

Energía solar en aplicaciones mecánicas

Solar energy in mechanical applications

Alex Andrés Gonzales Vega

alex.gonzalez.vega@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3785-0442>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Christian Enrique Álava Vélez

christian.alava.velez@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-7911-062X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Aníbal Javier Chica Tambaco

anibal.chica.tambaco@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-5208-8713>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Víctor Lenin Montaña Roldan

victor.montano@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4424-048X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

Pablo Luis Ortiz Caicedo

pablo.ortiz@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-7149-130X>

Universidad Técnica "Luis Vargas Torres" de Esmeraldas, Ecuador

RESUMEN

Hoy en día, la sociedad mundial hace esfuerzos importantes por mejorar la situación de crisis ambiental considerada como un problema de relevancia, en virtud de que, las consecuencias repercuten directamente en las condiciones de vida de los ciudadanos, además de ser una amenaza para la futura sobrevivencia del planeta, y una manera de plantear respuestas a esta situación es impulsar más vigorosamente el uso de las energías renovables como la solar, tomando en cuenta que las demandas energéticas de la población son necesarias de ser suplidas para el mantenimiento del modo de vida moderno, pero consustanciado con el cuidado del medio natural, habida cuenta que el sector energético es uno de los que más emite gases de efecto invernadero, por la utilización en sus procesos de combustibles fósiles. De esta manera, este ensayo tuvo como propósito interpretar el uso de la energía solar en aplicaciones mecánicas, para lo cual se enmarcó en una investigación de carácter documental. En virtud de ello, las apreciaciones formuladas refieren que desde el saber y el conocimiento de las diversas disciplinas del campo ingenieril como la mecánica y apoyados en los avances tecnológicos se han desarrollado una serie de aspectos que han contribuido grandemente al aprovechamiento de la radiación solar, en forma de energía fotovoltaica y energía térmica, esta última es empleada en diversos procesos la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para las viviendas, calefacción, refrigeración, en procesos industriales como limpieza y desengrasado de automóviles, limpieza y desinfección de botellas y otros envases, industrias alimenticias, entre otras muchas aplicaciones más. También es empleada en las centrales termosolares para la generación de electricidad, cuyo destino se concreta en suplir las exigencias energéticas de los ciudadanos. Es así que, la conversión de energía solar en energía mecánica es un componente clave que implica transformar la energía del sol en una mecánica útil, utilizada para el funcionamiento de motores de potencia y generar trabajo mecánico.

Palabras claves: Radiación solar, aplicaciones mecánicas, aprovechamiento, ambiente.

ABSTRACT

Nowadays, global society makes important efforts to improve the environmental crisis situation considered a relevant problem, given that the consequences have a direct impact on the living conditions of citizens, in addition to being a threat to the future. survival of the planet, and one way to propose responses to this situation is to more vigorously promote the use of renewable energies such as solar, taking into account that the energy demands of the population are necessary to be supplied to maintain the modern way of life. , but consistent with the care of the natural environment, given that the energy sector is one of the sectors that emits the most greenhouse gases, due to the use of fossil fuels in its processes. In this way, this essay had the purpose of interpreting the use of solar energy in mechanical applications, for which it was framed in a documentary research. By virtue of this, the assessments made indicate that from the knowledge and knowledge of the various disciplines of the engineering field such as mechanics and supported by technological advances, a series of aspects have been developed that have greatly contributed to the use of solar radiation, in the form of photovoltaic energy and thermal energy, the latter is used in various processes, the production of domestic hot water (DHW) for homes, heating, cooling, in industrial processes such as cleaning and degreasing of cars, cleaning and disinfection of bottles and others. packaging, food industries, among many other applications. It is also used in solar thermal power plants for the generation of electricity, whose purpose is to meet the energy needs of citizens. Thus, the conversion of solar energy into mechanical energy is a key component that involves transforming the sun's energy into useful mechanical energy, used to operate power motors and generate mechanical work.

Keywords: Solar radiation, mechanical applications, use, environment.

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de energías limpias, en sustitución de las energías convencionales, representan una oportunidad para continuar con el progreso global, a la par que se mantiene el equilibrio natural que se precisa para preservar el sistema ecosistémico terrestre, indispensable para la supervivencia humana y del planeta. Las formas y mecanismos de aprovechamiento de los recursos para producción de energía limpia son de diversas fuentes, dentro de las principales está la solar, eólica, geotérmica, oceánica, biomasa, biogás y gases sintéticos. Estas formas de energía tienen un origen común, son proporcionadas en su mayoría por el sol, el viento, el suelo y el agua (Mora, 2020).

Refiriéndose a la energía solar, se cita como una de las opciones más accesibles cuya utilización no implica la destrucción del entorno, la misma se ha venido desarrollando paulatinamente en el devenir del tiempo en consonancia con los avances tecnológicos en diversos países del planeta, de esta forma, mediante diversos instrumentos desarrollados a partir de los conocimientos del campo de la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica u otros, la energía solar puede ser usada bajo la forma de energía solar térmica para generar calor o fotovoltaica para obtener electricidad.

En este orden de ideas, la generación de electricidad a partir de la energía solar es un proceso en el que intervienen principios de termodinámica y mecánica que están estrechamente relacionados con la aplicación de maquinaria que transforma un tipo de energía para emplearla en un proceso útil. Como se mencionó antes, el avance tecnológico de la actualidad permite aprovechar la energía solar bajo la forma de energía solar térmica para producir calor, el cual se emplea en numerosos procesos residenciales, comerciales e industriales, también la luz del sol puede ser convertida en electricidad empleando tecnologías basadas en el efecto fotoeléctrico, que es la base sobre el cual se fundan los sistemas fotovoltaicos comerciales actuales (Rojas, 2014).

En concordancia con lo antes expuesto Cuervo & Méndez, (2012) señalan que la transformación de energía solar a electricidad se realiza por medio de un conjunto de componentes mecánicos, electrónicos y eléctricos a los que se les denomina sistema fotovoltaico y se pueden clasificar en: aislados (con batería y sin batería), conectados a la red e híbridos (combinados con otro tipo de generación). En este particular D'Addario, (2014) destaca, un sistema solar fotovoltaico actualmente puede ser utilizado en diferentes aplicaciones tales como: a) sistemas de iluminación, b) sistemas de bombeo, c) alimentación de ventiladores y de equipos de aire acondicionado, d) neveras y sistemas de refrigeración, e) telecomunicaciones, y f) equipos médicos.

La energía solar térmica, también conocida como energía termosolar se puede definir como el calor generado por la radiación solar, es decir, el aprovechamiento de la energía procedente del Sol para transferirla a un medio portador de calor (Osornio, Domínguez, Miranda, Reyes, & Vargas, 2022). Es una opción viable, limpia y económicamente rentable para suministrar las necesidades de energía calorífica en la industria, comercios y residencias, favoreciendo el desarrollo sustentable de dichos sectores (Osornio, Domínguez, Miranda, Reyes, & Vargas, 2022).

También, se ha considerado el uso de la energía solar térmica en las centrales termosolares, respetuosas con el ambiente, cuyo funcionamiento implica la conversión de energía térmica procedente de una fuente de calor en energía mecánica. La mayoría de las centrales termosolares emplean agua como fluido de trabajo del ciclo de potencia (González, 2010). La selección del fluido de trabajo, sea un líquido o un gas, depende de sus propiedades físicas y químicas y la forma de calentamiento puede ser directa o indirecta, en función de las condiciones de operación (Pilatowsky, 2017). Debido a sus inmejorables propiedades, el agua es el mejor fluido de trabajo a pesar de ciertas condiciones límite en sus cambios de estado, como son la evaporación y la solidificación, ya que en estos procesos se presentan altas temperaturas y presiones o muy bajas temperaturas, lo que puede dificultar la transferencia de calor (Pilatowsky, 2017).

Se identifica entonces, que los aportes de la energía solar tienen un amplio espectro en diversos ámbitos de desenvolvimiento de las personas, industrias, comercios, instituciones u otros, y en la actualidad, tiene un papel clave en la transición energética para sustituir el empleo de las fuentes no renovables de energía y elevar cada vez más el uso de los recursos energéticos renovables, como una solución para lograr la descarbonización global que otorgue grandes beneficios para el mundo en la lucha que demanda el grave deterioro ambiental, convirtiéndose la radiación electromagnética que generan los rayos del sol, en un imperativo categórico de responsabilidad a la cual están obligados a cumplir los distintos estamentos económicos, sociales y políticos de velar por el mandato del cuidado del medio natural, establecido en diversos convenios ambientales internacionales para alcanzar el objetivo net-zero transition o cero emisiones de GEI.

Hacer una prioridad la reducción de emisiones para apoyar las medidas implementadas desde diversas aristas, es fundamental como una oportunidad de lograr un medio ambiente sano y limpio, a la vez que constituye una oportunidad de progreso económico sostenible, en todo este entramado, tiene una gran importancia la electricidad para cualquier consumo que se lleve a cabo. En este sentido, consideran Galindo, Muñoz, & Sánchez, (2020) la energía siempre está presente sólo debe saber utilizarse, así, para generar energía eléctrica proveniente de las fuentes renovables, los sistemas mecánicos y eléctricos siempre estarán presentes y, además, pueden integrarse sistemas electrónicos que automaticen la captación de energía.

De acuerdo con lo apuntado, se destaca como objetivo de este ensayo el análisis del uso de la energía solar en aplicaciones mecánicas.

Desarrollo: un *overview* del debate sobre energías

La aplicación de la energía solar ha ayudado a impulsar economías más limpias y amigables con el medioambiente, lo cual se traduce en bienestar para las personas y permite el desarrollo de los principios de la sostenibilidad en una gama de campos que abarca desde las empresas hasta los hogares. La energía solar, según plantea Barrera & Castilla, (2019), es la

energía que permite el aprovechamiento de los rayos solares por medio de módulos que pueden absorber la energía y usarlos como energía térmica o fotovoltaica.

El uso de energías limpias como solución para hacer frente a los problemas comunes presentes y futuros de la comunidad mundial relacionados con el medio ambiente, figuran como un instrumento prominente de los acuerdos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes de la actividad humana y que obran como causantes del calentamiento global de la Tierra y la modificación del clima.

Para alcanzar el Objetivo del Desarrollo Sostenible (ODS), la producción de electricidad a base de energías limpias es uno de los medios para alcanzarlo Pérez & Osal, (2019) esto es así, a razón de que el sector de la energía es uno de los más contaminantes, dado que los combustibles fósiles es la práctica más común usada para suplir la demanda energética, comprendiendo su demanda para todo tipo de actividades cotidianas en el comercio, la producción, la transformación y para las actividades básicas del hogar.

De este modo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2021) recalca que como principal fuente de emisiones de GEI en el planeta, el sector de la energía tiene la clave para hacer frente al desafío climático mundial. Las emisiones relacionadas con la energía son responsables de unas tres cuartas partes de las emisiones totales de dióxido de carbono (CO₂), por su concentración y permanencia en el tiempo en la atmósfera es considerado como el principal GEI responsable del cambio climático.

Si se mira bien, se encuentra en la estructura de funcionamiento actual de las sociedades globales que para satisfacer nuestras necesidades diarias en términos energéticos, se sigue recurriendo a la quema de combustibles fósiles que producen residuos totalmente perniciosos para el sistema natural terrestre. Como se ha expresado extensamente en la literatura, el uso de combustibles fósiles (carbón, el gas natural y el petróleo) tiene como subproductos las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), causantes de los cambios climáticos (Pérez & Osal, 2019).

El reconocimiento de la génesis de esta problemática ambiental puso de relieve la necesidad de un cambio de dirección para suplir los requerimientos energéticos que mueven al mundo, en este sentido, de la mano de las fuentes de energía renovables, en sustitución de las convencionales, se ha podido avanzar en un proceso evolutivo económicamente viable, sin alterar el equilibrio natural planetario.

En el terreno práctico el soporte del avance hacia la consolidación de las energías limpias ha sido posible por la incorporación de la dimensión ambiental en la industria, como un aspecto de carácter específico, para el funcionamiento de la empresa en paralelo con la responsabilidad de las demandas actuales de gestión respetuosa con el medio ambiente, en este proceso han sido clave la articulación de equipos multidisciplinares de saberes e investigaciones de diversas ramas disciplinarias portadoras de conocimientos útiles en esta materia, en la perspectiva del desarrollo sustentable, la ingeniería mecánica, ha sido fundamental en su concepción de aplicación de enfoques de diseño de soluciones, para el uso de materiales y procesos menos contaminantes que minimicen la emisión de gases invernadero.

Energía solar térmica

La energía solar térmica utiliza la radiación solar directa. Las regiones más adecuadas deben ofrecer al menos 2000 kWh/m² de irradiación solar directa anual, aun pudiendo funcionar con umbrales inferiores, mientras que las regiones más prometedoras ofrecen más de 2500kWh/m² (Godoy, 2012). En los sistemas solares térmicos se aprovecha la energía radiante del sol para calentar agua o cualquier otro fluido que posteriormente será utilizado en diversas aplicaciones (Garreta, Romero, Navntoft , Paz, & et al, 2019).

A partir de una perspectiva particular sobre la energía solar térmica, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE, 2006) pone de manifiesto que aprovecha la radiación del Sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable. En este orden de ideas, la energía solar se comprende como principal fuente al Sol siendo un tipo de energía renovable derivada a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética que provoca cada haz de luz (Chinchilla & Salinas, 2022). La energía solar total que recibe la Tierra en una hora es suficiente para satisfacer la demanda mundial de energía por año, siendo una alternativa sustentable en reemplazo de las actuales energías derivadas del consumo de combustibles fósiles (Valdez, Thames, Orce, & Kwok, 2021).

La energía solar térmica es una solución que presenta numerosas ventajas, entre las cuales, a decir de Garreta, Navntoft , Paz, & et al, (2019) se pueden citar: a) su fuente de energía primaria, el sol, es siempre gratuita y abundante; b) no genera emisiones de gases de efecto invernadero y; c) los sistemas solares térmicos presentan un rendimiento de conversión energética de radiación disponible a energía útil mayor al 50%, siendo uno de los factores de conversión más altos entre las diferentes energías renovables.

En definitiva la energía solar, se presenta como una fuente energética de gran valor con una disposición permanente

para diversas aplicaciones ecológicas, lo cual, brinda todas las posibilidades de un desarrollo sostenible, indispensable para lograr mantener en el tiempo, una vida más saludable, agradable, cómoda y de satisfacciones en un medio ambiente limpio y equilibrado.

Energía solar en aplicaciones mecánicas

Las aplicaciones mecánicas han estado presentes en los procesos conducentes que han hecho posible el uso de las energías renovables, de forma particular, según indica Durán, (2010) en el aprovechamiento de energía solar en los procesos que involucran energía térmica; entre otras, quien puede dirigir e instrumentar dichas acciones es, precisamente, el ingeniero mecánico, cuyo rol en este contexto se ha vuelto determinante. El papel del ingeniero mecánico en el ámbito energético, reviste una gran responsabilidad, puesto que en sus labores recae el diseño de sistemas y maquinarias cada vez más eficientes para la transformación o generación de energía, así, también el diseño de procesos industriales que aprovechen eficientemente los recursos tanto energéticos como materiales (Durán, 2010).

Las aplicaciones de la energía solar son muy versátiles incluye: producción de agua caliente sanitaria (ACS); climatización de piscinas; calefacción; refrigeración; aplicaciones industriales, tales como; aplicaciones de secado de productos agrícolas, o en invernaderos; calentamiento de agua grandes volúmenes en especial la industria textil, procesos químicos, limpieza y desengrasado de automóviles, limpieza y desinfección de botellas y otros envases, industrias alimenticias, mataderos, suelo radiante para granjas o invernaderos (Sedigas, 2013).

Los sistemas basados en energía solar térmica pueden usarse en viviendas para suministrar agua caliente para uso sanitario o en industrias con distintos fines. Las aplicaciones de la energía solar térmica en procesos industriales pequeños se extienden a: precalentamiento de agua de procesos, calefacción, aire caliente y refrigeración. También en piletas de evaporación para obtener sal de salmueras, para producir vapor para la fabricación de algunos alimentos, en secadores solares para secar madera, alimentos y cultivos; cocinas solares que emplean la radiación solar para cocinar, secar y pasteurizar (Valdez, Thames, Orce, & Kwok, 2021).

Visto lo precedente, en los procesos de desarrollo económico y social que han permitido la evolución, de la cual, el mundo en diversas regiones disfruta hoy en día, el ser humano a través de su ingenio, creatividad e inventiva ha logrado poner los recursos naturales a su favor, igualmente, en el curso de los años, este progreso ha conducido al deterioro que ha ocasionado el voraz e incontrolado uso de los sistemas ecosistémicos, y como resultado tenemos que afrontar la triple crisis ambiental mundial actual, misma que según el reporte Naciones Unidas, (2022) se menciona en términos de cambio climático, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Sobre estos desafíos sin precedentes que amenazan la sobrevivencia de nuestro planeta, se ha descrito que el cambio climático es el problema más apremiante que enfrenta la humanidad hoy en día (Naciones Unidas, 2022).

Retomando las nociones de la energía solar térmica, los expertos aunando esfuerzos, han encontrado la manera de originar valor a la presencia del sol, creando sistemas que al combinarse con el desarrollo de las tecnologías sostenibles amigables con el ambiente buscan minimizar el deterioro que ha ocasionado el propio ser humano, en el reconocimiento de lo que en la actualidad representa el ambiente con miras a la consecución de un ambiente natural idóneo para las próximas generaciones.

Dispositivos solares para satisfacer las demandas de calor

El principio elemental en el que se fundamenta cualquier instalación solar térmica es el de aprovechar la energía del Sol mediante un conjunto de captadores y transferirla a un sistema de almacenamiento, que abastece el consumo cuando sea necesario (IDAE, 2006). La energía solar térmica está en función de la temperatura de trabajo, esto debido a que las aplicaciones de su uso varían dependiendo el rango. Para temperaturas bajas su funcionamiento suele orientarse en el calentar el agua caliente sanitaria (ACS), fundamentalmente para viviendas. Mientras que para temperaturas medias y altas las aplicaciones se centran más en el campo de la generación de electricidad por medio de instalaciones con colectores o espejos (Mirapeix, 2023).

Así, el uso de la energía solar térmica por su gran potencial y variadas aplicaciones debe perfilarse cada vez más hacia la transformación de una sociedad ambientalmente equitativa, al respecto cita Chinchilla & Salinas, (2022), la energía solar térmica se aplica tanto a nivel doméstico, comercial e industrial, este tipo requiere una instalación conformada por colectores solares en el tejado de las viviendas o en grandes extensiones de terreno usadas en las centrales térmicas solares, estos colectores transforman energía térmica en energía mecánica produciendo electricidad.

Los colectores solares térmicos (también denominados captadores), son dispositivos encargados de transformar la energía solar en térmica a través de diversos principios de funcionamiento que varían según el tipo de colector empleado (Evangelisti, De Lieto Vollaro, & Asdrubali, 2019). El colector solar es fundamental para cualquier sistema solar térmico. De acuerdo a su tecnología se puede establecer una clasificación en los colectores planos, de tubo de vacío, del tipo Fresnel o cilindro parabólicos (Carrión, Murillo, & Montero, 2022). El termoconvertor solar (TCS) es un dispositivo cuya función

principal es convertir la radiación solar incidente en calor y transferirlo a un fluido para su aprovechamiento (Pilatowsky, 2017).

Tabla 1. Tipos de captadores solares

Clasificación de acuerdo con la temperatura	Características	Captador solar
Captador de baja temperatura	-No utiliza ningún dispositivo para concentrar los rayos solares. -La temperatura del fluido que ha de calentarse está por debajo del punto de ebullición del agua.	-Captador de placa plana. -Captador no vidriado o desnudo. -Captador de tubos al vacío y con caloriductos.
Captador de mediana temperatura	-Capaz de concentrar la radiación solar en una superficie reducida. -La temperatura de trabajo varía entre los 100 y los 400°C.	-Captadores cilíndrico-parabólicos
Captador de alta temperatura	-Capaz de concentrar la radiación solar en un solo punto. -La temperatura de trabajo oscila desde 400 hasta más de 1000 °C.	-Captadores de campo heliostático. -Captador de espejos parabólicos.

Nota. Fuente: Universidad Abierta y a Distancia de México (UNADM, 2014)

Los colectores planos

Los colectores planos suelen estar formados por una capa de material absorbente (oscuro) cubierto por un vidrio protector. En contacto con el material absorbente se encuentra un tubo o tubos que transportan un fluido (no necesariamente agua) que será calentado y transportado a otra parte del sistema. Este tipo de diseños suelen incluir también material aislante para minimizar las pérdidas. (Mirapeix, 2023). El colector es un componente esencial de los sistemas térmicos, pero estos requieren para su funcionamiento efectivo y eficiente de otros componentes: acumuladores, bombas, intercambiadores, sistemas de control, válvulas, entre otras (Lozano, 2019). La producción de agua caliente es la aplicación de la energía térmica más popular. La tecnología tradicional más empleada para ello, es el colector de placa plana siempre que la temperatura que debe alcanzarse para el fluido que se calienta no supere los 100°C (Lozano, 2019).

Existen diversos tipos de colectores planos: sin cubierta ni aislamiento (10-40°C); cubierta simple (10-60°C); cubierta doble (10-80°C); superficie selectiva (10-80°C) y tubos de vacío (10-130°C). Para calentar agua a bajas temperaturas (piscinas, invernaderos, piscifactorías, entre otros).

Figura 1. Captador solar plano



Nota. Fuente: Universidad Abierta y a Distancia de México (UNADM, 2014).

Figura 2. Componentes básicos que forman una instalación de Captador solar plano



- 1.- Colectores o placas captadoras
- 2.- Cubierta protectora transparente
- 3.- Placa absorbidora (normalmente cobre)
- 4.- Lámina reflectante
- 5.- Aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor.
- 6.- Acumulador (termotanque)
- 7.- Apoyo energético
- 8.- La corrosión, se evita introduciendo en el interior del depósito un ánodo que debe cambiarse periódicamente.
- 9.- Sistema de control

Nota. Fuente: (Fundación UNIDA, s/f)

Captadores cilíndrico-parabólicos

Las instalaciones con captadores cilíndrico-parabólicos se usan en el caso de temperatura media, diseñados para concentrar la radiación solar sobre un tubo situado por encima de ellos. Este tubo contiene un material (aceites HTF: Heat Thermal Fluid o fluido portador del calor) que acumula esa energía calorífica (la temperatura típica de trabajo se sitúa en el entorno de los 300°C) que, posteriormente, se utiliza para generar electricidad por medio de una turbina (Mirapeix, 2023).

Figura 3. Sistema de concentración solar basado en concentradores cilindro parabólicos

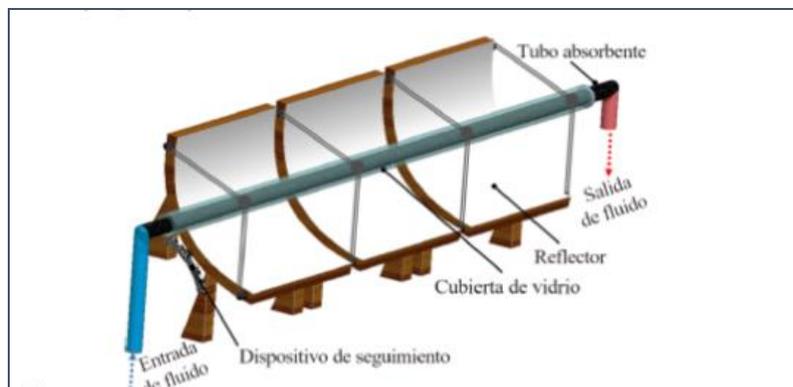


Nota. Fuente: (Portela, 2018).

El colector cilindro parabólico o Parabolic trough collector (PTC) dispone de una lámina en forma de parábola que refleja la radiación solar directa y la concentra en el tubo receptor ubicado a lo largo de la línea focal. Por lo general, el tubo absorbente de metal es cubierto de un material selectivo (cobre) que mejora la transferencia de calor al interior del tubo por donde circula el fluido caloportador. Este conducto absorbente es aislado al vacío con un tubo de vidrio para disminuir las pérdidas térmicas por convección a pesar de originarse pérdidas ópticas por efecto de la reflexión (Barone, Buonomano, Forzano, & Palombo, 2019). Estos colectores deben acoplarse a un sistema de seguimiento para alinearse a la trayectoria del sol durante el día (Carrión, Murillo, & Montero, 2022).

El colector cilindro parabólico utilizan espejos parabólicos para enfocar la energía del sol hacia un receptor en forma de tubo que transporta fluidos el cual se encuentra ubicado en el punto focal de un reflector de espejo parabólicamente curvado. Los espejos parabólicos se agrupan en filas paralelas alineadas denominadas "campo de colectores" a lo largo de un eje norte-sur para que puedan rastrear el sol de este a oeste durante el día, asegurando que el sol permanezca continuamente enfocado en los tubos del receptor. Los sistemas de espejos parabólicos individuales actualmente pueden generar aproximadamente 80 MW de energía eléctrica (Portela, 2018).

Figura 4. Esquema de un colector cilindro parabólico



Nota. Fuente: (Suman, Khan, & Pathak, 2015)

Normalmente, en procesos industriales con este tipo de colectores se emplean módulos de concentración solar con un área de captación menor a 250 m² y trabajan a una temperatura media por debajo de los 300 °C (Zarza Moya, 2018). La mayoría de los captadores cilindro parabólicos están destinados a la producción de vapor, el cuál puede usarse o no para lograr la generación de electricidad incorporando una turbina (Vernalte, 2018).

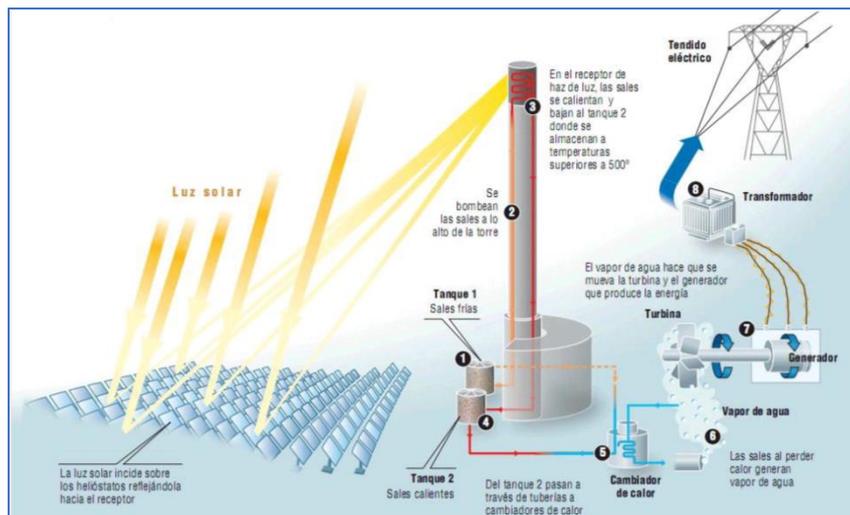
Central Energética Termosolar

Una central térmica solar o central termosolar es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo termodinámico convencional, se produce la energía mecánica necesaria para mover un alternador para generación de energía eléctrica (Portela, 2018). Las Centrales Energéticas Termo solares pueden incorporar un sistema de almacenamiento de energía, lo que permite seguir suministrando energía en ausencia de radiación solar. Dependiendo de la capacidad del sistema de almacenamiento, así será el intervalo de tiempo diario durante el cual se podrá seguir suministrando energía eléctrica (Tarazona, 2018).

Las tecnologías que utilizan las centrales termosolares están representadas por los colectores cilíndricos parabólicos, de receptor central o torre con campo de heliostatos y Fresnel. Todas ellas concentran la radiación directa solar para calentar un fluido caloportador que aumentará su energía térmica. Este fluido se utiliza en un ciclo termodinámico convencional, que transforma la energía térmica en energía mecánica a través del movimiento de una turbina de vapor. Por último, esa energía mecánica es convertida en energía eléctrica mediante un alternador (Serrano Hernández, 2018). La diferencia entre los distintos tipos de centrales se basa en el sistema de captación o método utilizado para la concentración de la radiación, que puede ser concentrada en una línea CCP y Fresnel o en un punto torre central de generación directa de vapor o con sales orgánicas (Serrano Hernández, 2018).

El tipo de fluido caloportador que se utilice determina el rango de temperaturas de operación y, por ende, del rendimiento del ciclo termodinámico. Existen básicamente tres fluidos para su utilización en centrales termoeléctricas, el agua pura, el fluido orgánico sintético (HTF o Heat Transfer Fluid), y las sales orgánicas fundidas. El agua es el fluido más simple pero el que más problemas asociados presenta, debido a que su baja temperatura de vaporización (100°C) no le permite ser válido para almacenamiento (Serrano Hernández, 2018).

Figura 5. Planta Termosolar con Tecnología de Torre.



Nota. Fuente: (Ingemeconica.com, 2022).

En la generación de la energía solar térmica de alta temperatura en formato de torre de potencia (power tower), un conjunto de heliostatos (espejos) están orientados de tal manera que concentran la radiación del Sol sobre un elemento receptor (torre) donde se calienta un líquido que servirá para generar electricidad en una turbina.

En el formato torre, el líquido a calentar suele encontrarse en la parte superior de la misma. En se suele utilizar como fluido sales fundidas (que pueden trabajar hasta temperaturas de unos 800°C), (u otros fluidos) que circula por las tuberías de la instalación hasta los tanques de sales fundidas (Mirapeix, 2023). Las sales fundidas constituyen uno de los métodos de almacenamiento de la energía dentro del esquema de producción eléctrica. Básicamente estas sales permiten "conservar" durante más tiempo el calor, llegando incluso a permitir la generación de día y de noche, evitando así uno de los grandes problemas de la energía solar: su intermitencia. (Mirapeix, 2023). El resto de la instalación es la usual, es decir, generación de electricidad mediante una turbina (Mirapeix, 2023). Esta energía se acumula en forma de energía térmica en el fluido caloportador empleado, y se guarda en tanques (Serrano Hernández, 2018).

Una de las mayores ventajas de la energía termosolar es que presenta capacidad de almacenamiento, conocida como TES o thermal energy storage a un coste muy razonable (100 €/kWh). Esto es un elemento diferenciador respecto a la energía fotovoltaica, que presenta sistemas de almacenamiento en baterías mucho más caras (500 €/kWh). El TES permite acumular durante varios días el exceso de energía (medida en GWh) producida frente a la demandada para compensar las horas de noche y días nublados, en las que la centrales no producen energía, pero

sigue existiendo demanda (Serrano Hernández, 2018). Las centrales termosolares generan energía limpia para satisfacer las demandas energéticas residenciales, empresariales, comerciales e institucionales de la sociedad contemporánea.

Los diversos autores consultados líneas arriba, han concretado en sus diferentes disertaciones, los principios que sustentan las diversas aplicaciones mecánicas centradas en el uso de la energía solar, que se han venido desarrollando de forma interrelacionada con diversas ramas del saber ingenieril orientadas hacia la consecución de procesos de desarrollo económico sustentables con mínimos efectos nocivos al ambiente.

CONCLUSIONES

En la actualidad, la conservación del medio natural es una prioridad, las dimensiones de la crisis ambiental que atraviesa el planeta ha resaltado la necesidad de la modificación de toda una gama de actitudes que la sociedad moderna tiene respecto al uso abuso de los recursos ecosistémicos, los cuales prestan invaluable servicios para la sobrevivencia de los seres humanos.

Uno de los elementos indispensables para el mantenimiento del modo de vida actual es la energía, a la vez es uno de los sectores que más gases de efecto invernadero emite al ambiente, en este particular, en la búsqueda de soluciones que satisfagan los requerimientos energéticos poblacionales y de realizar los procesos que le son propios bajo el esquema de un respeto al medio natural, hoy en día se intenta continuar generando energía eléctrica mediante las fuentes de energías renovables como la energía solar.

En este sentido, los avances tecnológicos producidos en los últimos años, y los conocimientos aplicados del campo de la ingeniería mecánica en conjunción con otras disciplinas relacionadas, girando en torno al diseño de infraestructuras y empleo de materiales más adecuados y eficientes ha hecho posible escalar en la utilización de la energía solar en el ámbito residencial, comercial e industrial.

En consecuencia, la energía térmica solar, una de las formas de aprovechar la radiación del Sol, puede emplearse a través de diversas aplicaciones mecánicas para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para las viviendas, calefacción, refrigeración, en procesos industriales como limpieza y desengrasado de automóviles, limpieza y desinfección de botellas y otros envases, industrias alimenticias, entre otras muchas aplicaciones más. La radiación solar, también es empleada en las centrales termosolares para la generación de electricidad, cuyo destino se concreta para suplir las exigencias energéticas de los ciudadanos.

Es así que, la conversión de energía solar en energía mecánica es un componente clave que implica transformar la energía del sol en una mecánica útil, utilizada para el funcionamiento de motores de potencia y generar trabajo mecánico.

REFERENCIAS

- AIE. (2021). Cero emisiones netas para 2050. Agencia Internacional de la Energía (AIE). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2021/09/pdf/infographic-series-net-zero-2050-IEA-report.pdf>, pp.1-2.
- Barone, G., Buonomano, A., Forzano, C., & Palombo, A. (2019). Chapter 6 - solar thermal collectors, in *Solar Hydrogen Production*, F. Calise, M. D. D'Accadia, M. Santarelli, A. Lanzini, and D. Ferrero, Eds. Academic Press, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814853-2.00006-0>, pp. 151-178.
- Barrera, W., & Castilla, F. (2019). Propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el municipio de Quebradanegra, Cundinamarca. Universidad Libre de Colombia. Trabajo de titulación. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15472/MONOGRAF%20PROPUESTA%20DE%20UN%20SISTEMA%20FOTO%20VOLTAICO%20PARA%20CONSUMO%20EL%20CTRICO%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20QUEBRA.p>, pp.92.
- Carrión, W., Murillo, W., & Montero, A. (2022). Una revisión de los últimos avances de los colectores solares térmicos aplicados en la industria. *INGENIUS N.º 27*. <https://doi.org/10.17163/ings.n27.2022.06>, pp.59-73.
- Chinchilla, S., & Salinas, Y. (2022). Propuesta de Sostenibilidad Para la Utilización de Energía Fotovoltaica en Zonas Residenciales de Bogotá. Un Estudio de Caso Para el Conjunto Residencial Ciudad Tintal 2 Etapa 2. Fundación Universidad de América. Bogotá.Colombia. Trabajo de titulación. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8813/1/3161219-2022-1-II.pdf>, pp. 103.
- Cuervo, R., & Méndez, J. (2012). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid. España : FC Editorial. Fundación Confemetal. 7ª ed. N° Pág.320.
- D'Addario, M. (2014). *Manual de Energía Solar Fotovoltaica*. Comunidad Europea: Lulu-Safe Creative.
- Durán, M. (2010). El papel del ingeniero mecánico en el contexto energético actual. *Ciencia Ergo Sum*, vol. 17, núm. 1. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10412443013.pdf>, pp. 97-103.
- Evangelisti, L., De Lieto Vollaro, R., & Asdrubali, S. (2019). Latest advances on solar thermal collectors: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol.114, p. 109318, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109318>.
- Fundación UNIDA. (s/f). *Aplicaciones térmicas de la energía solar: Colectores Planos*. <https://www.unida.org.ar/Virtuales/Energias/Clase%204/COLECTORES%20SOLARES%20PLANOS.pdf>, pp.1-6.

- Garreta, F., Romero, I., Navntoft, L., Paz, M., & et al. (2019). Introducción a la energía solar térmica. Buenos Aires, Argentina: Secretaría de Gobierno de Energía. ISBN 978-987-47110-0-7. Pág.64.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_introduccion_a_la_energia_solar_termica_final.pdf.
- Godoy, R. (2012). Fundamentos Para el Diseño de Una Central de Potencia Mediante el Uso de Energía Termosolar. Universidad de San Carlos de Guatemala. Trabajo de titulación. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0180_ME.pdf, pp.159.
- González, P. (2010). Comparación de dos programas de simulación de centrales termosolares de canal parabólico. Capítulo 3: Centrales Termosolares de Captadores Tipo CP. Universidad de Sevilla. España.
<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4853/fichero/Cap%C3%ADtulo+3.+Centrales+termosolares+de+captadores+tipo+CP.pdf>, pp.22-29.
- IDAE. (2006). Energía solar térmica. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de Madrid. España.
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10374_energia_solar_termica_06_8a90370e.pdf, pp.148.
- Ingemecanica.com. (2022). Planta Termosolar con Tecnología de Torre. Tutorial nº 134. Ingemecánica. Sevilla. España.
<https://tutorialesemanal/tutorialn134.html>.
- Lozano, M. (2019). Colectores solares térmicos. Universidad de Zaragoza. España.
https://www.researchgate.net/publication/338254329_COLECTORES_SOLARES_TERMICOS.
- Mirapeix, J. (2023). Energía y Telecomunicaciones. Energías Renovables. Universidad de Cantabria. Grupo de Ingeniería Fotónica.
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2822/course/section/2771/Apuntes%20EY%20Solar%202223.pdf>, pp.135.
- Mora, Y. (2020). Las energías limpias y su aplicación en Colombia. Fundación Univeritaria Los Libertadores. Bogotá. Colombia. Trabajo de titulación.
https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3394/Mora_Yeisson_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y, pp.51.
- Naciones Unidas. (2022). What is the Triple Planetary Crisis? United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/news/what-is-the-triple-planetary-crisis>.
- Osornio, J., Domínguez, O., Miranda, A., Reyes, F., & Vargas, E. (2022). Energía Solar Térmica. TEPEXI; Vol. 9, No. 18.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/8879/9075>, pp.41-43.
- Pérez, R., & Osal, W. (2019). Gases de efecto invernadero por generación de electricidad en usuarios no residenciales de Venezuela 2006-2017 . Publicaciones en Ciencias y Tecnologías; vol. 13, Nº 1, DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15226.64965> , pp.30-40.
- Pilatowsky, I. (2017). Calentamiento solar de aire. En O. García Valladares, & I. Pilatowsky, Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores residencial, servicios e industrial (pág. pp.54). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Energías Renovables. Primera edición. Pág. 160.
- Portela, C. (2018). Concentrador Cilindro Parabólico. Universidad Carlos III de Madrid.
https://www.researchgate.net/publication/325248453_Concentrador_Cilindro_Parabolico.
- Rojas, G. (2014). Paneles Solares. Efecto Fotoeléctrico. Gedisa. Boletín técnico Nº 8. Caracas Venezuela.
<https://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/2014/Boletin%20t%C3%A9cnico%208%20PARTE%201%20Efecto%20fotoelectrico.pdf>, pp.1-8.
- Sedigas. (2013). Guía sobre aplicaciones de la energía solar térmica. https://agascablog.wpcomstaging.com/wp-content/uploads/2018/08/Guia_solar_Sedigas.pdf, pp.53.
- Serrano Hernández, M. (2018). Centrales Termosolares: CCP, Fresnel, Torre. La Batalla Solar: ¿Fotovoltaica o Termosolar? Universidad Carlos III de Madrid.
https://www.researchgate.net/publication/328874679_Centrales_TERMOSOLARES_CCP_Fresnel_Torre_La_BATALLA_SOLAR_Fotovoltaica_o_Termosolar.
- Suman, S., Khan, M., & Pathak, M. (2015). Performance enhancement of solar collectors - a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 49, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.087>, pp. 192–210.
- Tarazona, B. (2018). Colector solar cilíndrico parabólico para producción de energía eléctrica: Una Discusión de los principales avances en Colombia y el Mundo junto con las normas aplicables en el ámbito nacional. Universidad de Investigación y Desarrollo (UDI). Bucaramanga, Colombia. Congreso académico UDI 2018, pp.1-13.
- UNADM. (2014). Programa Diseño de sistemas termosolares. Unidad 2, Clasificación de los sistemas termosolares. Universidad Abierta y a Distancia de México (UNADM). https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/ER/06/EDST/unidad_02/descargables/EDST_U2_Contenido.pdf, pp.46.
- Valdez, S., Thames, M., Orce, A., & Kwok, L. (2021). Reseña sobre los diferentes usos de la energía térmica solar en la industria. Aplicaciones en el sector minero. CONICET. XV Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales. San Juan, Argentina.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/172688/CONICET_Digital_Nro.eafcf9d3-19f5-40d7-ab7d-1cc27b2fae34_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y, pp.129-134.
- Vernalte, C. (2018). Análisis de instalaciones solares para procesos térmicos industriales. Universidad de Sevilla. España. Trabajo fin de Grado.
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/93843/TFG-2221-%20VERNALTE%20MART%C3%8DNEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, pp.76.
- Zarza Moya, E. (2018). 7 - concentrating solar thermal power, in A Comprehensive Guide to Solar Energy Systems, T. M. Letcher and V. M. Fthenakis, Eds. Academic Press, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811479-7.00007-5>, pp. 127–148.