

ESTADO DEL ARTE: USOS DE ENERGÍAS RENOVABLES JUNTO CON EL SECTOR PRIMARIO AGROALIMENTARIO

STATE OF THE ART: USES OF RENEWABLE ENERGIES IN CONJUNCTION WITH THE PRIMARY AGRI-FOOD SECTOR

Amparo León-Vinet^{1,2}, E. Peñalvo-López^{1,2}, V. León-Martínez^{1,2}, J. Montañana -Romeu^{1,2}

Universitat Politècnica de València¹; Institut de Ingeniería Energética²

INTRODUCCIÓN

En el año 2015 se aprobó la Agenda 2030, donde se recogen los Objetivos del Desarrollo Sostenible con el objetivo de erradicar la pobreza y proteger al planeta, para así asegurar la prosperidad mundial. Entre los 17 objetivos, se encuentra el de acabar con el hambre fomentando la agricultura sostenible y el de asegurar que todo el mundo accede a una energía asequible, sostenible, fiable y moderna. Pero ambas requieren grandes extensiones de terreno. En el año 1982 Adolf Goetzberger y Armin Zastrow propusieron una configuración que energía solar que podía coexistir con la agricultura, solventando así los problemas con la tierra, acuñándose en 2011 con el nombre de Agrivoltaics. Actualmente se están realizando estudios sobre las ventajas que podrían aportar en distintas ciudades. El objetivo de este artículo es recopilar las investigaciones más recientes relacionadas con el tema, además de nuevas configuraciones que han surgido como la combinación de los paneles solares junto con la ganadería, las piscifactorías e incluso la apicultura.

INTRODUCTION

In 2015, the 2030 Agenda was approved, which includes the Sustainable Development Goals with the aim of eradicating poverty and protecting the planet, to ensure global prosperity. Among the 17 goals are to end hunger by promoting sustainable agriculture and to ensure that everyone has access to affordable, sustainable, reliable, and modern energy. But both require large areas of land. In 1982 Adolf Goetzberger and Armin Zastrow proposed a configuration that solar energy could coexist with agriculture, thus solving the problems with land, coined in 2011 as Agrivoltaics. Studies are currently being carried out on the advantages they could bring in different cities. The aim of this article is to compile the most recent research related to the subject, in addition to new configurations that have emerged such as the combination of solar panels together with livestock, fish farms and even beekeeping.



USO DE AGRIVOLTAICS EN EL MUNDO

- El país pionero ha sido Japón, donde en 2004 Akira Nagashima combinó paneles solares fotovoltaicos con los terrenos cultivados. Desde entonces se han desarrollado más de 1.992 plantas con un total de 560 ha.
- En Corea del Sur desde 2017 están empleando la Agrivoltaica con el objetivo de incrementar la participación de las energías renovables hasta el 20% para 2030.
- En India, se realizó un estudio sobre el potencial de los viñedos para la tecnología Agrivoltaica, cuyos resultados mostraron que el valor económico de estas granjas incrementaría más de 15 veces.
- En Austria, Günter Czaloun propuso en 2004 un sistema fotovoltaico en base a una estructura de cables elevada sobre el suelo, con el beneficio de requerir menos acero que otras estructuras de dimensiones similares.
- En Francia, Akuo Energy ha instalado invernaderos fotovoltaicos compuestos en un 50% por paneles fotovoltaicos y 50% chapas onduladas. Ténergie también se encuentra construyendo cinco invernaderos de techo escalonado con paneles solares con el objetivo de difundir la luz solar y reducir los contrastes entre las zonas de luz y sombra.
- En América las principales investigaciones se encuentran en Estados Unidos. En las zonas rurales del país, su instalación reduciría las emisiones de CO2 y crearía más de 100.000 empleos.

En el año 2022 se celebrará la 3ª edición del congreso AgriVoltaics2022 de forma híbrida en Italia.

AGRIVOLTAICS USE WORLDWIDE

- The first country to introduce this technology has been Japan, where in 2004, Akira Nagashima combined photovoltaic solar panels with the cultivated land. Since then, more than 1,992 plants have been developed with a total of 560 ha.
- In South Korea since 2017 they are employing Agrivoltaics with the goal of increasing the share of renewable energy to 20% by 2030.
- In India, a study was conducted on the potential of grape farms for Agrivoltaic technology where it showed that the economic value of these farms would increase by more than 15 times.



Figure 1. Prototipo de Agrivoltaica o "reparto solar", por Akira Nagashima
 Figure 1. Agrivoltaics or "Solar Sharing" prototype, by Akira Nagashima

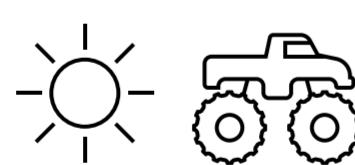
- In Austria, Günter Czaloun proposed in 2004 a photovoltaic system based on a cable structure elevated above the ground, with the benefit of requiring less steel than other structures of similar dimensions.
- In France Akuo Energy has installed photovoltaic greenhouses composed of 50% photovoltaic panels and 50% corrugated sheets. Ténergie is also building five stepped-roof greenhouses with solar panels to diffuse sunlight and reduce contrasts between light and shade zones.
- In America, the main research is in the United States. In rural areas of the country, their large-scale installation would reduce CO2 emissions and is estimated to create over 100,000 jobs.

In 2022, the 3rd edition of AgriVoltaics2022 congress will be held in hybrid form in Italy.

COMBINACIONES SIMILARES CON PANELES SOLARES

En los últimos años se han desarrollado una multitud de alternativas en el sector de la ganadería, la acuacultura (Aquavoltaics), y la apicultura.

- En el sector de la ganadería, el uso de paneles solares como método de sombraje para el ganado vacuno reduce su estrés térmico e incrementa su bienestar. En otro estudio, determinan que los animales bovinos prefieren el sombraje generado por los paneles solares al empleado actualmente.
- La colocación de paneles solares encima de las piscifactorías reduciría los ratios de evaporación e incrementaría el bienestar de los animales. En Tailandia existen aproximadamente 40.000ha dedicadas a la acuacultura y podría ser la medida necesaria para lograr el objetivo del gobierno de generar 20GW de energía solar en 2025.
- Relacionado con lo anterior, se está estudiando la viabilidad de colocar plantas solares junto con la obtención de sal, por las grandes superficies que ocupa y por el enfriamiento que proporciona el agua marina a los paneles solares, mejorando su eficiencia.
- En un estudio realizado en 2020 sobre la apicultura y los paneles solares, se obtuvo que la temperatura de las colmenas protegidas bajo estos paneles era superior a la media en invierno e inferior a la media en verano. Además de ello, la cantidad de miel recogida era un 15.8% superior a la media y maduraba dos días antes.



SITUACIÓN EN ESPAÑA

La combinación de agricultura con paneles solares no se encuentra extendida todavía en el territorio, a pesar de ser uno de los países de Europa con mayor cantidad de horas de sol.

El uso principal de paneles solares en la agricultura en España se encuentra en cubiertas para invernaderos y para la alimentación del sistema de regadío del terreno, similar a la situación en la Unión Europea. Uno de los últimos estudios se realizó en Almería, donde se obtuvo de resultado que el uso de paneles solares para los tomates de invernadero no afecta a la calidad de éstos, pero sí reduce su diámetro.

Existe un proyecto piloto de apicultura en Carmona, donde se juntan una instalación de paneles solares, plantas aromáticas y abejas. En ella se generan 100 MW en 200 hectáreas, con 3 hectáreas dedicadas al cultivo de estas hierbas y entre 50 y 60 colmenas.

SIMILAR COMBINATIONS WITH SOLAR PANELS

In recent years, a multitude of alternatives have been developed in the livestock sector, aquaculture (Aquavoltaics), and beekeeping.

- In the livestock sector, the use of solar panels as a shading method for cattle reduces their thermal stress and increases their welfare. In another study, they found that cattle prefer the shade generated by solar panels to that currently used.
- The placement of solar panels on top of fish farms would reduce evaporation rates and increase animal welfare. In Thailand there are approximately 40,000ha dedicated to aquaculture and could be the necessary measure to achieve the government's goal of generating 20GW of solar energy by 2025.
- Related to the above, the feasibility of placing solar plants together with salt production is being studied, due to the large surface areas it occupies, and the cooling provided by seawater to the solar panels, improving their efficiency.
- Finally, a study conducted in 2020 on beekeeping and solar panels showed that the temperature of the hives protected under these panels was higher than average in winter and lower than average in summer. In addition, the amount of honey collected was 15.8% higher than average and matured two days earlier.



SPAIN SITUATION

The combination of agriculture with solar panels is not yet widespread in the territory, despite being one of the countries in Europe with the highest number of hours of sunshine.

The main use of solar panels in agriculture in Spain is in greenhouse roofs and for the irrigation system of the land, similar to the situation in the European Union. One of the latest studies was carried out in Almería, where it was found that the use of solar panels for greenhouse tomatoes does not affect their quality but does reduce their diameter.

There is a pilot project related to beekeeping in Carmona, where an installation of solar panels, aromatic plants and bees are combined. It generates 100 MW in 200 hectares, with 3 hectares dedicated to the cultivation of these herbs and between 50 and 60 beehives.



CONCLUSIONES

Cada continente tiene una forma distinta de aplicar esta tecnología:

- En Asia, donde existe un mayor consumo de arroz y de pescado, las Agrivoltaics de campo abierto y las Aquavoltaics suponen el principal empuje a las energías solares.
- En Europa la investigación se centra en la aplicación para invernaderos y sistemas de regadío.
- En América, las grandes superficies de terreno dedicadas a la agricultura, la ganadería y la acuacultura impulsan la investigación con los paneles solares, en especial para las áreas rurales.
- Para el caso de España, siendo uno de los países con mayor horas de sol de Europa, podría aplicarse estas tecnologías tanto para los viñedos y hortalizas como para el sector ganadero. Para los huertos solares existentes, podrían implantarse el cultivo de hierbas aromáticas y colmenas.

En definitiva, la combinación de ambos mundos, tanto el de la alimentación como el de la energía solar eléctrica, podrían ser la pieza necesaria para lograr cambiar el futuro y alcanzar la igualdad y bienestar mundial.

CONCLUSIONS

Each continent has a different way of applying this technology:

- In Asia, where there is a higher consumption of rice and fish, open-field Agrivoltaics and Aquavoltaics are the main push for solar energy.
- In Europe, with a smaller land area, research is focused on the application in greenhouses and irrigation systems.
- In the Americas, the large areas of land dedicated to agriculture, livestock and aquaculture are driving the research to combine them with solar panels, especially for rural areas.
- In the case of Spain, being one of the countries with the most hours of sunshine in Europe, these technologies could be applied for vineyards and vegetables as well as for the livestock sector. For existing solar gardens, the cultivation of aromatic herbs and beehives could be implemented.

In short, the combination of the two worlds, both food and solar electric power, could be the necessary building block to change the future and achieve global equality and well-being.