

Informe

Visita técnica a edificio Escuela básica Edmundo Quezada.
Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar
fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

César

EFFERGY S.A.

07/03/2015

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 2 |
| 2. Objetivos..... | 2 |
| 3. Datos generales del inmueble..... | 3 |
| 4. Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos. | 5 |
| 5. Características de la superficie seleccionada..... | 5 |
| 6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. | 8 |
| 6.1 Propuesta Inicial de Consultoría | 8 |
| 6.2 Propuesta a licitar para Autoconsumo | 11 |
| 7. Conexión a instalación eléctrica existente..... | 13 |
| 8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo..... | 14 |
| 9. Ahorro estimado. | 14 |
| 10. Datos ejecución de la instalación. | 16 |
| 11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución..... | 17 |
| 12. Recomendaciones al proyecto. | 17 |
| 13. Descripción general del proyecto..... | 18 |
| 14. Condiciones para la ejecución del Proyecto | 19 |



1. Introducción

Según la Ley 20.571 de Net Billing, publicada el 22 de Marzo de 2012, los usuarios finales sujetos a regulación de precios pueden disponer, para su propio consumo, de equipamiento de generación eléctrica, e inyectar los excedentes a la red de la empresa distribuidora.

Dichas inyecciones solamente pueden realizarse mediante fuentes ERNC y cogeneración eficiente con capacidad máxima 100 kW.

Energía inyectada a la red es valorizada de acuerdo a la componente energía del precio al nivel generación-transporte, que las concesionarias de distribución traspasan a sus clientes regulados.

En el marco de esta Ley el Ministerio de Energía se dispone a licitar instalaciones en edificios públicos en todo el territorio nacional.

Como paso previo a la publicación de los pliegos de licitación se necesitan evaluar las condiciones básicas de cada edificio para no licitar una instalación inviable técnica o económicamente.

2. Objetivos

- El presente informe es la justificación de las bases técnicas para la licitación del proyecto.
- Permite a una persona que no estuvo en terreno entender el proyecto y su evaluación.
- Permite tener documentado el proyecto para que la eventual inspección técnica de obra lo tenga como referencia.
- Permite a las instituciones públicas conocer las características del proyecto a realizar y las condiciones necesarias para ejecutarlo.



3. Datos generales del inmueble.

| DATOS DEL INMUEBLE | | | |
|--|---|---------------|----------|
| Dirección | Avenida Los escritores n° 2055 | Ciudad | Vallenar |
| Institución pública responsable | Municipalidad de Vallenar | | |
| Identificación del Inmueble | Escuela de educación básica Edmundo Quezada | | |



Ilustración 1. Fachada del edificio.

Antigüedad del edificio: sin información.

Reformas previstas: no hay.

Plano o esquema general: ver ilustraciones siguientes.





Ilustración 2. Ubicación del edificio.



Ilustración 3: Esquema del edificio.



4. Lugares disponibles y seleccionados para instalar los módulos fotovoltaicos.

Localizaciones posibles para el proyecto:

De la observación de los techos en la visita, se propone disponer el generador fotovoltaico sobre el techo del multicancha. Techos a dos aguas con una inclinación de 10° no transitables, con altura inferior a 9 metros.

Y sobre el techo de las dos primeras secciones del edificio de aulas ubicado más al norte. Cubiertas señaladas en la ilustración 3 con una flecha.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

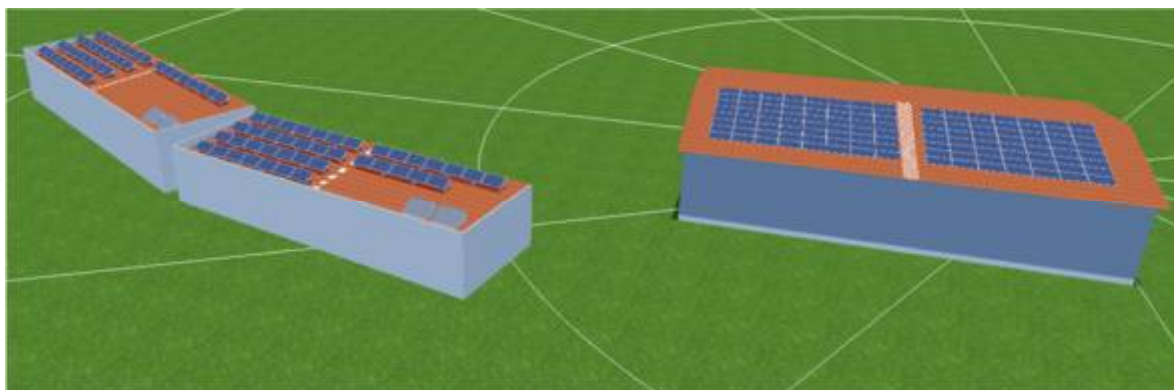


Ilustración 4. Esquema de techo con posible solución. Vista noreste.

5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** para la visita habrá que acceder mediante una escalera de mano apoyada en la fachada del edificio. La cubierta de la multicancha puede ser inspeccionada desde la techumbre del edificio principal. Para la instalación habrá que aportar medios propios de elevación para acceder a la techumbre y habilitar escaleras exteriores fijas con acceso restringido.



Ilustración 5. Forma de acceso.

- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** no es posible subir hasta el nivel de techumbre para el caso de la multicancha. Se puede ver su estado desde el nivel de piso y desde las techumbres del edificio principal. La cubierta no dispone de pasillo técnico y no es transitable.
- **¿Es necesario alguna obra adicional para permitir un fácil acceso y tránsito para la mantención del sistema fotovoltaico?:** si, se recomienda construir pasillos técnicos para la mantención de la instalación y escaleras con acceso restringido.
- **Antigüedad de la techumbre:** sin información.
- **Cobertura:** cubierta metálica.
- **Estructura:** Estructura metálica.
- **Deterioros:** no se aprecian deterioros en la cubierta.
- **Filtraciones:** no se aprecian.
- **Orientación:** la cubierta de la multicancha está orientado al norte. Los edificios de aulas se encuentra orientado 12° al Noreste la primera sección y 30° al noreste la segunda.
- **Inclinación:** multicancha techo a dos aguas con inclinación de 10°. Edificios techo plano con inclinación de 5°.



- **Elementos dentro del área seleccionada:** multicancha, no existen. Tejado del edificio, y lucernas.
- **Elementos dentro del área seleccionada que hay que retirar o relocalizar:** no hay.
- **Espacios necesarios de circulación:** el área seleccionada no tiene uso alternativo, por lo que solo se necesita un piso técnico adicional para efectuar labores de mantenimiento a la instalación fotovoltaica.
- **Esquema o plano simple de la superficie seleccionada:** ver ilustración n° 4.
- **Área bruta disponible:** la superficie bruta disponible propuesta para intervenir mide 1.136 m².
- **¿Estructura de la superficie es capaz de soportar un sistema fotovoltaico?:** Si.



6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

6.1 Propuesta Inicial de Consultoría

- **Condiciones de sombra:**

- **Externas:** No hay sombras externas.
- **Internas:** estructura de lucarnas y petos arquitectónicos.

- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Con una potencia promedio estándar de 90 w/m².requeriríamos de 1.111 m², por lo que la superficie propuesta será suficiente.

- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de 30° +/- 5°.

Cantidad de módulos:

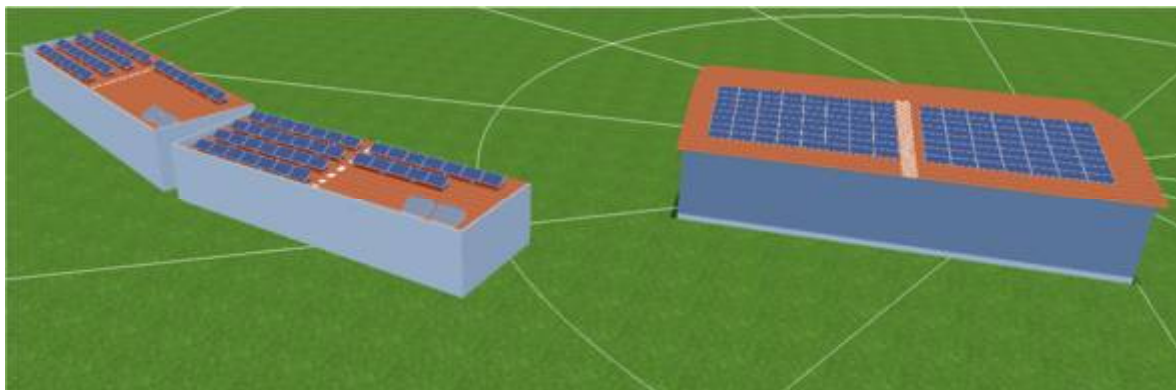


Ilustración 6. Superficies propuestas.

Suponiendo la instalación de un módulo estándar de 250W con dimensiones de 1,65 x 1 m y teniendo en cuenta las condiciones de sombra por elementos propios, estos techos podrían albergar 285 módulos dispuestos con una inclinación de 30° +/- 5°, con una potencia conjunta de 71,25 kWp y una superficie efectiva de módulos de 465,5 m².

| Zona | Superficie (m ²) | Filas | Módulos por fila | Total módulos | Potencia (kW) |
|--|---------------------------------|-------|---------------------|------------------|------------------|
| Tejado norte multicancha | 300 | 5 | 17 | 85 | 21,25 |
| Edificio 2. Sección 1. Norte | 230 | 4 | variable | 54 | 13,5 |
| Edificio 2. Sección 2. Noreste. | 306 | 4 | variable | 62 | 15,5 |
| Edificio 2. Sección 3. Este. | 300 | 4 | variable | 62 | 15,5 |
| Total | 1.436 | | | 343 | 85,75 |

Tabla 1

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables el consultor recomendó una instalación de 50 kW.

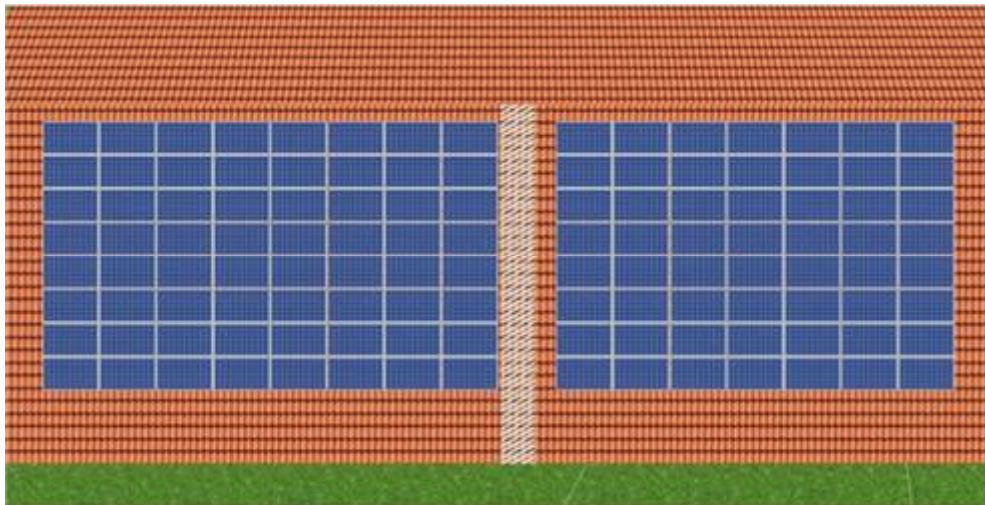


Ilustración8: tejado norte multicancha.

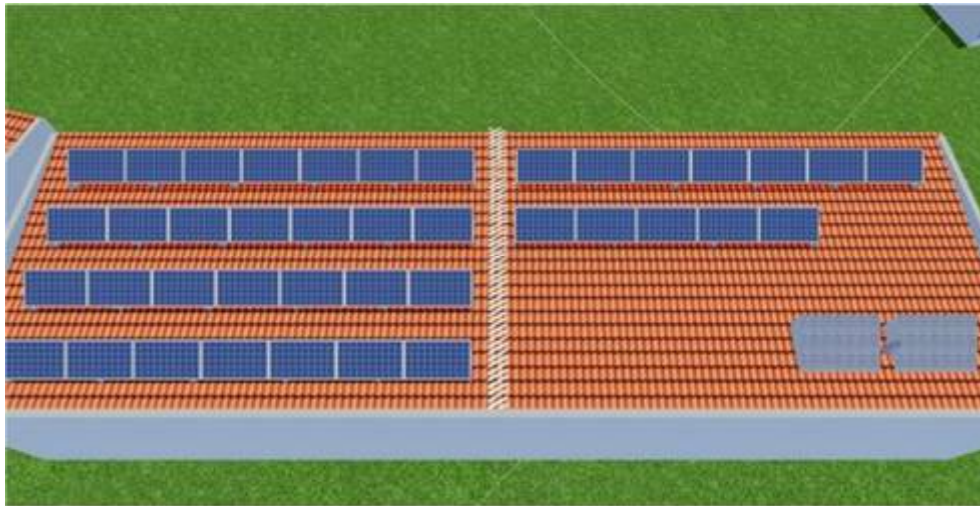


Ilustración 9: edificio 2, sección 1, norte.

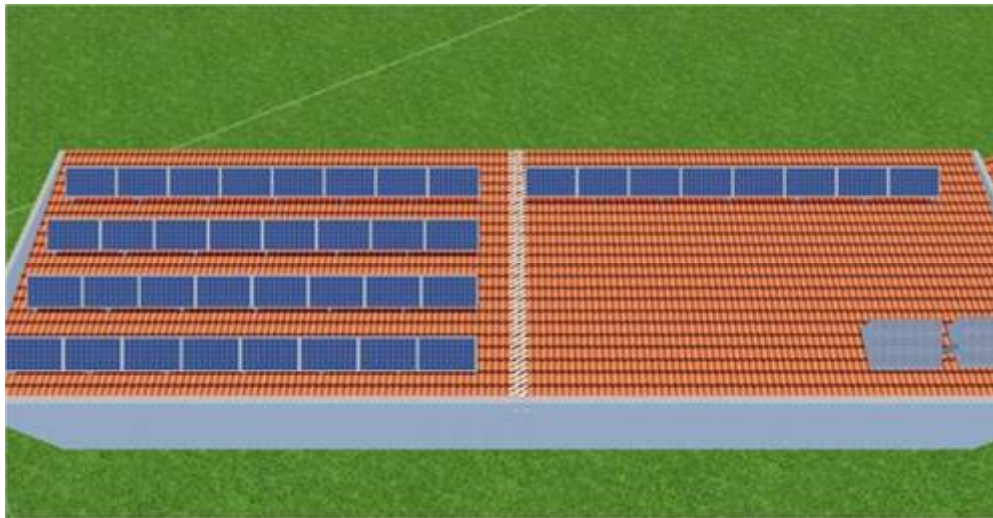


Ilustración 10: Edificio 2. Sección 2. Noreste.

6.2 Propuesta a licitar para Autoconsumo

La capacidad del Sistema Fotovoltaico, (SFV), propuesto por el consultor, tuvo que ser ajustado a la demanda de Energía Anual de la instalación del edificio, esto implicó que la Potencia Instalada kW, (capacidad de la Planta Fotovoltaica), fuese calculada bajo este criterio, como resultado, para éste caso en particular se estimó un SFV de menor capacidad, a la propuesta anterior., con el fin de producir Energía eléctrica, para abastecer parte de la demanda, durante las horas con disponibilidad del recurso solar, de ésta forma se cumple con uno de los objetivos específicos del Programa Techos Solares Públicos (PTSP), que es incentivar el derecho que tienen los clientes Regulados para auto consumir su energía Generada, facultados bajo la Ley de Generación distribuida N° 20.571 , lo cual conlleva, a reducir el retiro de Energía Kwh, desde la red de distribución de la compañía eléctrica.

Tabla Demanda Anual kWh últimos 12 Mes

| Item | Meses | Energía (Kwh) | Unidad |
|------|------------|---------------|---------|
| 1 | Agosto | 7.500 | Kwh-mes |
| 2 | Septiembre | 7.500 | Kwh-mes |
| 3 | Octubre | 7.500 | Kwh-mes |
| 4 | Noviembre | 6.500 | Kwh-mes |
| 5 | Diciembre | 5.000 | Kwh-mes |
| 6 | Enero | 8.008 | Kwh-mes |
| 7 | Febrero | 8.008 | Kwh-mes |
| 8 | Marzo | 6.006 | Kwh-mes |
| 9 | Abril | 7.000 | Kwh-mes |
| 10 | Mayo | 7.500 | Kwh-mes |
| 11 | Junio | 7.000 | Kwh-mes |
| 12 | Julio | 10.010 | Kwh-mes |



Tabla de Demanda de Energía anual (Kwh), desde Agosto del 2014

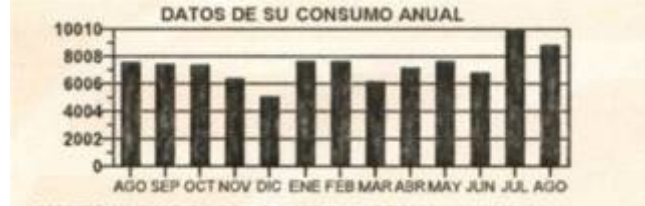


Grafico histórico de Demanda anual, factura proporcionada por Cliente.

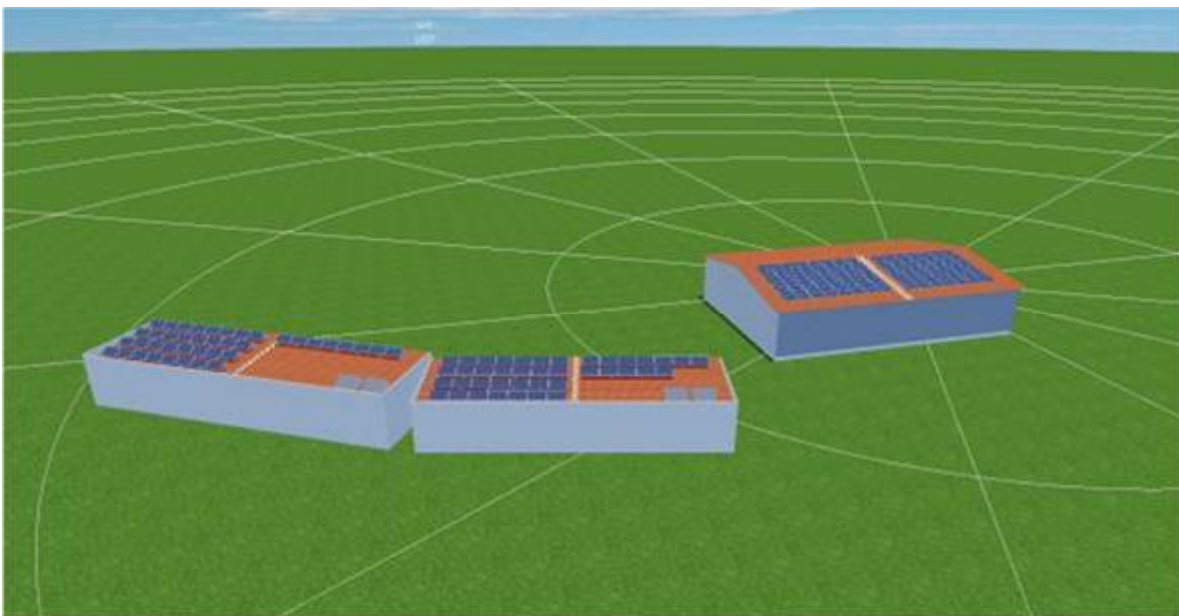


Ilustración 12 superficie propuesta a licitar.

| DEMANDAS PROMEDIO DEL CLIENTE | CANTIDAD | UNIDAD |
|---|----------|-------------|
| ENERGIA DIARIA | 240 | Kwh-día |
| ENERGIA MENSUAL | 7.294 | Kwh-mes |
| ENERGIA ANUAL | 87.532 | Kwh-año |
| DIMENSIONAMIENTO SFV AJUSTADA A AUTOCONSUMO | CANTIDAD | UNIDAD |
| GENERACION ANUAL ESPECIFICA | 1.800 | KWh/kWp-año |
| ENERGIA MENSUAL ESPECIFICA | 150 | Kwh-mes |



| | | |
|--------------------------------------|--------|---------|
| GENERACION ENERGIA DIARIA ESPECIFICA | 5 | Kwh-dia |
| PRODUCCION FV ESPERADA | 90.000 | Kwh-año |
| FACTOR DE PLANTA (F.P) | 21,13% | % |
| CAPACIDAD DE PLANTA F.V CALCULADA | 49 | kWp |

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se propone una instalación de 50 kW.

| Zona | Total módulos | Potencia (kW) |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| Tejado norte multicancha | 120 | 30 |
| Edificio 2. Sección 1. Norte | 40 | 10 |
| Edificio 2. Sección 2. Noreste. | 40 | 10 |
| Total | 201 | 50 |

7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** EMELAT S.A.
- **Tarifa:** AT3
- **Potencia conectada:** 102 Kw.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** instalación eléctrica en buen estado.
- **Estado de los tableros eléctricos:** es necesario regularizar de acuerdo a norma.
- **Declaración eléctrica interior:** pendiente.
- **¿El edificio cuenta con un sistema de puesta a tierra, verificable a través de una camarilla de registro, cajas de tierra u otro medio donde se puede verificar la existencia?:** pendiente.
- **Grupo electrógeno:** sí.
- **Lugar del inversor:** costado de tragaluces en cubierta.
 - **Justificación:** espacio sombreado de fácil acceso, lugar cercano al sistema fotovoltaico y con posibilidad de internet con wifi que permite conectarse con el display de información.



- **Accesorios adicionales para el inversor:** armario metálico para protección de equipos en exterior.
 - **Número de MPPT mínimos:** al menos 2 inversores o inversor multientrada.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** canalizaciones de exterior.
- **Distancia aproximada:** entre 10 m.
- **Lugar del punto de conexión:** cuadro principal.
 - **Justificación:** los tableros al interior del recinto no aguantan la potencia a conectar.
 - **Distancia aproximada:** 40 m.
 - **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** pendiente de informe de la SEC.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** se recomienda canalización aérea.

8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo

Se deberán comunicar los inversores con el equipo en el que se instale la interfaz de monitorización.

De igual manera debe estar comunicado el equipo que contiene la interfaz con una pantalla que dispondrá de un diagrama informativo.

- Lugar: pendiente.
- Método de conexión con el inversor: internet.
- Internet y electricidad disponible: sí.

9. Ahorro estimado.

En relación a la producción de energía anual kwh-año, de la planta fotovoltaica para ser auto consumida, se hizo una estimación aproximada con los datos obtenidos de la generación anual específica de la localidad de Vallenar según lo arrojado por el explorador solar de la Universidad de Chile



Con los datos del software de simulación PV-Sol se obtuvieron las siguientes estimaciones:

| Potencia instalada kW | Autoconsumo (kWh/año) | Tarifa | Costo energía (kWh) * | Ahorro estimado al año CLP |
|--------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------|----------------------------------|
| 50 | 78.839 | AT3 | 58,377 | 4.602.384 |

Tabla 2

(*) Fuente: EMELAT.

<http://www.emelat.cl/mercadoelectrico/Documents/Pliego%20de%20Tarifas%20de%20Suministro%20EI%C3%A9ctrico%20EMELAT%2001-03-2015.pdf>

Factor de rendimiento: 78%.

Perdida por sombra: 0.3% año.(constante)

Perdida por ensuciamiento: 5%.(constante)

Perdida por cableado: 4,5%.(constante)

Rendimiento anual esperado: 1.576,79 kWh/kWp.



10. Datos ejecución de la instalación.

| | Lunes a Viernes | Sábado | Domingo |
|--|-----------------|--------|---------|
| Horario de trabajo de obra en el techo | | | |
| Lugar disponible para almacenar materiales | | | |
| Estacionamiento disponible | | | |
| Otros aspectos a tener en cuenta para la instalación | | | |

Información para el adjudicatario

A continuación se muestra la información que se tiene del edificio, la cual puede ser entregada al adjudicatario de la licitación para la mejor ejecución del proyecto. Si tiene planos, pero no son as-built marcar y explicar en "Observación".

| | Digital (CAD) | No digital | Observación |
|-------------------------------|---------------|------------|---|
| Planos eléctricos as-built | - | - | - |
| Planos de cubierta as-built | - | ✓ - | Se aporta un esquema con medidas básicas. |
| Planos de estructura as-built | - | - | - |



11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.

En el techo de la multicancha y el edificio se realizarán labores de montaje del sistema fotovoltaico lo que se considera como trabajos que generan ruidos (cortes y perforaciones de material). Esto se puede minimizar si se reciben en terreno los materiales cortados y perforados.

Las labores de montaje incluyen que se utilicen espacios y lugares para el traslado de materiales hasta el techo.

La conexión del inversor se considera un trabajo silencioso.

Posiblemente, en el primer piso se realizarán labores de conexión del sistema fotovoltaico y la conexión del sistema de monitoreo, las cuales se consideran como trabajos silenciosos.

El plazo de ejecución será de aproximadamente 20 días hábiles una vez aprobado el diseño técnico.

12. Recomendaciones al proyecto.

- De las superficies estudiadas se recomienda utilizar la cubierta de la cancha deportiva y las secciones 1 y 2 del edificio principal.
- La ubicación de los inversores se recomienda que se centralice en la cubierta, cercanos a los equipos FV.
- El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.



13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en dos cubiertas de cuatro grupos de módulos solares fotovoltaicos sobre estructura metálica que debe ir anclada a la estructura actual de cada techo. Este anclaje se realiza de tal manera que no perjudica la impermeabilización del techo, protegiendo de forma adecuada las zonas afectadas por la instalación.

Se instalan los módulos de acuerdo a esquema.



Ilustración 11



Ilustración 12

La energía generada por los módulos es transformada de corriente continua a corriente alterna por los inversores que serán instalados en la cubierta.

La conexión entre los módulos y el/los inversores se realizará mediante cable instalado en exterior bajo tubo.



Ilustración 13. Ejemplo de instalación bajo tubo.

14. Condiciones para la ejecución del Proyecto

- Se sugiere enviar planos de cubierta sin ser imprescindible.
- Se sugiere enviar planos eléctricos, sin ser imprescindible.
- Confirmar que el edificio fue construido de acuerdo a la normativa vigente en el momento de su construcción.
- Confirmar que la cubierta de su edificio está en buenas condiciones y que no serán necesarias reparaciones en el largo plazo. Considerar que cualquier reparación que se quiera hacer en la cubierta, será difícil de realizar una vez que los sistemas fotovoltaicos se encuentren instalados.



ANEXO N° 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO

1.- Especificaciones.

| | |
|--------------------------------|---|
| Código Proyecto | <u> </u> |
| Identificación del edificio | Escuela básica Edmundo Quezada |
| Identificación del propietario | Municipalidad de Vallenar |
| Ubicación del edificio | Avenida Lourdes/n |
| Capacidad a Instalar | 50 kW |
| Área disponible | Ver en el esquema |
| Instalación del equipamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Lugar de instalación del generador fotovoltaico: Techo de la multicancha y cubierta secciones 1 y 2 del edificio principal. • Lugar de instalación del inversor: cubierta. • Lugar de instalación de la interfaz de visualización: por definir. |



| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Punto de conexión sugerido: medidor eléctrico. |
| Estructura | <ul style="list-style-type: none"> • Orientación: siguiendo la orientación del edificio (ver esquema de referencia). • Inclinación: a 30° +/- 5° sobre la horizontal. • La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se debe fijar a las cerchas o costaneras de la estructura del techo. |
| Medidas de seguridad | <ul style="list-style-type: none"> • Se debe instalar soportes para las líneas de vida • Se debe instalar un piso técnico que permita la mantención de la instalación. • Se deben instalar escaleras con acceso restringido. |
| Canalizaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Canalizaciones bajo tubo adosadas a la estructura de los edificios. |
| Obras adicionales | <ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de la estructura de la multicancha, eliminando el óxido y pintándolo con pintura anticorrosiva. |
| Información adicional | <ul style="list-style-type: none"> • El edificio cuenta con un grupo electrógeno. • El o, los inversores propuestos, en su conjunto deben tener, a lo menos cinco entradas de MPPT. |
| Horario de trabajo de obra en el techo | - |
| Horario ingreso de materiales | - |



| | |
|--|---|
| Lugar disponible para almacenar materiales de obra*: | - |
| Acceso con vehículos: | - |
| Visita a terreno | - |
| Garantía Seriedad de la oferta | \$500.000 (quinientos mil pesos) |
| Glosa Boleta Garantía Seriedad de la Oferta | <i>“Para garantizar la seriedad de la oferta presentada a la Subsecretaría de Energía en la licitación para la “Adquisición e instalación de sistemas fotovoltaicos para el Programa Techos Solares Públicos: Proyecto “ ”.</i> |

*Es responsabilidad del adjudicatario velar por la seguridad de los materiales que almacena en el lugar de la obra.



2.- Plazos máximos de implementación.

| Plazos máximos de implementación | Plazos |
|--|--|
| Diseño técnico del proyecto | 10 días hábiles desde la adjudicación de la propuesta |
| Construcción y declaración de puesta en servicio | 20 días hábiles desde la total tramitación del contrato |
| Conexión a la Red y Protocolo de Conexión | 55 días hábiles desde la total tramitación del contrato. |

3.- Información sobre la respuesta a la solicitud de conexión.

Respuesta a la Solicitud de Conexión

| | |
|---|---|
| Ubicación geográfica del punto de conexión: | |
| Propiedad empalme: | Cliente <input type="checkbox"/> Empresa Distribuidora <input type="checkbox"/> |
| Capacidad del empalme: | _____ [kW] |
| Tipo de empalme: | <input type="checkbox"/> monofásico <input type="checkbox"/> trifásico |
| Opción tarifaria: | |



Respuesta a la Solicitud de Conexión:

| | |
|---|---|
| Capacidad Instalada Permitida | _____ [kW] |
| Factor de potencia con el que deberá operar | |
| Costo de las actividades de conexión: | \$ _____ |
| ¿Se requieren Obras Adicionales? | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| ¿Se requiere modificación del empalme? | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |



4.- Esquema de techumbre.



5.- Diseño de referencia.

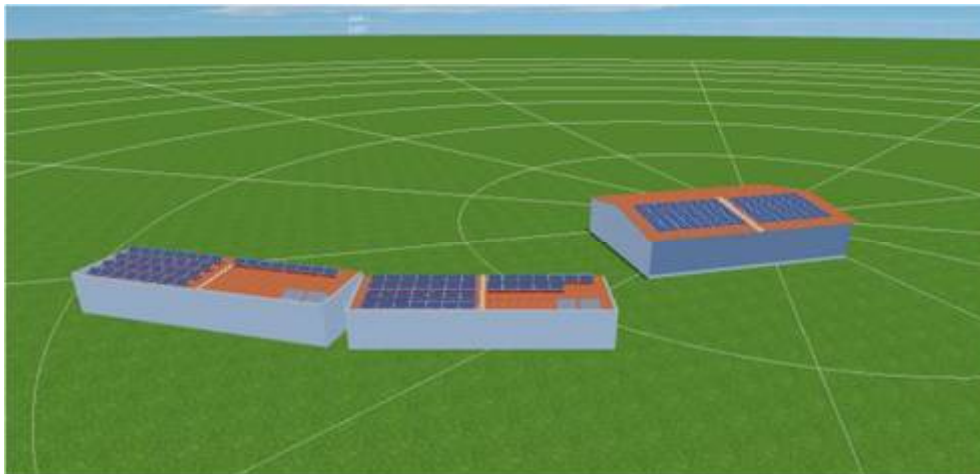


Ilustración: vista noroeste.



ANEXO N° 2 FOTOS ADICIONALES



Imagen 14: lugar del inversor.



Ilustración 15: detalle de techumbre.



Ilustración 16: vista sur.



Ilustración 17: vista este.





Ilustración 18: tablero eléctrico.



Imagen 19: detalle de conexión general (punto de Conexión SFV)