



Fraunhofer
CHILE

FRAUNHOFER CHILE RESEARCH - CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR



**AGRIVOLTAICO:
PROTECCIÓN DE CULTIVOS, AGUA Y
CLIMA CON PANELES FOTOVOLTAICOS**
OCTUBRE 2020

WHITEPAPER

SOBRE ESTE DOCUMENTO

Resumen

Este whitepaper examina la integración de la energía solar con la agricultura en la misma superficie - habilitando el desarrollo sostenible - y explica cómo aporta beneficios para agricultores y para el sector energético en Chile. Describimos la diferencia entre una planta fotovoltaica tradicional y una planta *Agrivoltaica*. Presentamos cómo el microclima bajo de la planta permite a los cultivos adaptarse a los efectos del cambio climático, y aumentar la eficiencia de la generación de electricidad y del uso del recurso hídrico

Fraunhofer Chile Research es el pionero de la tecnología *agrivoltaica* en Chile y LATAM con tres plantas pilotos. Trabajamos con el fin de habilitar a la industria local a comercializar la tecnología como una solución sostenible para proporcionar Energía, Alimentos y Agua.

Autores

M.Sc. David Jung: Ingeniero Mecánico con especialización en Management y Sustentabilidad es responsable para el desarrollo del concepto agrivoltaico dentro de la línea sistemas fotovoltaicos del FCR CSET.

M.Sc. Alois Salmon: Ingeniero Mecánico con especialización en Energía Renovables y Solar a Concentración es el líder la línea sistemas fotovoltaicos del FCR CSET.

Agradecimiento

Los autores agradecen el generoso apoyo financiero proporcionado por la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) en el marco del proyecto 13CEI2-21803.



Center for Solar Energy Technologies

General del Canto 421, Piso 4 – Oficina 402, 7500588, Providencia, Santiago, Chile.



+56 2 23781660



apv@fraunhofer.cl

CONTENIDO

¿Porque integrar la energía solar con la agricultura en la misma superficie?	4
Necesitamos cambio. Necesitamos desarrollo sostenible.	
Chile se enfrenta a problemas fundamentales debido al creciente nexo entre Alimentos, Agua y Energía	
Agrivoltaico como solución integrativa crea beneficios transectoriales	
El concepto Agrivoltaico y sus sinergias en detalle	7
Una idea visionaria	
Conversión de la energía solar: A través de la naturaleza y la tecnología	
Diseño de una planta agrivoltaica	
Microclima protege cultivos, agua y aumenta la eficiencia fotovoltaica	
Inversión en un futuro sostenible	
Agrivoltaico en el mundo	
¿Cómo podemos aprovechar este potencial?	13
Chile cuenta con recursos naturales de nivel mundial	
Con la innovación impulsamos el desarrollo sostenible	
Investigación básica y servicios en todas fases del desarrollo de un proyecto Agrivoltaico	
Somos un equipo multidisciplinario	
Desarrollamos juntos el futuro de un Chile sostenible	

¿PORQUE INTEGRAR LA ENERGIA SOLAR CON LA AGRICULTURA EN LA MISMA SUPERFICIE?

Necesitamos cambio. Necesitamos desarrollo sostenible.

Los alimentos, el agua y la energía son esenciales para el bienestar humano y el desarrollo económico y social. Mientras la demanda en estos bienes aumentará considerablemente en las próximas décadas bajo la presión del crecimiento de la población y de la economía, hay una creciente competencia por los recursos con impactos impredecibles para el medio ambiente: Además de la pérdida de biodiversidad y el cambio del sistema de tierras, el cambio climático y sus efectos son el mayor desafío que hemos enfrentado como humanidad. El mundo cambiará y tendremos

que adaptarnos, pero es responsabilidad y oportunidad de la agricultura y del sector energético mitigar el cambio climático y hacer que el futuro sea sostenible.

En este whitepaper presentamos una solución innovadora que tiene el potencial de ser un elemento clave para el desarrollo sostenible en el sector agrícola y energético, también permitiendo un uso más eficiente del agua.

Chile se enfrenta a problemas fundamentales debido al creciente nexo entre Alimentos, Agua y Energía

Entender el nexo entre Alimentos, Agua y Energía es fundamental para desarrollar medidas sostenibles y preventivas para el cambio climático. La disponibilidad de los tres recursos es fuertemente interdependiente. La oferta de un bien afecta la demanda de otro recurso:

Para producir alimentos se requiere energía y agua, mientras que para la provisión de agua se necesita energía. Además, el suministro de estos bienes y las emisiones asociadas son responsable del cambio climático, y está a su vez influenciada por sus efectos.

En particular, la agricultura chilena - que es responsable del 24 % de las exportaciones y de casi el 10 % del empleo a nivel nacional¹- tiene una gran dependencia del nexo: Para producir alimentos se usa un 88 % del agua en Chile², mientras el sector se considera como el más vulnerable a los efectos adversos del cambio climático.

Por consiguiente, el Ministerio de Medio Ambiente publicó un plan nacional de adaptación al cambio climático que se centra en el uso eficiente de la energía y el agua para bajar la huella de carbono y garantizar que la agricultura siga siendo viable en un clima más cálido y seco. El sector energético chileno también se está adaptando. La política

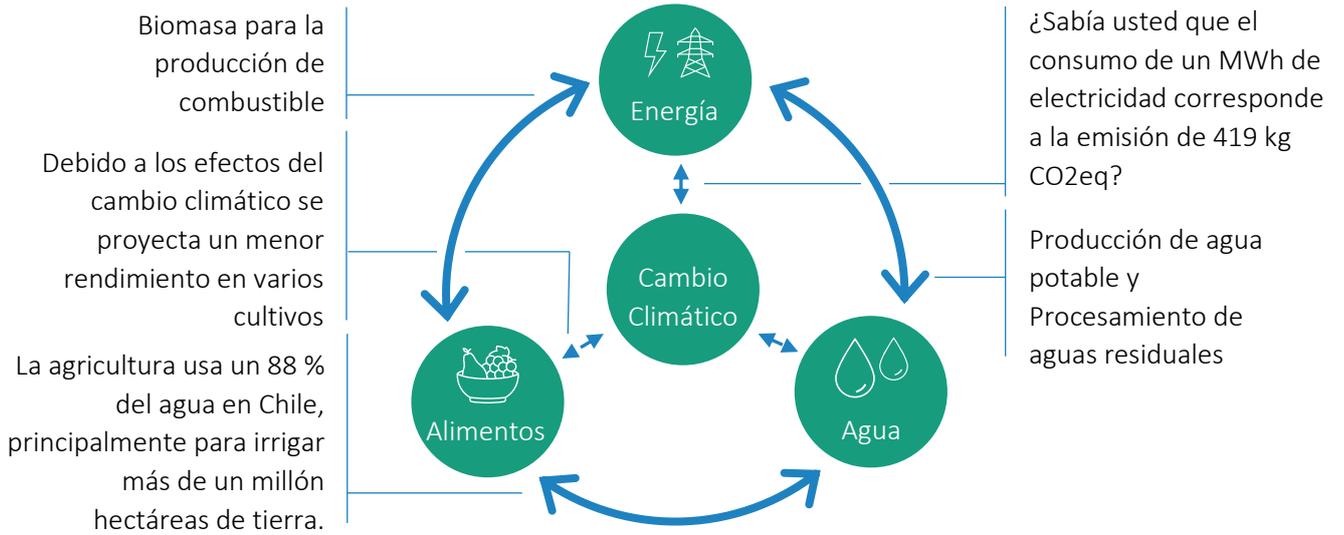
¹ INE. (2020). Encuesta de empleo, Datos trimestre Sept-Nov 2019.

² Escenarios Hídricos 2030. (2018). Radiografía del Agua Brecha y Riesgo Hídrico en Chile.

energética a largo plazo incluye un objetivo de generación de electricidad renovable del 70 % para 2050³.

La infografía demuestra la interrelación entre alimentos, agua y energía junto con información sobre los desafíos chilenos.

Infografía: Nexo entre Alimentos, Agua y Energía



Situación actual en Chile



El sector agrícola cuenta con 301.376 granjas cultivando 2.123.943 ha tierra y representa un 9,0 % de empleos⁴



Chile central: 10 años con un déficit de lluvias del 20-40 %. Se estimó para Chile una brecha hídrica de 82,6 m³/s⁵



56 % de la electricidad se provee por combustibles fósiles, mientras las ERNC generan un 19 %⁶

Previa futura

2050: Demanda de alimentos aumentara más de 50 %

2040: Chile será único país en LATAM con estrés hídrico extremadamente alto

2038: La demanda eléctrica aumenta un 57 %

Política Chilena

Adopción y Mitigación: agricultura resistente con soluciones técnicas

Decálogo de Agua: Mejor gestión, riego tecnificado y más conciencia

Energía 2050: objetivo de generación de electricidad renovable del 70 %

³ Ministerio de Energía. (2016). ENERGY 2050 - Chile's Energy Policy (p. 154). p. 154.

⁴ ODEPA. (2019). Panorama de la agricultura Chilena

⁵ Escenarios Hídricos 2030. (2018). Radiografía del Agua Brecha y Riesgo Hídrico en Chile.

⁶ CNE (2019). Anuario Estadístico De Energía 2018.

Agrivoltaico como solución integrativa crea beneficios transectoriales

Para resolver los desafíos ya se está desarrollando soluciones en la agricultura y el sector energético:

En la agricultura se aumenta la productividad gracias a innovaciones técnicas como la irrigación por goteo y la protección climática de cultivos a través de mallas como demostrado en la Figura 1. Se usa las mallas para evitar golpes de sol, usar agua más eficiente y adelantar o atrasar la cosecha. Esta solución se usa especialmente en la horticultura y los campos frutícolas, donde cubren más de 3000 hectáreas.



Figura 1: Protección climática en la fruticultura chilena⁷



Figura 2: Parque fotovoltaico en Coquimbo⁸

La tecnología fotovoltaica (FV), que permite generar electricidad limpia en base de irradiación solar, está rompiendo paradigmas en el sector energético. Ahora mismo el sistema fotovoltaico es la forma más barata de generar electricidad en Chile y su desarrollo en los últimos años ha sido extraordinario: Hasta 2012 no había prácticamente ninguna instalación que proporcionará electricidad a la red nacional, pero en la actualidad, la energía fotovoltaica representa el 11% de la capacidad instalada total de generación de electricidad.

Pero las soluciones sectoriales pueden causar problemas en otros lugares: Las plantas FV requieren una alta cantidad de terreno y con una mayor expansión de capacidad, encontrar terrenos adecuados se convierte en un problema. En regiones con alta aplicación de la tecnología ya se observa conflictos de uso de suelo con la agricultura. Igual en la agricultura, las mallas, a pesar de sus ventajas, son una carga económica para los agricultores, ya que su vida útil es sólo de unos años. Además, se genera una cantidad considerable de desechos.

El concepto Agrivoltaico **reemplaza las mallas agrícolas con paneles fotovoltaicos** e integra la tecnología fotovoltaica en la agricultura. Así el concepto presenta una solución, que promete tener el potencial de **adaptar la agricultura chilena a los efectos del cambio climático** y al mismo tiempo de **mitigar las causas**, habilitando la **energía solar sin causar conflictos de uso de suelo**. El concepto ofrece **ventajas en todos los aspectos del nexo entre Agua-Energía-Alimentos** que al fin pueden ser puesto en **valor por los agricultores y el sector energético**. En lo siguiente vamos a explicar aspectos técnicos, efectos micro climáticos y el potencial económico de la tecnología.

⁷ Fuente Imagen: <http://www.delsantek.cl/>

⁸ Fuente Imagen: IM2 Energía Solar

EL CONCEPTO ARGIVOLTAICO Y SUS SINERGIAS EN DETALLE

Una idea visionaria

Agrivoltaico es una solución innovadora que combina la generación de electricidad fotovoltaica con la agricultura en el mismo terreno. El concepto fue inventado por Adolf Goetzberger de Fraunhofer ISE en Alemania en el año 1982. En la Figura 3 se muestra el primer diseño de un sistema *Agrivoltaico*, en cual se instala los módulos FV sobre la tierra agrícola, permitiendo un doble uso del suelo. La idea era verdaderamente visionaria, considerando que hace casi 40 años la tecnología fotovoltaica era sólo un experimento y lejos de ser aplicada a gran escala. Pero hoy en día el concepto es más relevante que nunca.

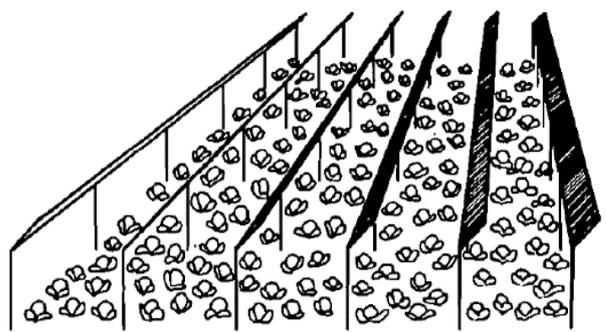


Figura 3: Ilustración del concepto agrivoltaico según Goetzberger (1982)

Conversión de la energía solar: A través de la naturaleza y la tecnología

Los cultivos agrícolas y los parques fotovoltaicos necesitan la radiación solar para ser productivos. Para entender el beneficio para ambos sectores, observemos el proceso de conversión de la radiación solar:

La fotosíntesis

Las plantas utilizan la fotosíntesis para convertir el dióxido de carbono y el agua bajo el uso de la irradiación solar en oxígeno y carbohidratos. Una mayor irradiación generalmente resulta en niveles más altos de fotosíntesis hasta que la formación de biomasa alcanza eventualmente una tasa máxima. El punto en el que la intensidad de la irradiación no aumenta la tasa de fotosíntesis se llama punto de saturación de luz y difiere entre cultivos. Si la radiación solar supera significativamente el punto de saturación, se pueden observar incluso efectos negativos como quemaduras.

Además, el crecimiento de cultivos depende no sólo de la cantidad adecuada de irradiación solar sino también de la disponibilidad de recursos como el dióxido de carbono, el agua, la temperatura, el nitrógeno y los minerales.

El efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico se produce en los semiconductores cuando se exponen a irradiación solar. La radiación absorbida excita los electrones, y los átomos liberan los electrones excitados y se produce una corriente directa. La tasa de conversión de la irradiación solar en electricidad en

las células fotovoltaicas comerciales alcanza valores de hasta el 22,5 %.

La generación de electricidad fotovoltaica se correlaciona directamente con la irradiación solar recibida en la superficie y la temperatura de la célula fotovoltaica. Así que una mayor irradiación conduce a una mayor producción de electricidad.

Hemos identificado características diferentes en los dos procesos de conversión de la energía solar como se puede ver en la Figura 4: Mientras que en el caso de la energía fotovoltaica es cierto que una mayor irradiación conduce a mayor producción de electricidad esa lógica no se aplica a la fotosíntesis, en la que se necesitan recursos adicionales, y un exceso de irradiación no da lugar a un mayor crecimiento, sino que puede tener efectos adversos.

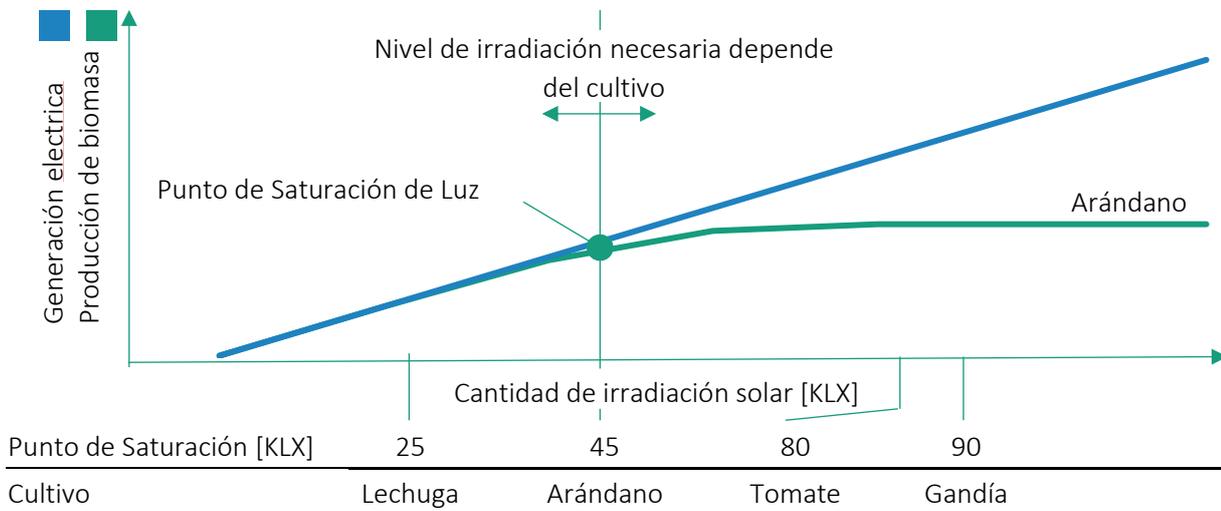


Figura 4: Característica de generación eléctrica y producción de biomasa dependiente de irradiación solar



Diseño de una planta agrivoltaica

Una planta fotovoltaica se diseña con el objetivo de maximizar la cantidad de irradiación solar que llega a los paneles. Por lo tanto, los módulos se instalan en filas inclinadas hacia el sol y se deja un espacio entre las filas para evitar el sombreado mutuo. Así, una planta fotovoltaica todavía deja irradiación solar llegar al suelo. Diseñando una planta agrivoltaica **se adapta el diseño tradicional para garantizar una productividad agrícola óptima** y se considera los distintos requisitos de los cultivos en cuanto a la **intensidad de la luz solar, protección climática, los pasos de trabajo y la maquinaria necesaria**. Se puede hacer una división aproximada en las categorías de plantas agrivoltaicas para cultivos anuales, para la horticultura, para la fruticultura y la viticultura. Para definir la disponibilidad de la luz bajo la planta de manera dirigida y habilitar los procesos agrícolas bajo de una planta *agrivoltaica* se modifica los siguientes parámetros:

Altura

La altura de la estructura depende del tipo de uso agrícola. En Alemania se realizó un piloto APV con una altura de 5 metros para que una cosechadora pueda operar bajo la planta como se puede ver en la Figura 5. Los pilotos de Fraunhofer Chile están diseñados para el uso de tractores bajo de la planta con una altura de 3,5 metros. Nuestros últimos estudios muestran que la aplicación más adecuada de *Agrivoltaico* es en el sector de la horticultura y fruticultura, donde no se utiliza máquinas de gran tamaño y por lo tanto una altura de 2-3 metros es suficiente.

Orientación

La orientación de una planta de APV define la distribución de irradiación bajo de la planta. Para el cultivo de plantas se requiere una irradiación uniforme, lo cual no se obtiene con un diseño tradicional, orientado al norte. La Figura 6 muestra cómo una orientación hacia el norte (0°) da lugar a una sombra persistente debajo de las filas y cómo el perfil de sombra se homogeniza cuando se cambia la orientación. Con una orientación hacia el noreste se proporciona una mejor homogeneidad de la irradiación solar, ya que las sombras se desplazan durante el día

Colocación y tipos de paneles

La colocación de los módulos influye la cantidad de irradiación debajo de la planta APV. Un aumento de la distancia entre las filas resulta consecuentemente en una mayor cantidad de irradiación. Además, también se dispone de paneles solares transmisores de luz, que son muy adecuados para los sistemas agrivoltaicos. Si los cultivos requieren una protección climática muy pronunciada, como en la fruticultura, se instala los módulos como un techo sobre las filas de cultos (mira Figura 7).



Figura 5: Piloto APV del Fraunhofer ISE en Alemania

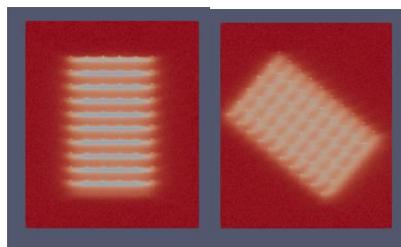


Figura 6: Simulación de Irradiación bajo de una planta APV



Figura 7: Instalación APV con frambuesa en los países bajos⁹

⁹ Fuente Imagen: <https://www.baywa-re.com/en/news/details/baywa-re-grows-agripv-across-the-netherlands/>

Dado que los paneles solares se instalan sobre las plantas, están totalmente expuestos al sol, pero las exigencias de la agricultura pueden hacer que los paneles no estén alineados de manera óptima. Además, un sistema agrivoltaico generalmente tiene una menor producción eléctrica por área. Estos efectos deben tenerse en cuenta cuando se diseña el rendimiento fotovoltaico de un sistema agrivoltaico, pero la gran ventaja es que el concepto pone a disposición nuevas zonas para la instalación de sistemas fotovoltaicos que antes estaban protegidos por la ley. Además, observamos efectos micro-climáticos que no solo prometen impactar positivamente la agricultura, sino también la eficiencia de la generación fotovoltaica.

Microclima protege cultivos, agua y aumenta la eficiencia fotovoltaica

El mayor potencial del Agrivoltaico se estima en las regiones secas y soladas, como las regiones centrales y norte de Chile, donde la agricultura depende de la irrigación y se enfrenta a los efectos adversos de la alta radiación solar. Agricultores están buscando soluciones para crear un microclima optimizado y proteger los cultivos del exceso de irradiación solar. Dependiendo de la ubicación y el diseño de la planta agrivoltaica, se detectan diferentes características en el microclima. Sin embargo, en combinación con las mediciones que realizamos con nuestros pilotos y los resultados del Fraunhofer ISE, se puede resumir en principio:

La radiación solar disponible se reduce de aproximadamente un tercio mientras se observa fluctuaciones de temperatura del aire y del suelo más bajas. Este efecto se intensifica en especial en días particularmente calurosos. La humedad del aire aumenta. En nuestras plantas pilotos medimos un aumento entre un 10 y 20% de humedad relativa bajo de la planta. Por la reducción de irradiación y con un aire más húmedo, se reduce la evapotranspiración que refiere a la evaporación del suelo y la transpiración de los cultivos. Además,

dependiendo de la orientación y el diseño, se puede disminuir la velocidad del viento.

La sombra artificial protege los cultivos de exposición a irradiaciones extremas y permite reducir la probabilidad de golpes de sol y quemaduras. El microclima más húmedo y la disminución de evapotranspiración permiten utilizar el agua para el riego más eficiente y pueden reducir el consumo de agua hasta un 20 por ciento.

También, se ha informado de que el microclima produce temperaturas más bajas en la parte inferior de los módulos fotovoltaicos, lo que mejora la eficiencia de la generación de electricidad. Igualmente, se espera una mayor eficiencia de los módulos bifaciales, que producen electricidad con captura de irradiación con ambos lados, debido a las mayores distancias al suelo y entre las filas.

Como consecuencia, el microclima de una planta agrivoltaica muestra el potencial, como efecto sinérgico, de afectar positivamente tanto a la generación de energía fotovoltaica como a la producción agrícola y permite usar el agua más eficiente.



Sombra artificial



Fluctuaciones de temperatura más bajas



Menos evapotranspiración y más humedad



Disminución de velocidad de viento

Inversión en un futuro sostenible

Las ventajas descritas en el plano técnico-físico deben ser transferibles en valores económicos, para que el concepto pueda aplicarse comercialmente. La energía fotovoltaica ya tiene un caso de negocio viable para el sector de la energía, con plantas a escala de utilidad, así como para agricultores con instalaciones bajo de la ley net-billing. La ley net-billing permite el autoconsumo de electricidad generada y la inyección del exceso de energía en la red a cambio de una remuneración. Las ventajas económicas se reflejan en el número cada vez mayor de sistemas instalados bajo de la ley net-billing.

Los costos para instalar una planta agrivoltaica son generalmente más altos en comparación con una planta FV tradicional, lo que se debe principalmente a la mayor y más compleja subestructura. Pero estos costos adicionales se amortizan para el agricultor que quiere instalar de todos modos protección climática en su terreno. El Agrivoltaico ofrece una solución que permite transferir gastos para la protección climática en una inversión con ventajas económicas y ecológicas. No solo tienen los paneles FV y la estructura una vida útil de 25 años -que supera la vida útil de mallas que es de unos 3-5 años-, sino que también el agricultor

puede generar importantes ahorros en los costos de la electricidad.

Para el sector FV, el Agrivoltaico permite crear acceso a nuevas tierras (campos agrícolas) y a un nuevo mercado (agricultores). También el concepto contribuye a reducir el impacto ambiental de las plantas fotovoltaicas, evitando el conflicto de uso de suelo.

Hay una gran variedad de posibles casos de negocios y financiamiento, que varían entre una inversión de un agricultor que instala una planta agrivoltaica en su propia tierra hasta una inversión de un desarrollador FV que acuerda un diseño agrivoltaico con el agricultor. El uso de energía solar en la agricultura tiene potencial alto con respecto a la descarbonización que es exigido por la política y estratégicamente para ofrecer productos con un sello verde. Entre los posibles usos, el bombeo solar de agua para riego ya ha sido utilizado por la industria. La infraestructura de una planta agrivoltaica además abre la puerta para otras innovaciones tecnológicas como la electromovilidad, la producción de hidrógeno verde, la automatización y temas del área agricultura inteligente.

Como resumen presentamos el potencial y las ventajas del concepto Agrivoltaico según los aspectos del nexo entre Alimentos, Agua y Energía:

 Alimentos	 Agua	 Energía
<ul style="list-style-type: none"> • “Configuración” de microclima ideal para crecimiento de los cultivos • Protección contra golpes de sol y quemaduras • Descarbonización de la agricultura • Infraestructura para aplicaciones de agricultura inteligente 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso más eficiente de agua de irrigación • Energía limpia para bombeo y tratamiento de agua • Posibilidad de multi uso de agua: limpieza de paneles y riego 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos terrenos para instalar capacidad FV • Aumento de eficiencia FV por temperaturas bajas • Aumento de ganancia bifacial por albedo elevado

Agrivoltaico en el mundo

El concepto fue negado durante casi 30 años, pero con el triunfo de la energía fotovoltaica en el mundo, el concepto fue sacado del cajón nuevamente. Ahora mismo, se cuenta con más de 2,8 GWp de capacidad agrivoltaica instalada en todo el mundo. China es responsable de la mayor parte con aproximadamente 1,9 GW, incluyendo la planta más grande del mundo: En el borde del desierto de Gobi se cultiva bayas bajo módulos solares con una capacidad de 700 megavatios (MW), combatiendo la desertificación.

Otros países asiáticos que también han reconocido las oportunidades del Agrivoltaico son Japón y

Corea del Sur. Ambos países dependen de plantas más pequeñas. Más de 1800 sistemas están actualmente instalados en Japón. En Corea del Sur, el Gobierno tiene previsto construir 100.000 sistemas agrivoltaicos para frenar la migración rural.

Aplicaciones comerciales fuera de Asia se encuentran en los países bajos, Italia y Francia, además se ha instalado pilotos académicos en Alemania, los Estados Unidos y aquí en Chile por FCR



APV en la viticultura (Francia)¹⁰



APV en la horticultura (Japón)¹¹



APV con arroz abajo (China)¹²



APV con trigo abajo (Italia)¹³



APV en la fruticultura (NL)¹⁴



APV en pastizales (Alemania)¹⁵

¹⁰ <https://sunagri.fr/>

¹¹ Nagashima (2019). Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production.

¹² <https://zhuanlan.zhihu.com>

¹³ <https://remtec.energy/>

¹⁴ <https://www.baywa-re.com/>

¹⁵ <https://www.next2sun.de/>

¿COMO PODEMOS APROVECHAR ESTE POTENCIAL?

Chile cuenta con recursos naturales de nivel mundial

Chile es un país con excelentes recursos solares y de suelo. Mientras la energía proporcionada por el sol en forma de irradiación es un recurso disponible a nivel mundial, Chile es reconocido como una de las regiones con la mayor irradiación solar de la tierra. En la Región Metropolitana de Santiago, el promedio diario de energía proporcionado por irradiación solar es de 5,61 kWh/m². Para poner este valor en contexto, en Munich, Alemania, donde se instaló 50 GWp (Chile: 2,5 GWp) de capacidad fotovoltaica a nivel nacional, la irradiación solar dispone solo 3,15 kWh/m² al día.

El potencial de los sistemas de energía solar fotovoltaica se ha demostrado en los proyectos de electrificación rural realizados en todo el mundo. En Chile, la producción agrícola del país es una importante actividad económica y generadora de

empleo. Esto, hace que el país, reúna condiciones especialmente favorables para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica en zonas rurales.

En cuanto a la calidad del suelo, las regiones central y meridional han desarrollado suelos aluviales debido a la alta actividad volcánica. La abundancia de riquezas minerales y orgánicas da lugar a un excelente potencial agrícola en estas regiones.

Chile tiene los mejores recursos naturales para dar forma a su futuro de manera sostenible e independiente. El Agrivoltaico puede ser un elemento clave para permitir el desarrollo hacia la creación de valor sostenible adaptado al cambio climático en ambos sectores: La agricultura y el sector energético.

Con la innovación impulsamos el desarrollo sostenible

Fraunhofer Chile Research quiere apoyar la industria local para comercializar la tecnología agrivoltaica como una solución sostenible para proporcionar Energía, Alimentos y Agua. Creemos que la integración de la energía solar tiene el potencial sinérgico de adaptar la agricultura a los efectos de la crisis climática.

Somos expertos interdisciplinarios que desarrollan y prueban el concepto Agrivoltaico bajo condiciones locales, esforzándonos por optimizar los aspectos económicos, ecológicos y sociales. Incluimos a todas las partes involucradas en

nuestras actividades para maximizar los beneficios a lo largo y a lo ancho de la cadena de valor.



Investigación básica y servicios en todas fases del desarrollo de un proyecto Agrivoltaico

Porque nuestra misión es habilitar la industria local, llevamos a cabo una continua investigación básica sobre los temas del Agrivoltaico. También ofrecemos servicios y consultoría a lo largo de toda la cadena de valor, con el fin de crear resultados que sirven como base para las siguientes actividades económicas independientes de nuestros clientes. Desde análisis de potencial hasta aviso legal y diseño:



Estrategia y Análisis de Potencial

- Análisis de potencial geo referencial y del mercado
- Desarrollo de modelos de negocios
- Diseño de políticas y aspectos legales
- Workshops transectoriales



Desarrollo de Proyectos

- Evaluación del sitio y requisitos agrícolas
- Simulación de distribución de irradiación (PAR)
- Diseño de una planta agrivoltaica
- Análisis económico



Apoyo a la Comercialización

- Consultoría independiente
- Evaluación de proveedores y hardware FV
- Pilotos para transferencia de tecnología avanzada



Monitoreo y Apoyo Científico

- Monitoreo rendimiento FV
- Monitoreo productividad agrícola
- Monitoreo microclima
- Publicaciones científicas



Somos un equipo multidisciplinario

El concepto Agrivoltaico es integral y combina dos sectores productivos. Con nuestro equipo especializado y multidisciplinario, que consiste en especialistas de los dos Centros Fraunhofer de Chile: Energía Solar y Biotecnología de Sistemas, juntos con socios del ámbito legal, cubrimos todos los temas e interfaces



David Jung

Desarrollo del Concepto
M.Sc. Ingeniería Mecánica



Marco Vaccarezza

Desarrollo de Negocios
Magister Ingeniería Industrial & MBA



Sharon Rodriguez

Especialista Agrícola
Magister Biología



Alois Salmon

Especialista simulación irradiación y óptica
M.Sc. Energías Renovables



Francisco Aránguiz Mardones

Especialista legal
Abogado (DMC consultores)

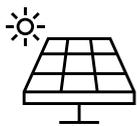
Desarrollamos juntos el futuro de un Chile sostenible

Juntos con todas las partes involucradas queremos desarrollar el concepto del *Agrivoltaico* para la comercialización por la industria chilena. Aquí hemos formulado mensajes a los actores individuales:

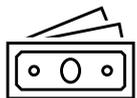


Agricultores: Adaptamos el Agrivoltaico juntos a las necesidades de la agricultura chilena. Desarrollamos una tecnología que permite la integración sinérgica de la energía fotovoltaica para mejorar las condiciones micro climáticas aumentando la productividad agrícola y una solución sostenible a largo plazo contra el cambio climático que presenta una inversión valiosa.

Estamos buscando contacto con agricultores de la horti- y fruticultura, que requieren protección climática para sus cultivos y estén interesados en las ventajas del Agrivoltaico: evitar desechos, minimizar reparaciones, autoconsumo de energía, descarbonización.



Desarrolladores e Instaladores FV: Desarrollamos juntos una solución adaptado al ambiente chileno, que permite crear acceso a nuevas tierras (campos agrícolas) y a un nuevo mercado (agricultores), al tiempo que contribuye a reducir el impacto ambiental de las plantas fotovoltaicas y sirve como un proyecto de gran prestigio.



Bancos e Inversores: Trabajemos juntos para crear nuevos modelos de negocio para la implementación de agrivolático en la agricultura chilena. Estamos trabajando en la prueba de la funcionalidad técnica del concepto para crear confianza en la tecnología.



Instituciones públicas: Fortalezcamos juntos las áreas rurales y trabajamos juntos para empujar el desarrollo sostenible a todos los niveles: económica, ecológica y socialmente con el mayor impacto posible.



Universidades y Estudiantes: Optimicemos aún más el concepto para resolver los problemas en el nexo de Alimentos, Agua y Energía. Hay una serie de interesantes temas de investigación que queremos resolver juntos con universidad y estudiantes.

¡Contactenos y desarrollamos juntos el futuro de un Chile sostenible!



Center for Solar Energy Technologies

General del Canto 421, Piso 4 – Oficina 402, 7500588, Providencia, Santiago, Chile.



+56 2 23781660



apv@fraunhofer.cl