

PROYECTO

"IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kW EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"

CLIENTE



Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.



MEMORIA DESCRIPTIVA



REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	18/10/2023	Emitido para revisión del cliente
B	20/11/2023	Emitido para revisión del cliente

Elaborado por: Ing. Aldo Rosas Ing. Mecánico Especialista en Energía Fotovoltaica y Acumulación		Aprobado por: Ing. Jeankarlo Monzón EGASA

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 2 de 26	

Contenido

1	RESUMEN EJECUTIVO	3
2	MEMORIA DESCRIPTIVA	3
2.1	Descripción del sistema.....	3
2.2	Ubicación geográfica	4
2.3	Información de la planta	5
2.4	Normativa y documentación técnica aplicable.....	5
3	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	6
3.1	Análisis de recurso solar y temperatura	6
3.2	Análisis de la demanda de energía	7
3.2.1	Diagrama de Carga Sulzer	7
3.2.2	Diagrama de carga promedio considerando todos los meses.....	7
3.2.3	Diagrama de carga promedio sin considerar los meses activos de la central.	8
3.2.4	Gráfico de aporte diario con aporte de sistema fotovoltaico (Promedio de generación).	8
3.3	Dimensionamiento del Sistema Fotovoltáico de Autoconsumo por sector	9
3.3.1	Dimensionamiento Oficina Administrativa	10
3.3.2	Dimensionamiento Taller de Maestranza y Antiguo Centro de Control	10
	DISTRIBUCIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	11
4	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	15
5	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS INVERSORES E INTERCONEXIÓN AL SISTEMA	21
6	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO PARA ALIMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL	23
7	ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	25

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 3 de 26	

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene el propósito de generar energía de manera sostenible y autoabastecer las principales cargas de los equipos auxiliares de la Central Térmica de EGASA ubicada en Sector Chilina- Arequipa.

2 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Descripción del sistema

La presente memoria describe el conjunto de cálculos y especificaciones técnicas necesarias para la implementación del sistema de autoconsumo fotovoltaico de 130 kWp para el proyecto llamado "**Central térmica Chilina**" de la empresa EGASA, apostando por la implementación de energías renovables para el autoconsumo. El proyecto contempla una planta de Autoconsumo del tipo ON-GRID con y sin posibilidad de inyectar energía a la red, con una potencia instalada de 129.8 kWp formado por 236 módulos solares bifaciales de 550 Wp del fabricante Trina Solar o similar.

La energía producida por los módulos fotovoltaicos se transforma con ayuda de inversores de red, los cuales van a sincronizar con el voltaje y frecuencia de la red.

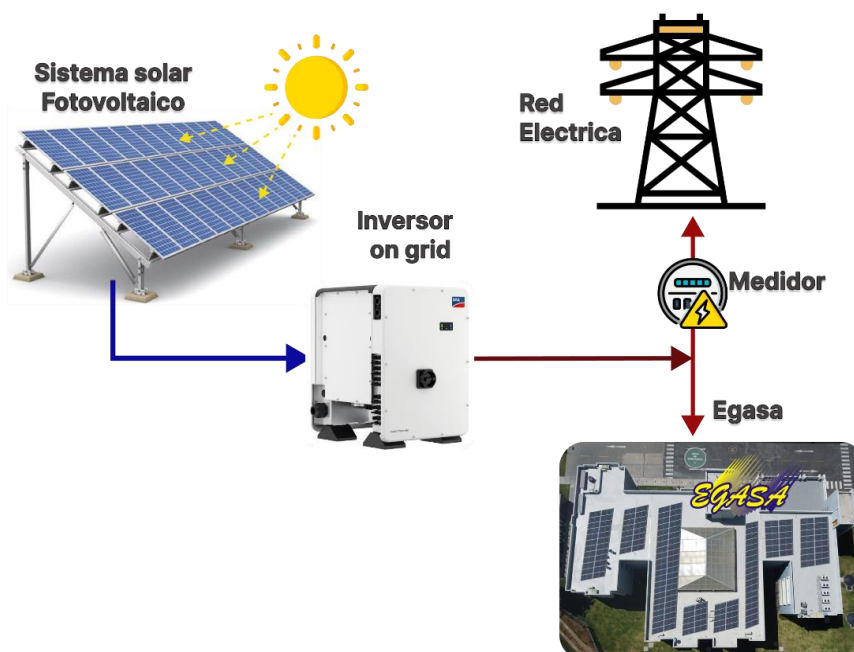
Los inversores propuestos (**referenciales para el diseño**) son del fabricante alemán SMA, en los modelos STP 50-40- CORE 1 (50 kW) y Sunny Tripower 25000TL (25 kW).



Estos inversores cuentan con protecciones internas exigidas por norma (tanto contra descargas eléctricas, protecciones de sobretensión y protección cortocircuitos) cumpliendo así con lo exigido en la Instrucción Técnica correspondiente.

En la figura 1, se muestra el esquema de funcionamiento de la planta, donde se limita el vertido de excedentes a la red. En la figura 2, se muestra la ubicación del proyecto y la distribución de los sectores seleccionados.

Figura 1

Esquema de funcionamiento de un sistema fotovoltaico on grid



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 4 de 26	

2.2 Ubicación geográfica

El sistema fotovoltaico on grid se ubica dentro de las instalaciones de la empresa de generación térmica EGASA en el sector de Chilina – Arequipa.

Las coordenadas geográficas de la ubicación de la central fotovoltaicos son:

- Longitud : -16.382396°
- Latitud : -71.533819°

En las figuras 1, 2 y 3 se puede ver a mayor detalle la ubicación del proyecto.

Figura 2



Ubicación del sistema fotovoltaico



NOTA ACLARATORIA:

Las zonas consideradas se han pintado en color azul:

1. Sector 1. Oficina administrativa
2. Sector 2. Taller de maestranza
3. Sector 3. Antiguo centro de control

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 5 de 26	

2.3 Información de la planta

Resumen del sistema fotovoltaico ofrecido:

RESUMEN TÉCNICO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICOS ON GRID C.T CHILINA	
Potencia pico instalada [kWp]	129.80
Potencia nominal instalada [kWn]	125
Generación primer año [MWh/año]	277 (2100 kW/kWp)
Tipo de colocación de módulos	Tipo 2V sobre concreto y techo metálico
Nº de módulos (550 Wp)	236
Tipo de módulos Diseño propuesto (referencial para el diseño)	TRINA SOLAR 550W - BIFACIAL TSM-DEG19RC.20
Nº inversores	4
Tipo de Inversor (Marca/Modelo) (referencial para el diseño)	SMA - CORE 1 50kW (x1)
	SMA - TRIPOWER 25kW (x3)



Nota:

- Se han considerado paneles bifaciales por el beneficio de ser vidrio-vidrio y que asegura una duración mayor.
- El beneficio de la generación de la parte posterior no ha sido considerado en el análisis de producción de energía.

2.4 Normativa y documentación técnica aplicable

Esta memoria técnica ha sido elaborada de acuerdo con la normativa nacional vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

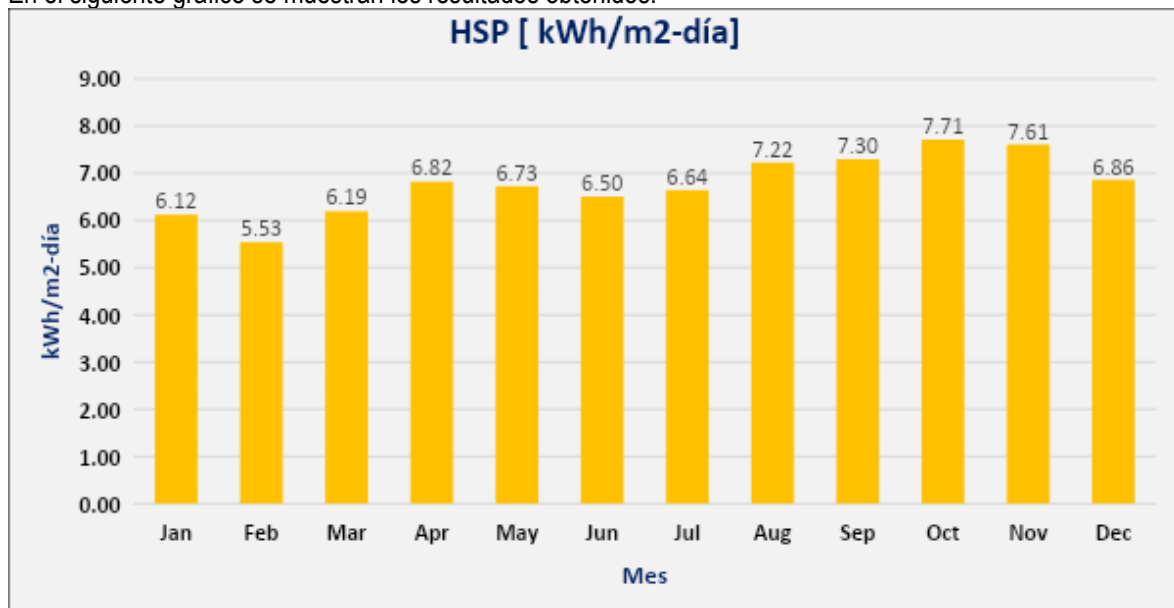
- CNE Código Nacional de Electricidad
- Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- El Reglamento Nacional de Edificaciones.
- EM.010: Norma Técnica de Instalaciones Eléctricas en Interiores
- EM.080: Norma Técnica de Instalaciones con Energía Solar.
- Normas Técnicas Peruanas
- NTP- IEC 60364-5-54-2020 Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión
- NTP- IEC 60884-2-5-2020 Choques y Tomacorrientes
- Normas Técnicas de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas
- Decreto supremo N° 034- 2008-EM Medidas de ahorro de energía en el sector público.
- Reglamento de Seguridad en el Trabajo con Electricidad RM N° 111-2013 MEM/DM

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 6 de 26	

3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

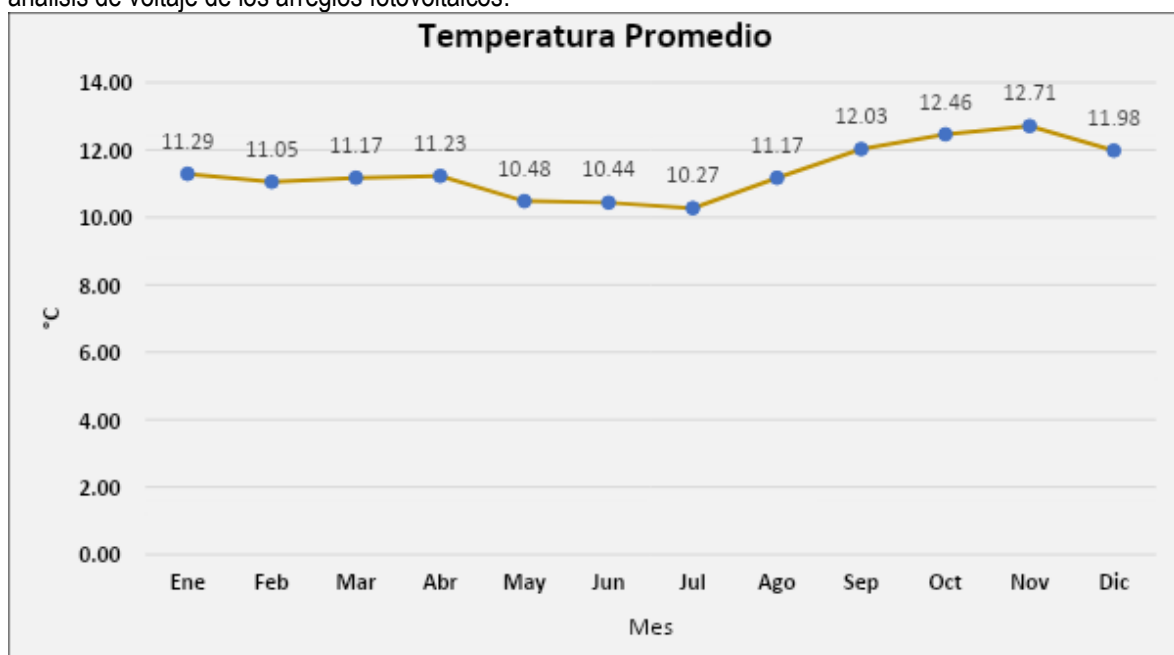
3.1 Análisis de recurso solar y temperatura



Los datos de Irradiancia de la zona de proyecto se han conseguido a través del atlas solar de PVgis. En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos.



En el gráfico, lo que se está mostrando es la Irradiancia promedio mensual, donde podemos notar que el mes donde hay mayor recurso solar disponible es en el mes de octubre, llegando hasta un 7.71 kWh/m²-día de promedio.

La temperatura promedio mensual es importante para el diseño del sistema fotovoltaico, ya que interviene en el análisis de voltaje de los arreglos fotovoltaicos.



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 7 de 26	

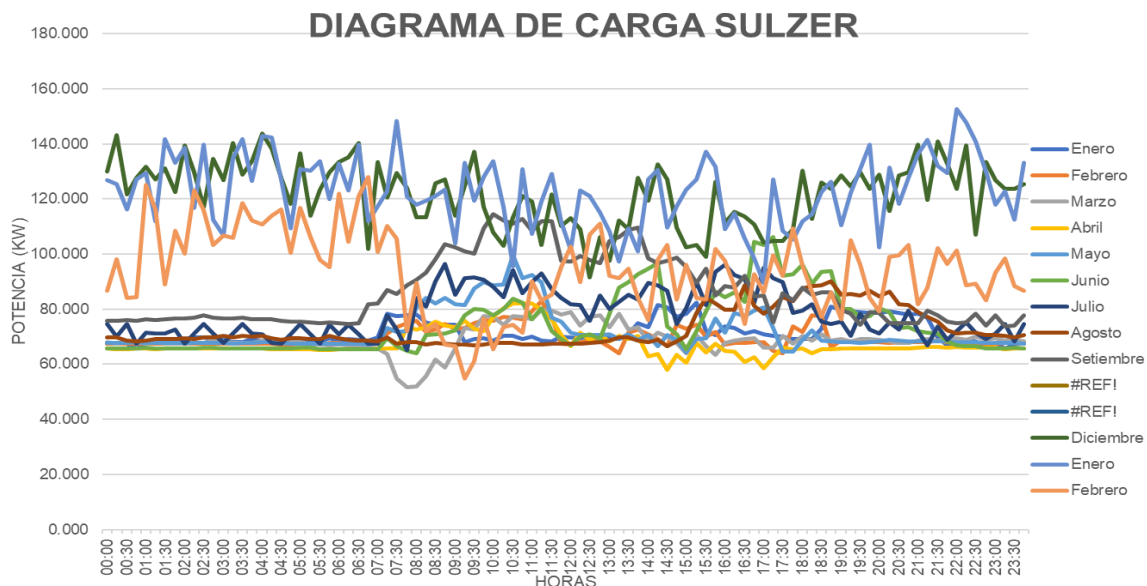
3.2 Análisis de la demanda de energía

Según los datos de mediciones de consumo de cargas eléctricas entregados por EGASA, se tienen los siguientes diagramas:

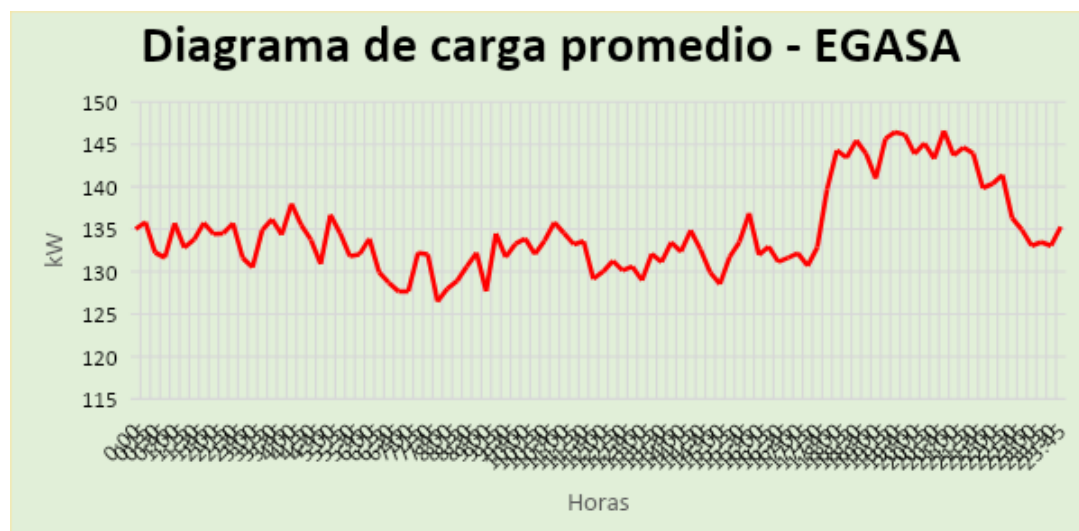
3.2.1 Diagrama de Carga Sulzer



Este diagrama de carga muestra perfiles de carga promedio mensual, donde se puede apreciar que en ciertos meses hay aumento en el perfil, esto es debido a que en esos meses la central térmica entra en operación. Los meses de operación son en promedio 3 meses, por lo cual para el diseño no se va a considerar estos perfiles de carga.

Se considerará los meses donde no hay operación activa de la central, esto debido a que el mayor número de horas el sistema fotovoltaico estará abasteciendo a las cargas de uso común o casi permanentes durante el año.



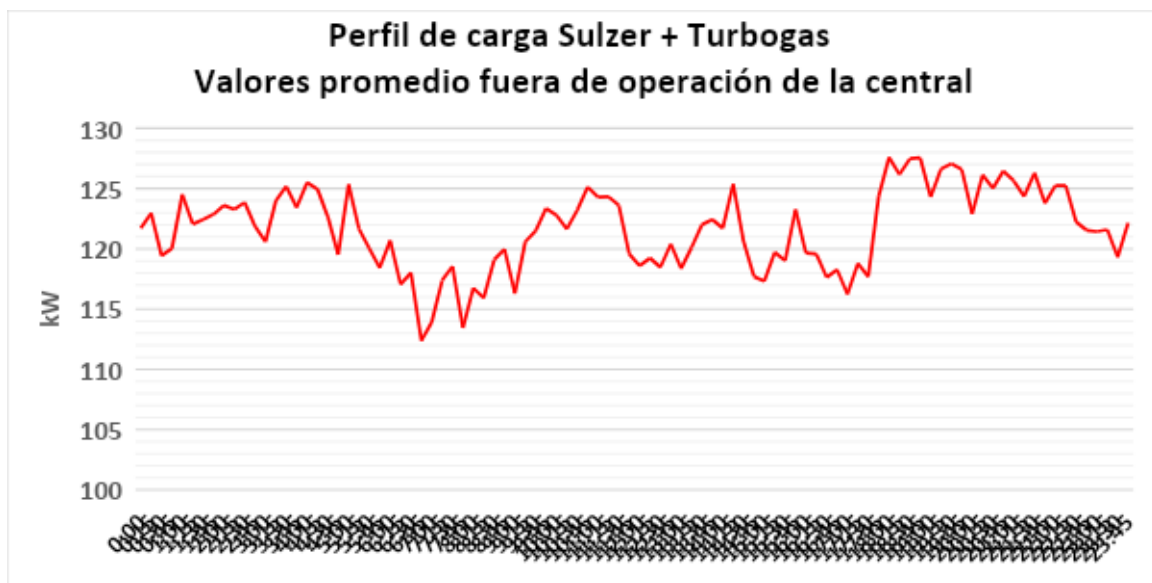
3.2.2 Diagrama de carga promedio considerando todos los meses



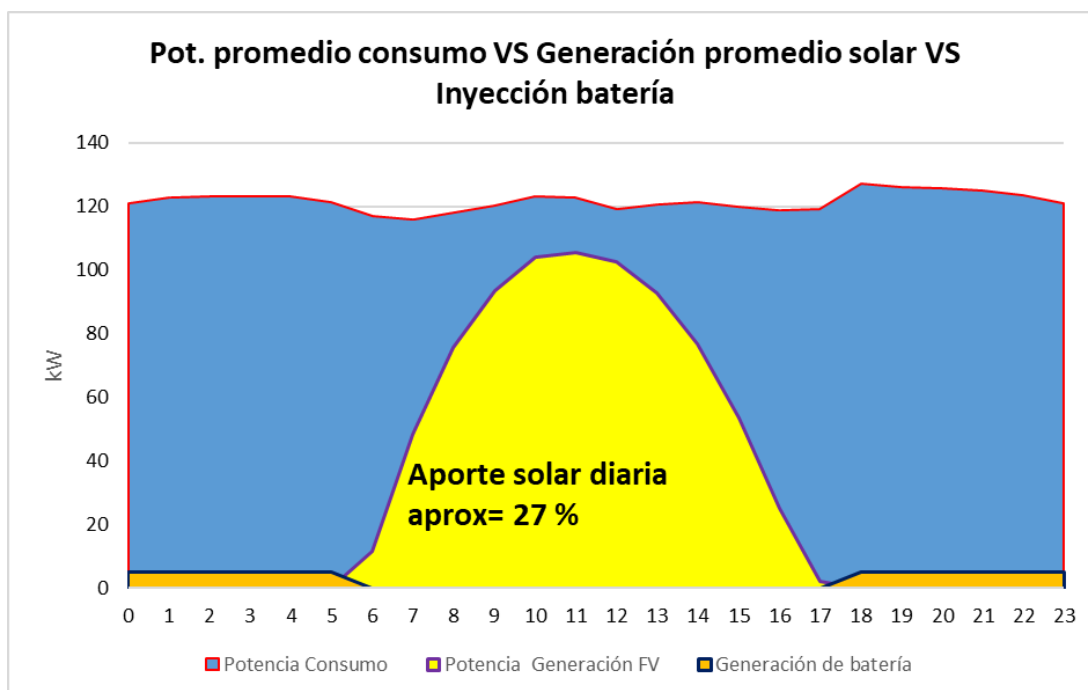
	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 8 de 26	



3.2.3 Diagrama de carga promedio sin considerar los meses activos de la central.

Según este perfil, se tiene un promedio de consumo mínimo de 115kW y máximo de 130 kW. Esto significa que el mayor número de horas al año se mantiene en este rango de potencia. Para ello el sistema fotovoltaico propuesto con los 125 kW en potencia se salida del inversor es capaz de abastecer el 27%.



3.2.4 Gráfico de aporte diario con aporte de sistema fotovoltaico (Promedio de generación).



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 9 de 26	

3.3 Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico de Autoconsumo por sector

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se ha utilizado el criterio por áreas, es decir que de acuerdo al área disponible y la óptima disposición de la máxima cantidad de módulos se ha determinado la potencia fotovoltaica para dicho proyecto.

Estos sectores comprenden:

Sector 1. Oficina administrativa

#Mod= 144,
Pot=79.2 kWp (144x0.55)
Pot Inv=75 kW (1x50 + 1x25)
DC/AC=1.056



Sector 2. Taller de maestranza

#Mod= 46
Pot=25.3 kWp (46x0.55)
Pot Inv=25kW (1x25)
DC/AC=1.012

Sector 3. Antiguo centro de control



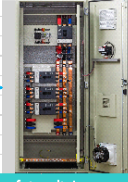



#Mod= 46
Pot=25.3 kWp (46x0.55)
Pot Inv=25kW (1x25)
DC/AC=1.012



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 10 de 26	




3.3.1 Dimensionamiento Oficina Administrativa

La oficina administrativa tiene la disponibilidad de implementar 144 módulos con una potencia pico de 79.2 kWp y una producción promedio de 294.81 kWh/día.



1 - OFICINA ADMINISTRATIVA						
						
Potencia Pico FV [kWp]	54.45	F.S. 1.089	Potencia inversor [kW]	50	Estimación energética fotovoltaica	
Potencia Módulo [Wp]	550				Horas Sol Pico [kWh/m2-día]	6.77
Cantidad de módulos [Unid]	99				Energía Fv anual [kWh-día]	294.81
					Energía Fv anual [kWh-mes]	8844.27
					Energía Fv anual [kWh-año]	106131.20
2 - OFICINA ADMINISTRATIVA						
						
Potencia Pico FV [kWp]	24.75	F.S. 0.99	Potencia inversor [kW]	25	Estimación energética fotovoltaica	
Potencia Módulo [Wp]	550				Horas Sol Pico [kWh/m2-día]	6.77
Cantidad de módulos [Unid]	45				Energía Fv anual [kWh-día]	134.00
					Energía Fv anual [kWh-mes]	4020.12
					Energía Fv anual [kWh-año]	48241.46

3.3.2 Dimensionamiento Taller de Maestranza y Antiguo Centro de Control

Los espacios, taller de maestranza y antiguo centro de control tiene la disponibilidad de implementar 92 módulos con una potencia pico de 50.6 kWp y una producción promedio 273.96 kWh/día.

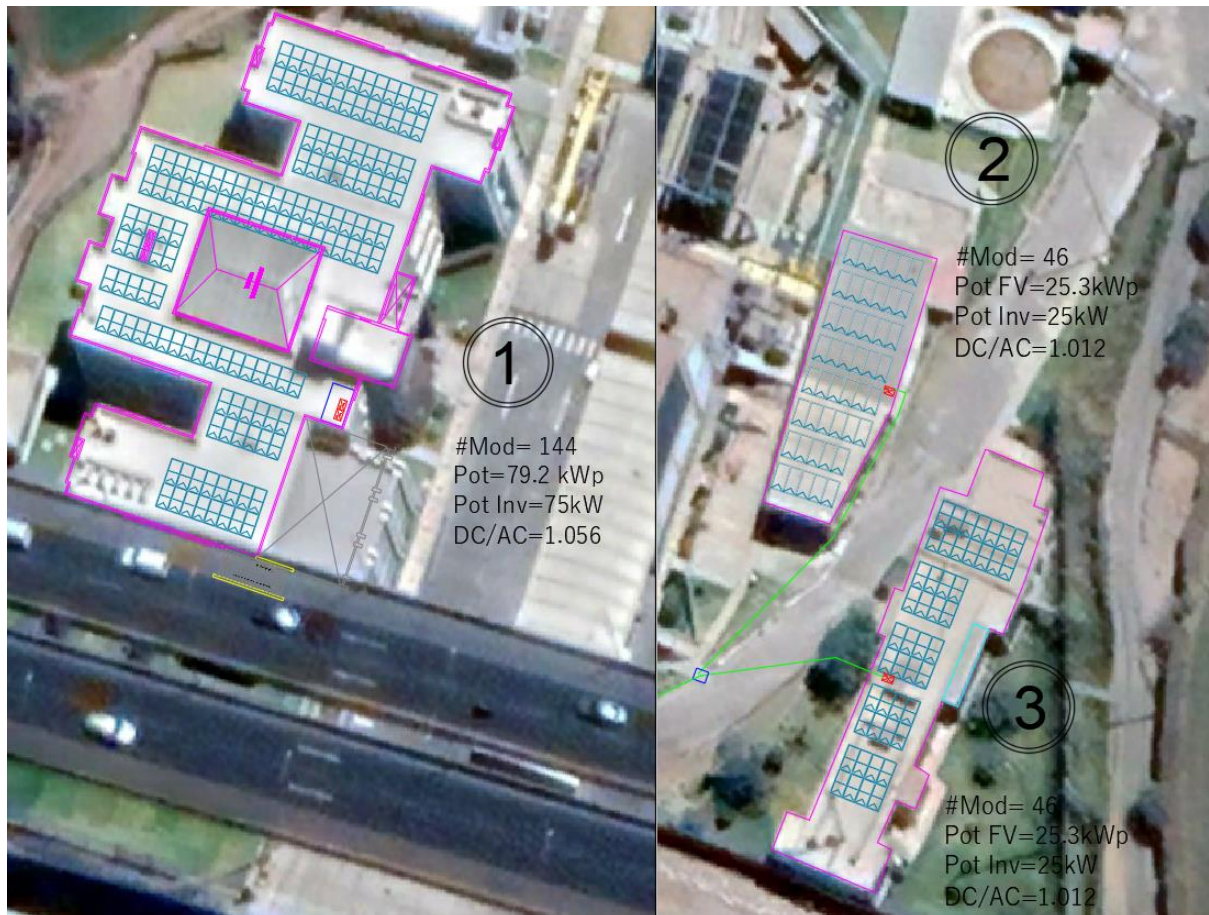
3 - TALLER DE MAESTRANZA Y ANTIGUO CENTRO DE CONTROL						
						
Potencia Pico FV [kWp]	25.3	F.S. 1.012	Potencia inversor [kW]	25	Estimación energética fotovoltaica	
Potencia Módulo [Wp]	550				Horas Sol Pico [kWh/m2-día]	6.77
Cantidad de módulos [Unid]	46				Energía Fv anual [kWh-día]	136.98
					Energía Fv anual [kWh-mes]	4109.46
					Energía Fv anual [kWh-año]	49313.49

Datos simplificados de los componentes

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 11 de 26	

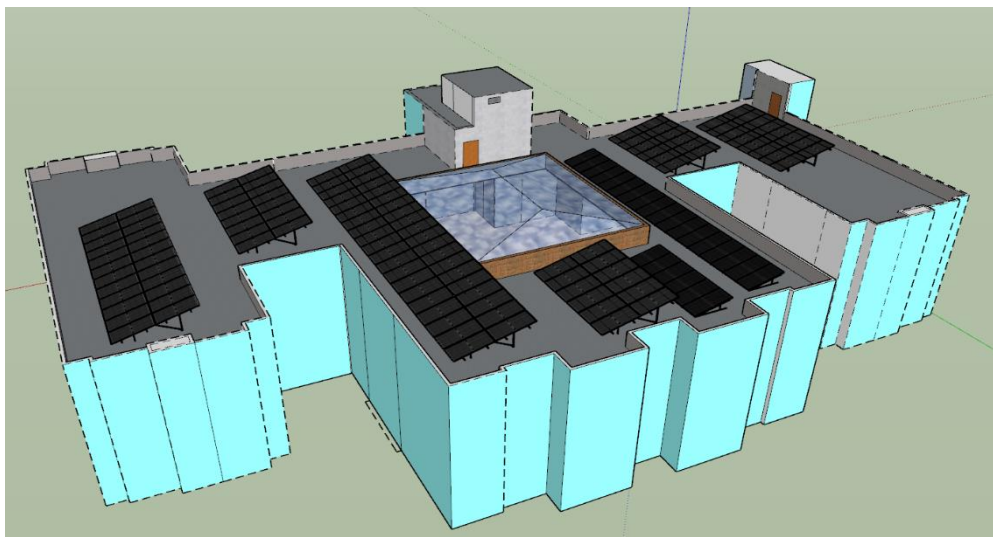
DISTRIBUCIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



Distribución de los módulos fotovoltaicos en los 3 sectores



Sector 1- Oficina administrativa

Diseño 3D del sistema fotovoltaico propuesto



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 12 de 26	

El sector 1, oficina administrativa contempla 144 módulos tal como se muestra la distribución de los módulos en el techo de dicho sector.





1

#Mod= 144
Pot=79.2 kWp
Pot Inv=75kW
DC/AC=1.056

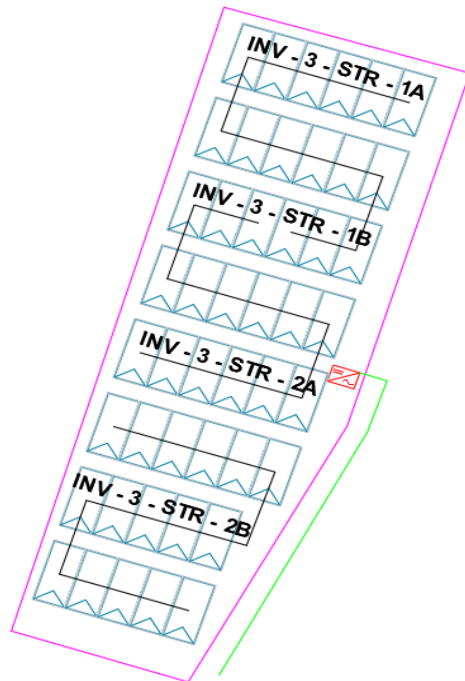
La estructura asignada es tipo meza 2V con anclaje para piso de concreto.
Esta superficie cuenta con un tratamiento de impermeabilización por lo que los anclajes se deben instalar con tacos químicos que garanticen el sellado posterior de la superficie.



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 13 de 26	

Sector 2 – Taller de Maestranza

En el taller de maestranza la disposición de los módulos será como se muestra en la imagen



#Mod= 46
Pot FV=25.3kWp
Pot Inv=25kW
DC/AC=1.012

La estructura asignada para este techo es de tipo 1V con 15° de inclinación con anclaje para cobertura metálica,



1Vx4 Módulos 2172x1303x40 mm
Peso: 34.6 kg
Elevación lado más bajo 0m
Angulo de inclinación 15°

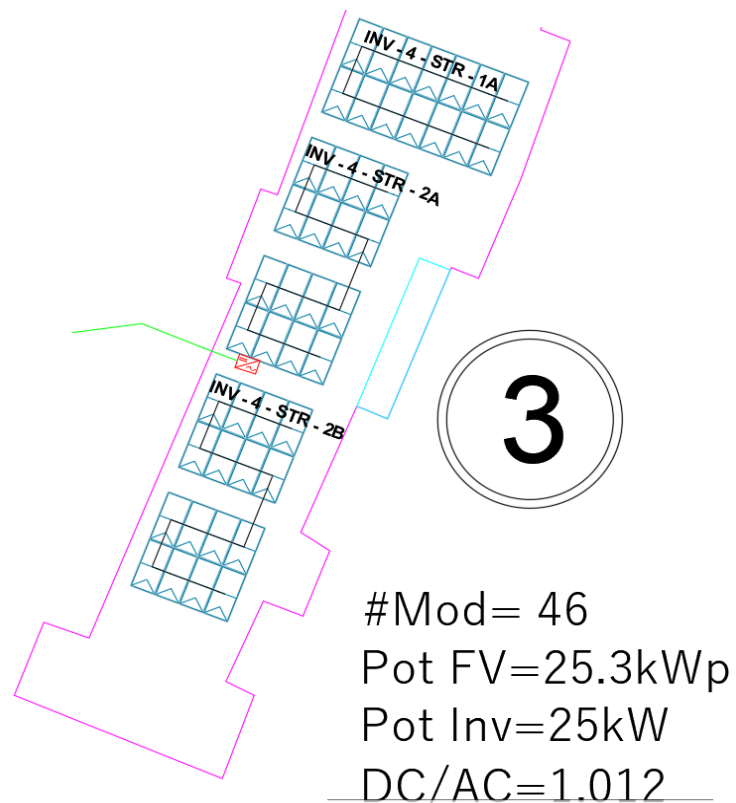


Sector 3- Antiguo centro de control

El antiguo centro de control contempla 46 módulos distribuidos del siguiente modo.

- 1 mesa de 7 módulos por fila.
- 4 mesas de 4 módulos por fila.



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 14 de 26	



La estructura asignada para el sector 3 es de tipo meza 2V con anclaje para concreto.



Los detalles de la distribución de módulos y de estructuras en los techos, las distancias y recorridos de las acometidas, se encuentran en los planos correspondientes.

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 15 de 26	

4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Se usaron los modelos ya indicados anteriormente de forma referencial solo para el diseño.

Cálculos justificativos para el sector 1. Oficina administrativa

DATOS DEL MÓDULO

MARCA TRINA SOLAR

MODELO TSM-DEG19.20

POTENCIA (STC) [Wp] 550

CONDICIONES STC

Voltaje de Circuito Abierto (Voc) [V] 38.10

Voltaje en punto de máx. potencia [Vmpp] 31.8

Intensidad de cortocircuito [Isc] [A] 18.39

Intensidad de máxima potencia [Impp] [A] 17.35

CONDICIONES NOCT

Nominal Operation Cell Temperature NOCT 43

DATOS MECÁNICOS

Altura del módulo [mm] 2,384

Anchura del módulo [mm] 1,096

Peso [kg] 1.2

Tipo de celda **MONOCRISTALINO BIFACIAL - PERC**

OTROS DATOS

Coefficiente de temperatura de Pmax [%/°C] -0.34

Coefficiente de temperatura de Voc [%/°C] -0.25

Coefficiente de temperatura de Isc [%/°C] 0.04

Degradación 1er años [%] 2.00

Degradación anual [%] 0.45

DATOS DEL INVERSOR

MARCA SMA

MODELO Sunny Tripower CORE1

POTENCIA NOMINAL [kWac] 50

LADO CORRIENTE CONTINUA

Voltaje máximo a la entrada [V] **1,000.00**

Voltaje mínimo de arranque [V] **188**

Voltaje mínimo MPPT [V] **500**

Voltaje máximo MPPT [V] **800**

Intensidad máxima admisible [A] **30**

Número de MPPT independientes **6**

Número de entradas **2**



LADO CORRIENTE ALTERNA

Voltaje de operación [Vac] **380**

Frecuencia [Hz] **60**

Tipo de red **3 / N / PE / 380**

Intensidad máxima de salida [Iac] [A] **72.50**

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 16 de 26	

NÚMERO MÓDULOS EN SERIE- PARALELO

Datos:

DATOS CLIMÁTICOS

Temperatura ambiente máxima (TaM)	13.90	°C
Temperatura ambiente mínima (Tam)	9.60	°C
Irradiancia máxima (W/m2)	1100	W/m2
Irradiancia mínima (W/m2)	200.00	W/m2

PARÁMETROS DEL MÓDULO

CONDICIONES STC



Potencia Pico (Wp)	550	W
Voltaje Circuito Abierto (Voc)	38.10	V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	18.39	A
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmpp)	31.8	V

CONDICIONES NOCT

Nominal Operation Cell Temperature (NOCT)	43	°C
---	----	----

PARÁMETROS DEL INVERSOR

Potencia Nominal (kWn)	50	kW
Voltaje máximo en la entrada (Vdc)	1,000	V
Voltaje superior MPP tracker (VMppt)	800	V
Voltaje Inferior MPP tracker (Vmppt)	500	V
Intensidad máxima adminisble (Idc)	30	A

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 17 de 26	

Ecuaciones:

$$V_{oc}(T_c) = V_{oc}^* - 2.3 \times 10^{-3} \cdot (T_c - T_c^*)$$

$$(T_c) = T_a + G \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

$$N_{string} = \frac{I_{DCM(INV)}}{I_{sc(mod)}}$$

$$I_{sc} = G \cdot \frac{I_{sc}^*}{G^*}$$

1era Condición: $V_{string} < V_{max Inv}$

$$N_{S1} = \frac{V_{Max(INV)}}{V_{oc Max}}$$

$$(T_{c min}) = T_{a min} + G_{min} \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

2da Condición: $V_{string} < V_{mmp max Inv}$

$$N_{S2} = \frac{V_{mppt Max(INV)}}{V_{mpp(mod)}}$$

$$(T_{c min}) = T_{a min} + G_{min} \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

$$V_{mpp} = V_{oc} \cdot \frac{V_{mpp}^*}{V_{oc}^*}$$

3era Condición: $V_{string} > V_{mmp min (Inv)}$

$$N_{S3} = \frac{V_{mppt min(INV)}}{V_{mpp(mod)}}$$

$$(T_{c max}) = T_{a max} + G_{max} \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$



$$V_{mpp} = V_{oc} \cdot \frac{V_{mpp}^*}{V_{oc}^*}$$

Resultados:

Paso 1:	$T_c (min)$	15.35
Paso 2:	$V_{oc} \text{ máx } (T_{cm})$	38.12
Paso 3:	$T_c \text{ Max}$	45.53
Paso 4:	$V_{oc} (T_{cmáx})$	38.05
Paso 5:	V_{mppt}	31.76
Paso 6:	$I_{sc max}$	20.23

Condición 1	$V_{string} < V_{Mdc}$	Módulos en serie	26.23
Condición 2	$V_{string} < V_{Mppt}$	Módulos en serie	25.19
Condición 3	$V_{string} > V_{Mppt}$	Módulos en serie	15.74
	Strings en paralelo	Ramas en paralelo	1.48

N° de módulos en serie recomendado	16
Strings en paralelo dependiendo de los MPPTs	2

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 18 de 26	

PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Datos:

Latitud =	-16.38
Ángulo de inclinación (β) =	15
Ángulo de orientación (α) =	0

Fórmulas

$$P_{oi} = 100. [1.2 \times 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta < 15^\circ$$

$$P_{oi} = 100. [1.2 \times 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + 3.5 \times 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$



$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.69 \cdot \phi$$

Donde:

β : Ángulo de Inclinación de los Módulos
 β_{Opt} : Ángulo Optimo de Inclinación de los Módulos
 α : Ángulo de Orientación

Resultados

Ángulo de inclinación óptimo (β_{opt}) =	15
Pérdidas por orientación e inclinación para $15^\circ < \beta < 90^\circ$ =	0.00%
Pérdidas por orientación e inclinación para $\beta \leq 15^\circ$ =	0.00%

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 19 de 26	

PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA - 50kW

Datos:

Potencia del sistema (kWp)	79.2
Radiación anual (kWh/m2/año)	2472.83
Performance Ratio (PR)	0.8
Factor de sombras (FS)	0.02
Pérdidas por O & I	0.00%

Ecuación:

$$E_{FV} = P_g \cdot \frac{G_{ef}}{G_{STC}} \cdot PR \cdot (1 - FS) \cdot (1 - P_{oi})$$



Donde:

E_{FV} :	Producción de Energía Solar
P_g :	Potencia del Generador FV
G_{ef} :	Irradiancia del sitio
G_{stc} :	Irradiancia en STC
PR :	Performance Ratio
FS :	Factor de Sombra
P_{oi} :	Pérdidas por orientación e Inclinación

Resultado:

La producción anual estimada es [MWh/año]

153.55

	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 20 de 26	

DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS

DATOS:

Latitud [°]	-16.381866
INCLINACIÓN ÓPTIMA [°]	14.90°
ORIENTACIÓN ÓPTIMA	NORTE
POSICIÓN DEL MÓDULO	VERTICAL
ALTURA DEL MÓDULO [m]	4.768
INCLINACIÓN MÓDULO [°]	15°

CALCULOS:

$$\varepsilon = 90^\circ - \delta_{\max} - |\phi|$$

$$\delta_{\max} = 23.45^\circ$$

$$\text{Altura Solar: } \varepsilon = 67^\circ - \phi$$

$$\varepsilon = 67^\circ - |\phi|$$

$$\varepsilon = 50.62^\circ$$

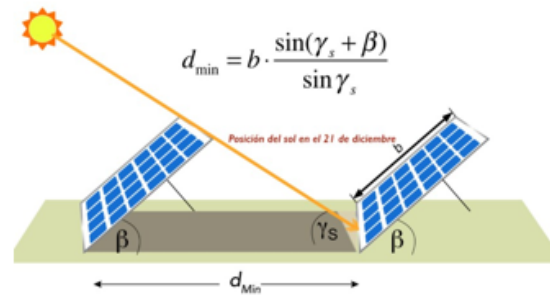
$$d2 = L \cdot \left(\frac{\sin \beta}{\tan \varepsilon} + \cos \beta \right)$$

$$d1 = d2 - L \cdot \cos \beta$$

$$\text{Distancia } d1 \text{ [m]} = 1.01$$

$$\text{Distancia } d2 \text{ [m]} = 5.62$$

$$\text{Distancia mínima seleccionado [m]} = 1.20$$



DONDE:

ε : Altura Solar

$d1$: distancia mínima de separación

δ : Declinación

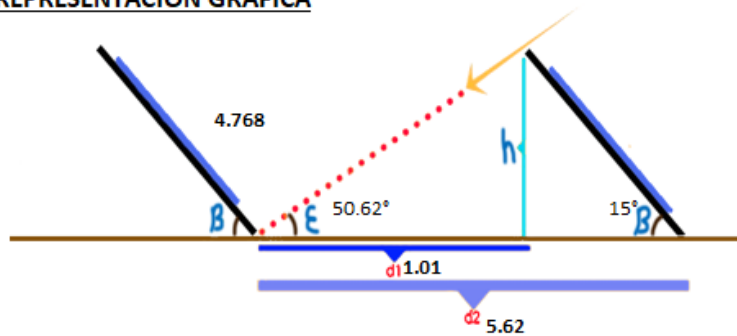
$d2$: distancia de paso string-string



ϕ : Latitud

L : Longitud de módulo

β : Angulo de inclinación del módulos

REPRESENTACIÓN GRÁFICA



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 21 de 26	

5 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS INVERSORES E INTERCONEXIÓN AL SISTEMA

A continuación, se muestra un esquema del Sistema de interconexión fotovoltaico a la red disponible de EGASA.

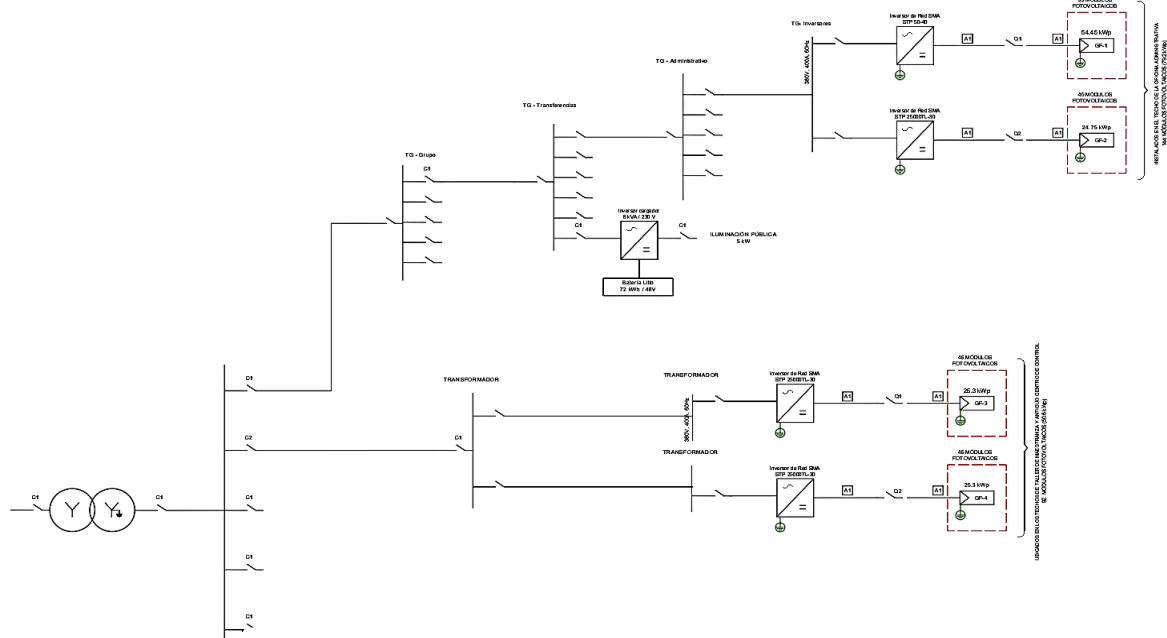
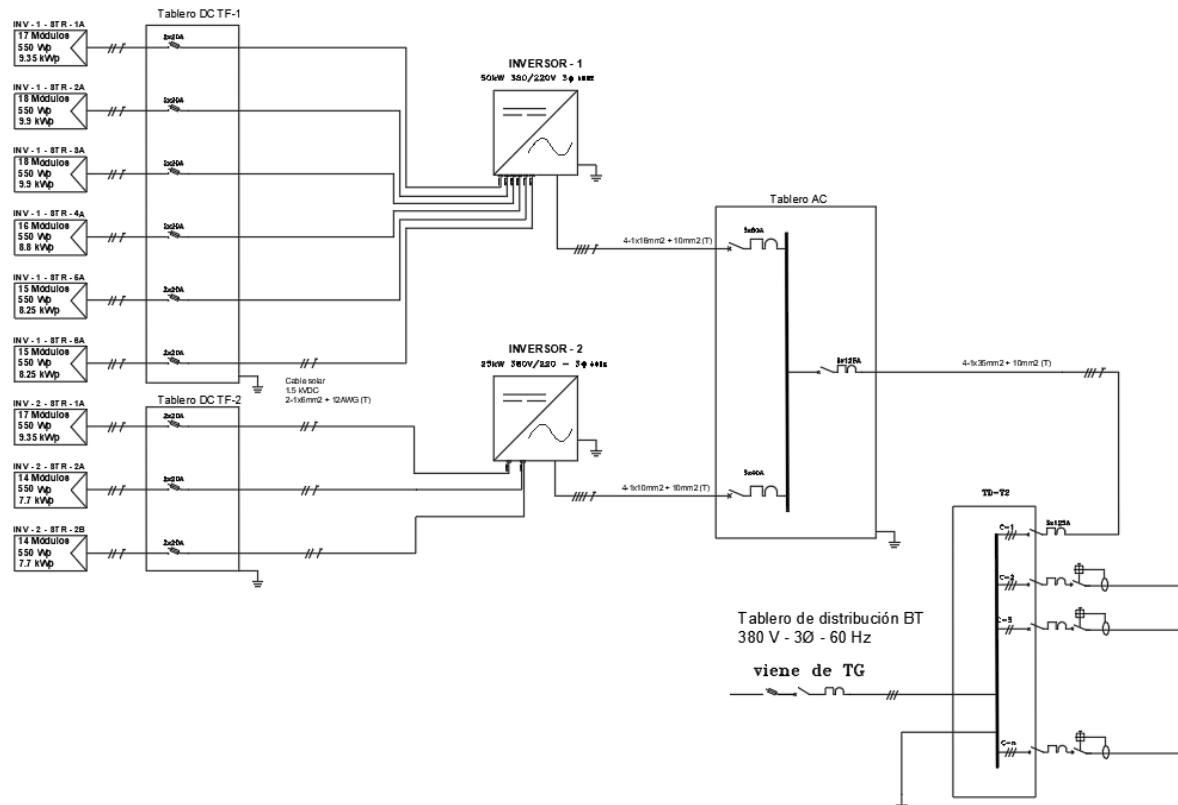


Diagrama unifilar de la oficina administrativa

OFICINA ADMINISTRATIVA
144 Módulos de 550 Wp 79.2 kWp
2 Inversores 1x50kW - 1x25kW





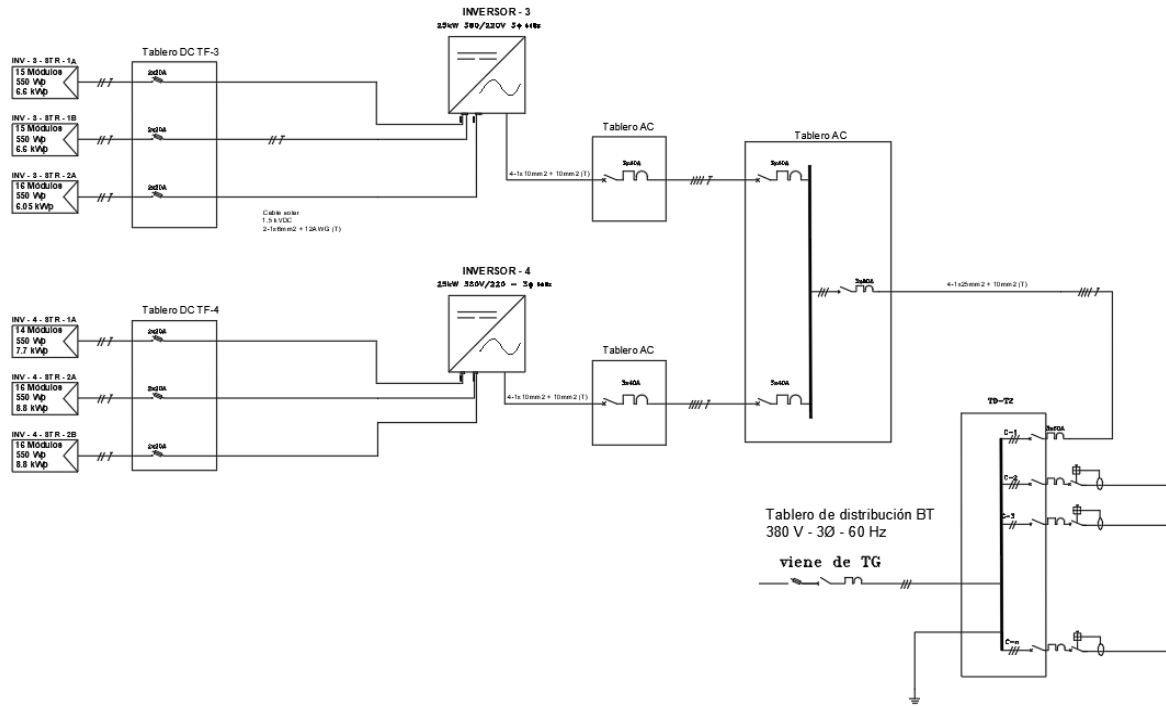


	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 22 de 26	

Diagrama unifilar del taller de maestranza y antiguo centro de control

TALLER DE MAESTRANZA Y ANIGUO CENTRO DE CONTROL

92 Módulos de 550 Wp 50.6 kWp
2 Inversores 1x25kW - 1x25kW



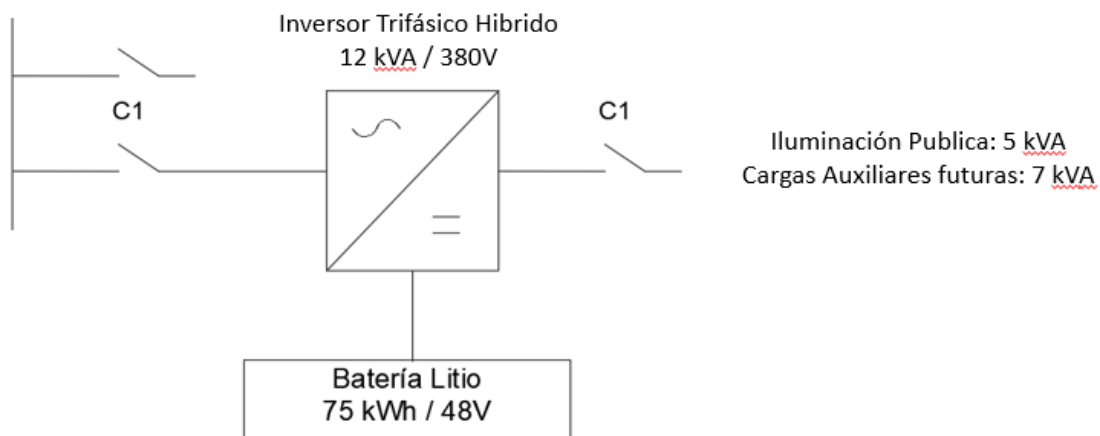
	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 23 de 26	



6 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO PARA ALIMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL

El sistema de almacenamiento estará disponible para un ciclado diario y estará formado por un inversor cargador de 12kVA (Trifásico) y 15 baterías de litio de 5kWh cada una, consiguiendo un banco de baterías de 75 kWh del cual, solo se van a utilizar 60 kVA diarios (80% de DOD), con lo que se debe lograr más de 4,000 ciclos (más de 10 años de operación)



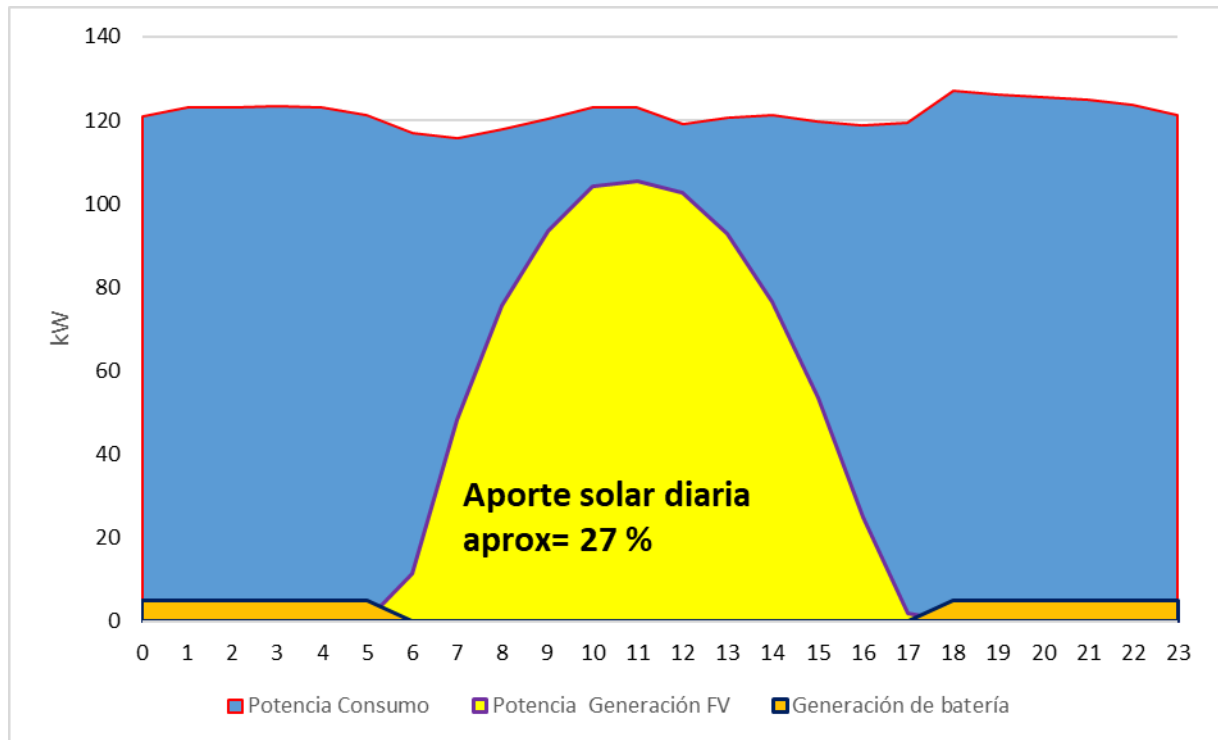
Diagrama de interconexión al tablero que controla la iluminación pública.





	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 24 de 26	

Potencia promedio consumo VS Generación promedio solar VS Inyección batería

La energía fotovoltaica generada, tiene un aporte promedio 27% frente al consumo promedio durante días de no operación de la central térmica.



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 25 de 26	



7 ACTIVIDADES PREVIAS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Estudio y verificación de la ubicación de los módulos fotovoltaicos, marcado de la ubicación de las estructuras.



Reforzamiento y techado con los termotechos del taller de maestranza



	PROPIETARIO: Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.	Revisión: B	
	PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED DE 129.8 kWp EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA EGASA SECTOR CHILINA AREQUIPA – PERÚ"		
	DESCRIPCIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA	Pág.: 26 de 26	

Movilización de los ductos de refrigeración



Movilización del sistema solar térmico

