**Anexo “Sistemas ERNC innovadores en el agro: Sistemas Agrivoltaicos (Agri PV) y Sistema Fotovoltaico Flotante (Floating PV)**

# Propósito de los sistemas ERNC innovadores

Suministrar la energía eléctrica necesaria para abastecer el consumo de los equipos de riego, con el objeto de contribuir significativamente a reducir los costos asociados a la demanda de energía eléctrica en riego, al mismo tiempo que contribuye a la transición energética del sector agrícola de una forma más integrada y sustentable.  Esta forma de generación de energía debe provenir de fuentes renovables del tipo solar con módulos fotovoltaicos y su diseño debe generar sinergias priorizando la actividad agrícola, es decir que permita dar mayor sostenibilidad, resiliencia y adaptabilidad a los proyectos de riego que se postulen en CNR.

Por lo anterior, los sistemas ERNC innovadores deben cumplir con:

1. **Eficiencia en uso de superficie de riego:** No debeexistir pérdida de superficie agrícola destinada al riego debido a la instalación de paneles fotovoltaicos, o que el suelo agrícola originalmente dedicado a la producción de alimentos se destine exclusivamente a la generación de electricidad.
2. **Eficiencia económica/energética:** Ser diseñado con el objeto dereducir parcial o totalmente las necesidades energéticas y los costos de operación de la actividad del riego.
3. **Eficiencia hídrica:** Reducir las pérdidas de agua por evaporación para mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego y aumentar la disponibilidad de este recurso.

Estas tecnologías son una alternativa innovadora para evitar la pérdida de superficie en terrenos, aumentando la eficiencia en el uso de la superficie en donde se presente algunas de las siguientes condiciones:

* Alto valor de la tierra agrícola como para cubrirla de paneles fotovoltaico.
* Alto costo de oportunidad por la pérdida de capacidad de producción agrícola.
* Terrenos que no cuenten con suficiente espacio disponible para la instalación de un parque fotovoltaico en suelo.

# Definiciones de los sistemas ERNC innovadores

Los proyectos que son considerados como sistemas ERNC innovadores son los siguientes:

1. **Sistemas fotovoltaicos flotantes (Floating PV):**

Son una forma de instalación innovadora de los módulos fotovoltaicos sobre cuerpos de agua que permite aumentar y resguardar el uso de superficie. Esto es posible mediante el empleo de un sistema de flotación modular colaborativo que permite la construcción de una balsa de flotación en la cual los módulos fotovoltaicos pueden ser instalados de forma segura para la generación de electricidad. Para efectos de los proyectos de riego, los Sistemas fotovoltaicos flotantes serán aquellos que se instalen en cuerpos de agua artificiales, es decir, embalses o tranques de riego.

Las principales características de esta tecnología son:

* Permite aprovechar la superficie de cuerpos de agua, tales como, embalses y tranques, que de otro modo no se utilizarían para la generación de energía.
* Mayor eficiencia en generación solar: El agua ayuda a mantener menores temperaturas en los módulos fotovoltaicos, lo que puede aumentar su eficiencia en generación.
* Reducción pérdidas de agua por Evaporación: Al cubrir la superficie del agua, se reduce las pérdidas por evaporación producto de altas temperaturas o del viento.

1. **Sistemas Agrivoltaicos (AgriPV):**

Corresponden a Sistemas Fotovoltaicos diseñados para que la misma superficie agrícola en la cual se instala permita la generación simultánea de energía eléctrica junto con el crecimiento de cultivos, y donde las actividades agrícolas son priorizadas y consideradas en el diseño para garantizar su vida útil (al menos 10 años).  Esto lleva a un aumento de producción y un mayor uso en general de la superficie agrícola.

Las principales características de esta tecnología son:

* Permite aprovechar la superficie agrícola productiva, y aumenta su productividad generando dos productos: alimentos y energía renovable.
* Aumenta la eficiencia en generación solar: Los cultivos ayudan a mantener menores temperaturas en los módulos fotovoltaicos, lo que puede aumentar su eficiencia en generación.
* Reduce pérdidas de agua por evaporación: Al cubrir la superficie del suelo, genera una disminución de las pérdidas por evaporación y evapotranspiración, lo que se traduce en un aumento en la eficiencia del agua para riego.
* Adicionalmente, genera la protección de los cultivos frente a eventos meteorológicos: granizo, sequía, lluvias torrenciales, golpes de calor e incluso es una alternativa que reemplaza el uso de techos plásticos sobre cultivos.

Existen tres tipos de AgriPV para efectos de este concurso:

* AgriPV de techo (o de altura): Diseñado para cultivos de hasta 5 m de altura y en hileras.  Solo pueden emplear paneles fotovoltaicos semitransparentes (30% o superior) o transparentes.
* AgriPV vertical (o de baja altura): Diseñado para cultivos de baja altura en hileras o extensivos. Solo pueden emplear paneles fotovoltaicos bifaciales.
* AgriPV tipo invernadero:  Diseño de un invernadero donde su techo es reemplazado con paneles fotovoltaicos semitransparentes (30% o superior) o transparentes.

# Condiciones para los sistemas ERNC innovadores

Los proyectos postulados solo pueden ser conectados a la red con generación distribuida.

El predio no debe tener ERNC preexistente.

El predio debe contar con red eléctrica preexistente con alguna de las empresas de distribución eléctricas de Chile, con un registro de facturaciones eléctricas de 1 año como mínimo.  No podrán postular proyectos de riego con menos de 1 año de facturaciones eléctricas al momento de la postulación.

Se debe presentar el registro de la facturación eléctrica de los últimos 12 meses, completando un año. Para ello se deben adjuntar las facturaciones eléctricas del último año en formato PDF al momento de la postulación al concurso.

IMPORTANTE: la facturación eléctrica debe indicar claramente el número de cliente y su tarifa asociada, si esta información no es clara será motivo de no admisión.

Se definirá un precio de inyección y de autoconsumo en función de **los pliegos tarifarios y facturaciones eléctricas actualizado a la fecha de postulación, disponibles en la página web de la empresa de distribución eléctrica local.**

Se debe utilizar el explorador solar de energía del Ministerio de Energía para el cálculo de generación del sistema ERNC innovadores.

**Los sistemas ERNC innovadores** se dimensionarán mediante balance de generación distribuida.

El dimensionamiento fotovoltaico solo debe estar en relación con los consumos de riego existentes y proyectados (demanda de energía eléctrica del riego).

Los paneles fotovoltaicos deben cumplir con la norma RGR 02/2024.

Todos los módulos fotovoltaicos que formen parte de una unidad de generación deberán cumplir con las normas IEC 61730, e IEC 61215 o IEC 61646, según corresponda y deberán ser autorizados por la Superintendencia para tales efectos.

El pago del bono del proyecto solo se efectuará en la etapa final de conexión del proyecto mediante generación distribuida, es decir el proyecto operativo y en norma.

1. Definición de la demanda de energía eléctrica del riego

**La demanda de energía eléctrica del riego se compone del riego existente como del proyectado, y será utilizado para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico mediante el balance de generación distribuida.**

Para determinar la demanda de energía eléctrica del riego se revisará las facturaciones eléctricas del último año (12 meses) hasta la fecha de postulación del proyecto, la que, junto a demanda de riego existente, permitirá la verificación de los costos de facturación asociados al riego existente.  A estos se le adicionará la demanda de riego proyectada.

**La demanda de energía eléctrica en riego existente** se debe registrar en el informe “demanda de energía del riego existente” en donde se listen y presenten los equipos de riego existentes y su operación en horas, con registro fotográfico. Estos consumos serán verificados por profesionales CNR en terreno.  Los equipos que se listen en el informe y que no sean verificados en terreno, serán eliminados de la demanda de energía.

El contenido del informe de demanda de energía eléctrica de riego existente será:

* Equipos de riego (electrobombas) asociadas al funcionamiento del proyecto de riego existente que no tengan una bonificación vigente por parte de CNR o que su bonificación superé los 10 años.
* Registro fotográfico del equipo y de las placas de los equipos, tanto bombas como motores.  Estos deben ser claros y coherentes entre sí.
* Los equipos que se listen en el informe y que no sean claros y coherentes entre sí, no serán considerados en la demanda de energía.

**La demanda de energía eléctrica de riego proyectada** se debe presentar en el informe del diseño de riego, de la misma forma que se realiza en los proyectos de riego tecnificados en los concursos de obras pequeñas.

1. Condiciones específicas para los sistemas fotovoltaicos flotantes

El sistema fotovoltaico flotante (SFF), **debe ser postulado** bajo las siguientes configuraciones:

* Riego tecnificado existente o nuevo o ambos con un SFF conectado a generación distribuida.
* Instalación en un tranque existente o nuevo con SFF conectado a generación distribuida.

Debe cumplir con los expresado en la guía de instalación de sistemas fotovoltaicos flotantes de la CNR.

Cumplir con lo señalado en la normativa vigente RGR 01/2024 de Procedimiento de comunicación de energización de generadoras residenciales y RGR 02/2024 de Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas, elaborados por la SEC.

Se debe utilizar el explorador solar de energía del Ministerio de Energía para el cálculo de la evaporación del proyecto.

Los paneles fotovoltaicos deben cumplir con la norma RGR 02/2024 y poseer un nivel de eficiencia mínimo de 21% de generación.

Los paneles fotovoltaicos deben ser compatibles con los sistemas de flotación, lo cual debe ser verificado en las especificaciones técnicas de este último. Las EETT deben ser adjuntadas.

La ingeniería debe incluir el detalle de las líneas de amarre y anclajes del sistema de flotación. Las EETT deben ser adjuntadas. Del mismo modo el proyecto debe garantizar las condiciones mínimas necesarias para su correcta operación y mantención.

1. Condiciones específicas para los sistemas agrivoltaicos

Los sistemas agrivoltaicos, deben ser postulados bajo las siguientes configuraciones:

* Riego tecnificado con sistema agrivoltaico ambos en la misma superficie postulada.
* Riego tecnificado con sistema agrivoltaico en otra superficie preexistente.

El diseño debe buscar maximizar la cobertura de los cultivos por parte del sistema fotovoltaico para amplificar los beneficios al área de riego, por lo que solo se admitirán proyectos que postulen con paneles fotovoltaicos semitransparentes (30% o superior) o transparentes y en material de vidrio para garantizar una mayor durabilidad.

Los paneles fotovoltaicos deben cumplir con la norma RGR 02/2024 y ser bifaciales.

Estos paneles deben ser registrados y autorizados por la SEC al momento de la inscripción del TE-4. Las EETT deben ser adjuntadas.

La orientación de los sistemas agrivoltaicos será:

* AgriPV de techo o de tipo invernadero: empleando paneles fotovoltaicos semitransparentes (30% o superior) o transparentes con orientación E-O o Norte dependiendo del diseño.
* AgriPV vertical: empleando paneles fotovoltaicos bifaciales con orientación E-O.

Los proyectos AgriPV postulados deben respetar las necesidades del cultivo y del agricultor en su conjunto para resguardar la actividad agrícola.  Por lo anterior, este debe cumplir con los siguientes criterios:

**A) Criterio por pérdida de superficie:** La pérdida de superficie utilizable para la agricultura debida a las fundaciones, estructuras y subestructuras del sistema fotovoltaico **no debe superar el 15%** **de la superficie total** del proyecto de riego (lo anterior se toma en referencia a la norma DIN SPEC 91434/2021).

**B) Criterio de continuidad en el doble uso de suelo:** Para poder garantizar el uso de la superficie utilizable para la agricultura después del montaje y construcción de la instalación agrivoltaica, debe existir continuidad de uso de esa superficie para **producción de alimentos y energía renovable** **por al menos 10 años** (referencia de proyectos postulados a la Ley 18.450).

A continuación, se presenta una lista de referencia, sugerida para la instalación de proyectos agriPV.

Lista de cultivos compatibles con la sombra

| **Grupo** | **Cultivos Hilerados** | **Cultivos Extensivos** |
| --- | --- | --- |
| **1. Cultivos de Baja Altura (0 – 0.5 m)**    **GRUPO 1 - hilerados**    **GRUPO 2 - extensivos** | * Raíces: Zanahoria, nabo, rábano, batata, remolacha. * Tallos: Apio, espárrago, puerro. * Bulbos: Cebolla, Ajo, Puerro. * Flores/Inflorescencias: Alcachofa, brócoli, coliflor. * Frutos: Berenjena, pimiento, tomate, pepino, calabaza. * Leguminosas: Habas, garbanzos, porotos, lentejas, arvejas. * Otros: Calabacín, camote, guisante, papa. * Hortalizas de hoja: lechuga, espinaca, acelga, rúcula, acelga, lechuga, perejil, repollo. * Legumbres: porotos (judías), lentejas. * Papas * Fresas o frutillas | * Praderas * Empastadas * Forrajeras * Trébol * Trigo * Cebada |
| **2. Frutales menores y cultivos (menos de 3 m)**  **GRUPO 3 - hilerados**  **GRUPO 4 - extensivos** | * Viñas, 1–2 m * Berries: Arándano → 1–2 m Frambueso → 1–2.5 m, Mora → 1–3 m * Papayo chileno → 2–3 m * Chirimoyo → 3–4 m * Tomates→ 2 m * Pimentón y ají→ 0,9 m * Alcachofa * Tunales | * Maíz * Canola * Alfalfa * Maravilla |
| **3. Frutales mayores (entre 3 y 6 m)**    **GRUPO 5** | * Cítricos Naranjo-Pomelo-Mandarino-Granado → 4–5 m * Manzano → 4–6 m con manejo * Cerezo → 4–6 m con manejo * Duraznos y Nectarines → 3–5 m con manejo * Ciruelo → 4–6 m * Kaki (Caqui) → 4–6 m * Membrillo → 3–5 m | * No aplica |

Nota: no se considerarán Árboles Altos (sobre 6 m de altura) como son el Nogal, Palto, Castaño, Almendro (Prunus dulcis), Peral

# Variables de concurso:

Los sistemas ERNC innovadores como son los proyectos Agri PV y Floating PV **consideran variable medio ambiental**.

# Dimensionamiento Fotovoltaico:

## Proyecto existente

1 - Se tabularán todos los cargos asociados a la facturación eléctrica, tales como:

* Cargos por Administración de servicio – Facturado en unidad de $ pesos
* Transporte de electricidad – Facturado en unidad de $/kWh pesos
* Cargo por servicio público – Facturado en unidad de $/kWh pesos
* Cargo por estabilización Ley N° 21.472 – Facturado en unidad de $/kWh pesos
* Electricidad consumida – Facturado en unidad de $/kWh pesos
* Cargos por demanda máxima suministrada leída o contratada según tipo de tarifa – Facturado en unidad de $/kW pesos
* Cargos por potencia en hora punta leída o contrada según tipo de tarifa – Facturado en unidad de $/kW pesos
* Cargos por multa de energía reactiva – Facturado en $ (No siempre estará este cargo, depende del tipo de empalme)
* Recargos por lectura en baja tensión – Facturado en $ (No siempre estará este cargo, depende del tipo de empalme)
* *No se deben considerar cargos por interés o multas por retraso de pago.*

2 - Identificar y unificar los montos asociados a cargos facturados por unidades de medida, es decir, kW y por kWh. Cargos asociados recargo por mal factor de potencia no serán considerados en este apartado.

3 - Identificar claramente en los cargos tarifarios la demanda máxima suministrada y la energía consumida en el periodo facturado. Para los análisis posteriores, esto se entenderá como **Demanda de potencia y energía Facturada (DEF)**.

Nota: Si corresponden a boletas bimensuales o de mayor periodo, debe distribuir dicho consumo en el periodo de 12 meses.

4 - En el análisis de demanda de energía eléctrica del riego, se debe identificar claramente la proyección en base al funcionamiento del proyecto de riego de:

* La demanda máxima de potencia del sistema de riego en kW en los doce meses del año
* La demanda energética el sistema en kWh en los 12 meses del año
* Lo anterior para fines de este documento se entenderá como **Demanda de potencia y energía Estimada (DEE)**.

5 - La Demanda de Potencia y Energía estimada será comparada con la Demanda de Potencia y Energía Facturada, y podrán generarse los siguientes escenarios:

* Si alguno y/o ambos parámetros (Demanda de Potencia o de Energía) de la DEE supera al parámetro equivalente de la DEF (Potencia kW y energía kWh), se considerará para efectos del dimensionamiento fotovoltaico los parámetros de DEF.
* Si alguno y/o ambos parámetros (Demanda de Potencia o de Energía) de la DEE es inferior al parámetro equivalente de la DEF (Potencia kW y energía kWh), se considerará para efectos del dimensionamiento fotovoltaico los parámetros de DEE.

6 – Con los valores facturados e identificados en el punto 2 pesos chilenos, se determinará y valorizará la proporción en % de cada componente (Potencia y Energía), respecto a la determinada en el numeral 5.

Los costos no asociados a unidades de energía o potencia, a excepción de recargos, multas, interés u otra facturación que no represente el comportamiento del consumo energético, se prorratearán en función del ponderador de energía determinado en el punto 6.

7 – Al sumar los costos mensuales, se obtendrá el monto anual facturado equivalente al proyecto de riego existente.

## Proyecto Nuevo

1 - En base al diseño del proyecto de riego, se determinará una bomba de riego, y en base a su capacidad

2 - Determinar las horas de riego según el requerimiento hídrico de los cultivos.

3 – Determinar la demanda eléctrica (P1) de la o los equipos en kW

4 – Estimar el consumo energético para cada mes del año en kWh

5 – Estimar la Potencia máxima a facturar del proyecto. Para tarifas del tipo AT o BT 4.1,4.2 y 4.3 considerar como demanda máxima de potencia estimada a comparar con la facturada, el promedio de las dos demandas máximas en el periodo de 12 meses.

6 – Determinar los costos asociados a Energía, facturados en unidad de $/kWh, según la información de pliegos tarifarios de las compañías distribuidoras.

7 – Valorizar los consumos de energía respecto al costo unitario determinado en el punto anterior.

8 – Con lo anterior, al sumar se tendrá la Facturación de energía eléctrica anual asociado al Nuevo Proyecto de Riego.

## Dimensionamiento Fotovoltaico

1 – Determinar el potencial de energía anual generador de 1 un panel solar en la coordenada del proyecto.

2 – Determinar la energía anual que este generaría en kWh

3 – A partir de la información de pliegos tarifarios de la compañía distribuirá, estimar los beneficios asociados a autoconsumo, es decir, todos los cargos facturados en $/kWh y el costo por la inyección de energía a la red.

4 – Ponderar los beneficios del sistema fotovoltaico determinado en el punto anterior de acuerdo a lo siguiente:

* Monto asociado al autoconsumo: 30% x Costo unitario de autoconsumo $/kWh
* Monto asociado a la inyección: 70% x Costo unitario de inyección $/kWh

5 – Al sumar los montos determinados en el punto 4, se tendrá el beneficio total anual del Sistema fotovoltaico

6 – Determinar el número de paneles en base a la siguiente ecuación:

7 – Redondear el número de paneles siempre hacia abajo

8 – Validar resultados a través del BDG de acuerdo a la siguiente ecuación:

## Ejemplo Práctico

**Proyecto existente**

A continuación, de manera referencial se presenta un la Demanda de Potencia y Energía mensual asociada a un proyecto de riego:

Tabla 1 Demanda de Potencia y Energía teórica del proyecto de riego existente

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parámetro proyecto existente / Mes** | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sept** | **Oct** | **Nov** | **Dic** |
| 1) Demanda de potencia equipo kW | 22 | 22 | 21 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 22 | 22 |
| 2) Horas de riego diario | 12 | 10 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 8 | 11 |
| 3) Días de uso mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| **Energía consumida kWh (1) x (2) x (3)** | **8184** | **6160** | **5208** | **3600** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1350** | **3100** | **5280** | **7502** |

Como referencia, se presenta una boleta de facturación correspondiente a un usuario con tarifa AT4.3, asociada al período de facturación de marzo. En dicha boleta se indica que la lectura fue realizada entre el 22 de febrero de 2024 y el 20 de marzo de 2024, por lo que, para efectos del análisis, se considerará como correspondiente al mes de marzo.

Imagen que contiene Código QR

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Interfaz de usuario gráfica

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Figura 1 Boleta de facturación asociada al ejemplo de proyecto existente

De acuerdo con la boleta anterior, se tiene el siguiente desglose de costos;

Tabla 2 Desglose de costos facturados

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Servicio eléctrico** | **Monto** | **Unidad de facturación** | **Monto con IVA a cargos considerados** |
| Administración del servicio | $2.034 | $ | $2.420 |
| Transporte de electricidad | $185.144 | $/kWh | $220.321 |
| Cargo por servicio público | $4.849 | $/kWh | $4.849 |
| Cargo por estabilización Ley 21.472 | $19.279 | $/kWh | $22.942 |
| Electricidad consumida 6.465kWh | $561.381 | $/kWh | $668.043 |
| Cargo por Demanda máxima Suministrada (29 kW) | $134.010 | $/kW | $159.472 |
| Cargo Demanda Máxima Leída de Potencia en Horas Punta (13,6kW) | $190.879 | $/kW | $227.146 |
| Cargo reactivo (11%) | $259.590 | $ | $308.912 |
| Recargo lectura baja tensión | $31.019 | $ | $36.913 |
| **Total** |  | $ | **$1.651.019** |

Lo siguiente será agrupar los cargos asociados a unidad de costos por energía y por potencia en base a la facturación mostrada anteriormente.

Tabla 3 Agrupación de costos facturaciones asociadas a unidad de energía, potencia y otros cargos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Periodo de facturación** | Marzo |
| **Energía consumida del mes (kWh)** | 6.465 |
| **Demanda máxima de Potencia (kW)** | 29 |
| **Cargos por unidad de Energía (kWh)** | $916.156 |
| **Cargos por unidad de Potencia (kW)** | $386.618 |
| **Otros cargos** | $348.245 |

Al comparar la Demanda Máxima de Energía y Potencia Estimada Respecto a la Demanda Máxima de Energía y Potencia Facturada, se tiene lo siguiente

Tabla 4 Comparación de DEE y DEF

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Parámetro** | **DEE** | **DEF** | **Observación** |
| Energía kWh | 5.208 | 6.465 | La DEE es inferior a la DEF en un 15,6% |
| Potencia kW | 22 | 29 | La DEE es inferior a la DEF en un 24,1% |

Con los porcentajes anteriores, se determina el proporcional asociado al proyecto de riego del total de la facturación eléctrica.

Tabla 5 Monto proporcional del proyecto de riego v/s facturación eléctrica

|  |  |
| --- | --- |
| **Parámetro** | **Monto equivalente $ para dimensionamiento** |
| Energía kWh (80,6% de la facturada) | $738.026 |
| Potencia kW (75,9% de la facturada) | $293.296 |
| Otros cargos (80,6% de la facturada) | $280.535 |
| **TOTAL** | **$1.311.858** |

Este proceso se debe **realizar para todos los meses del año**, lo que conllevará un monto anual facturado equivalente al proyecto de riego existente.

Para el caso de la potencia o demanda máxima suministrada (tarifa AT 4.3) a comparar con la potencia facturada en cada mes, puede considerar como la potencia teórica facturada para todos los meses, el promedio de las dos potencias más altas durante el periodo de 12 meses evaluado. Vale decir que, en este caso de ejemplo, durante todo el periodo de evaluación, la potencia determinada en DEE será de 22 kW, ya que corresponde al valor calculado en base a las dos potencias más altas.

Haciendo una proporción simple en base al proyecto de riego existente, se tienen los siguientes cargos asociados a Energía y Potencia.

Tabla 6 Desglose de costos asociados al dimensionamiento FV



Finalmente, se tiene un monto anual equivalente al riego de **$ 11.496.341.**

**Proyecto nuevo**

Se tiene la proyección energética de un proyecto de riego con las siguientes características:

Tabla 7 Parámetros del nuevo proyecto de riego

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parámetro** | **Valor** | |
| Capacidad nominal de electrobomba | 20,0 | HP |
| Eficiencia del motor | 0,9 |  |
| Demanda P2 en el punto de operación del riego | 12,0 | kW |
| Demanda P1 en el punto de operación del riego P2/Ef.motor | 13,3 | kW |

Tabla 8 Estimación de potencia y energía consumida por el nuevo proyecto de riego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parámetro proyecto Nuevo / Mes** | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** | **Ago** | **Sept** | **Oct** | **Nov** | **Dic** |
| 1) Demanda de potencia equipo kW | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,3 | 13,3 | 13,3 | 13,3 |
| 2) Horas de riego diario | 8 | 7 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| 3) Días de uso mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| **Energía consumida kWh 1)x2)x3)** | **3307** | **2613** | **2067** | **1200** | **0** | **0** | **0** | **0** | **800** | **1653** | **2000** | **2893** |
| **Demanda de potencia máxima kW a facturar** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** | **13,3** |

Dada la demanda naturaleza de la tarifa AT4.3, la demanda de potencia suministrada se factura como el promedio de las 2 demandas más altas leídas en un periodo de 12 meses, incluyendo el facturado, en este ejemplo, se asume una demanda de potencia igual durante todos los meses, por lo que el promedio de las dos demandas más altas es 13,3 kW.

A continuación, se presentan los valores del pliego tarifario del mes de mayo de 2025 asociados ala tarifa AT 4.3.

Tabla 9 Cargos asociados a la facturación según pliegos tarifarios de las distribuidoras

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Se determinan los cargos asociados a medida de energía, es decir, todos lo cargos facturados en $/kWh.

De acuerdo al pliego tarifario, el total de cargos es:

0,784+33,588+136,154 = 170,526 $/kWh

El costo asociado a la potencia sólo contemplará el cargo de Demanda máxima Suministrada y en ningún caso costos asociados a Demanda de Hora Punta. Es decir, 10.328,501 $/kW.

Finalmente, al valorizar los cargos por energía y por potencia con los costos unitarios recientemente calculados, se tiene lo siguiente;

Tabla 10 Valorización de cargos asociados a energía y potencia del nuevo proyecto de riego



Finalmente, el monto estimado a pagar por facturación de energía eléctrica anual asociado al **Nuevo Proyecto de Riego es de $ 4.471.923**.

**Dimensionamiento Fotovoltaico**

La siguiente imagen muestra la estimación del potencial de un panel solar de 550 Wp a través de la plataforma Explorador Solar.

|  |  |
| --- | --- |
| Mapa  El contenido generado por IA puede ser incorrecto. | Gráfico, Gráfico de barras  El contenido generado por IA puede ser incorrecto. |

Figura 2 Datos ingresados en el Explorador Solar

A partir de lo mostrado en las figuras anteriores, un panel solar de 550Wp en la coordenada estimada, tiene un **potencial anual de 556,87 kWh.**

En primer lugar, se estiman los precios unitarios asociados a autoconsumo, los cuales son los siguientes:

Tabla 11 Cargos asociados a la energía autoconsumida según pliego tarifario de la distribuidora

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Es decir, los costos de autoconsumo de energía son igual a 170,526.

El costo de inyección está dado en los pliegos tarifarios, según lo siguiente:

Tabla 12 Cargos asociados a la energía inyectada según pliego tarifario de la distribuidora



Ya que es una tarifa AT 4.3 (en AT), el monto por inyección es de 90,986 $/KWh inyectados a la red.

Al valorizar la energía producida por el panel solar, se tiene el siguiente costo de beneficio anual.

|  |  |
| --- | --- |
| **Monto por componente de 1 panel** | **Monto $** |
| Autoconsumo (30% del total generado) | $28.488 |
| Inyección (70% del total generado) | $35.467 |
| **TOTAL** | **$63.955** |

Finalmente, el número de paneles solares para reducir los costos tarifarios existentes y proyectos para este proyecto es el siguiente:

Es decir:

Finalmente, la capacidad instalada es de:

Se estima que este sistema fotovoltaico **produzca al año 139.217,5 kWh**

Dado lo anterior, para corroborar, el Balance de Generación Distribuida es el siguiente:

# ¿Qué hacer en situaciones en las cuales existan meses sin lectura?

En algunas ocasiones, las empresas distribuidoras no logran tomar la lectura del medidor durante un determinado período de facturación. En estos casos, la facturación se realiza en base a un promedio del consumo registrado en los últimos meses. Las imágenes que se presentan a continuación muestran un ejemplo de cómo se refleja esta situación en una boleta eléctrica cuando no es posible tomar lectura del medidor.

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Carta

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Figura 3 Ejemplo de facturación sin lectura de medidor de un periodo en particular

En estas situaciones, para estimar el consumo de energía y potencia necesario para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se deberá considerar el **consumo teórico de energía y potencia del proyecto de riego** **(ver Tabla 1).** Este consumo **será valorizado de acuerdo con el pliego tarifario vigente en el mes correspondiente al período de facturación.**

A modo de ejemplo, considérese que **durante el periodo de lectura de septiembre** no se tomó lectura del medidor.

Tabla 13 Valores considerados para valorizar en periodo sin lectura.

|  |  |
| --- | --- |
| **Parámetro proyecto existente / Mes** | **Sept** |
| 1) Demanda de potencia equipo kW | 15 |
| 2) Potencia estimada a facturar kW *(según lo antes señalado corresponde al promedio de las dos potencias más altas dentro del periodo de evaluación para tarifa AT 4.3)* | 22 |
| 2) Horas de riego diario | 3 |
| 3) Días de uso mes | 30 |
| **Energía consumida kWh (1) x (2) x (3)** | **1350** |

A continuación, se presenta el pliego tarifario asociado al periodo de facturación bajo análisis.

Tabla 14 Tarifas de suministro tarifa AT 4.3 septiembre de 2024



Consideraciones para la valorización de los cargos:

• **Potencia de Hora Punta:** En caso de no contar con la lectura del medidor correspondiente a un determinado período de facturación, se deberá utilizar como referencia la potencia o demanda de hora punta facturada en el período inmediatamente siguiente. Por ejemplo, si no se dispone de la lectura del mes de septiembre, se tomará como base la demanda facturada en octubre. Si tampoco se cuenta con esa lectura, se utilizará la del siguiente mes, y así sucesivamente, hasta disponer de una lectura registrada por la empresa distribuidora.

Para este caso particular, dado que sólo se dispone de una boleta de facturación, y con fines ilustrativos, se considerará la demanda punta facturada en dicha boleta: **13,6 kW**. Este valor se utilizará siempre y cuando no supere la potencia teórica estimada para el período evaluado. En caso contrario, deberá considerarse únicamente dicha potencia teórica.

• **Recargo por mal factor de potencia:** Si existen recargos por bajo factor de potencia en otras boletas, se deberá calcular un promedio del cargo por energía reactiva correspondiente a un período de un año. No obstante, dado que en este ejemplo solo se dispone de la boleta de un mes, se asumirá, para fines de estimación, un recargo equivalente al reflejado en dicha boleta: **11%**.

El monto facturado asociado a los recargos por mal factor de potencia se calcula de la siguiente manera:

• **Recargos por cliente AT medido en BT:** En caso de que existan recargos asociados a clientes en Alta Tensión (AT) medidos en Baja Tensión (BT) en otras boletas, se deberá considerar la siguiente fórmula para su valorización:

• **Cargo Fondo de Estabilización (Ley 21.475):** El pago adicional correspondiente al “Cargo Fondo de Estabilización”, establecido por la Ley 21.475, se estimará de acuerdo con lo señalado en el Oficio Circular SEC N° 157155 y en la Resolución Exenta N° 565 de 2023 de la Comisión Nacional de Energía (CNE). Este cargo varía según el tramo de consumo mensual de acuerdo a los siguientes tramos de consumo de energía:

Tabla 15 Tramos de consumo asociados a la Ley 21.475

|  |  |
| --- | --- |
| **Categoría** | **Cargo** |
| Usuarios que registren un consumo mensual menor o igual a 350 kWh | : Exento del cargo |
| Usuarios que registren un consumo mensual mayor a 350 y menor o igual a 500 kWh | : 0,852 $/kWh |
| Usuarios que registren un consumo mensual mayor a 500 y menor o igual a 1000 kWh | : 1,917 $/kWh |
| Usuarios que registren un consumo mensual superior a 1000 y menor o igual a 5000 kWh | : 2,662 $/kWh |
| Usuarios que registren un consumo mensual superior a 5000 kWh | : 2,982 $/kWh |

En el caso particular del presente ejemplo, correspondiente al mes de septiembre, con un consumo de 1.350 kWh, se ubica en el tramo de más de 1.000 kWh y hasta 5.000 kWh, por lo que se debe considerar un monto de $3.594 pesos.

Finalmente, para el periodo de septiembre el cual no contempló lectura del medidor, se tienen los siguientes cargos asociados que podrán considerarse para el dimensionamiento fotovoltaico:

Tabla 16 Cargos asociados para el dimensionamiento FV del periodo sin lectura de medidor del ejemplo.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Servicio eléctrico** | **Costo unitario** | **Unidad de facturación** | **Monto sin IVA** | **Monto con IVA a cargos considerados** |
| Administración del servicio | $1.017 | $ | $1.017 | $1.209,936 |
| Transporte de electricidad | 28,499 | $/kWh | $38.474 | $45.784 |
| Cargo por servicio público (no aplica IVA) | 0,75 | $/kWh | $1.013 | $1.013 |
| Cargo por estabilización Ley 21.472 | 2,662 | $/kWh | $3.594 | $4.277 |
| Electricidad consumida | 101,692 | $/kWh | $137.284 | $163.368 |
| Cargo por Demanda máxima Suministrada | 8491,815 | $/kW | $186.820 | $222.316 |
| Cargo Demanda Máxima Leída de Potencia en Horas Punta |  | $/kW | $190.879 | $227.146 |
| Cargo reactivo (11%) |  | $ | $56.648 | $67.411 |
| Recargo lectura baja tensión (3,5%) |  | $ | $18.024 | $21.449 |
| **Total** |  |  |  | **$753.973** |

Siguiendo la misma lógica del ejemplo asociado al “Proyecto existente”, se tiene en resumen los siguientes montos equivalentes para este mes para el dimensionamiento FV.

Tabla 17 Monto equivalente para dimensionamiento FV asociado a unidad de energía, potencia y otros cargos

|  |  |
| --- | --- |
| **Parámetro** | **Monto equivalente $ para dimensionamiento** |
| Energía kWh (mes sin lectura) | $214.441 |
| Potencia kW (mes sin lectura) | $449.462 |
| Otros cargos (mes sin lectura) | $90.070 |
| **TOTAL** | **$753.973** |