

## Informe

Visita técnica a “Escuela Arraú Méndez”, Parral. Evaluación de condiciones de instalación de un sistema solar fotovoltaico en techo.



Informe solicitado por:

## 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.....	6
6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. ....	7
7. Conexión a instalación eléctrica existente.....	9
8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo.....	10
9. Ahorro estimado. ....	11
10. Datos ejecución de la instalación. ....	12
11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	13
12. Recomendaciones al proyecto. ....	13
13. Descripción general del proyecto.....	14
14. Condiciones para la ejecución del Proyecto .....	15



## 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			
<b>Dirección</b>	Francisco Belmar n° 155.	<b>Ciudad</b>	Parral
<b>Institución pública responsable</b>	Municipalidad de Parral		
<b>Identificación del Inmueble</b>	Escuela Arraú Méndez.		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

**Antigüedad del edificio:** edificio y techumbres construidos en el año 2012.

**Reformas previstas:** no hay.

**Plano o esquema general:** ver ilustraciones siguientes.





Ilustración 2: ubicación del edificio.



Ilustración 3: esquema de instalaciones.



#### 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 la cubierta del polideportivo.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

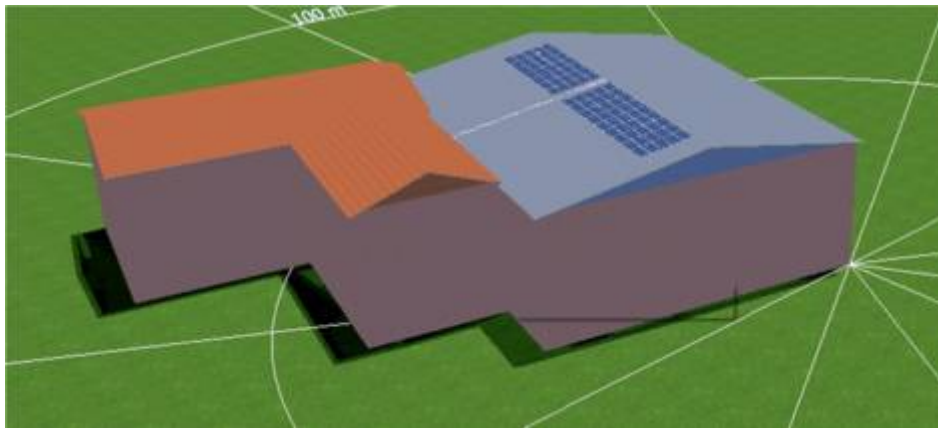


Ilustración 4: Esquema de techo con posible solución. Vista Noroeste.

## 5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** escalera portátil desde el exterior del edificio.
- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** no es posible. Si es posible visualizar la cubierta desde suelo. 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 e instalar escalera con acceso restringido para el adecuado mantenimiento de la instalación.
- **Antigüedad de la techumbre:** 2012.
- **Cobertura:** planchas metálicas.
- **Estructura:** estructura metálica.
- **Deterioros:** no se aprecian daños.
- **Filtraciones:** no se aprecian filtraciones en el techo de dependencias interiores.
- **Orientación:** cara norte está orientado 14° hacia el este.
- **Inclinación:** inclinación 12°.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** no hay.
- **Elementos dentro del área seleccionada que hay que retirar o relocalizar:** no hay elementos que retirar.
- **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 en las cubiertas del polideportivo susceptibles de ser intervenidas es de 500 m<sup>2</sup>.
- **¿Estructura de la superficie es capaz de soportar un sistema fotovoltaico?:** Si. La mayor carga que solicitara el techo es la carga de viento. De acuerdo a las tablas del anexo 9.I de la guía de validación de techos para instalación de



generadores fotovoltaicos de la GIZ, las condiciones de inclinación de techo y panel aplicarían sobrecargas de viento aceptables de acuerdo a norma.

## 6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

- **Condiciones de sombra:**

- **Externas:** el extremo este recibe sombra parcial del edificio norte.
- **Internas:** no hay.

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

Se ocupara la totalidad de la superficie analizada agrupando todos los módulos en el mismo generador.

- **Solución fotovoltaica recomendada:** estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de  $35^\circ \pm 5^\circ$  y orientados  $14^\circ$  al este, igual que la orientación de la cubierta





- **Cantidad de módulos:**

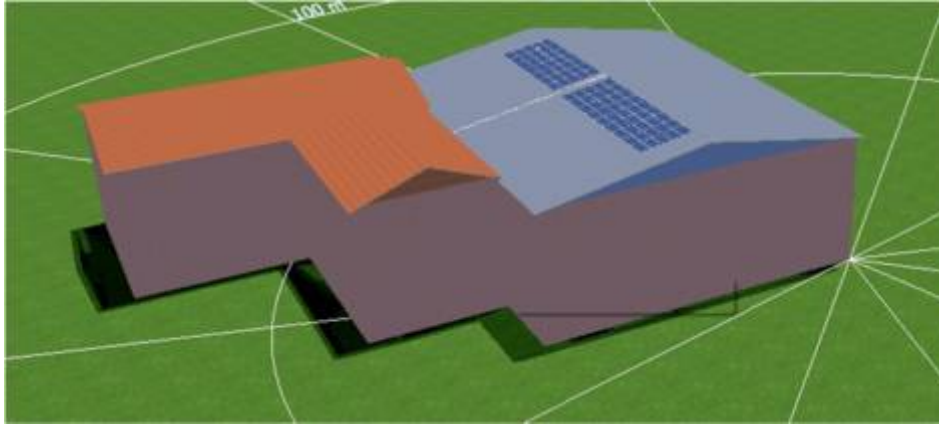


Ilustración 5. Superficies propuestas. Vista Noroeste.

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, ésta techo podría albergar módulos dispuestos con una inclinación de entre 30° +/- 5°, y con una potencia conjunta de 20 kWp y una superficie efectiva de módulos de 128 m<sup>2</sup>.

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Superficie 1. Tejado este.	5510	5	16	80	20
<b>Total</b>	<b>5.510</b>			<b>80</b>	<b>20</b>

Tabla 1: dimensionado del sistema.

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se recomienda licitar una instalación de 20 kW.



## 7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** CGE Distribución.
- **Tarifa:** BT 3
- **Potencia conectada:** 22 kW.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** no está de acuerdo a norma.
- **Estado de los tableros eléctricos:** no están normalizados.
- **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?:** cuenta con cableado de puesta a tierra pero no se pudo verificar la resistividad ya que no se encontró la camarilla de registro.
- **Grupo electrógeno:** no hay grupo electrógeno.
- **Lugar del inversor:** en muro aldaño a la cancha deportiva.
  - **Justificación:** espacio sombreado, lugar cercano al sistema fotovoltaico y al tablero de conexión con acceso cercano que permite conectarse con el display de información.
- **Accesorios adicionales para el inversor:** armario metálico con rejillas de protección.
  - **Número de MPPT mínimos:** se requiere un mínimo de un inversor.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** canalización sobre la estructura metálica de la multicancha y tramo aéreo entre esta y muro.
- **Distancia aproximada:** 5 m.
- **Lugar del punto de conexión:** nuevo tablero exterior de mayor volumen que reemplazara el ubicado a la entrada de las aulas del edificio norte de la multicancha.
  - **Justificación:** tablero cercano y apto con las modificaciones señaladas en el informe SEC.
  - **Distancia aproximada:** 8 m.



- **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** menor al 1%, ver informe anexo 3.
- **Canalización entre el inversor y el punto de conexión:** sobre muro.

## 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: por definir.
- Método de conexión con el inversor: internet.
- Internet y electricidad disponible: sí.



## 9. Ahorro estimado.

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

Potencia instalada kW	Inyección anual a la red (kWh/año)	Tarifa	Costo energía (kWh) *	Ahorro estimado al año CLP
20	16.628	BT4.3.	69,33	1.152.767

Tabla 2: ahorros estimados.

(\*) Fuente: EMELECTRIC

[http://www.cgedistribucion.cl/mercadoelectrico/Peajes\\_Servicio\\_Suministros/Tarifas%20de%20Suministro%2001-05-2015.pdf](http://www.cgedistribucion.cl/mercadoelectrico/Peajes_Servicio_Suministros/Tarifas%20de%20Suministro%2001-05-2015.pdf)

Factor de rendimiento: 77,9%.

Perdida por orientación e inclinación distinta a la óptima: 1,5%.

Perdida por sombra: 3,5% año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 831,41 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

	Digital (CAD)	No digital	Observación
Planos Eléctricos	–	–	Dada la antigüedad del edificio se pueden obtener a través de la SEC.
Planos de cubierta	–	–	–
Planos de estructura	–	–	–



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

En el techo 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.

- 🌿 El inversor se recomienda se ubique en muro aledaño a la cancha deportiva.
- 🌿 El plazo de ejecución recomendado es de cuatro semanas.
- 🌿 Se recomienda instalar pasillos técnicos para el mantenimiento adecuado e instalar una escalera con acceso restringido desde el exterior.
- 🌿 Sustituir y ampliar tablero eléctrico de conexión regularizando de acuerdo a normativa.
- 🌿 Se deberá aterrizar la estructura de la cubierta sobre la que se instala el generador FV.



### 13. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en cuatro techos de cuatro campos 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 6



Ilustración 7

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

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



Ilustración 8. Ejemplo de instalación bajo tubo.

#### 14. Condiciones para la ejecución del Proyecto

- 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.

Identificación del edificio	Escuela Arraú Méndez
Identificación del propietario	Municipalidad de Parral
Ubicación del edificio	Francisco Belmar N° 155
Capacidad a Instalar Mínima	20 kWp
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar de instalación del generador fotovoltaico: cubierta de edificio.</li> <li>• Lugar de instalación del inversor: muro exterior junto a multi-cancha.</li> <li>• Punto de conexión sugerido: nuevo tablero, reemplazante del existente junto a entrada aulas edificio norte de multi-cancha.</li> </ul>
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación: 14° al este, respetando la geometría de la cubierta.</li> <li>• Inclinación: 10°, paralelos a la cubierta de la estructura.</li> <li>• La estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos se debe</li> </ul>



	fijar a las cerchas o costaneras de la estructura del techo.
Medidas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe instalar soportes para las líneas de vida.</li> <li>• Se debe instalar un piso técnico que permita la mantención de la instalación.</li> <li>• Instalar escalera con acceso restringido.</li> <li>• Aterrizar estructura metálica de cubierta multi-cancha</li> </ul>
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia aproximada entre el campo solar e inversor: 6 metros</li> <li>• Distancia aproximada entre inversor y punto de conexión: 10 metros</li> <li>• CC: Según Instructivo Técnico RGR N°02/2014</li> <li>• CA: Según Norma 4/2003</li> </ul>
Obras o requerimientos adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de armario metálico para protección del inversor considerando una adecuada ventilación.</li> </ul>
Información adicional	
Horario de trabajo de obra en el techo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>
Horario ingreso de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informado mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>
Lugar disponible para almacenar materiales de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La escuela cuenta con lugar para almacenaje de materiales.</li> </ul>



obra*:	
Acceso con vehículos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación con personal de la escuela</li> </ul>
Visita a terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Será informada mediante aclaración en Portal Chilecompras.</li> </ul>

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

## 2.- Información sobre la respuesta a la solicitud de conexión

### Respuesta a la Solicitud de Conexión

Ubicación geográfica del punto de conexión:	2	
Propiedad empalme:	Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Empresa Distribuidora <input type="checkbox"/>	
Capacidad del empalme:	4.6 [kW]	
Tipo de empalme:	<input type="checkbox"/> monofásico <input checked="" type="checkbox"/> trifásico	
Opción tarifaria:	BT4.3	

### Respuesta a la Solicitud de Conexión:

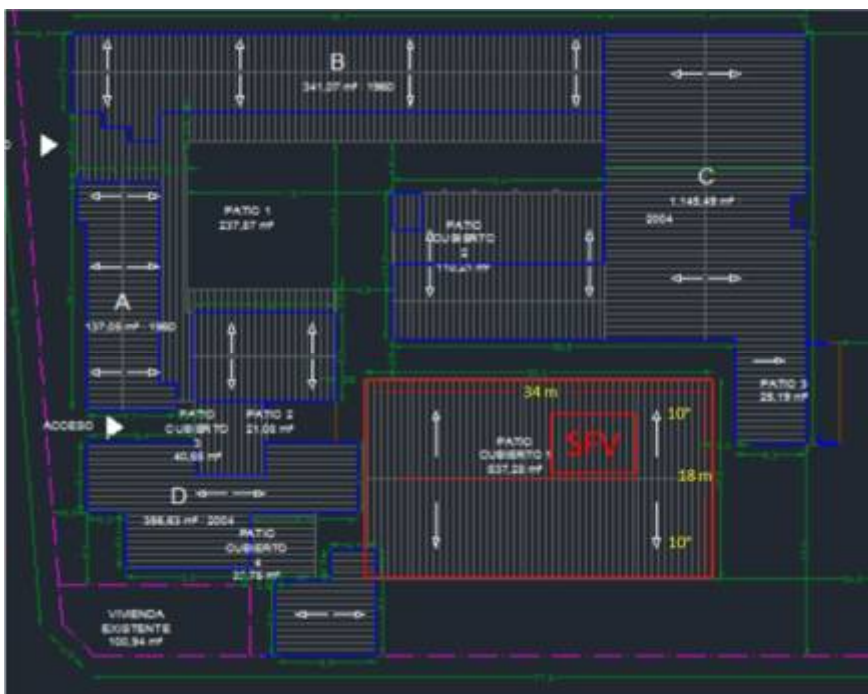
Capacidad Instalada Permitida	21.21 [kW] <sup>1</sup>
-------------------------------	-------------------------



Factor de potencia con el que deberá operar	1
Costo de las actividades de conexión:	-
¿Se requieren Obras Adicionales?	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
¿Se requiere modificación del empalme?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

<sup>1</sup> Cliente solicita conexión de EG con Capacidad Instalada de 20 kW. El CIP entregado es válido al conectarse de forma trifásica

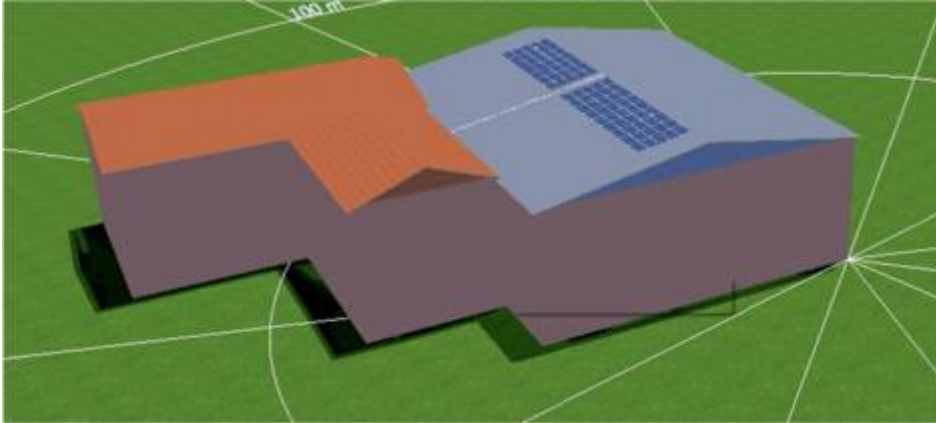
### 3.- Esquema de techumbre



\* Medidas referenciales.



#### 4.- Diseño de referencia



\* Modelo referencial.



**ANEXO N° 2 FOTOS ADICIONALES**



Ilustración 9: fachada de la escuela.



Ilustración 10: medidor.





Ilustración 11: cubierta de la multicancha.



Ilustración 12: vista oeste de la cubierta.





Ilustración 13: vista edificio norte adyacente.



Ilustración 14: muro ubicación del inversor.







Ilustración 15: lugar tablero de conexión y cubierta a intervenir.



Ilustración 16: tablero existente.



**ANEXO N° 3 INFORME SEC**



**INFORME TÉCNICO DE  
TERRENO**

**UNIDAD DE ENERGÍAS  
RENOVABLES NO  
CONVENCIONALES**

**UNIDAD DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES**

**INFORME TÉCNICO DE TERRENO**

(ACC: - DOC:)

**DESCRIPCIÓN: FISCALIZACIÓN**

**DESTINO: PROYECTOS DE TECHO SOLAR - PARRAL**

**TIPO DE FISCALIZACIÓN: INSPECCIÓN DE INSTALACIÓN INTERIOR DE EDIFICIOS PÚBLICOS EN  
LA CIUDAD DE PARRAL**

**FECHA DE FISCALIZACIÓN: 30-03-2015 al 01-04-2015**



### 1.1. Escuela E-579 Arrau Méndez Parral



Tablero de distribución de la instalación, ubicado al costado de la multicancha.

#### 3.3.1 Observaciones:

- Tablero no cumple con el volumen de espacio libre de 25% para proveer de ampliaciones incumpliendo el numeral 6.2.1.8 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- Los alimentadores del Tablero de Distribución no quedan protegidos ante la sobrecarga como al cortocircuito incumpliendo el numeral 7.1.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003. Alimentador de la protección general del Tablero Distribución es de sección  $1 \times 3.31 \text{ mm}^2$ , mientras que la protección es de  $3 \times 32 \text{ A}$ .
- Tablero no cuenta con cubierta cubre equipos, bandejas no conductoras, regletas de conexión, rotulación y terminales incumpliendo los numerales 6.2.1.3, 6.2.2.6, 5.4.2.9 y 5.4.3.3 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- Se observó la conexión hecha de dispositivo a dispositivo, incumpliendo el numeral 6.2.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.



- e) Tablero no tiene estampada la identificación, la tensión, la corriente y el número de fases incumpliendo el numeral 6.0.4 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- f) Existe cableado de Puesta a Tierra pero, no se pudo verificar la resistividad de la puesta a tierra, ya que no se encontró la camarilla de registro.
- g) Partes metálicas del tablero no se encuentran protegidos contra tensiones peligrosas incumpliendo los numerales 6.2.4.2 y 10.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.

### 3.3.2 Punto de conexión recomendado:

Dado que la instalación interior del Tablero General evaluado presenta incumplimientos normativos, no se recomienda la conexión de un equipamiento de generación en estas instalaciones.

Sin perjuicio de lo anterior y teniendo presente que la instalación es existente, se aceptará la instalación del equipamiento de generación fotovoltaica siempre y cuando se cambie el tablero eléctrico por uno de mayor dimensión que considere los aspectos normativos exigidos, que incorpore las protecciones para el sistema fotovoltaico y adicione un nuevo sistema de puesta a tierra uniéndolo al existente si es que lo hay.

En terreno el Consultor indicó que el equipamiento de generación bajaría con una canalización por atrás de una estructura metálica de la multicancha, por lo que se deberá aterrizar dicha estructura.

### 3.3.3 Caída de tensión:

La caída de tensión entre la unidad generadora y el punto de conexión, considerando la longitud entre estos dos puntos es de 40 metros aproximadamente, según lo propuesto por el Consultor, es menor al 1%.

