

Informe

**Visita técnica a edificio CESFAM Joan Crawford Astudillo.
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.	<u>556</u>
5. Características de la superficie seleccionada.....	<u>778</u>
6. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.	<u>889</u>
7. Conexión a instalación eléctrica existente.....	<u>111112</u>
8. Interfaz de monitorización y diagrama informativo	<u>121213</u>
9. Ahorro estimado.	<u>121214</u>
10. Datos ejecución de la instalación.....	<u>141415</u>
11. Características de la obra a ejecutar y plazos de ejecución.....	<u>151516</u>
12. Recomendaciones al proyecto.....	<u>151516</u>
13. Descripción general del proyecto.....	<u>161617</u>

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	Calle Los Escritores 1800.	Ciudad	Vallenar.
Institución pública responsable	Municipalidad de Vallenar.		
Identificación del Inmueble	Centro de salud familiar		



Ilustración 1. Fachada del edificio.

- **Antigüedad del edificio:** construido entre el 2009 y el 2010.
- **Reformas previstas:** no hay
- **Plano o esquema general:** ver ilustraciones siguientes.



Ilustración 2. Emplazamiento 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 observa que son techos horizontales con una inclinación entre 5° y 12° no transitables, con altura inferior a 9 metros.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2

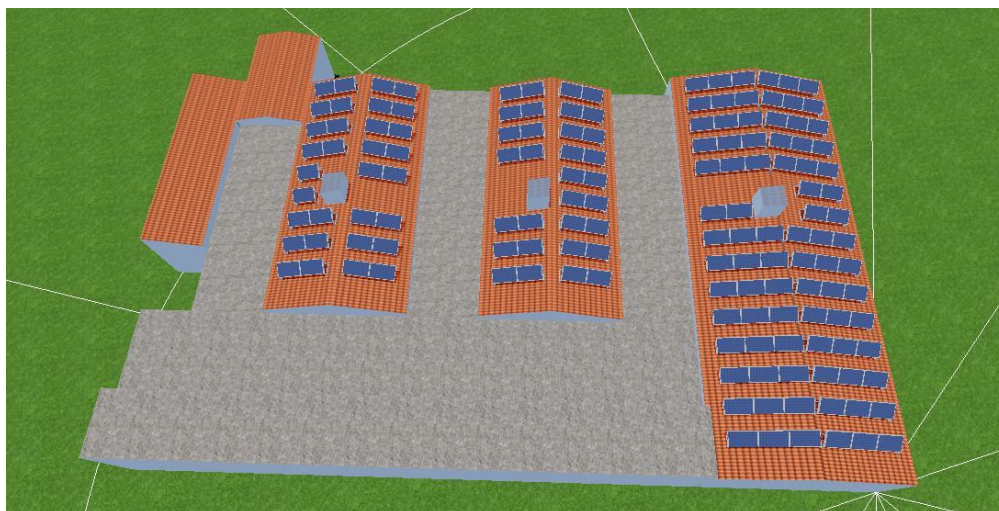


Ilustración 4: implementación de módulos. Vista Norte.

Ver imágenes de los mismos en anexo n°2.

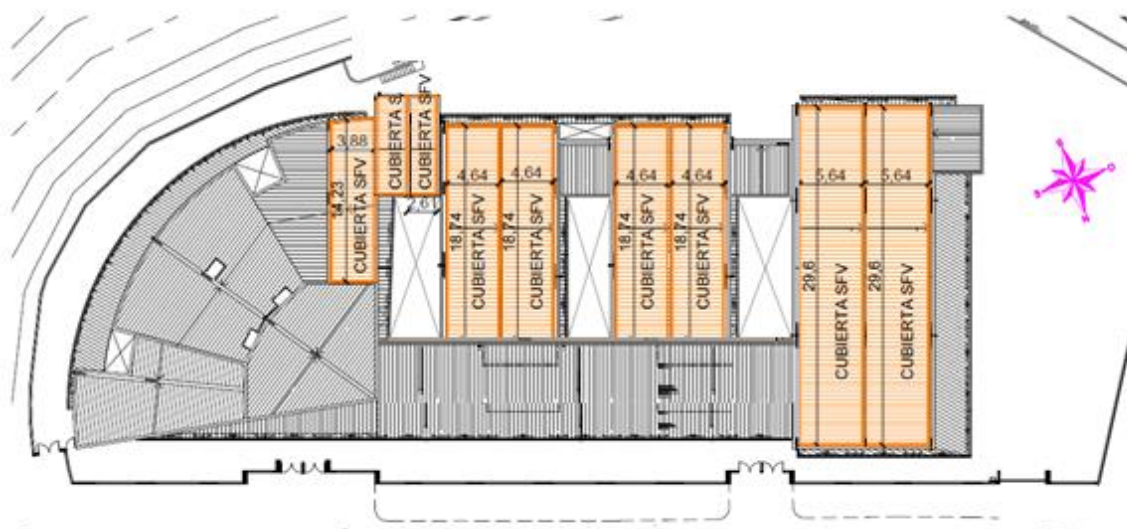


Ilustración 5. Esquema de techo con posible solución.

5. Características de la superficie seleccionada.

- **Forma de acceso:** escaleras verticales adosadas a las fachadas sin protección.



Ilustración6. Escaleras de acceso.

- **¿Es posible el tránsito para una visita a terreno durante la licitación?:** sí, hasta el nivel de techumbre. 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.
- **Antigüedad de la techumbre:** edificio construido entre el 2009 y el 2010.
- **Cobertura:** cubierta ligera de chapa metálica y una pequeña superficie sobre el frontis del edificio de losa de hormigón.
- **Estructura:** Metálica.
- **Deterioros:** no se aprecian, pero se encontraron piedras en la techumbre, posiblemente arrojadas desde el exterior.
- **Filtraciones:** no se aprecian, aunque el administrador que acompañó en la visita señaló que se habían producido filtraciones.
- **Orientación:** el eje longitudinal del edificio se encuentra a 84°, Noroeste.
- **Inclinación:** 12° a dos aguas.
- **Elementos dentro del área seleccionada:** equipos de climatización y chimeneas de ventilación.
- **Elementos dentro del área seleccionada que hay que retirar o relocalizar:** No.

- **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 tanto a los equipos de climatización como a la instalación fotovoltaica.
- **Esquema o plano simple de la superficie seleccionada:** ver ilustración n° 4, superficie achurada naranja.
- **Área bruta disponible:** la superficie bruta disponible mide 775 m².
- **¿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:** No hay sombras externas.
 - **Internas:** equipos de frío, chimeneas de ventilación en techo y petos arquitectónicos.
- **Estimación de espacio para el sistema fotovoltaico:**

Se considera 9 grupos de módulos de FV, en función de la inclinación de la superficie de instalación y su orientación al sol. Se considera un mínimo de borde de 1 metro con los elementos presentes en el techo, para evitar sombras, y de 1,5 metros con los sistemas de climatización.
- **Solución fotovoltaica recomendada:**

Estructura fijada a las cerchas o costaneras, con una inclinación de 30° +/- 5° y orientados 15° al este.

- **Cantidad de módulos:**

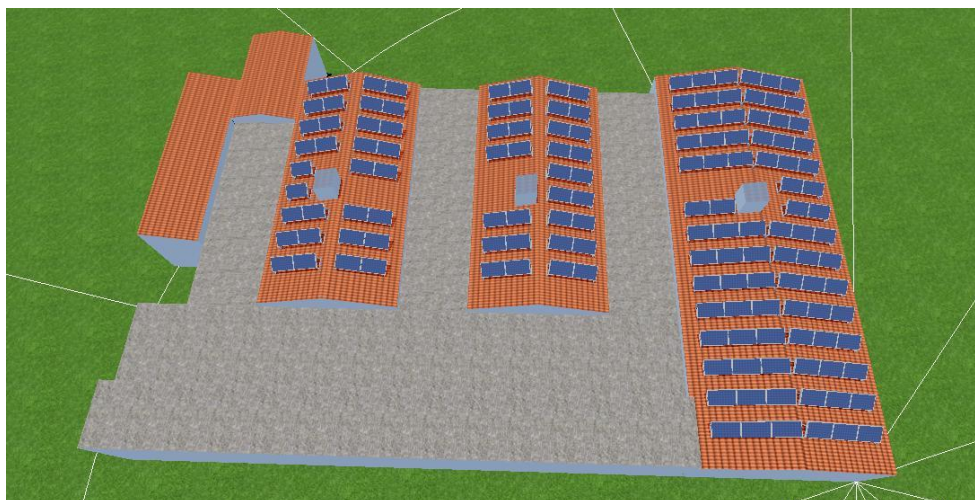


Ilustración 7. Superficies propuestas. Vista Norte.

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 148 módulos dispuestos con una inclinación de $30^\circ \pm 5^\circ$, con una potencia conjunta de 37 kWp y una superficie efectiva de módulos de 236,8 m².

Con el objeto de poder estandarizar los sistemas y hacerlos escalables se recomienda una instalación de 30 kW



Tabla 1. Dimensionado del sistema.

Zona	Superficie (m2)	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia (kW)
Generador FV 1	25,6	9	variable	16	4
Generador FV 2	25,6	8	2	16	4
Generador FV 3	22,4	7	2	14	3,5
Generador FV 4	28,8	9	2	18	4,5
Generador FV 5	65,6	14	variable	41	10,25
Generador FV 6	68,8	14	variable	43	10,75
Total	236,8			148	37

7. Conexión a instalación eléctrica existente.

- **Distribuidora:** EMELAT S.A.
- **Tarifa:** AT4.3
- **Potencia conectada:** 141 Kw.
- **Estado de la instalación eléctrica interior:** no se aprecian irregularidades en la instalación.
- **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:** sobre cubierta, preferentemente sobre pared orientada al sur y protegido con alero.
 - **Justificación:** 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.
 - **Número de MPPT mínimos:** 6 MPPT.
- **Canalización entre el generador FV y el inversor:** el inversor y el GFV estarán en la misma cubierta, por lo tanto la canalización es por sobre la cubierta.
- **Distancia aproximada:** entre 0 y 20 m dependiendo del grupo fotovoltaico a conectar.
- **Lugar del punto de conexión:** tablero eléctrico general en sala aledaña al grupo electrógeno ubicado en la planta baja.
 - **Justificación:** punto de conexión más cercano.
 - **Distancia aproximada:** 15 m.
 - **Caída de tensión entre el punto de conexión y empalme:** por las características del cuadro y la potencia a conectar se deduce que esta es

menor al 3%. Sin embargo el oferente deberá calcular eléctricamente el sistema para asegurar esta condición.

- **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: recepción primer piso.
- Método de conexión con el inversor: internet.
- Internet y electricidad disponible: si.



Ilustración 8. Lugar de conexión de display.

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
30	36.615	AT4.3.	58,377	2.137.498

Tabla 2

(*) Fuente: EMELAT

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

Factor de rendimiento: 66,7%.

Perdida por sombra: 13% año.

Perdida por ensuciamiento: 5%.

Perdida por cableado: 4,5%.

Rendimiento anual esperado: 1.220,51 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	–	✓	–
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 25 días hábiles una vez aprobado el diseño técnico.

12. Recomendaciones al proyecto.

- De las superficies estudiadas se recomienda considerar los techos achurados en la ilustración n° 4 por la superficie disponible.
- 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 cinco semanas.

13.Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en la instalación en un techo de seis 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 9



Ilustración 10

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 **223**. 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.
- Se sugiere enviar de declaración eléctrica interior TE1.
- 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 Nº 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POR PROYECTO

1.- Especificaciones.

Código Proyecto	
Identificación del edificio	CESFAM Joan Crawford Astudillo.
Identificación del propietario	Ilustre Municipalidad de Vallenar.
Ubicación del edificio	Los Escritores 1800, Vallenar.
Capacidad a Instalar	30 kW
Área disponible	Ver en el esquema
Instalación del equipamiento	• Lugar de instalación del generador fotovoltaico: Techo del Edificio. • Lugar de instalación del inversor: cubierta, a la intemperie. • Lugar de instalación de la interfaz de visualización: recepción, primer piso.



	Punto de conexión sugerido: sala eléctrica del grupo electrógeno primer piso.
Estructura	- 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	- Se debe instalar soportes para las líneas de vida - Se debe instalar un piso técnico que permita la mantención de la instalación.
Canalizaciones	-
Obras adicionales	No se requieren.
Información adicional	- Este edificio cuenta con un grupo electrógeno. - El o, los inversores propuestos, en su conjunto deben tener, a lo menos, seis 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	25 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

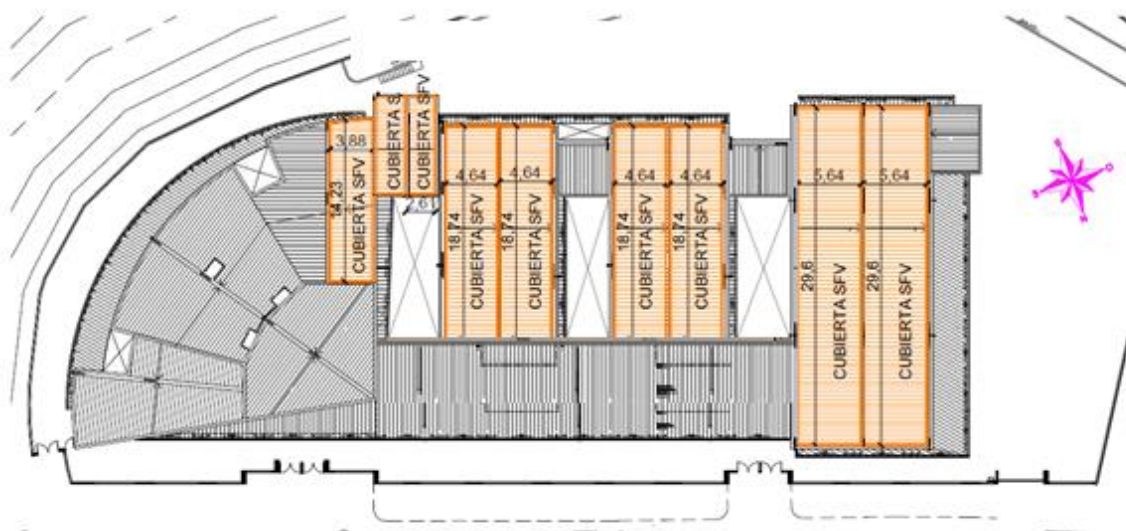
Ubicación geográfica del punto de conexión:	
Propiedad empalme:	Cliente ☐ Empresa Distribuidora ☐
Capacidad del empalme:	_____ [kW]
Tipo de empalme:	☐ monofásico ☐ trifásico
Opción tarifaria:	



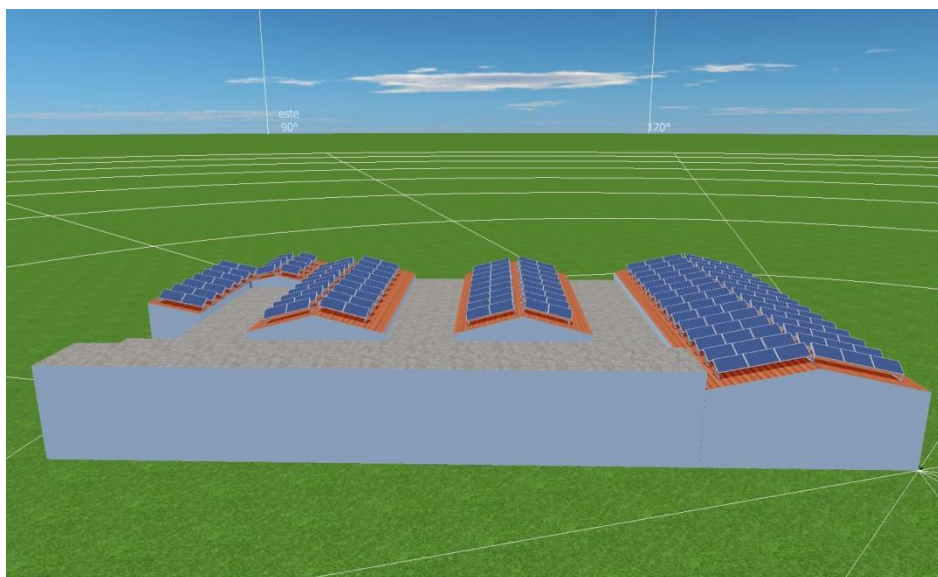
Respuesta a la Solicitud de Conexión:

Capacidad Instalada Permitida	_____ [kW]	
Factor de potencia con el que deberá operar		
Costo de las actividades de conexión:	\$ _____	
¿Se requieren Obras Adicionales?	☐ Sí ☐ No	
¿Se requiere modificación del empalme?	☐ Sí ☐ No	

4.- Esquema de techumbre.



5.- Diseño de referencia.



ANEXO Nº 2 FOTOS ADICIONALES



Ilustración 334. Vista nor este.



Ilustración 445. Vista Sur.





Ilustración 9556. Foto general de la cubierta.

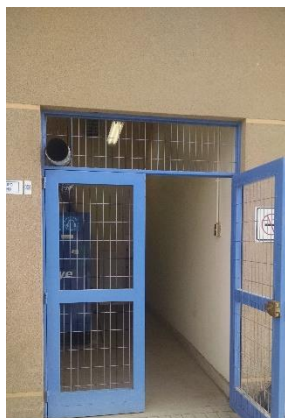


Ilustración 10. Acceso sala
generador.



Ilustración 11. Detalle medidor.



Ilustración 12. Ubicación de empalme y medidor.



Ilustración 13. Cuadro eléctrico generador.