CNR Ministerio de Apricultura CHILE LO HACEMOS TODOS

CARTILLA DIVULGATIVA

RIEGO PRESURIZADO CON ERNC



PROGRAMA

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN RIEGO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN LAS REGIONES DEL BIOBÍO Y LA ARAUCANÍA

1 Introducción

El riego presurizado es un método de riego que consiste en conducir el agua a presión a través de tuberías y aplicar el agua al suelo a través de emisores (goteros, aspersores, microaspersores, microjets) que funcionan con un caudal y presión determinada. Es el método que en los últimos años ha tenido una gran explosión en su uso y que ya en Chile alcanza el 30% de la superficie regada.

Existen dos grandes grupos de métodos de aplicación de agua en el riego presurizado, el riego por aspersión y el microriego. Ambos métodos son los llamados a mejorar la eficiencia en el uso de agua, pero se encuentra condicionado al diseño del sistema y al manejo de este. El riego por aspersión puede aplicarse prácticamente a todo tipo de cultivos, pero en general en Chile lo utilizan para maíz, remolacha, alfalfa, praderas, entre otros. El microriego puede aplicarse prácticamente a todo tipo de cultivos, pero en general en Chile lo utilizan para frutales, hortalizas, cultivos en invernaderos, entre otros.

Las energías renovables se caracterizan porque en su proceso de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana. Entre estas fuentes de energías están: la hidráulica, solar, eólica, biomasa, biocombustibles, de los océanos. Las energías renovables se pueden clasificar en convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento.

1	Introducción	1
2	Riego por aspersión tradicional	2
2.1	Aspersión móvil	2
2.2	Aspersión semifijo	3
2.3	Aspersión fijo.	3
3	Riego Localizado o Micro-Riego	4
3.1	Riego por goteo	4
3.1.1	Líneas de riego de pared gruesa con goteros insertados e integrados	4
3.1.2	Líneas de riego de pared delgada o cintas de riego	5
3.2	Riego por microaspersión y microjet	5
4	Fertirrigación	6
5	Energías renovables utilizadas en riego agrícola	7
5.1	Ventajas de utilizar energías renovables en sistemas de riego	7
5.2	Tipos de energías renovables utilizadas en riego agrícola	8
5.2.1	Energía Eólica	8
5.2.2	Energía micro y minihidroeléctrica	8
5.2.3	Energía solar fotovoltaica (FV)	9
6	Sistemas de riego con energía fotovoltaica	14











Riego por aspersión tradicional

En riego por aspersión tradicional es necesario suministrarle al agua una energía determinada para que ésta circule por las tuberías a presión.

Lo más común es que sean equipos de bombeo quienes aportan la energía necesaria para suministrar el caudal de agua requerido a la presión necesaria para hacer funcionar los emisores correctamente.

El riego por aspersión requiere, al igual que todos los sistemas de riego, para su buen manejo, un apropiado conocimiento de las características de suelos, de la topografía del predio, del tipo de cultivo, de la disponibilidad de agua y de las condiciones climáticas del lugar.

En este sistema de riego, el agua se distribuye por el aire, mediante chorros de agua que dan diámetros de mojamiento superiores a los 12 metros y hasta 50 metros o más, dependiendo del modelo del aspersor utilizado y la presión disponible. El sistema es muy versátil, permite regar desde jardines y parques hasta grandes predios agrícolas.

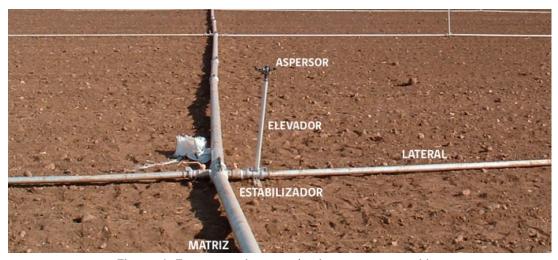


Figura 1. Esquema sistema de riego por aspersión.

2.1 Aspersión móvil

El sistema de riego por aspersión móvil es de montaje eventual, puesto que todos sus elementos son móviles (tuberías matrices y secundarias, laterales, elevadores y aspersores). También el equipo de bombeo puede ser móvil, normalmente accionado por un motor de combustión o motobomba o bien una bomba conectada a la toma de fuerza de un tractor, también conocida como tractobomba o bomba tractorera, que se va cambiando de posición.

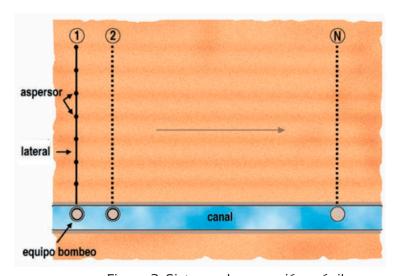


Figura 2. Sistema de aspersión móvil.

2.2 Aspersión semifijo

Este sistema normalmente se caracteriza por tener un equipo de bombeo fijo y la red de tuberías matrices suelen ir enterradas y su conexión a la red de tuberías secundarias y laterales porta aspersores se realiza mediante hidrantes, los que pueden ser de aluminio o PVC (Figura 3).





Figura 3. Tipos de hidrantes: A) hidrante de PVC y B) hidrante de aluminio.

2.3 Aspersión fijo

Son aquellos sistemas que mantienen inmóviles todos los elementos que componen la instalación. La tubería matriz, secundaria y laterales se encuentran enterrados y sólo se observan en el terreno los elevadores para conectar los aspersores. Su uso principal es en empastadas en superficies pequeñas. Una de las ventajas de este sistema tratándose de pequeños agricultores, es que son de muy fácil manejo ya que solo se deben abrir y cerrar válvulas y cambiar aspersores, a menos de que todos los elevadores cuenten con aspersores instalados. La desventaja de este sistema es que obliga a realizar muchas zanjas en

el terreno para instalar las tuberías matrices y porta laterales y el costo en tuberías es alto. Además, tanto la preparación de suelo como el manejo agronómico y cosecha mecanizada del cultivo es dificultosa.

Una variante de estos sistemas fijos son los llamados de "cobertura total" en los que toda la red de tuberías se instala sobre el terreno inmediatamente después de la siembra y se mantiene hasta antes de la cosecha. El manejo es similar a la alternativa enterrada pero se usa más en cultivos como remolacha, achicoria, bulbos de flores, etc. (Figura 4).



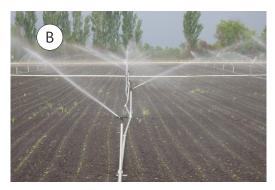


Figura 4. A) Riego por aspersión fijo enterrado y B) cobertura total.





Riego Localizado o Micro-Riego

El microriego o riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta (Figura 5). El agua aplicada por cada emisor humedece un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo.



Figura 5. Aplicación de agua mediante microriego.

3.1 Riego por goteo

El goteo es el sistema de microriego más utilizado en el país y en el mundo, y se caracteriza porque el agua circula a presión por una red de tuberías hasta llegar a los emisores llamados goteros, en los que pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota. Son utilizados tanto en frutales como en cultivos hortícolas ya sea al aire libre como en invernaderos.

3.1.1 Líneas de riego de pared gruesa con goteros insertados e integrados

Los goteros insertados, también llamados "de botón", son aquellos que se insertan externamente en la línea de riego y son fácilmente reconocibles por su particular forma. Los goteros integrados, en cambio, son generalmente de tipo cilíndrico y van ubicados al interior de la línea de riego desde fábrica (figura 6). Los goteros en general pueden ser de flujo regular, que significa que entrega un caudal variable dependiendo de la presión al interior de la línea de riego; o de flujo autocompensado, en los que el caudal de entrega es relativamente constante dentro de un rango de presiones dado por el fabricante, generalmente de 0,5 bar a 3,5 bar.



Figura 6. Riego por goteo con: A) gotero integrado y B) gotero insertado o de botón.

3.1.2 Líneas de riego de pared delgada o cintas de riego

Las llamadas cintas de riego son muy utilizadas en cultivos de hortalizas tanto al aire libre como bajo invernadero y se caracterizan por ser tuberías de paredes muy delgadas por lo que sin agua en su interior tienen una forma aplanada similar a una cinta.

En ellas el gotero puede ir dispuesto de 2 maneras: A) el laberinto del gotero es formado en el mismo material plástico desde fábrica o B) el gotero tiene forma de "pastilla" rectangular y se encuentra integrado en la línea de riego desde fábrica (Figura 7). A ambas se les llama normalmente "cintas de riego".





Figura 7. A) Cinta de riego y B) líneas de riego de pared delgada con gotero integrado.

Dado lo cercano que se encuentran los emisores uno de otro, el riego por cintas tiene la particularidad de que en la superficie del suelo crea una banda continua de humedad (Figura 8) y no en puntos localizados como con las líneas de riego con goteros integrados o insertados.



Figura 8. Banda de mojamiento uniforme en riego por cintas.

3.2 Riego por microaspersión y microjet

En el riego por microaspersión y microjet el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Se utilizan principalmente para frutales como kiwis, nogales, cerezos, paltos y manzanos.



Figura 9. Riego por microaspersión.





En este sistema se distinguen dos tipos de emisores, los microaspersores y los microjets (Figura 10). Los microaspersores son aquellos que cuentan con una pieza giratoria, llamada rotor o bailarina, donde el agua que sale desde un orificio o boquilla impacta el rotor con la presión suficiente para hacerla girar y de esta manera asperje el agua en círculos. Los microjets se diferencian de los anteriores en que el agua sale de la boquilla en forma vertical hacia arriba o hacia abajo e impacta sobre un plato o superficie fija, que puede ser de distintos tamaños y formas, lo que produce diferentes patrones de mojamiento y ángulos de aplicación.



Figura 10. A) Microaspersor y B) microjet.

Fertirrigación

La fertirrigación es una práctica imprescindible cuando se riega de manera tecnificada y consiste en la distribución del fertilizante a través del agua de riego para aportar al cultivo los elementos nutritivos necesarios para un desarrollo adecuado. Es una práctica bastante sencilla y común en microriego pero menos usado en aspersión, salvo en máquinas de riego como los pivotes centrales.

Normalmente los elementos del sistema de fertirriego se instalan en el cabezal de bombeo y antes del sistema del filtrado del equipo de riego con el fin de evitar que las impurezas contenidas en el estanque de fertilizante puedan pasar hacia las líneas de riego.

La inyección de fertilizantes mediante el uso de venturi

es el sistema más usado en proyectos de pequeños agricultores. El venturi es un dispositivo plástico que cuenta con un estrechamiento que provoca una succión que hace que el fertilizante pase desde el depósito o estanque a la red matriz de riego y es regulado por un caudalímetro. Este venturi se instala en una tubería de PVC dispuesta en forma de by-pass, paralela a la tubería matriz de riego (Figuras 11). No requiere de energía adicional para su uso y además proporciona el fertilizante de forma constante y regulada a la red de distribución. Esta modalidad de inyección funciona con una caída de presión en la válvula de compuerta de un 30% (0,7 - 1,0 bar), lo que limita su uso si se dispone de poca presión en la red.

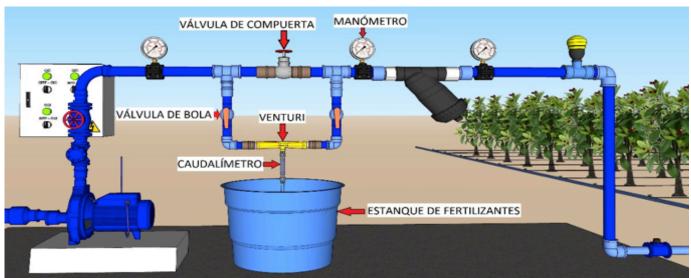


Figura 11. Equipo de fertirriego típico con sistema by-pass y venturi.

Energías renovables utilizadas en riego agrícola

Las energías renovables son aquellas fuentes de energía que podemos encontrar de manera casi ilimitada en la naturaleza, y que su uso contribuye a cuidar el medioambiente, ya que generalmente no producen emisiones contaminantes. Entre las fuentes de energías que encontramos en esta categoría podemos mencionar a la energía hidráulica, solar, eólica, geotérmica, de biomasa y mareomotriz.



Bombeo de agua con energía eólica.



Aerogenerador.



Sistema fotovoltaico para riego



Rueda hidráulica y generador en canal de riego.

Figura 12. Algunos tipos de energía renovables relacionadas con el riego.

5.1 Ventajas de utilizar energías renovables en sistemas de riego

La incorporación de energías renovables en el sector silvoagropecuario tiene un gran potencial de aplicación, puesto que se pueden incorporar a diversos procesos productivos, como riego, ordeña, cámaras de frío, almacenamiento, etc., permitiendo un aumento en la competitividad de la agricultura a todo nivel, debido a una disminución de los costos o autonomía energética, además de permitir el acceso a certificaciones o "sellos verdes" que permitan diferenciar los productos, haciéndolos más atractivos en el mercado nacional y aún más en el internacional. Las energías renovables se presentan como una fuente de energía inagotable y con importantes beneficios

ambientales, porque su utilización no produce emisiones contaminantes. Hoy permiten viabilizar muchas actividades agrícolas, ya que se pueden instalar pequeñas plantas de generación cercanas a los lugares de consumo.

En Chile, para los clientes conectados a la red pública, la incorporación de energía renovable que pueda ser producida por cada agricultor, cuando no es utilizada en el campo o se genera más energía de la que consume, puede ser inyectada al sistema eléctrico convencional, en el marco de la Ley 20.571 también llamada de Generación Distribuida. En palabras simples, mediante un dispositivo electrónico denominado medidor bidireccional, se puede medir cuánta energía está inyectando el sistema FV a la red troncal y cuánta





energía está consumiendo el agricultor de esta red, lo que favorece económicamente a este último al disminuir su consumo de energía en la temporada o "cuenta de luz", facilitando la pequeña y mediana agricultura sostenible.

Esto permite que, por ejemplo, si se instala una planta fotovoltaica para abastecer el consumo energético del sistema de riego en la temporada, el resto de los meses la energía generada puede ser inyectada al sistema, disminuyendo la cuenta de energía eléctrica y/o generando excedentes en algunos casos. Las tarifas (o los valores) a la que se paga la energía inyectada son publicadas por cada compañía distribuidora. Para más información sobre esta modalidad se puede encontrar en la página web del Ministerio de Energía: www.minenergia.cl/ley20571/

Todas las instalaciones de energías renovables y eléctricas tradicionales, deben ser efectuadas por personal competente y de acuerdo a las normas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (www.sec.cl). A esta misma institución del Estado se debe recurrir en el caso de problemas o inconvenientes con la empresa distribuidora local con la que se debe suscribir el contrato de suministro de energía.

5.2 Tipos de energías renovables utilizadas en riego agrícola

En riego, podemos ver la aplicación de energías renovables con bastante éxito, desde larga data. En principio sólo se utilizaba la fuerza del viento o hidráulica para generar movimiento y elevar agua. Posteriormente, con el desarrollo de la electricidad y la tecnología, su utilización migró a la generación de energía eléctrica, dada las posibilidades que esto permite.

Ejemplo de estas aplicaciones son usuales en sur de Chile, donde los recursos eólico e hídrico son abundantes. Con el desarrollo tecnológico se han introducido los aerogeneradores, que producen electricidad para su utilización con bombas convencionales.

El mayor desarrollo y penetración en sistemas de riego lo ha tenido la energía fotovoltaica, la que será desarrollada con mayor profundidad en esta cartilla.

5.2.1 Energía Eólica

Es la energía obtenida por el movimiento de masas de aire, que se produce debido al calentamiento de la tierra por el sol, en el que las corrientes de aire hacen girar las aspas de los "molinos" y aerogeneradores, cuyo movimiento posteriormente se puede transformar en energía cinética, para el bombeo directo, o eléctrica para alimentar una bomba, respectivamente.

Este tipo de energía es variable durante el día debido a que el viento presenta fluctuaciones y no es constante como fuente de alimentación. Los aerogeneradores necesitan mantenciones constantes y que el viento se encuentre entre las velocidades mínimas de operación, del orden de los 5 m/s, y que no superen velocidades máximas para evitar que se dañen las aspas.

Su principal área de desarrollo ha sido la zona costera, sur y austral del país, donde se pueden observar diversas instalaciones con estas tecnologías.

5.2.2 Energía micro y minihidroeléctrica

Es la energía que se obtiene por "la fuerza" que genera el movimiento del agua. Se aprovechan las caídas, desniveles, o saltos de agua para generar movimiento en una turbina o rotor hidráulico, que acoplada a un generador eléctrico produce electricidad (Figura 13). Su desarrollo posee más de 100 años, y su principal ventaja radica en que el recurso hídrico generalmente es estable, por lo que la producción energética puede ser constante.

Las pequeñas centrales se de acuerdo a la potencia instalada se clasifican en pico centrales menos de 5 kW, micro hidro (entre 5 kW y 100 kW) y mini hidro (entre 100 kW y 1000 kW).

Estos equipos requieren mantención, y consideraciones de diseño que permitan asegurar su durabilidad en el tiempo.



Figura 13. Central micro hidro utilizando una bomba turbina.

5.2.3 Energía solar fotovoltaica (FV)

Este tipo de energía es la que recibimos directamente desde el sol como radiación solar, y se puede aprovechar en forma de calor y/o electricidad. La electricidad se genera gracias a las propiedades de ciertos materiales que producen el movimiento de electrones al recibir luz (Silicio, por ejemplo) y se utilizan en celdas para fabricar paneles fotovoltaicos.

Las principales características de la energía solar, es que su comportamiento durante el día es conocido, y existe buenas fuentes de información para el dimensionamiento de los proyectos. En el sitio web **www.minenergia.cl/exploradorsolar**/ se puede

explorar el recurso solar y realizar el cálculo para sistemas FV en cualquier zona del país.

La energía eléctrica que se produce en los paneles FV durante el día, la podemos utilizar en riego. Para ello es necesario contar con los equipos eléctricos que puedan convertir la energía desde los paneles para ser utilizada por la bomba (Figura 14) y el excedente puede ser almacenado en baterías o bien inyectado a la red eléctrica convencional, dependiendo de la configuración de cada proyecto.

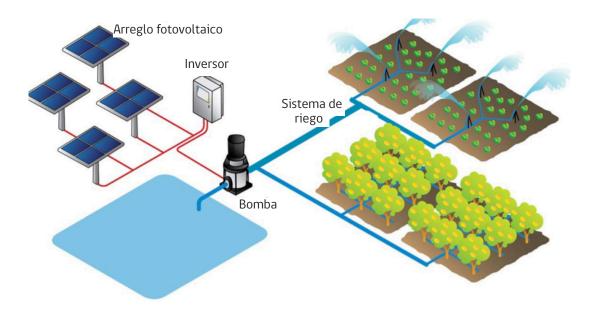


Figura 14. Esquema de un sistema de riego alimentado con energía FV.





Si la energía que se genera es inyectada a la red eléctrica convencional, el tipo de sistema se denomina **on grid**. Si la energía que se genera, no se inyecta a la red y sólo se utiliza para una red interna o un consumo aislado, como una bomba o una casa, este tipo de sistema se denomina **off grid** (Figura 15).

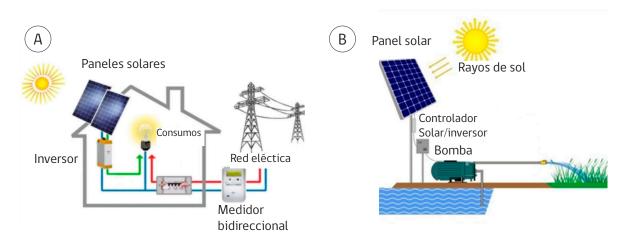


Figura 15. Configuración de un sistema FV:

A) esquema de sistema on grid y B) esquema de sistema off grid para riego directo.

Descripción general de los componentes de un sistema solar FV

Dependiendo de la configuración y la necesidad, los componentes del sistema FV pueden variar (Figura 16). La configuración más sencilla incluirá paneles FV y un inversor o controlador que permita utilizar la energía directamente. Esto puede ser para autoconsumo e inyectar los excedentes a la red pública en un sistema on grid, o bien para bombeo, en un sistema off grid. En este último caso, se conectará el equipo de bombeo directo a un controlador o inversor con variador de frecuencia, dependiendo del tipo de bomba, para utilizar el sistema sólo cuando haya luz solar.

Si se necesita utilizar energía fuera de las horas de sol, o utilizar una bomba, como si estuviera conectada a la red o un generador, se necesitará además de los elementos anteriores, un regulador de carga y baterías que almacenen la energía.

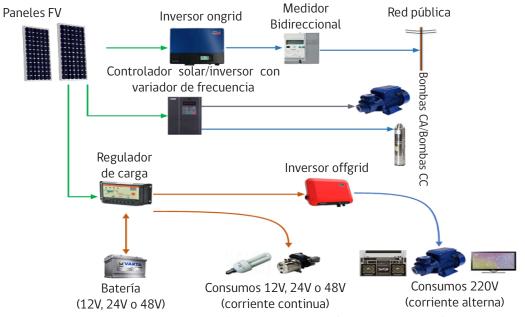


Figura 16. Componentes de un sistema solar FV.

Módulo fotovoltaico

El módulo FV es el corazón de cualquier tipo de instalación y está compuesto por celdas fotovoltaicas que se interconectan para formar un panel (Figura 17). Aquí es donde se convierte la energía del sol en energía eléctrica en corriente continua, la misma que se almacena en una pila o batería de auto o de celular.

Dependiendo del requerimiento energético, será necesario interconectar paneles para obtener la potencia necesaria que requiera el sistema. Al estar las celdas y los paneles interconectados, la limpieza del sistema y las sombras que puedan afectar son elementos fundamentales que se deben tener en consideración. De otra forma el sistema ve reducida su capacidad de operación..

Si bien la vida útil de los paneles FV es superior a los 25 años, la capacidad de los materiales empleados para la conversión de luz en energía eléctrica se reduce con el tiempo. Un buen panel no debiera perder más del 10% de esa capacidad a los 10 años y 20% a los 20 años, por lo que es necesario considerar este factor en el dimensionamiento de las instalaciones FV, y sobre todo en la calidad de los paneles, ya que este factor es importante en el desempeño del sistema en el tiempo.

Los paneles poseen una placa en la parte posterior que entrega información vital para el diseño y la selección de equipos (Figura 18).

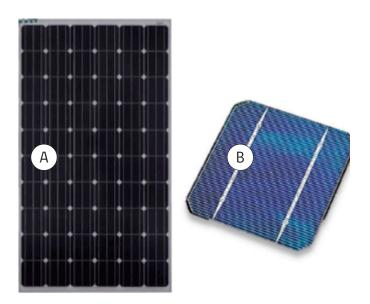


Figura 17. A) Panel fotovoltaico y B) celdas fotovoltaicas.

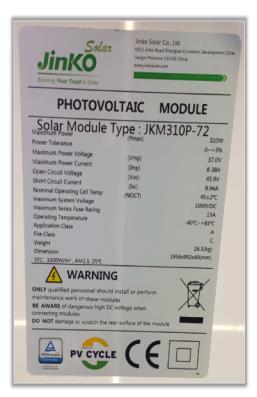


Figura 18. Placa informativa al reverso de un panel solar FV.





La mantención que se requiere es bastante sencilla, y consiste en mantener la limpieza de los paneles, y verificar que las conexiones eléctricas y anclajes se encuentren sin problemas.

Es recomendable que la limpieza se realice cuando los paneles se encuentren fríos -por las mañanas o por la noche- con un paño suave y húmedo, solo con agua, o con goma limpiavidrios, que permita la remoción de polvo, partículas y otros tipos de elementos (excremento de aves, por ejemplo), y posteriormente secar si fuese necesario. No es recomendable el uso de productos químicos o abrasivos que no estén expresamente recomendados por el fabricante, ya que estos pueden causar daño o disminuir la eficiencia del panel.

La periodicidad de la limpieza dependerá del lugar donde se emplacen los paneles. Si es cercano a caminos sin pavimentar o zonas con mucho polvo, la frecuencia de limpieza debiera ser mayor. Siempre es necesaria la realización de una inspección visual periódica para determinar la necesidad de limpieza.

Lo que nunca se debe realizar es la desconexión de los paneles, porque se pueden producir quemaduras u otros graves daños a las personas.

Inversor

Para utilizar la energía que se produce en los paneles FV o se encuentra almacenada en baterías (corriente continua), es necesario cambiar los parámetros eléctricos (tensión, intensidad, frecuencia) que se requieren para ser utilizada en sistemas convencionales (corriente alterna). Esta conversión se realiza dentro del inversor por medio de electrónica, con una alta eficiencia, sobre 96% (Figura 19).



Figura 19. Diferentes modelos de inversores.

El inversor permitirá que la energía que podamos obtener de los paneles FV o baterías, sea ocupada directamente por el equipo que queramos utilizar o inyectada a la red pública cuando tengamos excedentes.

Los inversores son equipos robustos y con poca intervención del usuario. La mayoría solo posee un interruptor de encendido y apagado e indicadores de funcionamiento, cuando están inyectando energía o de alarmas en caso de falla. Su vida útil es superior a los 10 años.

Los elementos fundamentales para la elección de un inversor son la potencia demandada, por ejemplo, por el equipo de riego, y la aplicación en que se utilizará. Un inversor para inyección a la red (on grid) no sirve para aplicaciones off grid.

Como la mayoría de los equipos que utilizamos con energía convencional funcionan con un suministro continuo y estable (bombas, ampolletas, radios, etc.), en los casos en que no exista red pública (off grid) deberemos agregar elementos electrónicos que permitan hacerlos funcionar. Esto se puede realizar de 2 maneras:

a) La configuración convencional off grid, almacena en baterías la energía que se produce en los paneles durante el día, y desde ahí, se consume en $12\,V/24\,V$, o bien el inversor extrae la energía en corriente continua para realizar la conversión a corriente alterna.

b) En riego, también se puede conectar un inversor con variador de frecuencia, directo a una bomba. Esto permite que la bomba funcione con una velocidad variable, por lo que el caudal y presión que se tengan no serán constantes. Esta aplicación es muy útil para la elevación y acumulación de agua, o el riego con sectores diseñados especialmente para cada valor horario.

Regulador de carga

Este dispositivo se encarga de controlar, por medio de electrónica, la energía que ingresa a las baterías, y regula permanentemente la intensidad de carga para alargar la vida útil de las baterías (Figura 20).

Su función es evitar sobrecargas y sobredescargas profundas de las baterías. Poseen una salida de

Figura 20. Ejemplos de reguladores de carga.

energía en 12 V /24 V que puede ser conectada directo a consumos en esa tensión o a un inversor para utilizar equipos convencionales (usualmente 220 V).

La mayoría de estos equipos poseen un display o indicadores, que entregan al usuario información acerca del funcionamiento y estado del sistema. Según los valores que presente, se podrá saber si el sistema puede ser utilizado, cuanta carga falta, si existen fallas, etc.

La elección del regulador de carga dependerá de los parámetros técnicos que especifiquen los paneles, ya que existe restricción directa en este requisito.

Existen reguladores individuales, y también los hay integrados con inversores para aplicaciones off grid. Dado que los inversores y reguladores de carga realizan su trabajo por medio de electrónica, en caso de fallas, la mayoría de las veces es necesario el reemplazo del equipo, ya que su reparación es compleja o debe ser

realizada por técnicos especializados.

Por esto es muy importante que, para extender su vida útil, los equipos estén bien dimensionados, instalados con los elementos correspondientes (cables y conectores) y los sistemas cuenten con las protecciones eléctricas necesarias.

Almacenamiento de energía

Cuando tenemos sistemas off grid, con almacenamiento de energía excedente, es clave la buena elección de la unidad de almacenamiento. El mayor desarrollo tecnológico en los últimos años en materia de energías renovables ha estado enfocado en cómo almacenar la energía que podemos obtener de la naturaleza para poder utilizarla posteriormente en distintos momentos, o para usarla con equipos que no funcionan si no es con un suministro continuo.

Actualmente los medios de almacenamiento más utilizados en instalaciones solares son las baterías, dentro de las cuales encontramos de gel, plomo ácido, OPZS, entre otras (Figura 21).

Dado que el proceso de almacenamiento de energía en las baterías se realiza por medio de una reacción química, existe una cantidad limitada de ciclos (cargadescarga) para su utilización.





Figura 21. Distintos tipos de baterías para sistemas fotovoltaicos.

Dependiendo del uso que se les dé a las baterías, estas se clasifican en ciclo profundo o ciclo corto. Una batería de uso automotriz, por ejemplo, está diseñada para entregar una gran cantidad de energía, cercana a su capacidad nominal, en un breve periodo de tiempo, y posteriormente se vuelve a cargar, por lo que se denomina de ciclo corto. En aplicaciones donde se requiere un suministro constante de energía – una baja fracción de la capacidad nominal de la batería – por un período de tiempo largo,

de 10 horas, por ejemplo, antes de proceder a su carga, se denomina ciclo profundo, ya que estas baterías están diseñadas para ser descargadas regularmente. Típicamente pueden descargarse entre un 50% y un 80%. Aunque se pueden descargar por debajo del 20%, no es recomendable hacerlo de manera periódica, ya que esto acorta la vida útil de la batería. Dado el volumen de energía que permiten almacenar cada una de las baterías, el cual es limitado, se deben interconectar entre ellas para aumentar su capacidad,





formando un grupo o banco de baterías, que permite almacenar la energía que el sistema necesita (Figura 22).



Figura 22. Banco de baterías de ciclo profundo.

El tipo y número de baterías debe determinarse adecuadamente, sobre todo porque son el componente del sistema que menor vida útil puede presentar.

Un banco de baterías que se cargue y descargue muchas veces a la máxima capacidad, reducirá su vida útil. Un banco de baterías dimensionado para descargarse menos de un 50% de su capacidad extenderá considerablemente su vida útil. Estos valores se programan y controlan en el regulador de carga.

Otro de los factores que afecta la vida útil de las baterías es la temperatura, por lo que deben ser instaladas en lugares donde se las proteja del frío y calor, y cuenten con una buena ventilación.

Las baterías convencionales de autos o maquinaria agrícola no están diseñadas para soportar ciclos de carga y descargas continuos por lo que no deben ser utilizadas en sistemas FV.

Medidor bidireccional

Cuando estamos frente a un sistema on grid o conectado a red, es necesario contar con un dispositivo que pueda registrar tanto los consumos de energía desde la compañía eléctrica cómo las inyecciones hacia ella que genere nuestro sistema, con el objeto de que se puedan valorizar ambos valores en la cuenta de consumo mensual. Este dispositivo es el denominado medidor bidireccional (Figura 23).

El cambio de medidor (o su reprogramación en el caso de los trifásicos) debe ser realizado por instaladores de la compañía distribuidora respectiva.



Figura 23. Medidores eléctricos bidireccionales, monofásicos y trifásicos.

6 Sistemas de riego con energía fotovoltaica

La incorporación de energías renovables en riego presenta varias alternativas de implementación y diseño.

Tradicionalmente, los primeros sistemas de riego abastecidos eléctricamente con energías renovables se utilizaron para elevar agua a un estanque o acumulador en altura y, desde ahí, ser distribuida para regar con la presión dado por el desnivel respecto a la zona cultivada. Estos sistemas utilizaron bombas especiales llamadas normalmente "bombas solares", de corriente continua, y diseñadas para funcionar con energías renovables.

En los últimos años, el avance tecnológico y electrónico ha permitido el desarrollo de inversores con variadores de frecuencia que permiten el uso de bombas convencionales de corriente alterna en la implementación en este tipo de sistemas de riego con acumulación, por lo que su implementación se ha extendido, principalmente debido a que es menor la cantidad de elementos que se requieren para operar: paneles FV y el inversor-variador para la bomba. Esta modalidad permite regar mientras se tenga agua suficiente en el acumulador (Figura 24).



Figura 24. Sistema FV de riego con acumulación.

También se pueden implementar sistemas de riego directo, con este mismo tipo de inversor-variador de frecuencia, dimensionando los sectores de riego para el sistema FV. Para esto se diseñan los sectores de riego de acuerdo a la curva de producción energética del arreglo FV, o se puede sobredimensionar este último para extender la operación del sistema de riego la mayor cantidad de horas del día con el fin de utilizar un caudal y presión homogéneos. En esta modalidad se puede regar sólo cuando exista radiación solar (Figura 25).

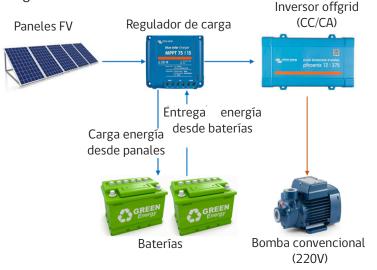


Figura 26. Sistema FV de bombeo en corriente alterna con almacenamiento en baterías (off grid).

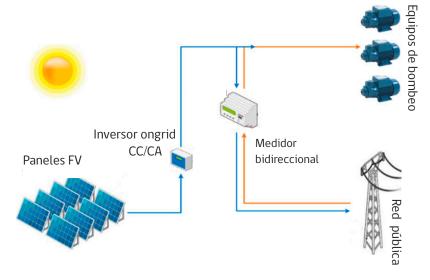


Figura 27. Sistema FV de bombeo en corriente alterna con inyección a red (on grid).

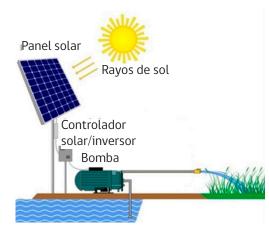


Figura 25. Sistema FV de riego directo.

Cuando no hay posibilidad de conexión a red y no es posible regar sólo durante las horas de sol o no se puede acumular agua en altura para presurizar el riego, se debe necesariamente instalar un sistema FV con acumulación de energía en baterías (Figura 26).

Para esto es fundamental que el diseño y dimensionamiento del sistema FV y baterías se realice en función de la demanda eléctrica del sistema de riego (potencia de la bomba, en kW, multiplicada por las horas de riego). En este caso, el requerimiento energético de bombeo en horas de poca radiación o de noche, deberá ser satisfecho completamente por las baterías, las que deberán ser cargadas por el arreglo FV.

Si se quiere energizar un sistema convencional, que cuenta con suministro eléctrico desde la red pública, y utilizar los beneficios de la ley de Generación Distribuida (Ley 20.571), se puede incorporar el uso de energías renovables para autoconsumo. Esto implica determinar la demanda energética del sistema de riego y luego dimensionar el sistema FV para esa demanda (Figura 27).







PROGRAMA

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN RIEGO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN LAS REGIONES DEL BIOBÍO Y LA ARAUCANÍA

Contacto:

Comisión Nacional de Riego Avda Libertador Bernardo O'Higgins 1449 Piso 4 Santiago Fono: (56-2) 2 425 7990 www.cnr.gob.cl

