



SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
División Protección de los Recursos Naturales Renovables
CONVENIO CNR-SAG

MANUAL

OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO CON GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Curso
DISEÑO Y SEGUIMIENTO
DE OBRAS DE RIEGO INTRAPREDIAL
CON ERNC



SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
MANUAL OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO
CON GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

EDICIÓN TÉCNICA
Centro de Comunicación Audiovisual (VIDEOSUR)

DOCENTE:
Rodrigo Ahumada Briones
Ingeniero Agrónomo, Centro de Comunicación Audiovisual (VIDEOSUR)

REVISIÓN TÉCNICA SAG
Juan Arias Moya
Ingeniero Agrónomo, Servicio Agrícola y Ganadero
COORDINADOR CONVENIO CNR-SAG

EDICIÓN Y DISEÑO
Departamento de Comunicaciones y Participación Ciudadana
Servicio Agrícola y Ganadero

PRIMERA EDICIÓN: octubre de 2019

Esta obra puede ser reproducida total o parcialmente y de cualquier forma, sólo con propósitos educacionales y no comerciales, mencionando la fuente de origen.

ÍNDICE

CURSO: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO	5
INTRODUCCIÓN	5
COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO	5
1. EL CABEZAL DE RIEGO	6
1.1. Equipo de bombeo.	6
1.2. Equipo de filtrado.	7
1.3. Equipo de fertilización.	8
1.4. Dispositivos de medición y control.	9
1.5. Dispositivos de Automatización.	9
2. RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA	9
2.1. Tubería matriz o principal.	9
2.2. Tuberías secundarias.	10
2.3. Tuberías terciarias.	10
2.4. Tuberías laterales.	10
3. EMISORES	10
CONCEPTOS BASICOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	11
1. INFORMACIÓN BÁSICA.	11
2. DISEÑO AGRONÓMICO.	11
3. DISEÑO HIDRÁULICO.	11
SELECCIÓN E INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO	12
1. SELECCIÓN DE COMPONENTES SISTEMA DE RIEGO	12
1.1. Cabezal de Riego.	12
1.1.1. Selección de Equipo de Bombeo.	13

1.1.2. Selección de Equipo de Filtración.	13
1.2. Red Hidráulica.	13
2. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO	14
2.1. Etapas previas a la Instalación del Proyecto.	14
2.2. Instalación del sistema de Riego.	14
2.2.1. Instalación del Cabezal de riego o Centro de Control.	14
2.2.2. Red Hidráulica y Automatismo.	14
3. PUESTA EN MARCHA EQUIPO DE RIEGO	15
3.1 Calibración del equipo.	16
4. PROGRAMACION DE RIEGO	16
5. OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE RIEGO	16
MANTENCION DE SISTEMAS DE RIEGO	17
1. MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO	17
1.1. Fuente de Agua y Tubería de Succión.	17
1.2. Motores y Bombas.	19
1.3. Filtros.	22
1.3.1. Filtros de Arena.	22
1.3.2. Filtros de Malla.	22
1.3.3. Filtro de Anillas.	22
1.4. Válvulas	23
1.5. Emisores, Laterales y Matrices.	23
1.5.1. Lavado de la red de riego	24
Aplicación de Ácido	
Aplicación de Cloro	
Secuencia de Mantenición.	
CURSO: OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA RIEGO	33
Tipología y componentes de los sistemas fotovoltaicos.	35
INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN	38
Azimut de Módulo Fotovoltaico	38
Inclinación	39
CÁLCULO DE SOMBRAS	40
Descripción de los Sistemas de bombeo solar	41
COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR Y DISEÑO Y TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS	43

Bombas	43
Sistema generador (paneles solares fotovoltaicos)	44
Sistema de adaptación y conversión	44
Estructura de soporte	45
Sistema de riego	45
Protecciones	46
Modo de operar con los distintos componentes del Sistema Solar Fotovoltaico	47
MÓDULOS	47
ESTRUCTURA	47
PROTECCIONES CC Y CA	48
Sistemas aislados	48
SISTEMAS DE BOMBEO DIRECTO	49
SISTEMAS CONECTADOS A LA RED	50
Guía de chequeo	51
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS	52
SISTEMAS BOMBEO FOTOVOLTAICO	53
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED	54
Tipos de mantenimiento y su función	55
MANTENIMIENTO DE USO Y PREVENTIVO	55
Campo solar	55
Estructura	56
Componentes electrónicos	56
Buenas y malas prácticas	57
BUENAS PRÁCTICAS EN LABORES DE MANTENCIÓN	57
MALAS PRÁCTICAS EN LABORES DE MANTENCIÓN	57
BUENAS PRÁCTICAS EN LABORES DE OPERACIÓN	57
MALAS PRÁCTICAS EN LABORES DE OPERACIÓN	58
HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO	58
Fallos más comunes y sus posibles consecuencias	59
CÓMO PROCEDER PARA SU SOLUCIÓN	59
PAROS POR SENSOR Y PAROS POR AVERÍA	59

INTRODUCCIÓN



OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO

CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

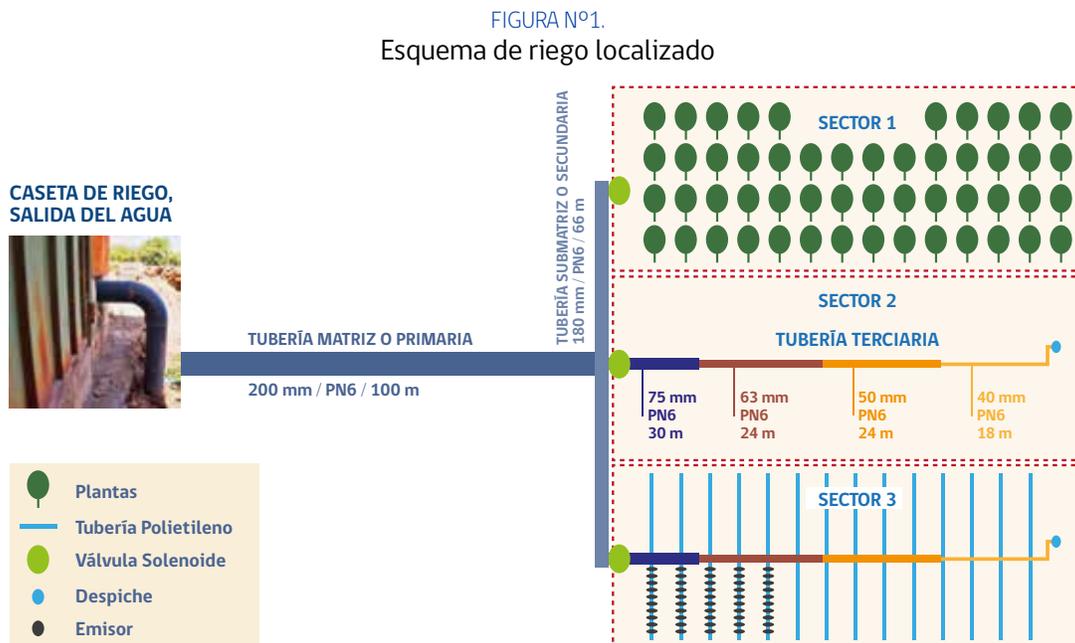
INTRODUCCIÓN

El sistema de riego tecnificado consiste en aplicar agua localizadamente a los cultivos sin necesidad de mojar toda la superficie del suelo, a intervalos frecuentes. Para ello se utilizan generalmente una caseta o cabezal de riego, tuberías de PVC, tuberías de polietileno y diversos tipos de emisores (goteo, cintas, microjet o microaspersión). La idea es mantener el porcentaje de suelo mojado (PSM) a capacidad de campo ya que a partir de este contenido de humedad la planta puede comenzar a extraer agua y nutrientes del suelo.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO

Un sistema de riego localizado está conformado por 3 componentes fundamentales:

- » Cabezal de riego
- » Red de conducción y distribución de agua
- » Emisores



1. EL CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego o centro de control comprende un conjunto de elementos y equipos que permiten impulsar, filtrar y controlar el agua de riego. Adicionalmente, permite incorporar los fertilizantes o pesticidas al agua de riego

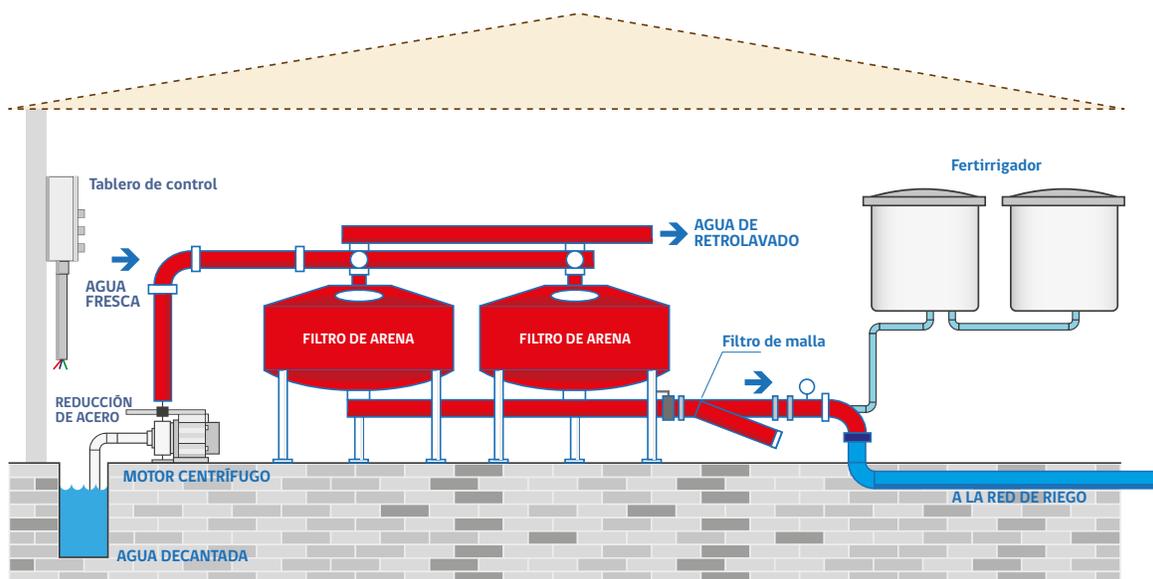


FIGURA N°2.
Esquema de un Cabezal de Riego.

1.1. Equipo de bombeo

La unidad de bombeo tiene por objeto extraer el agua desde la fuente (pozo, tranque o estanque) e impulsarla a los filtros, tuberías (principal, secundaria y terciaria) hasta llegar a los emisores.

Normalmente la unidad de bombeo se ubica junto a la fuente de agua y lo más cerca de la fuente de energía disponible.

Generalmente, en riego agrícola se utilizan bombas centrífugas de eje horizontal para aguas superficiales y bombas de pozo profundo (de eje vertical) cuando es necesario captar aguas subterráneas.

1.2. Equipo de filtrado



FOTOGRAFÍA N°2
Equipos de Filtración de un Cabezal de Riego.
(Fuente docente).

Los filtros son un componente esencial del cabezal de riego ya que las aguas traen en suspensión gran cantidad de partículas que finalmente producen la obturación de los emisores afectando directamente la cantidad de agua que emiten. En la Tabla N°1 se muestra un resumen del uso de filtro según partículas contaminantes.

TIPO CONTAMINANTE	FILTRO DE GRAVA	FILTRO DE MALLA	FILTRO DE ANILLA
Arena	-	X	X
Limos y arcillas	X	X	X
Orgánicos	X	X	X

TABLA N°1.
Uso de filtro según partículas contaminantes.

Cuando el agua disponible para regar contiene gran cantidad de impurezas, es recomendable usar decantadores en la captación, que se instalan al ingreso de la fuente de agua, para así facilitar un buen funcionamiento de todo el sistema de riego.

Existe gran variedad de filtros- los más usados son los de grava o arena, de malla y de anillas- y su selección, dependerá de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes.



FOTOGRAFÍA N°2.
Filtros de arena, malla y Anillas.
(Fuente Docente -CNR-SAG).

1.3 Equipo de fertilización

Para incorporar fertilizantes al sistema de riego es necesario contar con un tanque de fertilización y un sistema inyector.



FOTOGRAFÍA N°3.
Componentes unidad de fertirrigación.
(Fuente docente).

El estanque de fertilización corresponde al estanque donde se harán las mezclas de fertilizantes

El Sistema Inyector corresponde al mecanismo utilizado para succionar la mezcla disuelta en el depósito e incorporarla a la red de riego. Las unidades inyectoras más usadas son la succión a la bomba de riego, bomba inyectora, Venturi o una combinación de estos últimos.

1.4 Dispositivos de medición y control

Existen una serie de elementos en el centro de control que permiten manejar, controlar y realizar el riego de forma adecuada. Entre ellos, los medidores de caudal, medidores de presión, reguladores de presión, válvulas, programadores, etc.

1.5 Dispositivos de Automatización

Los principales dispositivos de automatización son el tablero eléctrico, el programador de riego y las válvulas solenoides; ya que permiten accionar el sistema de riego (cierre o apertura de los sectores de riego).



FOTOGRAFÍA Nº4.
Dispositivos de Automatización del Riego.
(Archivo CNR)

2. RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

La red de tuberías constituye el sistema de distribución del agua, desde el cabezal de control hasta el punto de emisión en las plantas. La red la componen tuberías principales, secundarias y terciarias

2.1 Tubería matriz o principal

Las tuberías principales o matrices son las que conducen el agua desde el cabezal de control hasta los puntos en que se deriva hacia diferentes sectores de riego, dentro del mismo predio.

2.2 Tuberías secundarias

La tubería secundaria conecta la matriz con la tubería terciaria.

2.3 Tuberías terciarias

Las tuberías terciarias son las que entregan el agua a las tuberías laterales. Al igual que las anteriores van enterradas, por lo general son de diámetros menores y se instalan en forma telescópicas dentro de un sector.

2.4 Tuberías laterales

Las tuberías laterales son de polietileno y su diámetro varía entre 12 mm y 20 mm. Generalmente van sobre la superficie a lo largo de las hileras del cultivo y son las encargadas de alojar o conectar los emisores.

3. EMISORES

Los emisores son los dispositivos mediante los cuales el agua pasa de la red de tuberías al suelo a regar. Existe una amplia gama de marcas y modelos de emisores. Dentro de ellos podemos distinguir los emisores clásicos y los autocompensados.

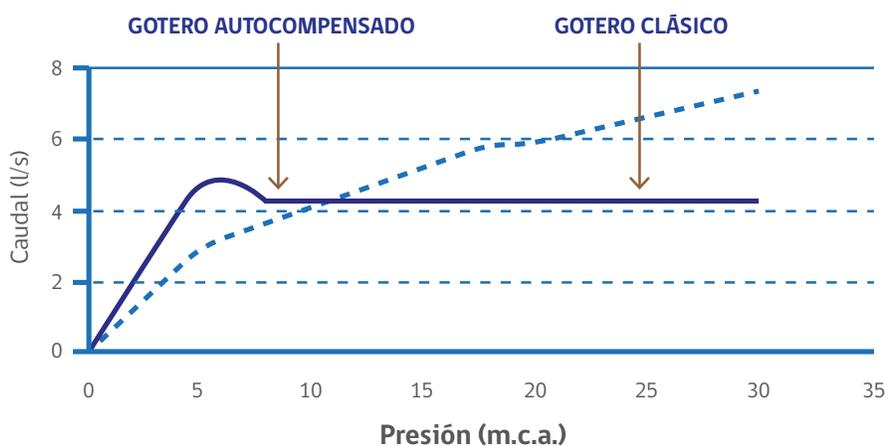


FIGURA N°3.

Curva de Funcionamiento de un Emisor Clásico v/s uno Autocompensado.

Los emisores más comunes son los Goteros, las cintas de riego, los microjet y los microaspersores.

Cada uno con sus características propias que se adaptan mejores a cada condición particular de cada cultivo, clima y suelo.

CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Tres son los aspectos relevantes que se deben considerar para el diseño de un sistema de riego localizado:

- » Información básica
- » Diseño agronómico
- » Diseño hidráulico

1. INFORMACIÓN BÁSICA

La información básica necesaria, es la siguiente:

- » Suelo y su topografía (plano topográfico)
- » Cultivo a establecer: superficie, tipo de cultivo, marco de plantación
- » Recurso agua: caudal total disponible, calidad del agua
- » Disponibilidad y tipo de energía
- » Horas que se puede regar cada día
- » Evapotranspiración potencial máxima diaria

2. DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico es fundamental para generar un sistema de riego adecuado para lo que se requiera. Nos permite determinar la necesidad de agua del cultivo, el caudal que se debe aplicar en cada riego, tiempo de riego, cantidad y disposición de los emisores y número de sectores.

3. DISEÑO HIDRÁULICO

Una vez definidos los emisores, la distancia entre tuberías laterales, la distancia de los emisores en la tubería lateral, las unidades y sectores en que se dividirá el área a regar, la ubicación del cabezal de control; es posible diseñar la red de tuberías determinando el diámetro de los tubos, las pérdidas de carga en tuberías y piezas especiales, y las presiones de operación en los puntos críticos de la red. Luego, se continua con el diseño hidráulico del centro de control.

SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

1. SELECCIÓN DE COMPONENTES SISTEMA DE RIEGO

Una vez que el equipo de riego ha sido diseñado, comienza la etapa de selección de algunos componentes del sistema.

1.1. CABEZAL DE RIEGO



FOTOGRAFÍA N°5.

Componentes de una Caseta de Riego Tecnificado,
(Archivo CNR-SAG)

1.1.1. Selección de Equipo de Bombeo

Existen en el mercado chileno una serie de marcas y modelos de equipos de bombeos que pueden cumplir con los requerimientos de presión y caudal. Para ello se debe buscar en el catálogo el modelo que se ajuste a los requerimientos

1.1.2. Selección de Equipo de Filtración.

Para seleccionar un equipo de filtración, lo primero es conocer el origen y la calidad de las aguas con la que cuenta el predio. Obviamente, el equipo de filtración debe ser capaz de operar en la condición más crítica de esa agua, como por ejemplo en periodos de deshielos en el caso de aguas provenientes de la cordillera.

Luego, una vez definido el tipo de filtro a usar se debe seleccionar, al igual que la bomba, la marca y modelo de filtro. Para ello se debe recurrir al catálogo para encontrar el modelo que se ajuste al caudal que debe filtrar.

1.2. RED HIDRÁULICA

Durante el proceso de diseño de cada tramo de conducción de agua, se debe elegir la tubería más adecuada para movilizar el agua de un punto a otro.

La selección de una válvula eléctrica se realiza teniendo en cuenta el caudal que debe pasar por ella para abrir el sector o sub-sector de riego y la pérdida de carga que ocasionara ese caudal. Al igual que la selección de la bomba y los filtros se debe recurrir al catálogo para ver el comportamiento de la válvula a los diferentes caudales que será expuesta.

Finalmente, la selección del emisor debe realizarse en la etapa de diseño - antes de la instalación - ya que las características técnicas de calidad y fabricación influyen directamente en la uniformidad del equipo que se está diseñando. Por ello, con anterioridad se debió definir:

- » Marca
- » Modelo
- » Tipo: Autocompensado / Clásico
- » Constantes Curva funcionamiento (K ; X)

Al igual que los componentes anteriores, se debe recurrir a los catálogos para seleccionar el emisor apropiado.

2. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO

2.1. ETAPAS PREVIAS A LA INSTALACIÓN DEL PROYECTO.

En primer lugar, se deben evaluar las alternativas de energía disponible para hacer funcionar el proyecto de riego. Obviamente, lo tradicional es contactar una empresa que realiza proyectos de electrificación, sin embargo también se debe evaluar la posibilidad de realizar un proyecto fotovoltaico en Red, aislado o de bombeo solar directo.

La segunda etapa, contempla la construcción de obras civiles que permitirá el funcionamiento del equipo de riego.

- » Obras de Conducción de agua
- » Desarenador y tranque de acumulación.
- » Caseta de riego.

Luego, se debe realizar el trazado del proyecto que consiste en marcar en terreno (generalmente con cal al suelo) el trayecto por donde se instalarán las futuras tuberías

2.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.

2.2.1. Instalación del Cabezal de riego o Centro de Control

En la instalación del sistema de riego es fundamental la correcta instalación de cada elemento del sistema de riego. Algunas de ellas, están hoy en día normadas o al menos se dan algunas recomendaciones que deben cumplirse, especialmente en el cabezal de riego.

En el centro de control o caseta de riego, se deben instalar los siguientes componentes:

- » Bomba
- » Tubería o manifold de Succión
- » Tubería o manifold de Impulsión
- » Sistema de Filtración
- » Sistema de Automatismo y Control

2.2.2. Red Hidráulica y Automatismo

La instalación de la Red Hidráulica consiste en instalar las tuberías de PVC en las zanjas previamente abiertas. Las tuberías deben ser trasladadas al campo. Luego deben ser distribuidas por diámetro y presión nominal (PN) según lo indique el plano de instalación.



FOTOGRAFÍA N°6.
Instalación de Red de Tuberías de Riego.
(Fuente docente).

La instalación debe comenzar por la tubería Matriz, luego la sub-matriz y finalmente la tubería terciaria. Esta última permite la conexión entre la tubería de PVC y la tubería de polietileno o laterales que contiene los emisores.



FOTOGRAFÍA N°7.
Distribución de tuberías Secundarias a partir de tubería principal.
(Fuente docente).

3. PUESTA EN MARCHA EQUIPO DE RIEGO

Una vez finalizada la instalación del sistema de riego la empresa debe calibrar y poner a punto el funcionamiento del equipo. Para ello, debe recurrir a dos elementos básicos de cada sistema:

- » El plano topográfico
- » Memoria de cálculo.

3.1. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO.

Una vez que el sistema está funcionando, se debe calibrar. La calibración consiste en dejar entre 1,0 y 1,5 bares al inicio de cada sector de riego dependiendo del sistema de riego instalado (goteo o micro aspersión).

Para Aforar o medir el caudal de un emisor, se sugiere poner un recipiente bajo el emisor y recibir el agua que cae durante 36 segundos. El volumen de agua se mide en un recipiente graduado y luego el valor se divide por 10. Esta constante (10) permite transformar de cc/36 seg a lts/hr directamente.

4. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

La programación de riego consiste en estimar el consumo de agua por las plantas (evapotranspiración del cultivo) y con las características del equipo de riego poder determinar el tiempo de riego que permita satisfacer la demanda de las plantas.

5. OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE RIEGO

El hecho de aplicar las formulas antes descritas para calcular el tiempo de riego no asegura el éxito productivo del cultivo. Comúnmente, todos los cálculos de programación se realizan con el caudal nominal de fabricación, sin embargo, deben realizarse con el caudal promedio del emisor en las condiciones de operación ya que este va variando según la calibración del equipo (exceso o falta de presión), por taponamiento de los emisores, taponamiento de los filtros (baja la presión del sistema), roturas de la red de riego, entre otros. Por ello, el caudal promedio es uno de los valores más relevantes que debe ser medido periódicamente.

Es necesario contar con un sistema de control del funcionamiento del equipo de riego partiendo desde el cabezal de riego hasta llegar a los emisores. A nivel de los emisores se debe medir el caudal y coeficiente de uniformidad.

MANTENCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO

Para que un equipo de riego pueda operar cumpliendo con lo indicado en su selección y manejo, es necesario mantenerlo en condiciones óptimas de operación. Esto significa realizar un programa de mantención que involucre todos los componentes del sistema de riego: fuente de agua, manifold succión e impulsión, bomba, filtros, válvulas, matrices, laterales y emisores.

1. MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO

A continuación presentaremos una secuencia de mantención periódica del sistema de riego.

1.1. FUENTE DE AGUA Y TUBERÍA DE SUCCIÓN.

En primer lugar debemos preocuparnos de la fuente de agua y el manifold (o tubería) de succión.

La fuente de agua debe estar libre de algas, restos vegetales, botellas, plásticos o algún elemento que pueda obstruir el ingreso del agua a la tubería de succión.



FOTOGRAFÍA N°8.

Fuente de Agua cubierta con Lama. Dos válvulas de pie una tapada con lama y la otro con hojas.
(Fuente docente.)

En el caso de acumulación de algas, si el problema está en sus inicios bastara con aplicaciones de Sulfato de Cobre en dosis de 2 a 5 gr/m³ de agua.

Sin embargo, hay ocasiones que las aplicaciones de productos químicos no son suficientes o la proliferación de algas fue muy severa, para estos casos se debe extraer manualmente las algas como lo muestran las siguientes imágenes.



FOTOGRAFÍA N°9.

Extraer lama manualmente de la fuente de agua.
(Fuente docente).

Durante la temporada de riego, en zonas donde el abastecimiento de agua proviene desde la cordillera, hay periodos de altas temperaturas en los meses de noviembre y diciembre en que el agua trae muchos sedimentos en suspensión. Estos finalmente llegan al tranque o a los estanques de succión quedando incluso la válvula de pie enterradas en el barro.



FOTOGRAFÍA N°10.

Válvulas de pie inmersas en el lodo por acumulación de barro.

Estos serios problemas deben ser identificados rápidamente durante la temporada y deben ser resueltos o al menos atenuados antes que el barro ingrese a la bomba, filtros y tuberías ya que finalmente tapara los emisores. Si la solución es de mayor grado de inversión y/o tiempo de ejecución deben quedar programadas para el periodo de receso.

Una de las soluciones más comunes para evitar que las succiones queden enterradas en el barro es cambiar las succiones tradicionales (tuberías de fierro o PVC fijas a una profundidad definida) por succiones móviles o flotantes construidas en PVC o HDPE.

Finalmente se debe verificar que no existan filtraciones o ingreso de aire al sistema por válvulas en mal estado o simplemente por válvulas de pie que funcionan a poca distancia entre ellas.

1.2. MOTORES Y BOMBAS

Para el correcto funcionamiento de la bomba de riego, es fundamental conocer tres características básicas del funcionamiento de la bomba: Sonido, Temperatura y Olores.

Respecto a los sonidos, hay que identificar si estos provienen de la bomba o del motor eléctrico. En la bomba, es común que el rodete se halla tapado con algún sedimento o piedras que van a producir un sonido o golpeteo acompañado de menor caudal y presión de funcionamiento. Otra de las causas de sonido es el desgaste del rodete por cavitación Para ello hay que desarmar la bomba y revisar el estado del rodete y si es necesario se realiza cambio de rodete.

Si el sonido proviene del motor eléctrico, lo más probable es que provengan de los rodamientos que se han deteriorado antes de su vida útil. Si el problema no es detectado a tiempo se corre el riesgo de producir daños al interior del motor eléctrico.



FOTOGRAFIA Nº11.

Rodamientos severamente dañados debido a la pérdida lubricación por altas temperaturas de funcionamiento.

Fuente docente.

Para todos casos descritos anteriormente el sistema de riego debe ser detenido y se procede al reemplazo de los rodamientos.

Los aumentos de la temperatura podrían deberse a dos razones: la primera por aumento o disminución significativo del caudal de agua impulsado y la segunda por falta de refrigeración por deterioro del ventilador. La magnitud del daño será variable, dependiente de la temperatura que alcance y si el inconveniente afecta la parte trasera o delantera. Si es en la parte delantera, lo más probable que se dañe el sello mecánico que se cristaliza con los aumentos de temperatura.

Cuando se rompe o cristaliza el sello de agua es común ver filtraciones de agua en la parte baja entre la unión del cuerpo de la bomba y el eje. Para reparar, simplemente se cambia el sello.

El tercer punto que debemos poner atención, es detectar olores a cables quemados. Lo más relevante de este problema es que debe detectarse a tiempo y detener inmediatamente la bomba, ya que, si hay una combinación de aumento de temperatura, rompimiento de sello y filtración de agua se corre el riesgo que ingrese agua al motor eléctrico produciendo un corto circuito quemando el motor.

A continuación, se presenta una guía que podría orientar sobre problemas y causas en el funcionamiento de una bomba.

TABLA N°2.
 Problemas y causas en el funcionamiento de una bomba.

PROBLEMAS	CAUSAS
La bomba no parte.	» Falla en la alimentación eléctrica.
	» Voltaje insuficiente.
	» Fusibles quemados.
	» Motor o bomba bloqueado por problemas mecánicos.
	» Rodete bloqueado por suciedad.
La bomba gira sin entregar agua.	» Bomba descebada.
	» Bomba tapada.
	» Succión de aire por la aspiración.
	» Altura de aspiración muy alta.
	» Altura manométrica superior a la de diseño de la bomba (bomba no adecuada).
	» Válvula de pie tapada.
	» Rotación invertida.

PROBLEMAS	CAUSAS
La bomba no entrega suficiente agua o no alcanza las presiones esperadas.	» Succión de aire por la aspiración.
	» Válvula de pie, tuberías o bomba con suciedad.
	» Velocidad de giro baja.
	» Altura de descarga superior a la prevista.
	» Altura de succión muy alta.
	» Rodete semitapado por suciedad.
	» Temperatura de cuerpo de bomba defectuosa.
	» Rodete dañado.
La bomba funciona durante un lapso y posteriormente se desceba.	» Entrada de aire en la aspiración.
	» El nivel del agua disminuye por debajo de la altura de aspiración.
	» Aire disuelto en el agua (en caso de bombear agua con aire se debe usar una bomba autocebante).
	» Falla en la válvula de pie.
	» Insuficiente profundidad de la válvula de pie.
Consumo excesivo de potencia.	» Líquido demasiado denso.
	» Voltaje de alimentación insuficiente.
	» Operación de la bomba en un rango fuera del especificado. Altura total inferior al valor mínimo aceptable.
	» Rodete roza contra el cuerpo de la bomba.
	» Falla en el motor.
Vibración excesiva.	» Base de fundación de la bomba no suficientemente rígida.
	» Rodete parcialmente tapado y desequilibrado.
	» Entrada de aire por la aspiración.
	» Falla en los rodamientos.

1.3. FILTROS

Los filtros son elementos importantes en un equipo de riego ya que tienen la función de impedir el paso de gran cantidad de impurezas presentes en el agua de riego (algas, semillas, insectos, restos de hojas, basuras, arena, etc.) Estas partículas pueden tapar los orificios de los emisores. Por tal motivo es muy importante su debida mantención.

1.3.1. Filtros de Arena

Los filtros de arena debieran hacer un proceso de retro lavado en forma periódica para extraer la suciedad almacenada producto de su funcionamiento normal. Los manómetros, ubicados antes y después de los filtros indicaran cuando debe realizarse esta labor. En general, la diferencia de presión normal antes y después de los filtros de arena es de 1 a 3 m.c.a., valor que aumenta a medida que se tapan. Cuando la diferencia sobrepasa los 5 m.c.a. resulta imprescindible hacer un retro lavado.

El proceso de retrolavado consiste en invertir el sentido del flujo del filtro para remover la suciedad que se ha acumulado.

En algunos casos después de hacer retrolavado la presión del sistema no aumenta, puede ser índice de una obturación severa. Ello obliga a mover la arena manualmente y realizar sucesivos retrolavados.

Al final de la temporada, los filtros tienen que ser desmontados completamente para sacar toda la arena y el barro atrapado en sectores que no fue posible llegar con el proceso de retrolavado. También es necesario revisar la arena y si los cantos están redondeados, hay que cambiarla.

1.3.2. Filtros de Malla

Los filtros de malla generalmente son del tipo auto limpiantes, cuando la pérdida de carga en el tamiz alcanza un valor preestablecido a raíz de la suciedad que comienza a acumularse alrededor de la malla. En ese momento el filtro automáticamente procede a auto-limpiarse, proceso que dura pocos segundos y sin interrumpir el flujo de agua.

Al igual que los filtros de Arena, una vez finalizada la temporada los filtros deben desarmarse para revisar estado de la malla, estado de las gomas y Oring, daños del sistema de escáner, entre otros.

1.3.3. Filtro de Anillas

Los filtros de anillas retienen todo tipo de sólidos en suspensión. El elemento filtrante

está constituido por un cartucho de discos o anillos ranurados, que se aprietan unos con otros, dejando pasar el agua y reteniendo aquellas partículas cuyo tamaño sea mayor al paso de las ranuras.

La limpieza se realiza a contraflujo con la separación de las anillas entre sí y giro a alta velocidad de estas. Esto permite el desprendimiento de los restos de suciedad mediante la incidencia de chorros tangenciales de agua. Al igual que los filtros de malla, el proceso dura pocos segundos y sin interrumpir el flujo de agua y es accionado por un sistema automático por tiempo y de diferencial de presión.

Cuando se produce un taponamiento severo o una vez finalizada la temporada de riego los filtros deben desarmarse para revisar su estado interior, especialmente el estado de las anilla.

1.4. VÁLVULAS



FOTOGRAFÍA 12.
Lavado manual de válvula solenoide.
(Fuente docente).

Es necesario realizar limpieza y chequeos periódicos de los orificios, filtros y membranas de las válvulas solenoides ya que tienden a fallar el tercer o cuarto año de funcionamiento o simplemente fallan cuando no se ha realizado una adecuada mantención del sistema general

del riego y las partículas de limo y arcilla tapan los conductos. Por otro lado si la válvula solenoide no cierra bien, puede tratarse de una basura existente entre la membrana. Para ello se debe proceder a desarmarla y lavarla interiormente con cepillo y agua limpia.

1.5. EMISORES, LATERALES Y MATRICES.

En las tuberías matrices, laterales y goteros tienden a depositarse partículas finas que atraviesan los filtros, algas bacterias y precipitados de carbonato de calcio que tienen que ser eliminados de la red para evitar obturaciones de los emisores. La mejor manera de evitar obturaciones es mediante la prevención, pero muchas veces el detectar anticipadamente este tipo de fallas no es fácil. En la mayoría de los casos el problema se descubre cuando el grado de obturación es avanzado, resultando de un costo elevado la limpieza de emisores y conductores.

1.5.1. Lavado de la red de riego

Las obturaciones físicas generalmente se pueden mejorar con una adecuada selección de los elementos de filtrado, pero hay partículas que de todas formas logran depositarse en los emisores, formando agregados de mayor tamaño. Para evitar este problema se debe realizar en forma periódica un lavado mecánico del sistema con presiones de 3 a 4 bares (30 a 40 m.c.a), conocida como "flushing".

Una vez aseada la conducción principal, se procede a limpiar una por una todas las por-laterales, luego las laterales haciendo fluir el agua durante unos minutos.

Para el lavado de los laterales de riego, se debe proceder de manera secuencial en grupos de no más de 5 mangueras abiertas en forma simultánea para contar con la presión necesaria.

Aplicación de Ácido

Las obturaciones químicas son provocadas por la precipitación en el interior de la estructura de sustancias que vienen en el agua de riego ya sea por la condición química del agua o por los fertilizantes que se aplican. Las más frecuentes son las de carbonato de calcio.

Para realizar su limpieza, se deben aplicar ácidos. Los ácidos más utilizados son sulfúrico (H_2SO_4) 36 N y fosfórico (H_3PO_4) 45N, según su disponibilidad y precio.

Aplicación de Cloro

Las obturaciones biológicas son ocasionadas principalmente por algas transportadas por el agua de riego, o desarrolladas en los filtros o en las salidas de los emisores. También

son causadas por sustancias mucilaginosas producidas por microorganismos, fundamentalmente bacterias. Cuando se presentan taponamientos de este tipo, es necesario realizar tratamientos de limpieza (correctores) de manera análoga a la descrita para un tratamiento con ácido, pero empleando biocidas de alta concentración.

Secuencia de Mantenión.

TABLA 3.
Secuencia de Mantenión de sistema de riego.

COMPONENTE	DURANTE LA TEMPORADA	FIN DE TEMPORADA
Fuente de Agua.	» Revisar acumulación de algas, restos vegetales, plásticos, etc.	» Vaciar y limpiar fuente de agua.
	» Realizar aplicaciones de sulfato de cobre de ser necesario.	
Tubería de Succión.	» Revisar uniones o válvulas que pueden permitir ingreso de aire al sistema.	» Revisar estado y cambiar piezas y partes dañadas.
Bomba de Riego.	» Poner atención a sonidos, temperatura y filtraciones de agua.	» Hacer mantención anual para cambio de sellos, rodamientos y rodete de ser necesario.
		» Revisar estado del motor eléctrico
Filtros (arena, malla o discos).	» Verificar el correcto accionamiento del sistema de retrolavado de los filtros por tiempo y diferencial de presión. El accionamiento debe producirse cuando el diferencial de presión supere los 5 m.c.a.	» Drenar los filtros.
		» Cambiar piezas y parte que han fallado durante la temporada.
		» Para los filtros de arena, cambiar arena cuando los cantos de los bordes estén redondos.
		» Revisar conexiones eléctricas
Válvulas.	» Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas.	» Desarmar válvulas y hacer mantención que corresponda.
		» Verificar señales eléctricas.
Red de Distribución.	» Revisar correcto funcionamiento de la red.	» Drenar la red de tuberías.
		» Cambiar piezas y partes dañadas.
		» Hacer lavado mecánico y químico de la red.

COMPONENTE	DURANTE LA TEMPORADA	FIN DE TEMPORADA
Laterales y emisores.	» Revisar correcto funcionamiento de los laterales y emisores.	» Drenar la red de laterales.
	» Revisar presión y caudal de los emisores.	» Hacer lavado mecánico y químico de la red.
	» Medir coeficiente de uniformidad.	



CURSO

**OPERACIÓN Y MANTENCIÓN
DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS PARA RIEGO**

TIPOLOGÍA Y COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Como podemos observar en la figura N°1 se distinguen tres tipos de sistemas fotovoltaicos: Sistemas Aislados (Off Grid), Sistemas Conectados a la Red (On Grid) y Sistemas de Bombeo Solar Directos.

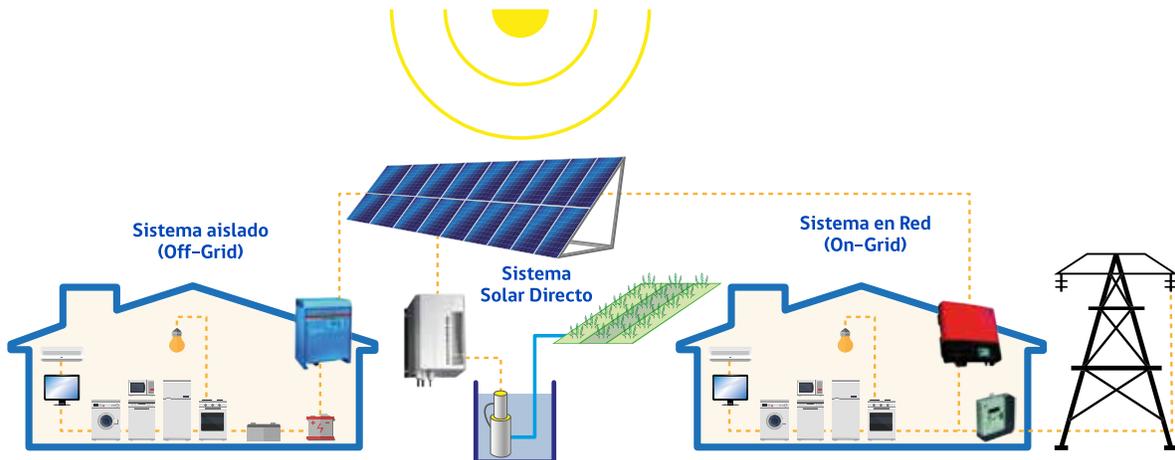


FIGURA N°1

Las características principales de estos tres sistemas son las siguientes:

- **Sistemas Aislados (OFF-GRID)**
Sistema empleado cuando NO hay acceso a la red eléctrica, principalmente por factor económico - la conexión a la red es muy costosa- o técnico dado lugares aislados sin posibilidad de suministro eléctrico.
- **Sistemas conectados a Red (ON-GRID)**
Estos sistemas se emplean cuando tenemos acceso a una red eléctrica de calidad y podemos inyectar y vender los excedentes a la compañía de distribución eléctrica o no hacerlo y solo dedicar la energía al autoconsumo.

Los sistemas On-Grid con inyección a la red, están regulados por la Ley N°20.571 y los sistemas On-Grid sin inyección a la red, están regulados por la Norma 4 para instalaciones de consumo en baja tensión.

● **Bombeo solar fotovoltaico**

Sistema basado en el aprovechamiento de la energía solar para el bombeo de agua. Sus principales ventajas son: Concordancia con la demanda. Las necesidades de riego suelen ser en los meses de mayor radiación solar

Los componentes de un sistema aislado (Off Grid) son: Panel Solar, Controlador de Carga, Acumulador o batería, Inversor, Conductores eléctricos, Protecciones eléctricas y Estructura de Soporte. Estudiar Figura N°2.



FIGURA N°2.
 Componentes Sistema Solar Aislado (Off Grid)

Los componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red (On Grid) son : Panel Solar, Inversor, Conductor eléctrico, Protecciones Eléctricas y medidor direccional como muestra la Figura N°3.



FIGURA N°3.
 Componentes Sistema Conectado a la Red.

Los componentes de un sistema de bombeo solar directo son el Campo Solar, el Controlador, la Bomba, el Sistema de Acumulación y las baterías en casos muy justificados.



FIGURA N°4.
Componentes Bombeo Solar Directo.

- **Radiación solar:** es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.

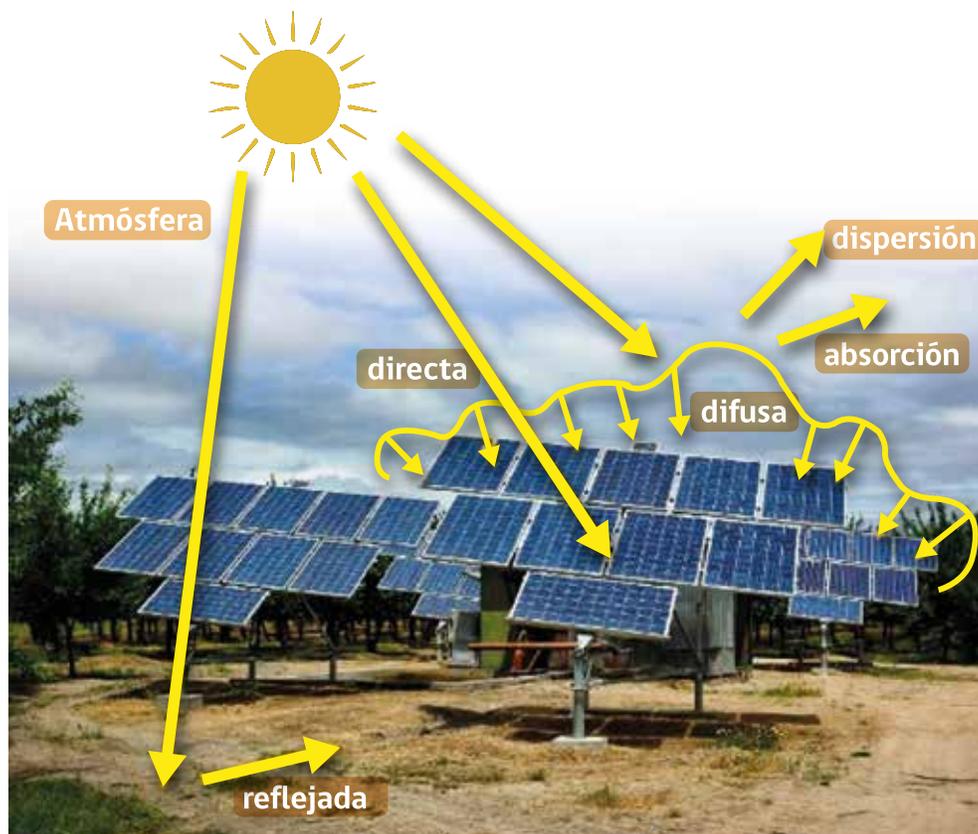


FIGURA N°5.
La radiación solar.
Archivo CNR.

Podemos distinguir:

- » **Radiación Directa:** es capaz de producir sombras.
- » **Radiación Difusa:** está sometido a los fenómenos de difusión y no depende de la orientación, pero si de la inclinación de la superficie captadora pues depende de bóveda celeste que “vea” dicha superficie.
- » **Radiación Reflejada:** está sometida a los fenómenos de reflexión y procede de los elementos naturales o artificiales capaces de devolver parte de radiación directa y difusa, no depende de la orientación pero si de la inclinación de la superficie captadora, pues depende de la parte de suelo que se refleja en dicha superficie.

INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

Los captadores solares han de montarse de forma que sean capaces de aprovechar al máximo la energía de la radiación solar. Para esto es necesario, que -en el hemisferio Sur -, se orienten hacia el Norte geográfico y se coloquen con una inclinación sobre la horizontal, que va a depender del uso y del aprovechamiento que demos a la instalación.

● Azimut de Módulo Fotovoltaico.

Es la desviación en grados respecto al Norte verdadero que tiene la normal (perpendicular) a los módulos. Lo representaremos por α .

Para cualquier tipo de instalación solar se considera que una desviación de $\pm 20^\circ$ no afecta de manera importante al rendimiento de la instalación.

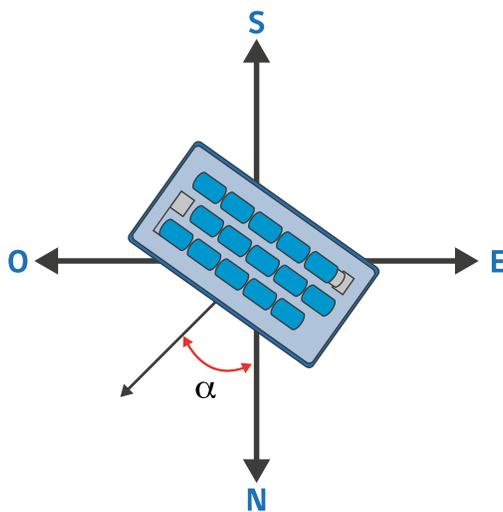


FIGURA N°6.
Azimut.

- **Inclinación**

Para llegar a conocer la Irradiación (MJ/m^2) que se va a captar es necesario determinar la inclinación que se va a dar a la superficie de captación.

La inclinación es el ángulo formado por la superficie de captación con el plano horizontal.

Lo representaremos por β

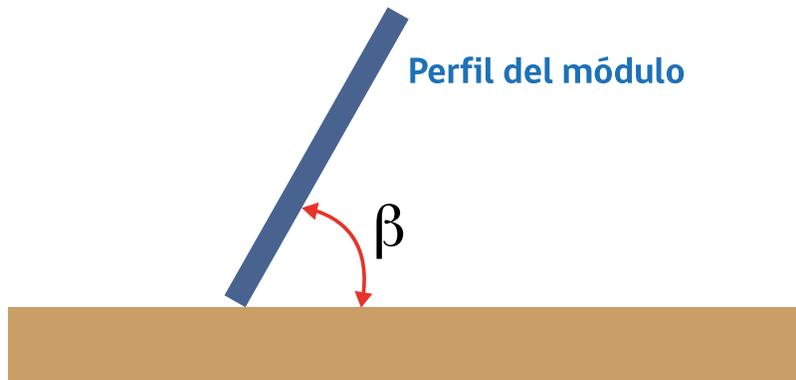


FIGURA N°7.
Inclinación.

UTILIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	INCLINACIÓN
Durante todo el año regularmente	Latitud
Preferentemente durante el verano	(Latitud-23°)
Preferentemente en invierno	(Latitud+23°)

Tabla N°1

CÁLCULO DE SOMBRAS

Altura del Sol en diferentes fechas del año en Torres del Paine

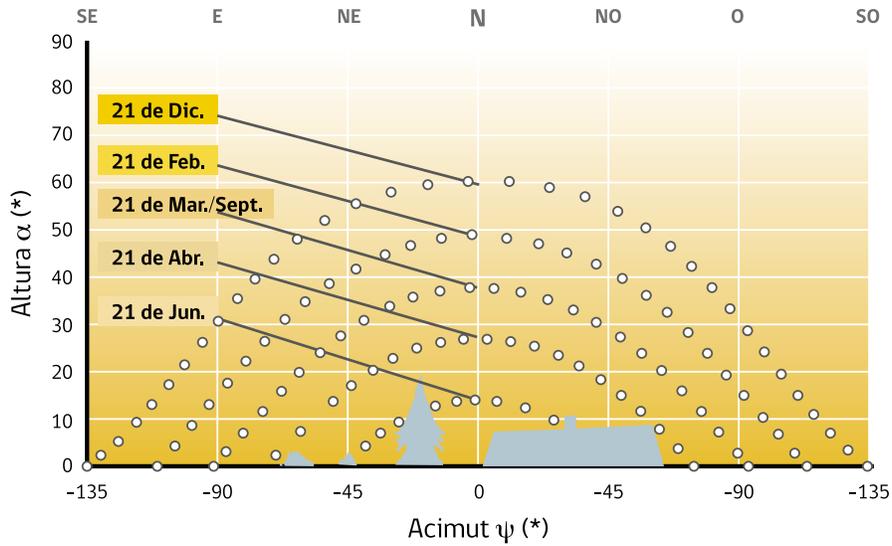


Figura N°8

Calculo de la longitud de la sombra en el día más desfavorable del año. Santiago, con una latitud de $33,5^\circ$ N, el 21 de junio al mediodía la altura del sol será : $\alpha = 90 - 33,5 - 23,5 = 33^\circ$

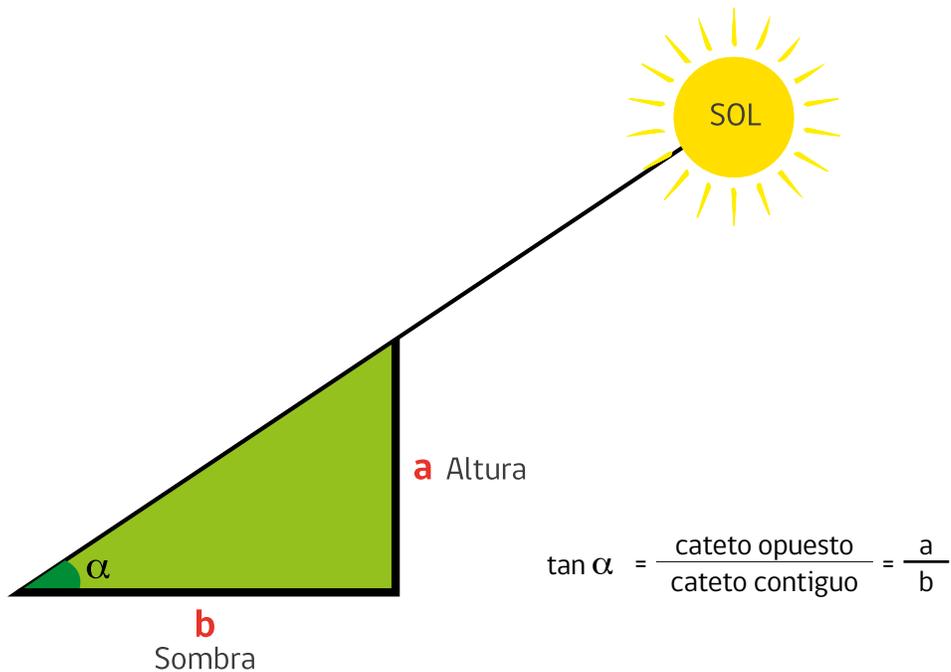


Figura N°9.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR

Un sistema de bombeo solar consiste en una bomba hidráulica alimentada por un sistema generador fotovoltaico, un sistema de control (conversión o adaptación de la potencia) y un sistema de almacenaje o distribución. Podemos definir tres tipologías de sistemas de bombeo solar:

- » **Bombeo Solar Aislado:** Los paneles solares se conectan al sistema de control y se energiza la bomba. Los paneles no alimentan más cargas.
- » **Bombeo solar conectado a la red:** Los paneles solares se conectan al inversor y se energizan todas las cargas conectadas. Los paneles alimentan más cargas.
- » **Bombeo solar híbrido:** Los paneles solares y la red o el grupo electrógeno se conectan al controlador. La bomba es alimentada por dos sistemas distintos.

La figura muestra un sistema de bombeo solar aislado y sus componentes.

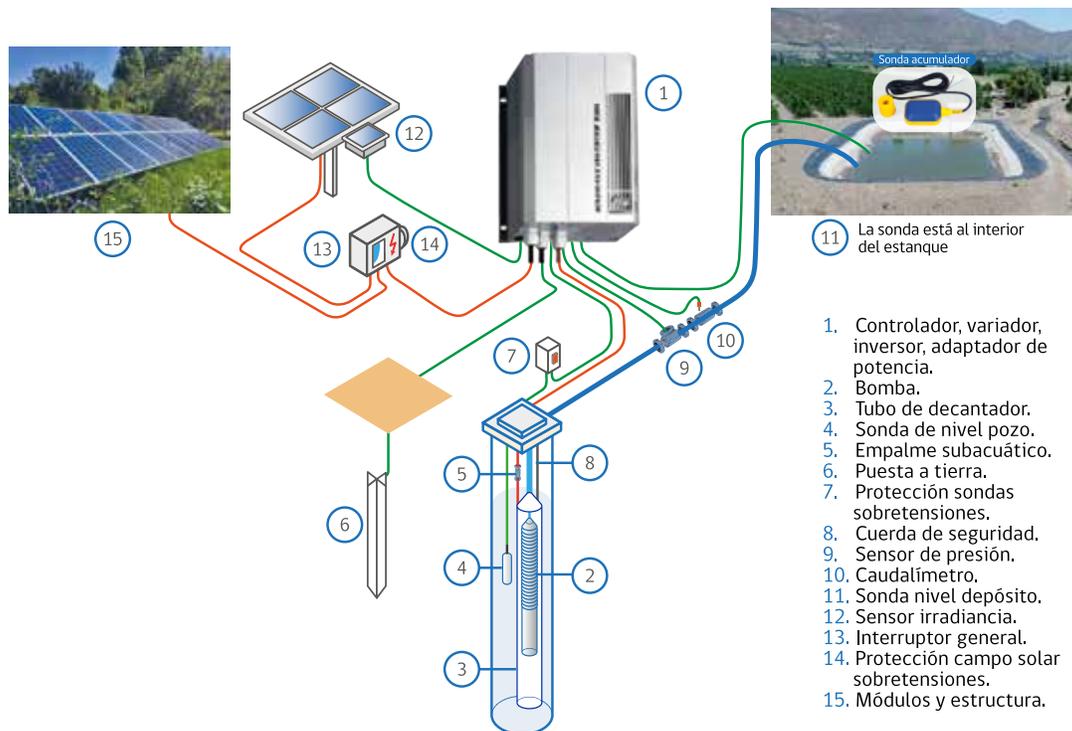


FIGURA N°10.
Sistema de Bombeo Solar Aislado

La siguiente figura expone un sistema de bombeo solar conectado a la red:

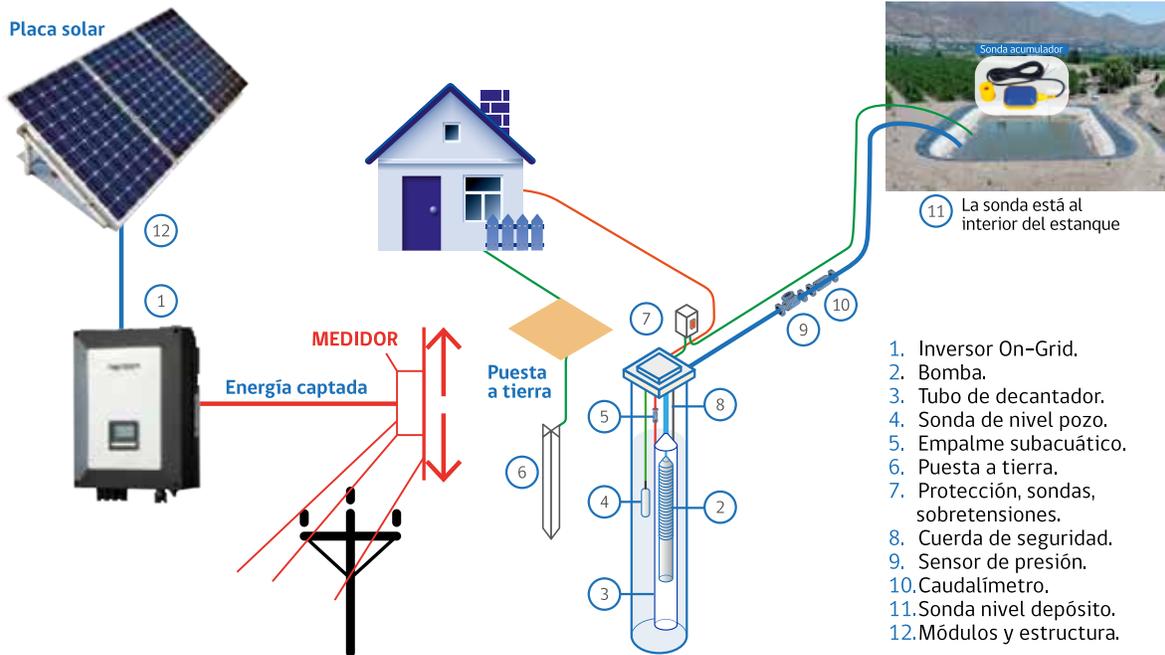


FIGURA N°11
 Sistema de Bombeo Solar conectado a la Red.

La siguiente imagen describe un Sistema Solar Híbrido.

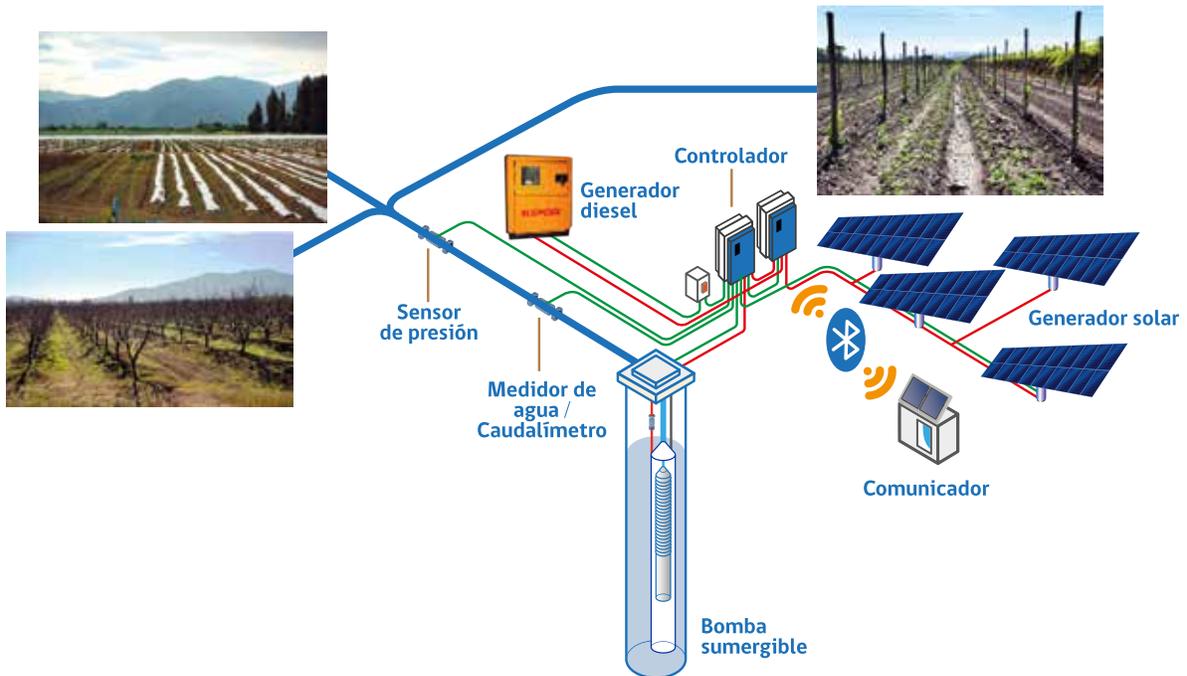


FIGURA N°12.
 Sistema de Bombeo Solar Híbrido.

COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO SOLAR Y DISEÑO Y TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS

Para el diseño de los sistemas de riego fotovoltaico, vamos a ir de forma escalonada por los diferentes componentes que conforman el sistema.

Bombas

- » Superficie. Limite 3 m absorción, requiere caseta, menor precio.

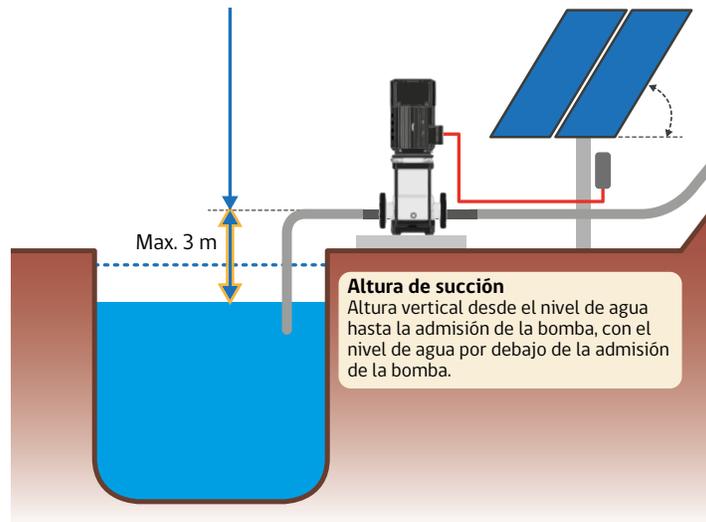


FIGURA N°13.

- » Sumergible. Para pozos, mayor inversión y coste.



FIGURA N°14.
Bomba Sumergible

Sistema generador (paneles solares fotovoltaicos).

Pueden estar:

- » Conectados a la red (On- Grid) , requiere red en buen estado T4 o autoconsumo norma 4.
- » Aislados. Los módulos alimentan la bomba exclusivamente.



FOTOGRAFÍA N°1.
Fuente docente.

Sistema de adaptación y conversión.

Adaptan la energía de los módulos a la bomba.

- » Controladores. Sistemas aislados de pequeña potencia en Corriente Continua
- » Variadores de frecuencia. Sistemas aislados de tamaño medio y grande.
- » Inversores. Sistemas conectados a la red.



FOTOGRAFÍA N°2.
Fuente docente.

Estructura de soporte

- » Fija. Norte, Riego con acumulación
- » Móvil. Riego directo



FOTOGRAFÍA N°3.
Fuente docente.

Sistema de riego

- » Acumulación. Riego por gravedad, mayor inversión
- » Directo. Requiere seguidor para caudales constantes



FOTOGRAFÍA N°4.
Fuente docente.

Protecciones

- » Corriente continua. Lado de paneles
- » Corriente alterna. 220-380V

Accesorios:

Sondas, caudalímetros, manómetros, filtros, radiación.



FIGURA 14.
Sonda.

MODO DE OPERAR CON LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

MÓDULOS

- » **Limpieza.** Los paneles deben de estar limpios; los excrementos de aves producen puntos calientes en el módulo que los deterioran. La suciedad baja el rendimiento de los módulos. El rendimiento de un módulo sucio es similar al rendimiento en un día nublado.
- » **Sombras.** Similar a la suciedad es la proyección de sombras sobre los módulos lo que debemos evitar. La proyección más larga de la sombra es en invierno con respecto a los meses. En el día, la proyección más larga de las sombras es al amanecer y al anochecer (orto y ocaso).



FOTOGRAFÍA N°5.
Isla Huapi.
Fuente docente.

ESTRUCTURA

- » **Orientación e inclinación.** La orientación de la estructura será al Norte, se admiten pequeñas variaciones de + 15° y - 15° Este/Oeste.

- » **Fijaciones paneles.** Los paneles deben estar fijados a la estructura con las piezas diseñadas para cada caso. El marco de los paneles no se debe perforar para fijarlos a la estructura. Si se perfora el marco del módulo, se pierde la garantía del fabricante.
- » **Bases y cimentación.** Las bases deben ser acordes a las cargas soportadas y con altura suficiente para dejar espacio entre el suelo y los paneles que permita la mantención del recinto.
- » **Toma de tierra.** La estructura en su conjunto con los módulos fotovoltaicos debe de estar aterrizada con cable de tierra y pica de tierra con registro.



FOTOGRAFÍA N°6.

Bases para estructura. Yaquito, Región de los Ríos.

Fuente docente.

PROTECCIONES. CC Y CA

- » **Sistemas aislados.** Los elementos diferenciadores de los sistemas aislados son:
 - » Regulador. Controlan la carga de la batería desde los módulos FV
 - » Baterías. Acumulan la energía producida por los módulos FV
 - » Inversor. Convierten la corriente continua del sistema FV en corriente alterna.



FOTOGRAFÍA N°7.
Regulador Sumsol

SISTEMAS DE BOMBEO DIRECTO

Los elementos comunes al bombeo directo son los módulos fotovoltaicos y la bomba, tanto de superficie como sumergible. Los elementos diferenciadores son:

- » Controlador
- » Variador de frecuencia
- » Inversor



FOTOGRAFÍA N°8 .
Controlador Lorentz.

Todos realizan una función similar, adaptar la energía producida por los módulos fotovoltaicos para poder ser utilizada por la bomba. Suelen tener código de luces indicadoras del estado del sistema. Verde, esta todo bien y rojo significa fallo

En los sistemas de bombeo directo, los módulos alimentan la bomba de manera exclusiva.

SISTEMAS CONECTADOS A LA RED.

Los módulos fotovoltaicos alimentan todas las cargas conectadas. Pueden ser On Grid, con vertido de excedentes a la red regulado por la Ley N°20.571 o para autoconsumo, sin vertido a la red y regulado por Norma eléctrica 4 de la SEC-

GUÍA DE CHEQUEO

La utilización de las guías de chequeo es muy importante para determinar los fallos del sistema y realizar una buena mantención del mismo. Se adjuntan las figuras Números 15, 17 y 18 correspondientes a las guías de chequeo de sistemas fotovoltaicos aislados, de sistemas de bombeo directo y sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Las Guías pueden ser reescritas en Word o Excel para adaptarlas a requerimientos específicos pero, deben contener todos los elementos indicados.

Guía de chequeo - SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

Nombre

Ubicación del sistema. Ciudad Comuna

Datos de la empresa instaladora

Fecha y hora

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Día soleado				
Misma marca y modelo				
Excrementos de aves				
Polvo				
Rotura				
Sombras				
Conectores MC4 sueltos				
Cables cortados				
Cables mordidos				
Cables de tierra				

ESTRUCTURA	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
Inclinación correcta				
Orientación Norte				
Toma de tierra				
Fijaciones de paneles bien apretadas y colocadas				
Tuercas y tornillos bien apretados				
Oxidación				
Pasto cortado y zona limpia				
Cierre perimetral				
...proyecta sombras sobre los módulos				

REGULADOR	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Manual de usuario				
Cables sueltos				
Indicadores de carga correctos				
Indicadores de descarga correctos				
Luces indicadoras correctas				
Fusible o Automatico de CC entre el regulador y la batería				
---de la misma capacidad que el regulador en Amperios				
El lugar es seco y ventilado				

BATERIAS	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Todas de la misma marca y modelo				
Cables bien apretados				
Bornas bien apretadas				
Polvo blanco en los bornes				
Está inflada				
Está desinflada				
El lugar es seco y ventilado				
Fusible entre la batería y el inversor				
La tensión de las baterías es la misma que la del regulador				

INVERSOR	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Manual de usuario				
El lugar es seco y ventilado				
Luces indicadoras correctas				
Encendido				
Luz roja encendida				
Tiene display				
Aparece un código de error				
Si la respuesta es SI, copiar y fotografiar lo indicado en pantalla				

Guía de chequeo - SISTEMAS BOMBEO FOTOVOLTAICO

Nombre

Ubicación del sistema. Ciudad Comuna

Datos de la empresa instaladora

Fecha y hora

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Día soleado				
Misma marca y modelo				
Excrementos de aves				
Potvo				
Rotura				
Sombras				
Conectores MC4 sueltos				
Cables cortados				
Cables mordidos				
Cables de tierra				
ESTRUCTURA	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
Inclinación correcta				
Orientación Norte				
Toma de tierra				
Fijaciones de paneles bien apretadas y colocadas				
Tuercas y tornillos bien apretados				
Oxidación				
Pasto cortado y zona limpia				
Cierre perimetral				
...proyecta sombras sobre los módulos				
CONTROLADOR (INVERSOR, CONVERSION, VARIADOR)	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Manual de usuario				
Cables sueltos				
Encendido				
Indicadores LED				
Luces en verde				
Luces en rojo				
Sonda de pozo en rojo				
Sonda de estanque en rojo				
BOMBA	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Superficie				
Sumergible				
Centrifuga				
Helicoidal				
Agua Limpia				
Agua con mucho sedimento				
El motor gira en el sentido correcto (bombas superficie)				
Hay fugas de agua en la boma (bombas superficie)				
La bomba está cebada (bomas superficie)				
SISTEMA HIDRAULICO	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
Tubería con Fugas				
Válvulas abiertas				
Válvula de pie				
Sistema Lleno de agua				
Filtro limpio				

Guía de chequeo - SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED

Nombre

Ubicación del sistema. Ciudad Comuna

Datos de la empresa instaladora

Fecha y hora

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Día soleado				
Misma marca y modelo				
Excrementos de aves				
Polvo				
Rotura				
Sombras				
Conectores MC4 sueltos				
Cables cortados				
Cables mordidos				
Cables de tierra				
ESTRUCTURA	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
Inclinación correcta				
Orientación Norte				
Toma de tierra				
Fijaciones de paneles bien apretadas y colocadas				
Tuercas y tornillos bien apretados				
Oxidación				
Pasto cortado y zona limpia				
Cierre perimetral				
...proyecta sombras sobre los módulos				
INVERSOR	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
MARCA				
MODELO				
Manual de usuario				
El lugar es seco y ventilado				
Luces indicadoras correctas				
Encendido				
Luz roja encendida				
Tiene display				
Aparece un código de error				
Si la respuesta es SI, copiar y fotografiar lo indicado en pantalla				
PROTECCIONES	SI	NO	FOTO	OBSERVACIONES
Automáticos con la palanca de accionamiento arriba				
Diferencial con la meneta arriba				

TIPOS DE MANTENIMIENTO Y SU FUNCIÓN

MANTENIMIENTO DE USO Y PREVENTIVO

CAMPO SOLAR.

- » Mantener la instalación limpia, lavando los módulos (agua y un trapo suave, limpia vidrio telescópico), eliminando la suciedad presente. Secar con otro paño seco para evitar manchar el vidrio. Se recomienda realizar esto cuando los módulos están fríos (amanecer y anochecer).
- » Comprobar el estado de las conexiones, cerciorarse que se mantienen firmes y sin indicios de corrosión u óxido.
- » Verificar que no hay módulos rotos

Es necesario prestar atención al entorno asegurándose que árboles u otros no proyecten sombras, no depositen resinas ni que animales hagan daño sobre el campo solar. Para evitarlo, realice revisiones periódicas y poden sistemáticamente los árboles que puedan dar sombra al sistema y corten el pasto o utilicen herbicidas en la zona de los módulos fotovoltaicos.

Cercar el lugar para que el ganado no empuje los paneles al rascarse con distancia suficiente para no proyectar sombras.



FOTOGRAFÍAS N°9 Y 10.
Fuente docente.

ESTRUCTURA.

Comprobar que está bien fijada, que no hay tornillos o tuercas sueltas y que no está oxidada.

- » **Caseta de instalación.** Comprobar que las casetas donde se instalaron los equipos estén ordenadas, sin humedades, y con buena ventilación.
- » **Cables.** Comprobar que los cables no están cortados o mordidos, que las conexiones con los aparatos son firmes y que están conducidos en tubería (metálica para exterior) y utilizan cajas de derivación con prensaestopas.



FOTOGRAFÍA Nº11.
Estructura.
Fuente Docente

COMPONENTES ELECTRÓNICOS

(Inversores, Reguladores, Conversores, Controladores, Variadores de frecuencia)

Los componentes electrónicos, monitorean el correcto funcionamiento del sistema a través de los mecanismos que posea cada equipo (luces, sonidos, símbolos, entre otros). Estos códigos, nos indicarán el correcto funcionamiento y las fallas. El inversor no debe ser abierto ni manipulado, pierden la garantía si son manipulados por terceras personas ajenas a las designadas por el fabricante.

Los elementos electrónicos no deben estar expuesto a la radiación directa del Sol.

BUENAS Y MALAS PRÁCTICAS

BUENAS PRÁCTICAS EN LABORES DE MANTENCIÓN.

- » Utilizar la lista de chequeo antes de comenzar la mantención y seguir los pasos en el mismo orden; el documento nos servirá como informe.
- » Realizar la limpieza de los paneles y de la maleza a primera hora del día (trabajar sin tensión eléctrica).
- » Asegurarnos que el sistema no está conectado cuando estemos realizando la mantención de los módulos y que no se puede conectar por terceras personas.
- » Fotografiar el antes y el después de las labores de limpieza y mantención.
- » Utilizar las herramientas idóneas para cada trabajo.
- » Realizar la limpieza de los módulos, corte de maleza de manera periódica.
- » Verificar que no hay proyección de sombras en los meses más desfavorables (invierno)
- » Realizar solo las tareas de mantención para las que estamos capacitados.
- » Ser claros y concretos en los informes.

MALAS PRÁCTICAS EN LABORES DE MANTENCIÓN.

- » No utilizar la lista de chequeo antes de comenzar la mantención y seguir los pasos.
- » Realizar la limpieza de los paneles y de la maleza en las horas de mayor radiación.
- » Realizar las labores de mantención con el sistema funcionando.
- » No fotografiar el antes y el después de las labores de limpieza y mantención.
- » No utilizar las herramientas idóneas para cada trabajo.
- » No limpiar los módulos y cortar la hierba o esperar demasiado tiempo.
- » Esperar a que las sombras se proyecten sobre los módulos para repararlo.
- » Intervenir los sistemas.
- » No contar con las herramientas adecuadas.

BUENAS PRÁCTICAS EN LABORES DE OPERACIÓN

- » Leer el manual de usuario de los equipos antes de manipularlos.
- » En caso de fallo del sistema, seguir las indicaciones del fabricante o del equipo técnico, antes de manipular el sistema.
- » No utilizar los fusibles para desconectar el sistema en carga.
- » Encender y apagar los sistemas siguiendo los pasos.
- » Encender primero el lado de corriente continua y luego el de corriente alterna.

- » Apagar.
- » Primero el lado de corriente alterna y luego el de continua.
- » No abrir los aparatos.

MALAS PRÁCTICAS EN LABORES DE OPERACIÓN

- » Manipular la instalación sin conocerla.
- » Intervenir en el sistema con tensión eléctrica.
- » No leer los manuales de usuario del fabricante.
- » Operar en el sistema sin conocerlo.
- » Abrir el interior de los equipos y manipularlos.

HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO.

Las herramientas que utilizaremos para el mantenimiento, serán fundamentalmente de limpieza (agua y limpia vidrios; no utilizar detergentes), tanto para los módulos como para el entorno.

Las guías de chequeo, con lápiz y cámara de fotos

Herramientas para el corte del pasto o herbicidas.



FOTOGRAFÍA Nº12.
Limpia vidrios telescópicos.

FALLOS MÁS COMUNES Y SUS POSIBLES CONSECUENCIAS.

COMO PROCEDER PARA SU SOLUCIÓN.

En los sistemas conectados a la red, los fallos más habituales son debidos a:

- » Sobre tensión de la red fuera de los parámetros de la norma chilena de electricidad
- » Sub tensión de la red fuera de los parámetro de la norma chilena de electricidad
- » Ausencia de la red eléctrica
- » Automático o diferencial bajado
- » Fusible del lado de corriente continua fundido
- » Seccionador en off
- » Cable suelto o mal apretado

En los sistemas aislados a la red, los fallos más habituales son debidos a:

- » Fusibles fundidos
- » Baterías descargadas
- » Automáticos o diferenciales bajados
- » Cables sueltos o mal apretados
- » Sobre carga por conexión de elementos que consumen más de lo proyectado.
- » Corto circuito en el lado de consumo.

En los sistemas de bombeo directo, los fallos más habituales son debidos a:

- » Baja irradiancia
- » Pozo vacío
- » Estanque lleno
- » Sobre carga por obstrucción de las tuberías
- » Fusible fundido
- » Cables sueltos o mal apretados
- » Fuga de agua en el sistema hidráulico
- » Bomba descebada

PAROS POR SENSOR Y PAROS POR AVERÍA.

Los paros del sistema pueden estar asociados a que las condiciones ambientales no son aptas para el funcionamiento. Nublado, con lluvia, primeras horas del día o últimas horas de la tarde, noche (en los sistemas directos) o por la compañía eléctrica suministradora (sobre-

tensión, subtensión, ausencia de red..etc). Cuando las condiciones se modifiquen (salga el Sol) el sistema se reinicia solo.

Producidas por los sensores de nivel de agua, tanto por quedarse sin agua o por tener la acumulación llena. En estos casos, los sistemas se reiniciarán de manera automática, cuando cambien las condiciones que originaron el paro.

Los controladores de cada sistema indican mediante código de luces o pantalla el número de fallo.

Los paros producidos por averías del sistema suelen indicarse con una luz roja y un código de avería que se mostrara en los aparatos que tengan pantalla. Este tipo de paros requiere de personal cualificado para su solución en la mayoría de los casos.

Es muy importante anotar el código o fotografiarlo para enviarlo al servicio técnico. No manipular el sistema sin asesoría técnica.