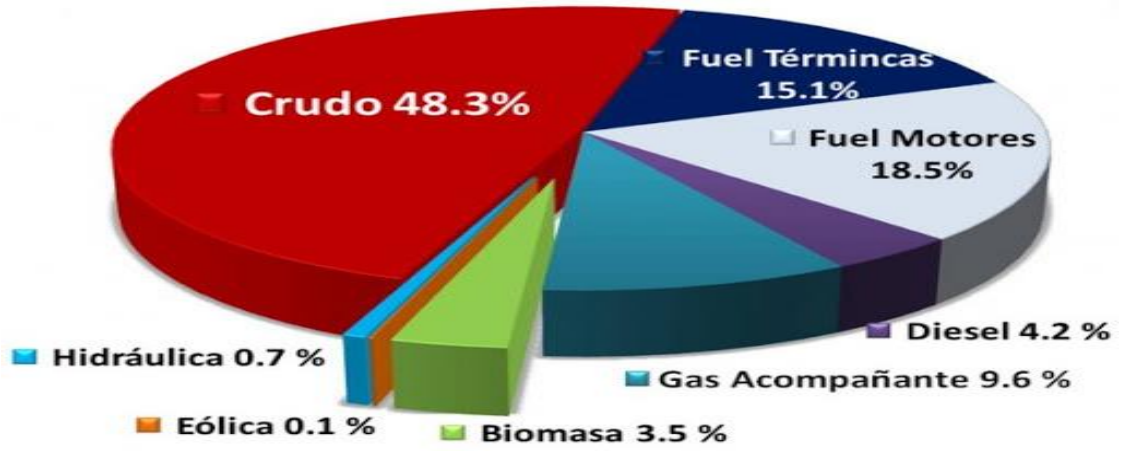


Figura 1. Matriz energética de consumo en Cuba

Fuente: Basado en datos del Ministerio de Energía y Minas

La provincia de Guantánamo tiene en la actualidad una matriz energética eléctrica interconectada en términos de potencia del 15 % en fuentes renovables de energía y el resto, 85 %, son de combustibles fósiles, derivados del petróleo, por lo que también al igual que el comportamiento a nivel de país existe una fuerte dependencia de la generación eléctrica por esta vía tan contaminante.

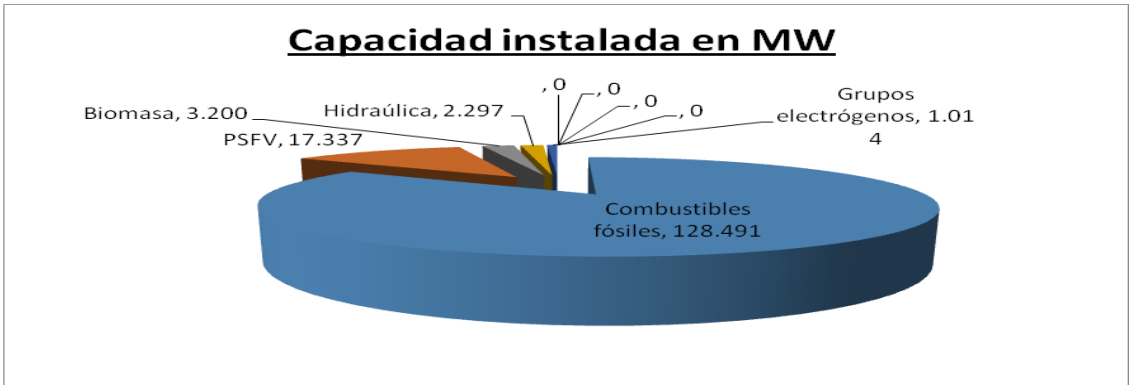


Figura 2. Matriz energética de consumo en Guantánamo 2025

Fuente: Basado en datos de la Empresa Eléctrica Guantánamo

El objetivo principal del trabajo es presentar el diseño de las principales acciones que van a permitir una transición energética segura, confiable y sostenible para que la sociedad guantanamera contribuya a la descarbonización de la misma y con ello a que el país logre para el año 2050 la soberanía energética.

Materiales y métodos

La independencia energética es el objetivo principal del programa de desarrollo para el aprovechamiento de todas las fuentes de energía en el país. Por ello se estableció una política oficial sobre las FRE desde el 2014 hasta el 2030, donde se plantea que debe extenderse hasta en un 24 por ciento su incorporación en la matriz energética nacional por el hecho de que hasta el 2019 solo el 4 % de las mismas tenía participación en esta, según estudios del Minem. Hoy día la penetración de las FRE dentro de la matriz de consumo alcanza más de un 10 % y en ello tiene mucho que ver la construcción de 54 parques solares fotovoltaicos de 21,825 MWp de potencia distribuidos por toda la geografía del país.

Es importante destacar, además, la existencia de cerca de 35 mil instalaciones que utilizan las FRE, entre ellas paneles y calentadores solares, molinos de viento, plantas de biogás, hidroeléctricas y turbogeneradores. Se dispone de un programa nacional y de un mapa eólico obtenido a través de unos tres años de mediciones en torres anemométricas a cincuenta y cien metros de altura y de radiación solar en el territorio, donde el potencial de radiación del sol es de más de cinco kW.h por metro cuadrado por día.

Para una eficiente implementación se fomenta la transferencia de modernas tecnologías a partir de proyectos demostrativos en comunidades y cooperativas, y vinculadas a las industrias manufactureras nacionales.

Guantánamo en particular tiene una vasta experiencia en el trabajo con fuentes renovables de energía aplicadas a la sociedad con el objetivo de elevar la calidad de vida del ciudadano y desarrollar la economía aún en las peores condiciones de trabajo.

El fuerte contraste en su geografía *Tierra entre ríos* es lo que significa Guantánamo en lenguaje aborigen; los ríos más caudalosos del país y la zona más boscosa y lluviosa se encuentra al norte de la provincia y al sur la zona más seca y de mayor radiación solar, por lo que unido a la gran cantidad de biomasa generada por aserríos, residuos agrícolas y otras

plantaciones, unido a la biomasa generada por la caña de azúcar y la energía marina lo hacen atractivo para la utilización a gran escala de estas formas de energía amigables con el medio ambiente.

Estas características le conceden al territorio de Guantánamo las mayores potencialidades para la generación eléctrica estimándose en eólica 330 MW, 267 MW en hidráulica y 145 MWp en fotovoltaica.

La Estrategia Nacional de Transición Energética tiene como objetivo general lograr, con la participación de toda la sociedad, garantizar al menor costo posible y con un positivo impacto ambiental, la suficiencia, soberanía y seguridad del suministro de Energía que se requiere para el desarrollo sostenible del país.

La misma tiene como fines contribuir a la recuperación de la economía nacional y a su posterior crecimiento a través de un suministro eficiente y soberano de servicios energéticos al menor costo posible y un uso final eficiente de los mismos, incrementar la calidad de vida de la población, a través de la satisfacción de la demanda, la accesibilidad, la asequibilidad y la seguridad de los servicios energéticos del sector residencial y reducir las emisiones contaminantes y la huella ambiental del sector energético.

En nuestra provincia se traza como estrategia para el logro de la soberanía energética en el 2050 los siguientes objetivos:

- Instalar en energía solar fotovoltaica 164 MWp en suelo y 10 MWp en cubiertas. Actualmente algunas entidades como Confecciones Ámbar, Poligráfico Juan Marinello, Hospital General Dr. Agostinho Neto han instalado paneles solares. Se cuenta con 6 parques solares fotovoltaicos trabajando cuya producción promedia 20 MW en el día.
- Instalar en energía solar térmica 10 000 m^2 de calentadores solares en instalaciones de salud, círculos infantiles, comercio, turismo y nuevas viviendas. Se vendieron 42 calentadores RENSOL a población por parte de COPEXTEL. Se propone realizar proyecto a Círculos infantiles del Municipio cabecera.
- Instalar secadores solares para secado de granos: café, cacao y otros en los municipios del sur, con lo que se mejora la calidad del producto. Se propone aprovechar las experiencias del Centro de Investigaciones de Energía solar de Santiago de Cuba.

- En la parte eólica montar 174 MW en Maisí para el 2030, en Punta Fraile y Punta Quemado o hasta 300 MW. Se proponen utilizar aerogeneradores de 4,5 MW. Utilizar líneas eléctricas de 110 kV de doble alimentación por el norte, o de 220 kV, es decir Baracoa y Moa; y por el sur subestación de San Antonio del Sur con líneas eléctricas de 110 kV. Se propone la instalación de un cable submarino por el norte. Realizar estudios en la Maqueyera 20 MW. Adquirir e instalar pequeños aerogeneradores, molinos a viento y bombas movidas por sistemas fotovoltaicos en sitios con posibilidades de utilización del recurso viento.
- En lo que concierne a la agroindustria azucarera se propone alcanzar desde 6 MW hasta 13,5 MW, 2,8 MPa, 420 ^{o}C con esquema de cogeneración en el Central Azucarero Argeo Martínez.
- Realizar los estudios en la energía hidráulica para montar hasta 40 MW y mantener la sostenibilidad del programa de micro, mini y pequeñas centrales hidroeléctricas. Realizar estudios en El Nibujón y El Naranjo de 2 Hidroacumuladoras de hasta 157 MW que servirán para mantener la estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, producida por alta penetración de la fotovoltaica y la eólica. Aprobar el proyecto Hidroenergético Duaba que es dentro de las variantes propuestas la de menor impacto ambiental con una capacidad a instalar de 22,6 MW, dos máquinas Francis horizontales, energía anual promedio de 118 GWh, costo de inversión de 95 MUSD para 4 años de ejecución. Volumen del embalse V = 2,65 hm^3, mantener las inversiones de Jaibo 0,160 MW, trasvase Norte – Sur 2,0 MW, nueva inversión de Guaso 2,0 MW, hay que destacar que se mantendrá la centenaria PCHE Guaso al ser acreedora del Premio UPADI de Desarrollo Sostenible “Luis Wannoni Lander”
- En el apartado biomasa no cañera se propone aprovechar instalaciones de vacunos, porcinos e industrias alimentarias en generación de electricidad así como instalar digestores de biogás de diferentes tipos en pequeños convenios porcinos.
- Realizar estudios relacionados con la energía marina y buscar las mejores experiencias internacionales para instalar hasta 10 MW.
- Culminar hasta el 100 % de electrificación, priorizando las FRE
- Utilizar vertederos en producción de electricidad (Captura de metano en vertederos) hasta 1 MW, en Baracoa.

- Utilizar vertederos en producción de electricidad (incineración con recuperación energética) hasta 10 MW, en Guantánamo.
- Continuar el programa de biocombustibles a partir de la Jatropha Curcas.
- Proponer la instalación de estaciones de carga para vehículos eléctricos en las entidades que posean mayor cantidad de vehículos eléctricos.
- Comenzar en 2026 la carrera de ciclo corto en técnico superior en eficiencia energética. La maestría en eficiencia energética de conjunto con la universidad de Oriente y para el 2028 abrir la carrera de ingeniería eléctrica con la Universidad de Oriente. Se impartirán dos diplomados y se abrirán líneas de investigación para doctorado en transición energética.

Resultados y discusión

Con estas acciones la matriz de consumo para el año 2050 debe comportarse como se muestra en el siguiente gráfico

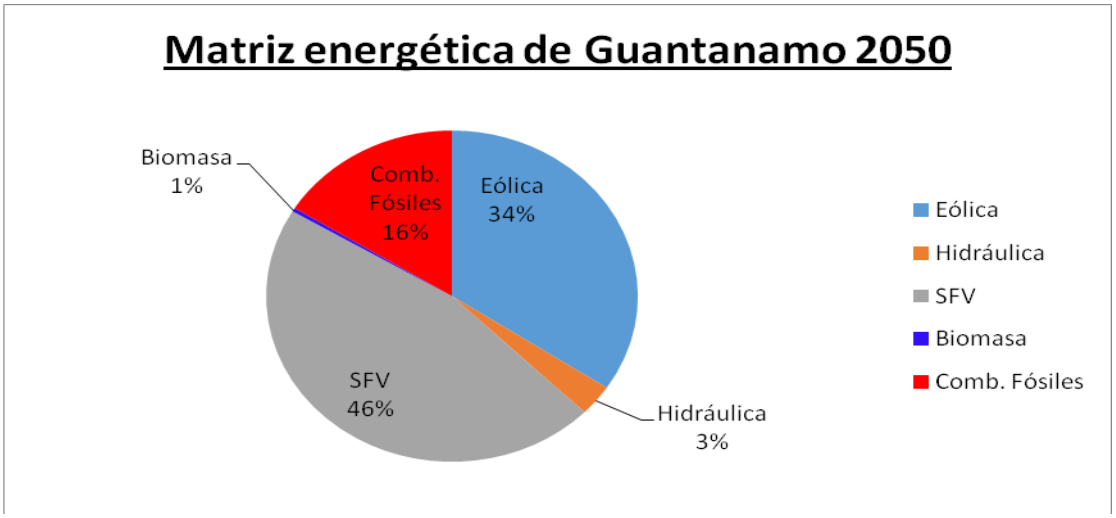


Figura 3. Matriz energética de consumo en Guantánamo 2050

Fuente: Basado en datos de la Empresa Eléctrica Guantánamo

Ya para el año 2030 se habrá logrado instalar 164,5 MWp solo en energía solar fotovoltaica que generarían anualmente un valor igual a 282 586 MWh constituyendo este tipo de energía renovable la de mayor crecimiento con los parques comprometidos solo con la unión eléctrica. Esto significa que se reducirá la huella de carbono de manera considerable equivalente a 233 981 t de CO_2y se reducirán las toneladas de combustible fósil en 73 472 t.

Hasta ahora se han instalado 37,2 MWp. Si se lograra instalar los 300 MW previstos en energía eólica el impacto será mucho mayor.

El diseño de la estrategia de transición energética en la provincia está bien definido y para el logro de la misma se deben llevar a cabo los siguientes pasos:
Diagnóstico inicial.

- Evaluación de la situación actual: analizar la matriz energética actual, incluyendo los tipos de portadores energéticos utilizados (fósiles, renovables, etc.) la demanda energética y las fuentes de energía disponibles.
- Identificación de oportunidades y desafíos: evaluar las oportunidades para incorporar energías renovables y los desafíos que se presentan, como la infraestructura existente, la legislación, y la aceptación social.
- Definición de Objetivos.
- Establecimiento de Metas Claras: definir objetivos a corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo, reducir el uso de combustibles fósiles en un porcentaje específico dentro de un periodo determinado.
- Prioridades Regionales: identificar que sectores son más críticos para la transición (transporte, industria, residencial) y establecer prioridades.
- Diseño de políticas y medidas.
- Subsidios, créditos fiscales o tarifas preferenciales.
- Regulación y Normativa: desarrollar regulaciones que promuevan la eficiencia energética y el uso de tecnologías limpias.
- Programas de Educación y Conciencia: implementar campañas para educar a la población sobre la importancia de la transición energética y como pueden contribuir.
- Fomento de Energías Renovables.

Conclusiones

La transición energética en Cuba es una necesidad impostergable debido a la dependencia en grado sumo del uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica y el alto costo de los mismos en el mercado internacional.

El uso de tecnología FRE, sobre todo los paneles solares, es la de mayor crecimiento amen de las condiciones geográficas del archipiélago cubano situado en la latitud norte y clima tropical donde recibe de la principal fuente de energía, el sol, un equivalente a 5,5 kWh /m^2/día que equivale también a medio litro de petróleo al día.

La implementación de las medidas descritas como parte de una estrategia para el logro de una transición energética segura, estable y sostenible podrán lograrse pues se cuenta con la voluntad política para ello y permitirán en un futuro no muy lejano la descarbonización de la sociedad cubana y territorial en especial.

La huella de carbono se reducirá considerablemente ya que se dejaran de emitir a la atmósfera 233 981 t de CO_2y se reducirán las toneladas de combustible fósil en 73 472 toneladas, el impacto al cuidado del medioambiente es por tanto considerable.

Bibliografía

Antonio Luque and Steven Hegedus, E. (2011). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. 2 nd Edition. USA: John Wiley & Sons Ltd.

Blasing, T. J. (February 2013). *Current Greenhouse Gas Concentrations*. CDIAC.

Comisión Gubernamental para el Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables de Energía. *Informe al Poder Popular Provincial Guantánamo*. 2019.

Del Moral Pelier, C. & Sarmiento Sera, A. *Influencia de la orientación de los colectores solares en la captación de energía*. La Habana.

Díaz Villar, P. (2003). *Confiabilidad de los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos: Aplicación a la Electrificación Rural*. Universidad Politécnica de Madrid.

Diego Onati Arreste. (2006). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica*.

Energía Solar Fotovoltaica: *¿Dónde y cómo deberían situarse los módulos fotovoltaicos?* http://www.luzverde.org/main2.html.

González R., Medrano C., Lagunas J. (2002). *Pequeños Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red Eléctrica, fase II*. Informe Técnico Anual 2001, Informe Interno IIE/01/14/11779/I002/P.

Lorenzo, E. et. al. (1998). *Electricidad solar. Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos*, Sevilla, Ed. Progensa.

Mann, Michael E. (2014). *Earth Will Cross the Climate Danger Threshold by 2036*. Scientific American

Martín Lamaison, R. (2004). Apuntes Energía Solar Fotovoltaica: Radiación Solar.

Mora, C (2013). *The projected timing of climate departure from recent variability*. *Nature*502: 183-187

Proyecto En Dev/GIZ. (2013). Instalación de sistemas fotovoltaicos.

Sitio Solar, Los paneles solares fotovoltaicos. http: //sitiosolar.com/paneles.

StolikNovygrod, D. (2019). Energía Fotovoltaica para Cuba.

Stolik D. (2012). 100 preguntas y respuestas sobre la energía FV. Primera parte. La Habana: Ed. CUBASOLAR.

Stolik D. (2012a). 100 preguntas y respuestas sobre la energía FV. Segunda parte. La Habana: Ed. CUBASOLAR.

Tabloide Especial. (2017). *Documentos del 7mo Congreso del PCC aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo del 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio del 2017*. Periódico Granma.

https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis?language=es

https://www.iea.org/commentaries/what-is-behind-soaring-energy-prices-and-what-happens-next