



## **PROVINCIA DE LA PAMPA**

### **CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y  
Ambiental Plantas Fotovoltaicas Macachín (La  
Pampa)**

**EX2022-00006861—CFI-GES#DCS  
Julio 2022**

### **INFORME FINAL RESUMEN**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO**

## INDICE DE CONTENIDOS

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.....	2
1. ANTECEDENTES.....	6
1.1. Relevamiento de información de Estudios anteriores.....	6
1.2. Desarrollo .....	6
2. INSTITUCIONES INVOLUCRADAS .....	7
3. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO A ESTUDIAR .....	7
4. MEDIO AMBIENTE.....	7
5. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE GENERACION.....	8
6. TOPOGRAFIA.....	9
7. PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL.....	9
7.1. Preamálisis de las áreas afectadas.....	10
7.2. Preamálisis Medioambientales.....	11
7.3. Impacto Ambiental Electromagnético de líneas y ET Estudios y mediciones. ....	12
7.4. Relevamiento fotográfico .....	12
8. FACILIDADES DE INTERCONEXION .....	13
8.1. Primera opción: .....	13
8.2. Segunda Opción .....	14
8.3. Interconexión Planta a LMT de 33 kV .....	16
8.4. Cruce subterráneo Ruta Provincial nº 1 .....	17
8.5. Interconexión a Piquete 054 LMT de ADELP .....	18
9. PLANTA FOTOVOLTAICA .....	18
9.1. Irradiación Solar en el Sitio .....	18
9.1.1.Evaluación energética .....	18
9.1.2.Base de datos NASA. ....	18
9.1.3.Base de Datos SolCast .....	19
9.1.4.Base de Datos Meteonorm 8.0 .....	19
9.2. Sismografía e Hidrografía de la zona .....	20
9.3. El Clima en Macachín .....	21
9.4. Temperaturas promedio en Macachín.....	21
9.5. Categorías de nubosidad en Macachín .....	22
9.6. Características Principales del Proyecto .....	22
9.7. Lay Out General PFV 2,0 MW <sub>CA</sub> .....	23
9.8. Lay Out General PFV 5,0 MWCA.....	23
9.9. Características Técnicas de la Etapa 1: .....	25
9.10. Características Técnicas Etapa Final 5,0 MWCA.....	25
9.11. Obras civiles .....	26
9.11.1. Movimiento de tierras .....	26
9.11.2. Acceso .....	26
9.11.3. Caminos internos .....	27
9.12. Cerco Perimetral .....	28
9.13. Estación meteorológica .....	28

9.14.	Sistema de seguridad .....	29
9.15.	Estructuras de Soporte.....	29
9.15.1.	Protección ambiental .....	30
9.15.2.	Cálculo estructural.....	30
9.15.3.	Bases.....	30
9.16.	Obras Electromecánicas .....	30
9.16.1.	Cableado .....	30
9.16.2.	Tableros eléctricos de nivel 1 .....	30
9.16.3.	Instalación de nivel 2.....	31
10.	ETAPAS DEL PROYECTO.....	31
10.1.	Etapa de Desarrollo .....	31
10.2.	Etapa de PPA.....	31
10.3.	Etapa de Cierre Financiero .....	32
10.4.	Etapa de Construcción.....	32
10.5.	Etapa de Operación y Mantenimiento.....	32
11.	PLAZOS DE OBRA .....	33
12.	COSTOS .....	33
13.	PLANOS GENERALES.....	35
14.	PLANOS DE DETALLE – INGENIERIA DE DETALLE .....	35
15.	PLANOS Y MEMORIAS TECNICAS .....	35
16.	COMPUTOS.....	35
17.	PRESUPUESTOS .....	35
18.	PLAN DE TRABAJO, CURVA DE INVERSIONES, PUESTOS DE TRABAJO .....	36
19.	RELEVAMIENTO FOTOGRAFICO.....	38



## INDICE DE FIGURAS

Figura1: Ubicación del terreno.....	9
Figura 2: Curvas de Nivel .....	9
Figura 4: OTBN Macachín (La Pampa).....	11
Figura 5: Parques Nacionales .....	11
Figura 6: Red de MT y AT .....	13
Figura 7: L.M.T. 33 kV .....	14
Figura 8: L.M.T. 33 Kv .....	14
Figura 9: Vista aérea L.A.T. 132 kV .....	15
Figura 10: Cruce L.A.T. 132 kV Ruta Provincial 1 .....	15
Figura 11: Piquete 054 de Interconexión LMT 33 Kv .....	18

## **1. ANTECEDENTES**

### 1.1. Relevamiento de información de Estudios anteriores

Se ha recopilado la información de los Estudios realizados con anterioridad. En relación con los Estudios de Suelo, no existen Estudios previos ni se han realizado en esta etapa, debido a que los que correspondería elaborar deberían ser realizados en las ubicaciones definitivas de las plataformas fundacionales de los Centros de Transformación, y del Edificio de Supervisión, Comando y Medición, cuyas localizaciones precisas serán definidas en la elaboración de la Ingeniería Ejecutiva (apta para construir). Estos estudios de Suelo se incluyen habitualmente en el alcance del Proyecto Ejecutivo

### 1.2. Desarrollo

En diciembre de 2018, BINTEL INGENIERÍA SRL (BINTEL) recibió de la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Ltda. (la Cooperativa) una solicitud de realización de un Estudio de Prefactibilidad Técnica y Ambiental en un predio destinado a ser utilizado para el desarrollo de un Proyecto de Energías Renovables en variantes de Tecnología Fotovoltaica y/o Biogás.

El objeto del Informe solicitado en esa oportunidad fue elaborar un Preamálisis de Factibilidad Técnica y Ambiental, con el fin de ofrecer conclusiones y recomendaciones a ser tenidas en cuenta en la toma de decisión de la Cooperativa en orden de acometer dichos Proyectos

Como respuesta a dicho requerimiento, se confeccionaron y entregaron a la Cooperativa el Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y Ambiental y posteriormente, el Adendum N°1 al Informe de Prefactibilidad, conteniendo este último la estimación de los montos de inversión y posibilidades de financiar las diferentes etapas de un Proyecto de una Planta Fotovoltaica de 2 MWCA.

Los Estudios mencionados se adjuntan como Anexo 1 de este Informe Final

En mes de enero de 2021, Bintel recibió una nueva consulta, vinculada a la posibilidad de que el Superior Gobierno de la Provincia de La Pampa colaborara con la financiación del Proyecto Fotovoltaico y como resultado de la conferencia realizada el 27 de enero de 2021, la Cooperativa recibió un Check List de documentación a presentar a fin de calificar para el apoyo financiero.

El referido Check List se incluye en el Anexo 1 de este Informe Final

En base al referido Check List, en abril de 2021 se elaboró un nuevo Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y Ambiental para una Planta Fotovoltaica capacidad 5 MW<sub>CA</sub>, a desarrollarse en dos fases de 2 y 5 MW<sub>CA</sub> respectivamente, junto con una presentación del Proyecto en versión Power Point.

Ambos análisis se adjuntan como Anexo 1 de este Informe Final

A partir de dichos documentos, se abrió un periodo de consultas con la Secretaría de Energía de la Provincia, con participación del CFI, hasta arribar al Contrato CFI-Bintel de fecha 18 de marzo de 2022.

Finalmente, en el mes de abril de 2022, recibimos de la Cooperativa el plano detallando la superficie y ubicación reservadas para la Planta Fotovoltaica, en base al cual se elaboraron los planos generales y de detalle.

Se incluye este Documento en el Anexo 1 de este Informe Final

## **2. INSTITUCIONES INVOLUCRADAS**

- Cooperativa de Obras y Servicios Públicos Macachín Ltda.
- Secretaria de Energía de la Provincia de La Pampa
- CFI Consejo Federal de Inversiones

## **3. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO A ESTUDIAR**

El objeto de los anteriores Informes fue hacer un preanálisis de Factibilidad Técnica y Ambiental con el fin de ofrecer las conclusiones y recomendaciones a ser tenidas en cuenta en la toma de decisión de la Cooperativa y la Provincia de La Pampa en orden de materializar el Proyecto.

Bintel acreditaba experiencia en la elaboración de esos Estudios, lo que la habilitó a elaborar los Informes a satisfacción de la Cooperativa, detallando los elementos tomados en consideración, la procedencia de los datos aportados y las herramientas informáticas utilizadas, y garantizando resultados técnicos del mejor nivel del mercado.

El presente Informe abarca la Ingeniería Básica y el estudio de la capacidad de generación de la planta y la propuesta de interconexión más adecuada. Se incluye además un Informe sobre el predio para el desarrollo del Parque Fotovoltaico, su interconexión a la red eléctrica y su factibilidad preliminar ambiental.

## **4. MEDIO AMBIENTE**

En lo que hace al cuidado del Medio Ambiente, en la República Argentina el marco institucional y la normativa ambiental vigentes en el sector eléctrico, establecen que los agentes de este son directamente responsables del cumplimiento de las Leyes, Decretos y Reglamentaciones, tanto nacionales como provinciales que corresponde aplicar en cada caso y ante la Autoridad de Aplicación pertinente.

La Ley N° 24.065 establece un Marco Regulatorio a la Energía Eléctrica, y su Decreto Reglamentario define las condiciones por las que se consideran los aspectos ambientales.

En la Provincia de La Pampa, la Ley N° 1914/01 de Medio Ambiente, dispone que todos

los proyectos que potencialmente puedan generar impactos ambientales negativos deban someterse a un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, a partir del cual se obtiene una Licencia Ambiental que habilita la construcción y puesta en marcha del Proyecto propuesto.

## 5. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE GENERACION

Punto	Latitud	Longitud	Altitud
V 01	-37.078724	-63.677646	146 m.
V 02	-37.087840	-63.677399	145 m.
V 03	-37.087842	-63.667466	144 m.
V 04	-37.078727	-63.667547	145 m.

El predio donde se instalarán las futuras plantas se encuentra ubicado sobre la Ruta Provincial N° 1, a 5 kilómetros de la ciudad de Macachín en dirección a la localidad de Miguel Riglos, en el margen izquierdo de la mencionada Ruta.



La Planta Fotovoltaica, estará ubicada en la así denominada "Finca Rubio". La denominación de la Planta será PFV MACACHIN 5,0 MW. La superficie total del predio es de 90 Hectáreas en una conformación rectangular de 1.005 x 878 metros, presentando su mayor longitud sobre la Ruta Provincial N.º 1.

Una vez definidos los parámetros de la potencia y espacios a ser utilizados, en la Etapa de ejecución de la Ingeniería de Detalle se definirá la exacta ubicación de los proyectos y la interconexión.

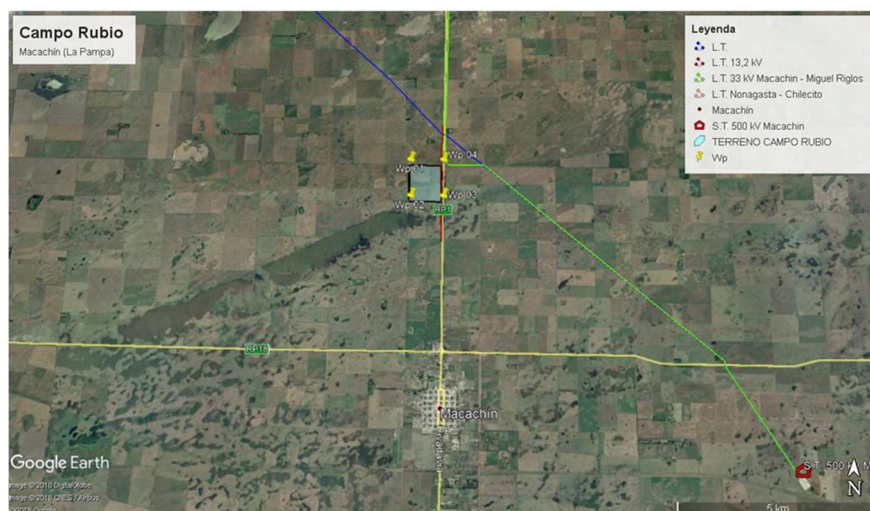


Figura1: Ubicación del terreno

En la Figura 1 se pueden observar los datos geográficos de la ubicación y poblaciones más cercanas al terreno donde serán ubicadas las Plantas en estudio.

## 6. TOPOGRAFIA

En la Figura 2 siguiente puede observarse la topografía del terreno en estudio.

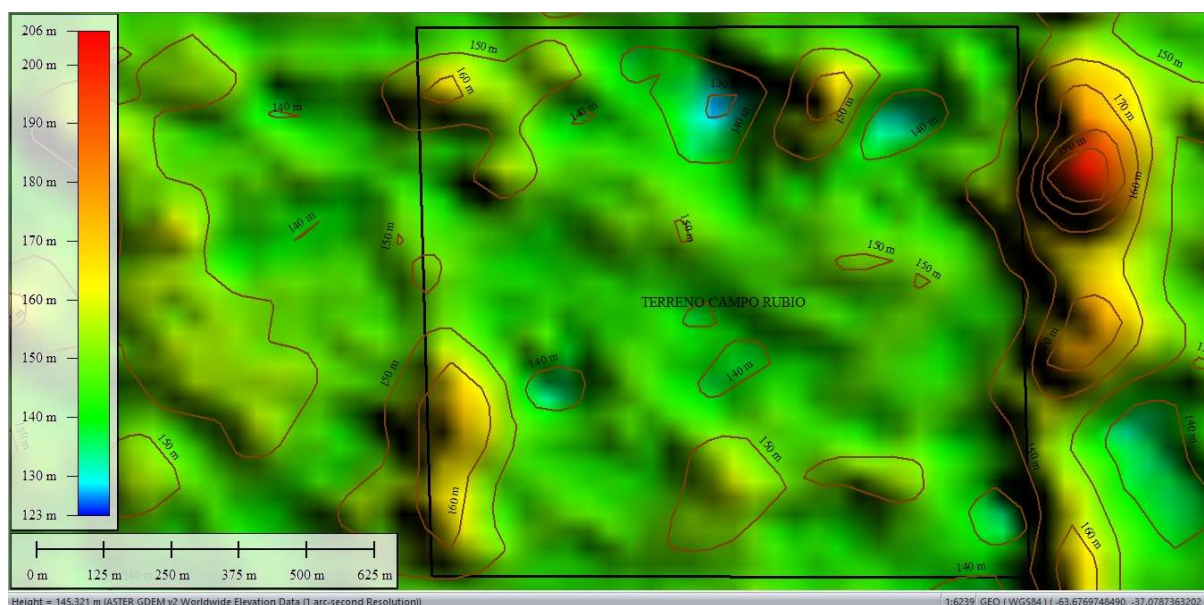


Figura 2: Curvas de Nivel

## 7. PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL

La futura construcción de la Planta Fotovoltaica se encuadra dentro de aquellas que se encuentran condicionalmente obligadas a presentar un Estudio de Impacto Ambiental, como "Instalaciones destinadas a la generación y/o transformación de energía eléctrica, menores de cien megavatios (100 MW)" y que deberán ser objeto del control y fiscalización por parte de la



Subsecretaría de Ambiente de la Provincia de La Pampa.

Todo emprendimiento, público o privado, cuyas acciones u obras son susceptibles de producir efectos negativos sobre el ambiente, deberán obtener la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), expedida por la respectiva Subsecretaría.

Las fuentes Fotovoltaicas de generación eléctrica se consideran por lo general amigables con el medio ambiente receptor, pero sin embargo no están exentas de producir impactos negativos en el mismo, por lo que se han de considerar en el Estudio de Impacto Ambiental, entre otros, ciertos aspectos como:

- Lugar de emplazamiento
- Competencia con otros usos de la tierra
- Mantenimiento de distancias mínimas a las Rutas Nacionales o Provinciales
- Interferencia por cercanías con aeropuertos

Asimismo, se hace necesaria la elaboración de un Plan de Gestión Ambiental y sus respectivas medidas de mitigación, un Plan de Monitoreo, un Plan de Auditoría Ambiental y un Plan de Contingencias.

Otros temas a prestar atención, que deberán ser considerados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental, son:

- Impacto visual
- Daños a la flora y fauna silvestre
- Efecto espejo
- Impactos sobre el Patrimonio Arqueológico

El Informe incluido en los Antecedentes presenta un Estudio Ambiental Preliminar o de factibilidad del sitio de emplazamiento, cuyo objetivo principal es la identificación de posibles restricciones legales o ambientales para la construcción de las obras en el sitio seleccionado.

#### 7.1. Preanálisis de las áreas afectadas

En los Estudios mencionados, se realizó un análisis minucioso de la legislación ambiental de la Provincia de La Pampa y los requerimientos para obtención de factibilidad de obra (desde el punto de vista ambiental).

Se efectuó un análisis de la localización del Sitio teniendo en cuenta la normativa sobre la protección de los bosques nativos y no se observaron zonas involucradas en cuanto se refiere a las restricciones de parques, flora y fauna.



Figura 4: OTBN Macachín (La Pampa)



Figura 5: Parques Nacionales

## 7.2. Preanálisis Medioambientales.

Se realizó un estudio de la biodiversidad en el sitio del emplazamiento (estudios de flora y fauna)

No se encontraron ni determinaron ninguna característica ambiental y de biodiversidad

comprometidas, por lo que se determinó que los terrenos de la Planta Fotovoltaica a construir objeto de dichos informes se encuentran en condiciones de obtener la aprobación del EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

Debe apuntarse que el mencionado EIA aún no ha sido realizado, siendo su elaboración motivo de tareas pendientes de realización, integrantes del *Permitting* del proyecto

### 7.3. Impacto Ambiental Electromagnético de líneas y ET Estudios y mediciones.

En relación con las instalaciones a construir fuera del predio, se realizó un análisis sobre:

1. Efecto sobre las personas y el ambiente.
2. Certificación del cumplimiento de normas

Se determinó que la existencia presente y futura de varias líneas de transmisión de media y alta tensión cercanas al predio no ofrecían riesgos electromecánicos no admitidos por la legislación vigente en el ámbito provincial como nacional.

### 7.4. Relevamiento fotográfico

En este aspecto, se realizaron visitas al terreno, relevamiento fotográfico y del entorno, sin encontrarse aspectos comprometedores.





## 8. FACILIDADES DE INTERCONEXION

Las facilidades de interconexión de las plantas a ubicarse dentro del terreno que estamos analizando ofrecen dos posibilidades para evacuar la energía producida:

- i) Red de Media Tensión de 33 kV propiedad de APE
- ii) Red de Transporte de 132 kV

Cabe destacar que la segunda opción forma parte de SADI.

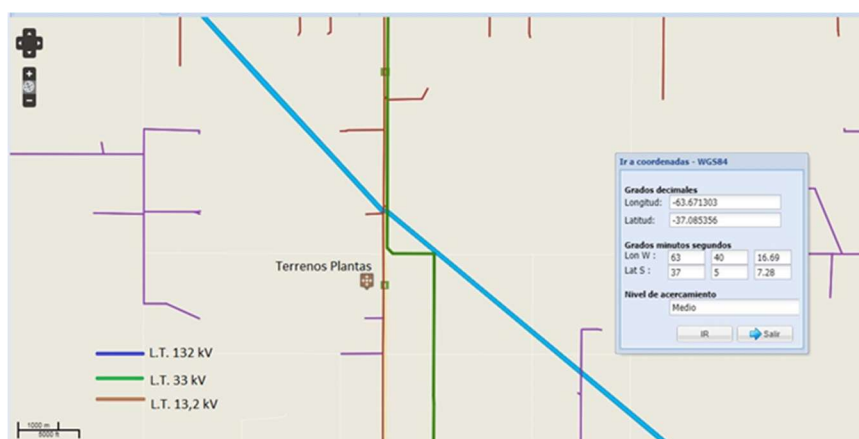


Figura 6: Red de MT y AT

### 8.1. Primera opción:

Interconexión a la L.M.T. de 33 kV Macachín-Miguel Riglos, mediante la construcción de una L.M.T. de 653,7 metros de longitud. Esta distancia puede variar, dependiendo de las ubicaciones de la planta Fotovoltaica y los otros emprendimientos de Energías Renovables.



La Línea existente transcurre por la derecha de la Ruta Provincial N° 1 en dirección a la ciudad de Miguel Riglos.

En la figura 7 y 8 puede observarse la infraestructura de la L.M.T. de 33 kV propiedad de la APE.



Figura 7:

L.M.T. 33 kV



Figura 8: L.M.T. 33 Kv

## 8.2. Segunda Opción



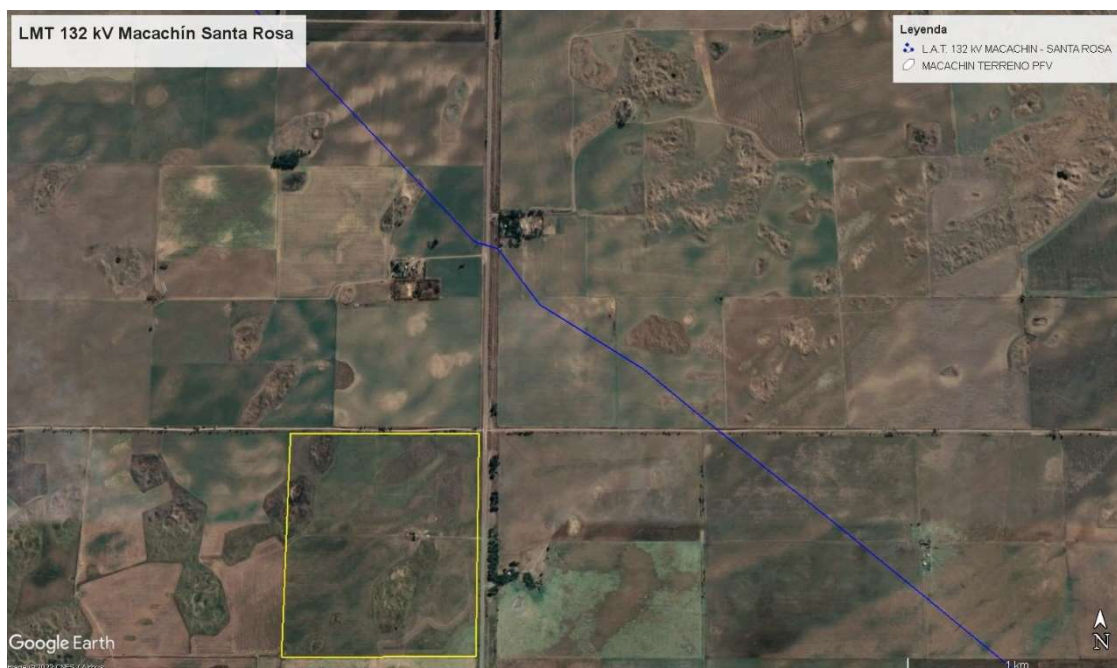


Figura 9: Vista aérea L.A.T. 132 kV

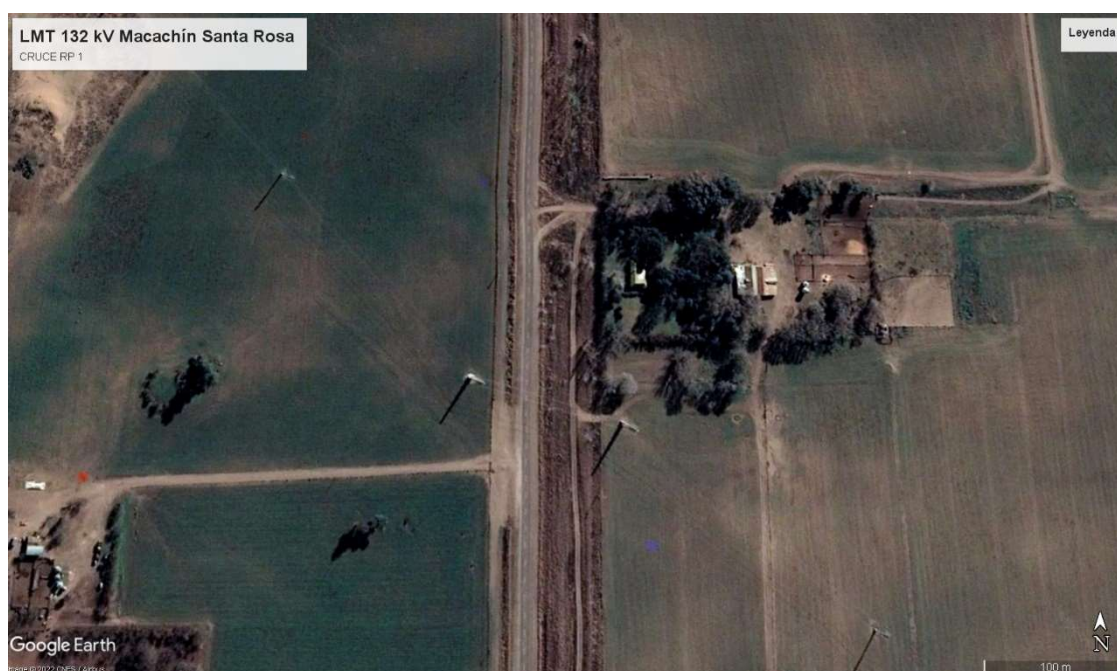
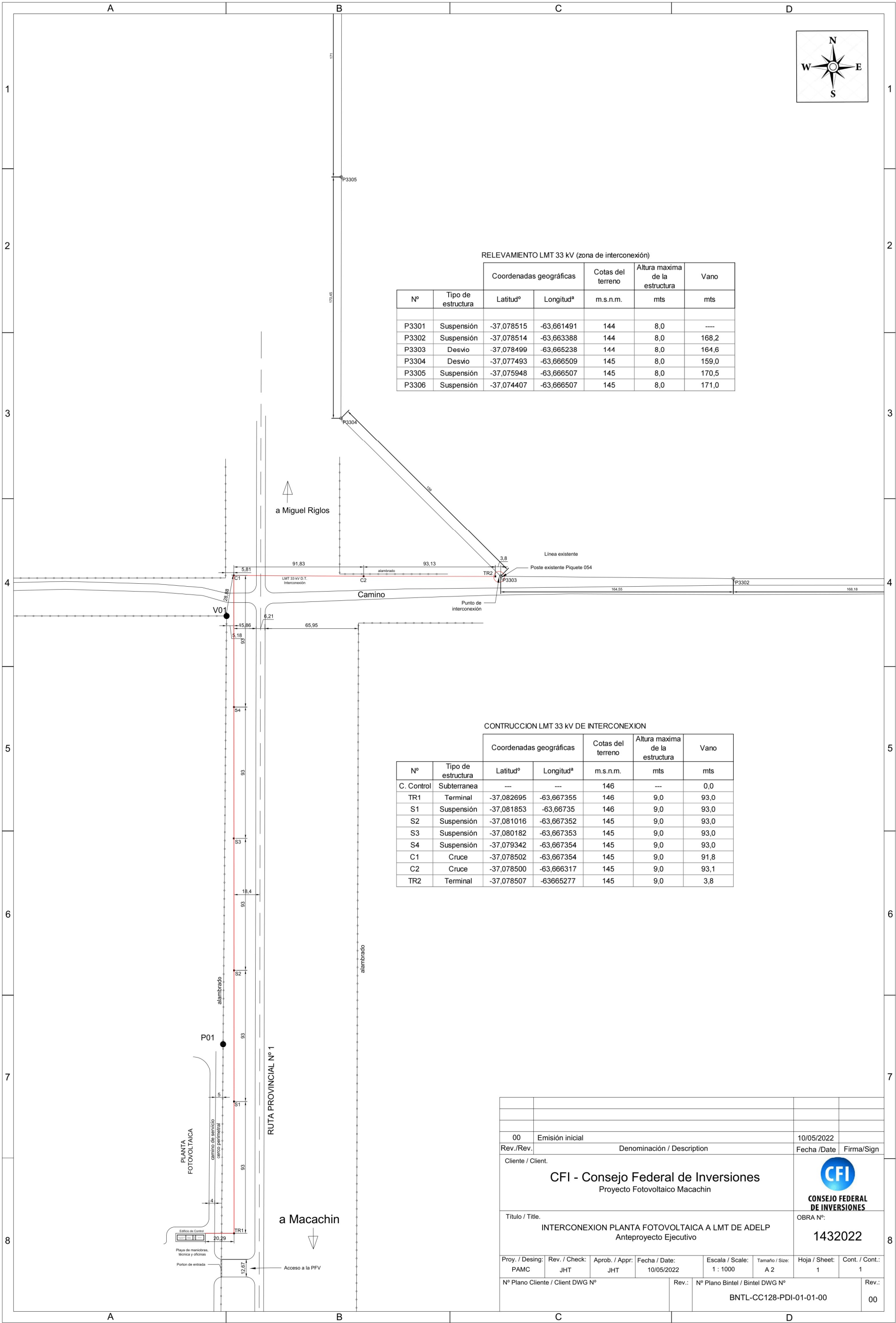


Figura 10: Cruce L.A.T. 132 kV Ruta Provincial 1

Se descarta esta opción por el costo que significaría la interconexión.

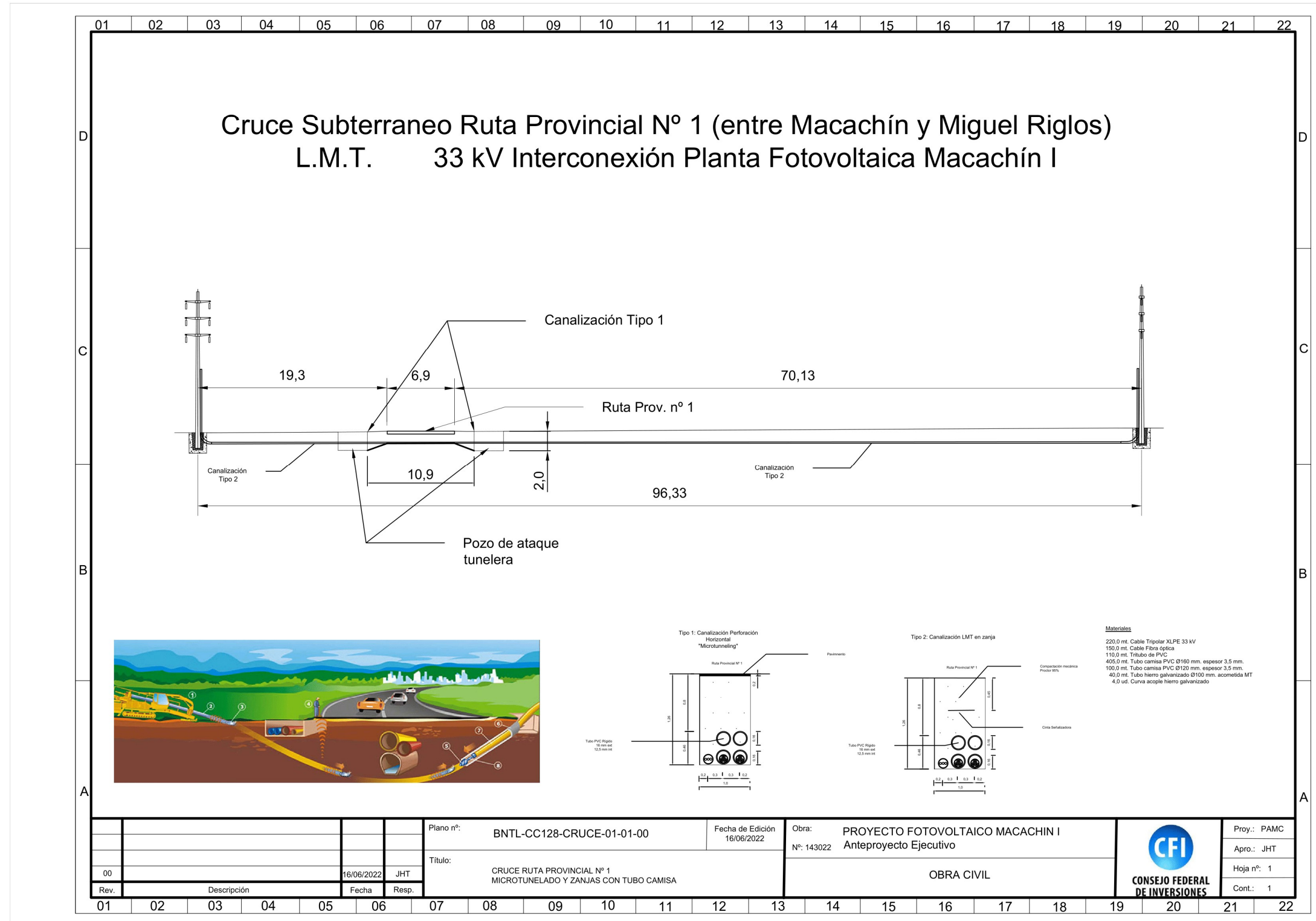
Se indica a continuación el trazado de la línea propuesta de 33 KV de evacuación de la energía generada

8.3. Interconexión Planta a LMT de 33 kV



#### 8.4. Cruce subterráneo Ruta Provincial nº 1

Como alternativa al trazado aéreo propuesto (solución básica), se detalla la variante de cruce subterráneo de la Ruta Provincial N° 1



## 8.5. Interconexión a Piquete 054 LMT de ADELP



*Figura 11: Piquete 054 de Interconexión LMT 33 Kv*

El diseño final de la interconexión con la Línea Macachín-Riglos será realizada en un todo de acuerdo con los Reglamentos, disposiciones, directivas e instrucciones de APE para este tipo de instalaciones.

## 9. PLANTA FOTOVOLTAICA

### 9.1. Irradiación Solar en el Sitio

#### 9.1.1. Evaluación energética

Se procedió a realizar simulaciones con las bases de datos disponibles en el mercado, con el fin de comprobar la evaluación realizada.

Lugar PFV Macachín – La Pampa

Latitud [°] = -37.078724

Longitud [°] = -63.677646

Altitud [m] = 146

#### 9.1.2. Base de datos NASA.

Datos Obtenidos:

- Radiación periodo: 1983-2005
- Temperatura: 1983-2005
- Irradiación Global Horizontal (HGh) = 1.734,9 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)



- Irradiación Difusa Horizontal (HDh) = 531,0 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)
- Temperatura del aire (Ta) = 15,9 °C (promedio anual)

#### 9.1.3. Base de Datos SolCast

##### Datos Obtenidos:

- Radiación periodo: 2017-2022
- Temperatura: 2017-2022
- Irradiación Global Horizontal (HGh) = 1.772,6 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)
- Irradiación difusa Horizontal (HDh) = 541,7 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)
- Temperatura del aire (Ta) = 15,6 °C (promedio anual)

#### 9.1.4. Base de Datos Meteonorm 8.0

##### Datos Obtenidos:

- Radiación periodo: 1996 – 2015
- Temperatura: 2000 – 2019
- Irradiación Global Horizontal (HGh) = 1.697,7 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)
- Irradiación difusa Horizontal (HDh) = 649,7 kWh/m<sup>2</sup> (promedio anual)
- Temperatura del aire (Ta) = 16,0 °C (promedio anual)
- Los valores de GHI y DHI necesarios para los cálculos de PVSyst® según estas diferentes fuentes de información de irradiación analizados se muestran en la tabla siguiente:

Referencia	GHI(kWh/m <sup>2</sup> )	DHI(kWh/m <sup>2</sup> )	T(°C)
NASASEE	1.734,9	531,0	15,9
SolCast	1772,6	541,6	15,6
Meteonorm 8.0	1.697,7	649,7	16,0

Promedios anuales de radiación (kWh/m<sup>2</sup>/año) según datos de distintos modelos

Como puede observarse en el cuadro anterior las diferencias son de menor entidad, siendo la Base de Datos de NASA SEE la que presenta una performance promedio.

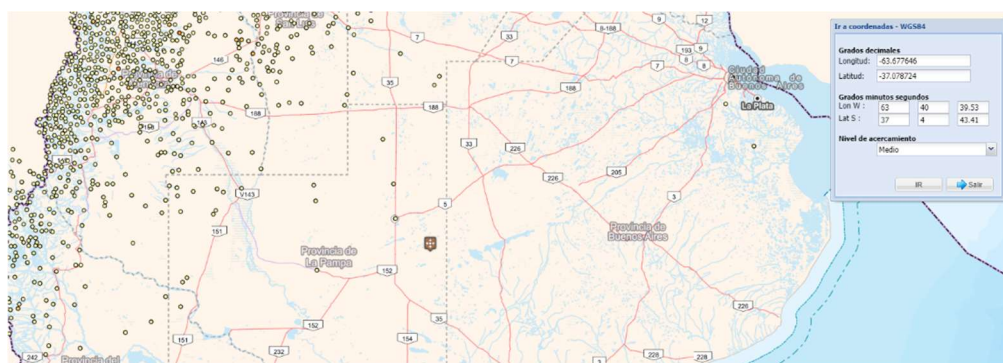


Sitio	<b>MACACHIN LA PAMPA (Argentina)</b>		
Origen de datos	NASA-SSE satellite data 1983-2005		
	<b>Irradiación global horizontal</b>	<b>Irradiación difusa horizontal</b>	<b>Temperatura</b>
	kWh/m <sup>2</sup> .mes	kWh/m <sup>2</sup> .mes	°C
Enero	231.3	66.3	24.3
Febrero	185.1	51.2	23.0
Marzo	157.5	46.8	20.4
Abril	108.6	33.6	15.6
Mayo	77.2	26.0	11.2
Junio	59.1	21.6	8.1
Julio	70.7	23.6	7.1
Agosto	97.6	30.7	9.6
Septiembre	131.1	41.1	12.4
Octubre	174.8	56.4	16.4
Noviembre	210.3	62.7	20.0
Diciembre	231.6	71.0	23.0
<b>Año</b>	<b>1734.9</b>	<b>531.0</b>	<b>15.9</b>

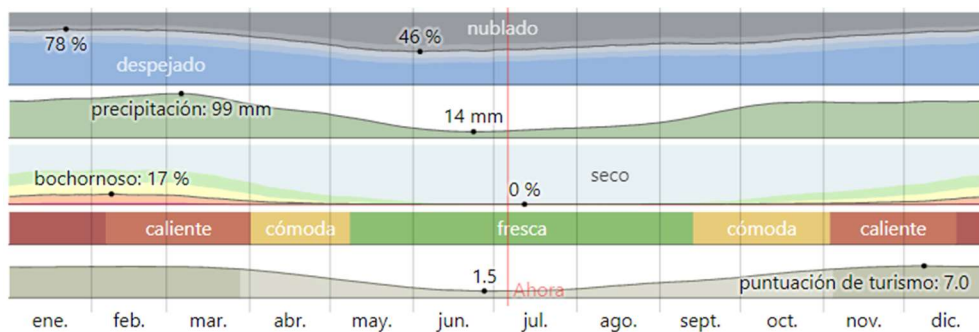
Se indican los datos de la NASA (promedio de 23 años) sobre la localización indicada al inicio de este informe.

El promedio anual sobre una superficie horizontal es de 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día.

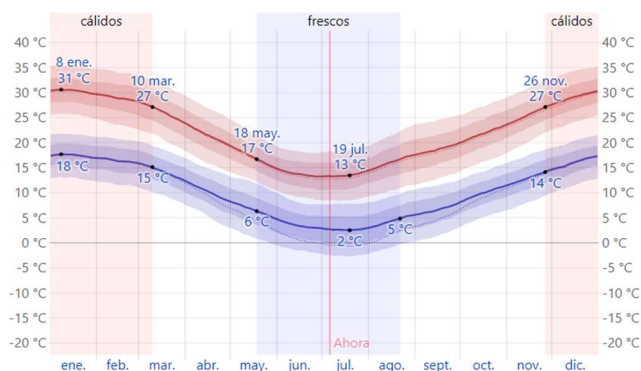
## 9.2. Sismografía e Hidrografía de la zona



### 9.3. El Clima en Macachín



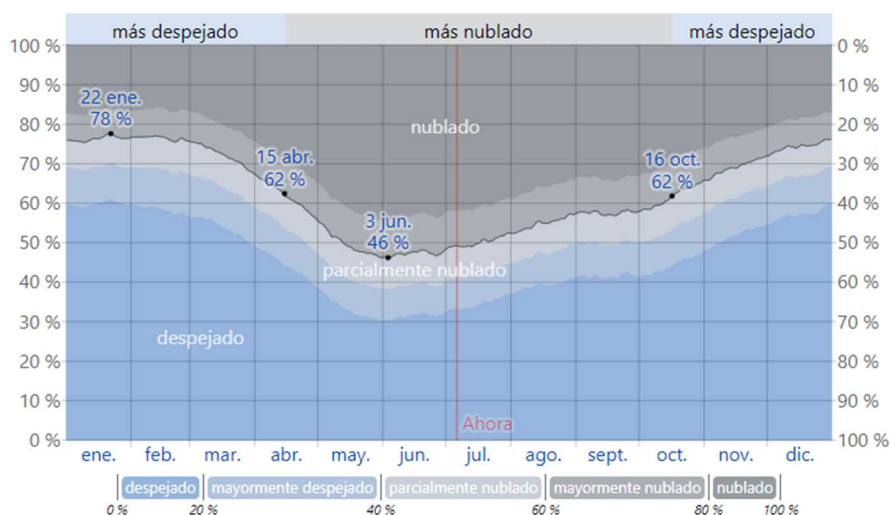
### 9.4. Temperaturas promedio en Macachín



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	30 °C	29 °C	26 °C	21 °C	17 °C	14 °C	14 °C	16 °C	19 °C	22 °C	26 °C	29 °C
Temp.	24 °C	22 °C	20 °C	15 °C	11 °C	8 °C	7 °C	10 °C	12 °C	16 °C	19 °C	23 °C
Mínima	17 °C	16 °C	14 °C	10 °C	6 °C	3 °C	3 °C	4 °C	7 °C	10 °C	13 °C	16 °C

### 9.5. Categorías de nubosidad en Macachín



El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes.

Fracción	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Más nublado	24 %	24 %	28 %	39 %	51 %	53 %	50 %	45 %	42 %	38 %	31 %	25 %
Más despejado	76 %	76 %	72 %	61 %	49 %	47 %	50 %	55 %	58 %	62 %	69 %	75 %

### 9.6. Características Principales del Proyecto

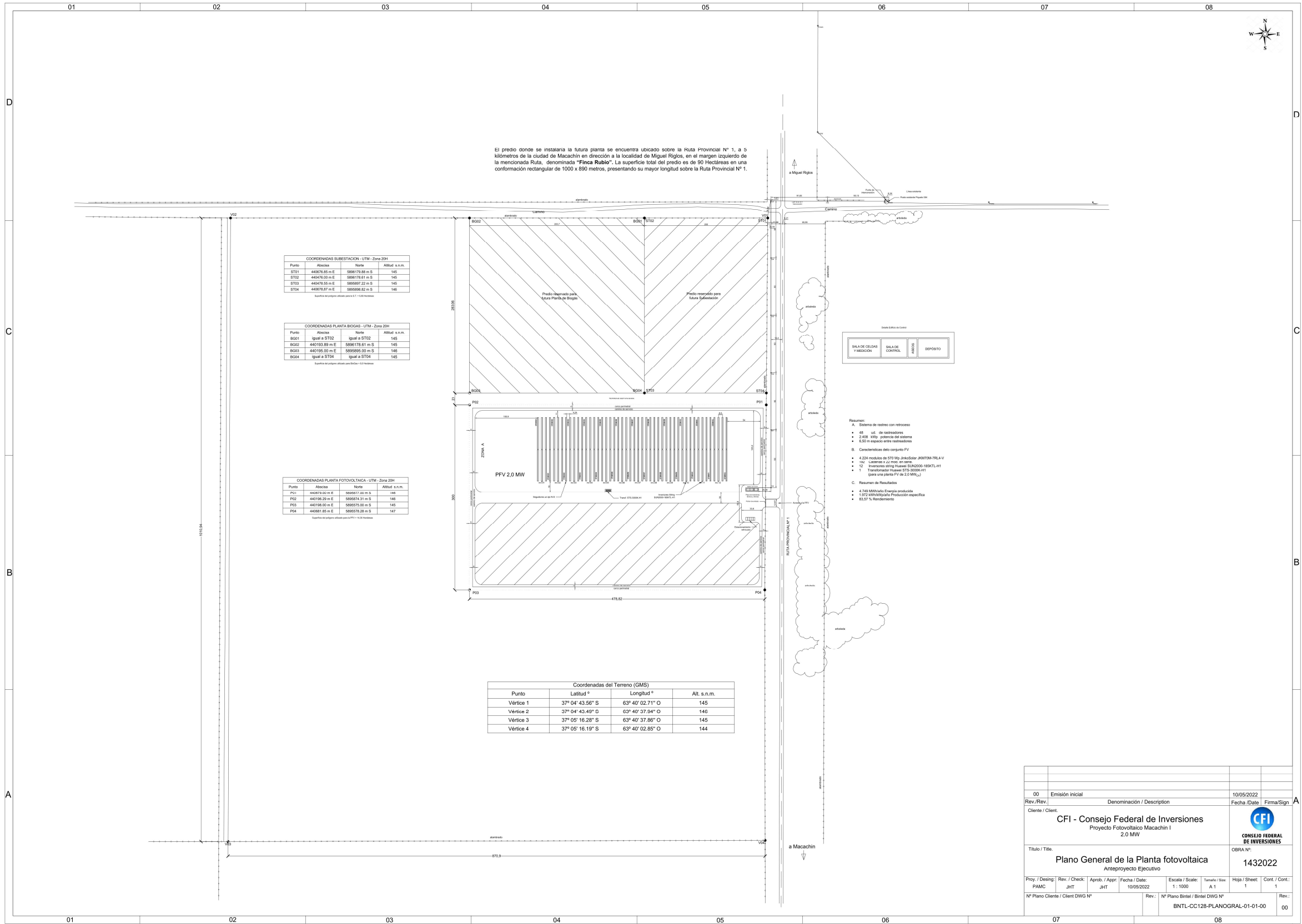
La Planta será realizada en 2 Etapas:

**Etapla 1:** se construirá la infraestructura central de la Planta para una potencia final de 5 MW<sub>CA</sub>, con equipamiento de generación fotovoltaica para 2 MW<sub>CA</sub>.

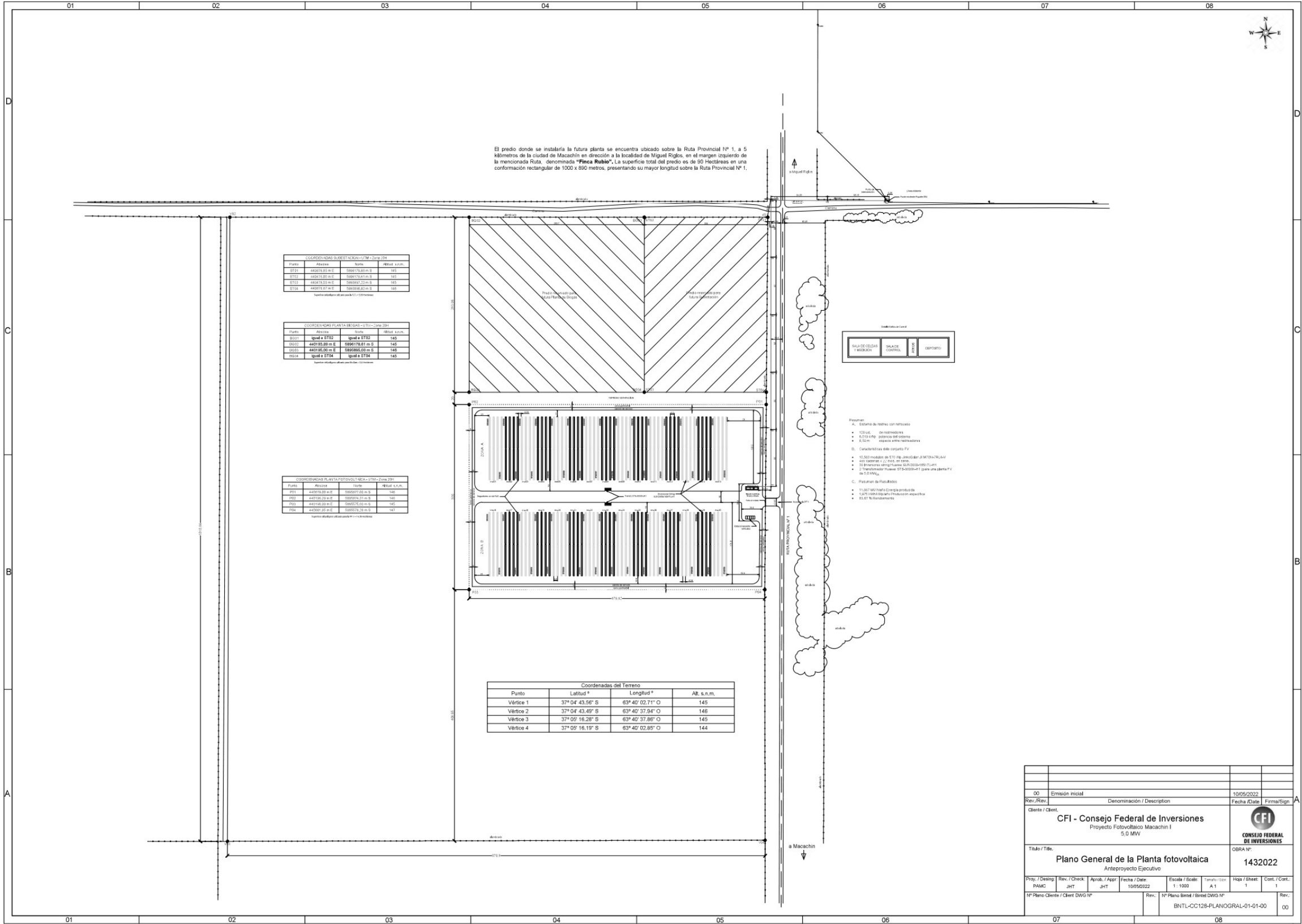
**Etapla 2:** se completará el equipamiento de generación fotovoltaica hasta alcanzar la potencia final de 5 MW<sub>CA</sub>

Se indican a continuación los planos de implantación del Proyecto,

9.7. Lay Out General PFV 2,0 MW<sub>CA</sub>



9.8. Lay Out General PFV 5,0 MW<sub>CA</sub>





Mayores detalles sobre la línea de evacuación de la energía y los Lay Outs de cada Fase se incluyen en los Anexos 2 y 3 de este Informe

#### 9.9. Características Técnicas de la Etapa 1:

Disposición de los módulos FV

- En serie 22 módulos
- En paralelo 192 cadenas

Núm. total de módulos FV

- Núm. módulos 4.224 Ud. - Jinkosolar JKM570M-7RL4-V
- Pnom unitaria 570 Wp

Potencia global del conjunto Nominal (STC)

- 2.408 kWp
- En condiciones de funcionamiento 1.972 KWp (50°C)

Inversor String Modelo SUN2000-185KTL-H1 – Huawei Technologies

- Núm. de inversores 12 unidades
- Potencia total 2100 kWac

Estación Transformadora Modelo STS-3000K-H1 – Huawei Technologies

- Núm. de Transformadores 1 Ud.
- Potencia AC 2.700 kVA (50°C)

Plano de seguimiento con rastreadores solares Skyline de Arctech

- Numero de rastreadores 48 Ud.
- Eje inclinado. Inclinación eje 0° Acimut eje 0°
- Límites de rotación Fi mínimo -60° Fi máximo 60°

Producción del sistema

- Energía producida 4.749 MWh/año
- Producción específica 1.972 kWh/KWp/año
- Índice de rendimiento (PR) 83.57 %
- Factor de Planta 22,51%, calculado como el cociente entre la Producción neta anual expresada en MWh/año y la Potencia nominal multiplicada por las horas del año

#### 9.10. Características Técnicas Etapa Final 5,0 MWCA

Disposición de los módulos FV

- En serie 22 módulos
- En paralelo 480 cadenas

Núm. total de módulos FV

- Núm. módulos 10.560 Ud. - Jinkosolar JKM570M-7RL4-V
- Pnom unitaria 570 Wp

Potencia global del conjunto Nominal (STC)

- 6.019 kWp
- En condiciones de funcionamiento 1.974 KWp (50°C)

Inversor String Modelo SUN2000-185KTL-H1 – Huawei Technologies

- Núm. de inversores 30 unidades
- Potencia total 5.250 kW<sub>CA</sub>

Estación Transformadora Modelo STS-3000K-H1 – Huawei Technologies

- Núm. de Transformadores 2 Ud.
- Potencia AC 5.400 kVA (50°C)

Plano de seguimiento con rastreadores solares Skyline de Arctech

- Numero de rastreadores 120 Ud.
- Eje inclinado. Inclinación eje 0° Acimut eje 0°
- Límites de rotación Fi mínimo -60° Fi máximo 60°

Producción del sistema

- Energía producida 11.885 MWh/año
- Producción específica 1.974 kWh/KWp/año
- Índice de rendimiento (PR) 83.66 %
- Factor de Planta 25% calculado como el cociente entre la Producción neta anual expresada en MWh/año y la Potencia nominal multiplicada por las horas del año

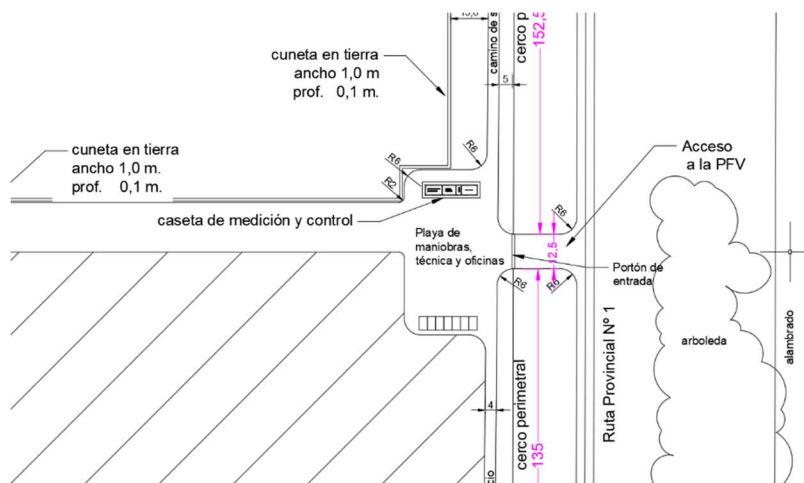
## 9.11. Obras civiles

### 9.11.1. Movimiento de tierras

Los movimientos de tierras respetarán la topografía y el suelo del parque y mantendrán el Sistema de drenaje natural preexistente. En la Etapa de Ingeniería Ejecutiva del Proyecto se deberá realizar un estudio hidrológico para confirmar la validez del drenaje propuesto.

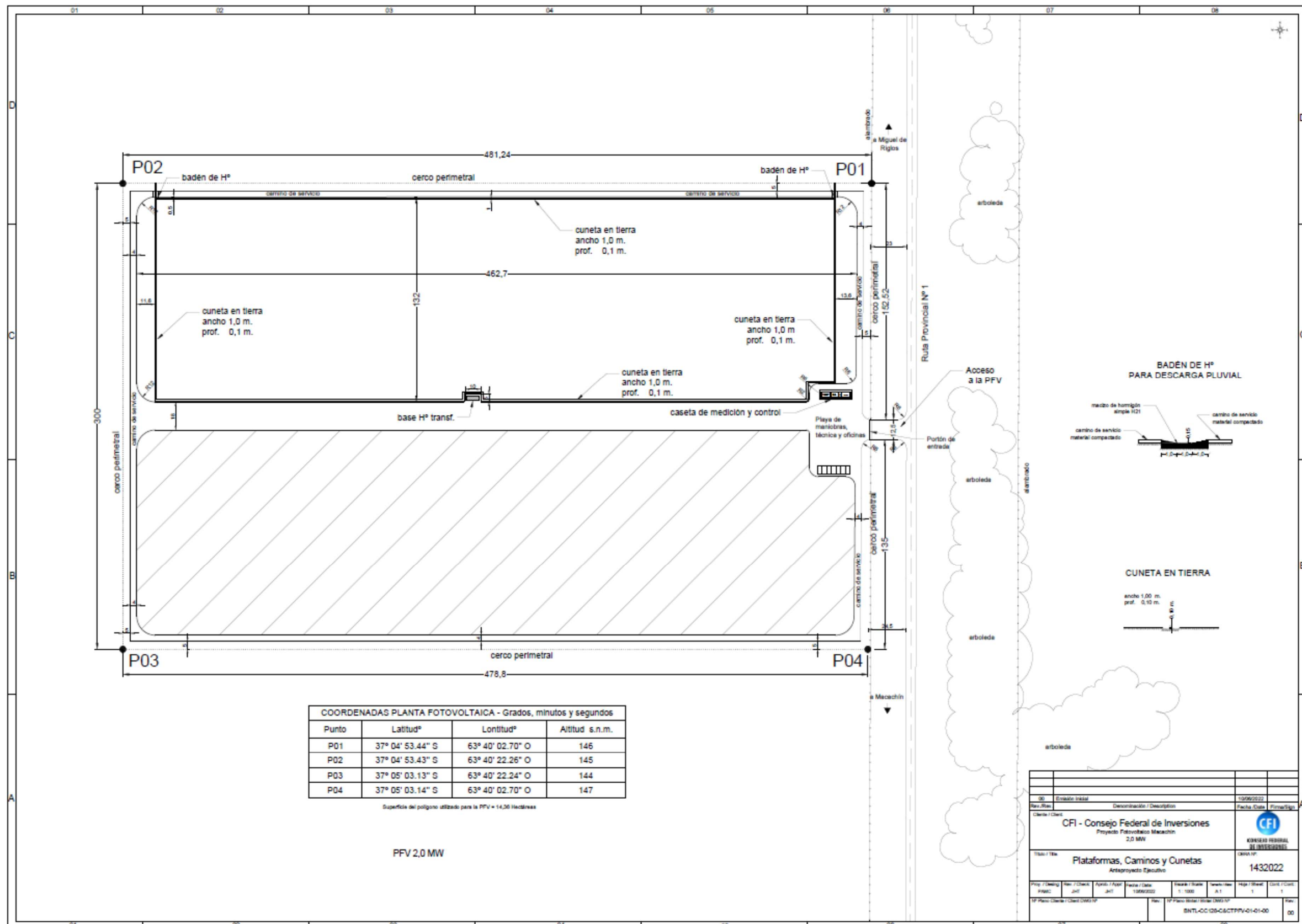
### 9.11.2. Acceso

Se plantea el acceso a la planta desde la Ruta Provincial N° 1.



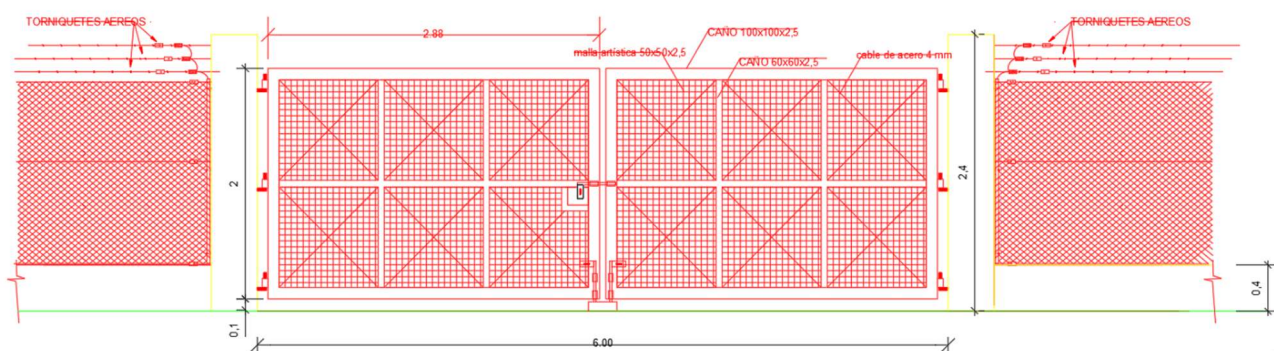
### 9.11.3. Caminos internos

Se construirá una red de caminos internos que permita el movimiento de maquinaria para mantenimiento. Se añadirá una capa de material para mantener una calidad mínima en el suelo.



### 9.12. Cerco Perimetral

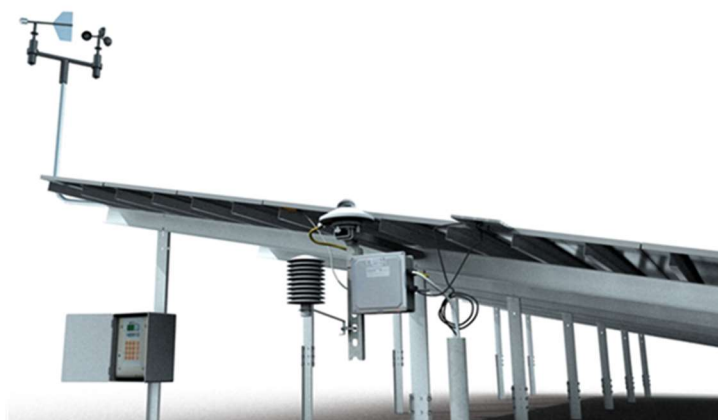
Se instalará un cerco de tipo olímpico en el perímetro de la instalación. Este tendrá 2 m de alto y será de simple torsión. Se sostendrá mediante postes de H°A°, anclados en base de concreto.



PORTON DE INGRESO - VISTA INTERIOR

### 9.13. Estación meteorológica

El Sistema capturará el estado ambiental para permitir la medida del rendimiento de la planta. Se instalarán tres estaciones meteorológicas.



Los medidores estándar que instalar son:



- Piranómetro para radiación horizontal
- Piranómetro para irradiancia en ángulo inclinado
- Temperatura ambiente
- Temperatura de módulos
- Velocidad de viento

#### 9.14. Sistema de seguridad

El parque tendrá un sistema de seguridad perimetral basado en:

- Cámaras térmicas con detección de movimientos
- Control de accesos
- Conexión a central receptora de alarmas
- Sistema de almacenamiento de datos y de alimentación ininterrumpida

#### 9.15. Estructuras de Soporte

Las estructuras que soportan los módulos serán seguidores horizontales de eje polar contruidos en acero galvanizado. Permitirán el montaje de módulos mediante pinzas, sin perforarlos, en una configuración de 1 módulo en vertical por cada bandeja. El ángulo N-S será de 0° y el giro E-O será de -60° +60°. El montaje de la estructura se realizará atornillado, sin soldaduras que afecten la protección del galvanizado.

**SkyLine**

**Independent Row 1P Tracker**

Stable, Simple, Cost-competitive





#### 9.15.1. Protección ambiental

La estructura estará protegida por el galvanizado, con espesor de acuerdo con la norma internacional ISO 9223.

#### 9.15.2. Cálculo estructural

La estructura metálica se calculará de acuerdo con la normativa general de aplicación en Argentina, y normas internacionales.

En el Anexo 3 de este Informe se incluyen los cálculos y especificaciones de las estructuras de Soporte

#### 9.15.3. Bases

La cimentación será mediante hincado directo, con una profundidad de hincado de 1.5-2 metros. Se considerarán alternativas si el estudio geotécnico final lo considera necesario.

### 9.16. Obras Electromecánicas

#### 9.16.1. Cableado

El cableado que se usará desde los paneles hasta los tableros eléctricos de primer nivel será de tipo solar. Este tendrá un aislamiento 0.6/1kV, conductor de cobre y sección de 4/6/10 mm<sup>2</sup>. Sus principales características son:

- Cable monopolar
- Conductor de cobre estañado
- Aislante HEPR
- Doble cubierta EVA resistente a calor, frío, ozono y sustancias químicas
- Capaz de operar hasta 90 °C
- Libre de halógenos

#### 9.16.2. Tableros eléctricos de nivel 1

Los tableros eléctricos de primer nivel constarán de elementos para maniobrar y proteger los circuitos eléctricos. Estos incluyen:

- Armario IP65,
- Aislamiento capaz de soportar 1500 V
- Hasta 20 entradas por caja, según la ingeniería de detalle
- Monitorización de string por parejas
- Interruptor de 400 A
- Protector de sobretensiones para circuitos CC
- Protector de sobretensiones para circuitos AC
- Prensaestopas en las entradas

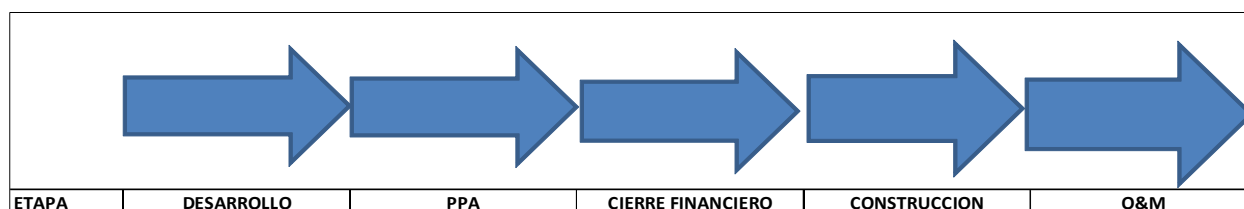
### 9.16.3. Instalación de nivel 2

El cable que conectará los tableros de nivel 1 con los inversores será de tipo RV-K type, 0.6/1 kV, con conductor de aluminio y secciones 150-240 mm<sup>2</sup> (1 cable por polo). Las principales características serán:

- Cable monopolar
- Conductor de aluminio
- Aislamiento XLPE
- Cubierta de PVC
- Temperatura de operación: 90 °C
- Instalado en conductos

La caída de tensión máxima desde los módulos hasta la entrada del inversor será como máximo, del 1.5%.

## 10. ETAPAS DEL PROYECTO



### 10.1. Etapa de Desarrollo

Es la Etapa en que se inscribe el presente Informa. Tiene inicio cuando surge la idea de realizar el Proyecto y finaliza cuando se llega al estadio de Proyecto Totalmente Aprobado, o Fully Approved Project, o FAP.

- Las actividades principales de esta Etapa son:
- Realización del Anteproyecto Técnico de la Planta
- Estudio de Impacto Ambiental del Predio
- Certificación de la Disponibilidad del Predio
- Autorizaciones Municipales, Provinciales y Nacionales
- Inscripción en el MEM
- Convenio con la APE
- Estudio de Factibilidad Económico Financiero
- Consulta a Proveedores
- Estudio de Capex, Opex y Cash Flow
- Determinación del costo de generación

### 10.2. Etapa de PPA

Se inicia con el Proyecto totalmente aprobado en condición FAP (Fully Approved Project) y finaliza con la firma del PPA (Power Purchase Agreement, o Contrato de Venta de Energía).

### 10.3. Etapa de Cierre Financiero

Se inicia con la firma del PPA y finaliza con la firma del Contrato de Financiación.

### 10.4. Etapa de Construcción

Se inicia una vez acordada la Financiación y suscrito el correspondiente contrato y finaliza con la habilitación comercial de la Planta de Generación.

Las Etapas típicas de la Etapa de Construcción se detallan a continuación:

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2 MWp)- PLAN DE TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION																	
Item	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Actividades de Desarrollo																
2	Contrato de Construcccion																
5	Proyecto Ejecutivo																
6	Provision de Paneles Solares																
7	Provision de Inversores																
8	Provision de Estructuras de Soporte																
9	Provision de Tableros y Cables																
10	Limpieza del Terreno, Nivelacion, Cercado Perimetral, Instalacion del obrador																
11	Construccion de Viales Internos																
12	Fundaciones de las Estructuras de Soporte																
13	Montaje de las Estructuras de Soporte																
14	Montaje de los Paneles																
15	Construccion de Ductos y Montaje de cables																
16	Construccion de Bases y Montaje de Inversores																
17	Conexionado Electrico de Inversores y Paneles																
18	Equipamiento de Medición y Control																
19	Pruebas y Ensayos de conexonado a la red del SADI																
20	Autorizacion Interconexion																

### 10.5. Etapa de Operación y Mantenimiento

Se inicia al verificarse la habilitación comercial de la Planta y finaliza al fin de la vida útil de la misma, normalmente 25 años.

Las actividades principales de esta Etapa son:

- Operación Diaria
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Programado
- Limpieza de los Paneles
- Limpieza y ordenamiento del predio
- Vigilancia
- Contratación de Repuestos

- Contratación de Seguros
- Pago de Tasas, impuestos y Contribuciones no exentas
- Administración del Personal

## 11. PLAZOS DE OBRA

Planta de 2 MW: 15 (quince) meses contados a partir de la fecha de firma del Contrato de Construcción

Ampliación a Planta de 5 MW: 10 (diez) meses contados a partir de la fecha de firma del Contrato de Construcción

Los detalles de plazos y desarrollo de las Obras podrán apreciarse en el Anexo 7 de este Informe Final

## 12. COSTOS

El costo de la construcción (overnight) que se ha estimado para la capacidad de generación inicial de 2 MW<sub>CA</sub> (Etapa I) es de U\$S 2.100.000 + IVA.

El costo de la construcción (overnight) que se ha estimado para la capacidad de generación inicial de 2 MW<sub>CA</sub> equipada con capacidad de transformación para 5 MW<sub>CA</sub> (Etapa IA) es de U\$S 2.204.125,50 + IVA.

El costo de la construcción (overnight) que se ha estimado para la capacidad de generación final 5 MW<sub>CA</sub> (Etapa II) es de U\$S 5.250.000 + IVA. El costo de la ampliación (3 MW) resulta de U\$S 3.150.000 + IVA

Estos costos incluyen la provisión y nacionalización de los componentes principales (Paneles fotovoltaicos, inversores, centros de transformación y trackers), y el BOP (Balance of Plant), que incluye la Ingeniería de detalle (apta para construir), Obras Civiles, provisión y montaje de equipos electromecánicos, Obras de evacuación de la energía, Dirección de Obra, Impuestos y contingencias, según el siguiente detalle:

### Fase 1 (2 MW<sub>CA</sub>)

<u>Ítem</u>	<u>U\$SDol</u>
Componentes Principales (Módulos Fotovoltáicos, Estructuras de Soporte de Módulos e Inversores:	1.215.171,62
Equipos Electromecánicos y cables:	196.750,00
Equipos PC&C:	85.000,00
BOS (Balance of System):	418.800,00
Obras de Evacuación de Energía:	95.000,00

Otros:	89.278,38
<b>COSTO TOTAL (sin IVA):</b>	<b>2.100.000,00</b>

Fase 1A (2 MWCA equipado con capacidad de transformación para 5 MWca)

<u>Ítem</u>	<u>U\$SDol</u>
Componentes Principales (Módulos Fotovoltaicos, Estructuras de Soporte de Módulos e Inversores:	1.319.257,08
Equipos Electromecánicos y cables:	196.750,00
Equipos PC&C:	85.000,00
BOS (Balance of System):	418.800,00
Obras de Evacuación de Energía:	95.000,00
Otros:	89.278,38
<b>COSTO TOTAL (sin IVA):</b>	<b>2.204.125,50</b>

Fase 2 (5 MWCA)

<u>Ítem</u>	<u>U\$SDol</u>
Componentes Principales (Módulos Fotovoltaicos, Estructuras de Soporte de Módulos e Inversores:	3.204.822,61
Equipos Electromecánicos y cables:	389.250,00
Equipos PC&C:	170.000,00
BOS (Balance of System):	845.000,00
Obras de Evacuación de Energía:	105.000,00
Otros:	535.927,39
<b>COSTO TOTAL (sin IVA):</b>	<b>5.250.000,00</b>

El costo de la Operación y Mantenimiento se ha estimado en U\$S 143.048,02 + IVA por año, para la Planta de 2 MW<sub>CA</sub>; y de U\$S 174.548,02 + IVA por año para la Planta de 5 MW<sub>CA</sub>.

En el Anexo 5 del presente Informe Final, se han incluido los análisis de Costos de cada



una de las variantes.

### **13. PLANOS GENERALES**

Los Planos Generales, que incluyen la Traza de la Línea de Evacuación de la energía generada, el relevamiento del terreno, el certificado de zonificación y los Planos Generales de implantación de la Planta Generadora se han incluido en el Anexo 2 del presente Informe Final

### **14. PLANOS DE DETALLE – INGENIERIA DE DETALLE**

Los Planos de Detalle e Ingeniería de Detalle, que incluyen los Diseños PSFV y Simulaciones, los Unifilares Eléctricos y los Lay Outs generales podrán consultarse en el Anexo 2 del presente Informe Final

### **15. PLANOS Y MEMORIAS TECNICAS**

Los Planos y Memorias Técnicas, que incluyen los cálculos y Planos de acuerdo con el objeto de la Obra se incluyen en el Anexo 3 del presente Informe Final

### **16. COMPUTOS**

Los cálculos métricos de materiales, Obras civiles y Electromecánicas se detallan en el Anexo 6 del presente Informe final

### **17. PRESUPUESTOS**

Las planillas con el detalle de Plan de Trabajos, Curva de Inversiones y Puestos de Trabajo de ambas Fases se detalla en el Anexo 7 del Presente Informe Final.

Un resumen de los valores globales calculados se indica a continuación:

#### Fase 1 (2 MW<sub>CA</sub>)

CAPEX: U\$S 2.100.000 + IVA

OPEX: U\$S/AÑO 143.048,02 + IVA

TIR: 10,1%

LEVELIZED COST OF ELECTRICITY (LCOE): U\$S/MWh 80 + IVA

#### Fase 1A (2 MW<sub>CA</sub> equipado con capacidad de transformación para 5 MW<sub>CA</sub>)

CAPEX: U\$S 2.204,125,50 + IVA

OPEX: U\$S/AÑO 144.089,28 + IVA

TIR: 9,5%

LEVELIZED COST OF ELECTRICITY (LCOE): U\$S/MWh 82,70 + IVA

#### Fase 2 (5 MW<sub>CA</sub>)

CAPEX: U\$S 5,250,000 + IVA

OPEX: U\$S/AÑO 174.548,02 + IVA

TIR: 10,2%

LEVELIZED COST OF ELECTRICITY (LCOE): U\$S/MWh 65 + IVA

## 18. PLAN DE TRABAJO, CURVA DE INVERSIONES, PUESTOS DE TRABAJO

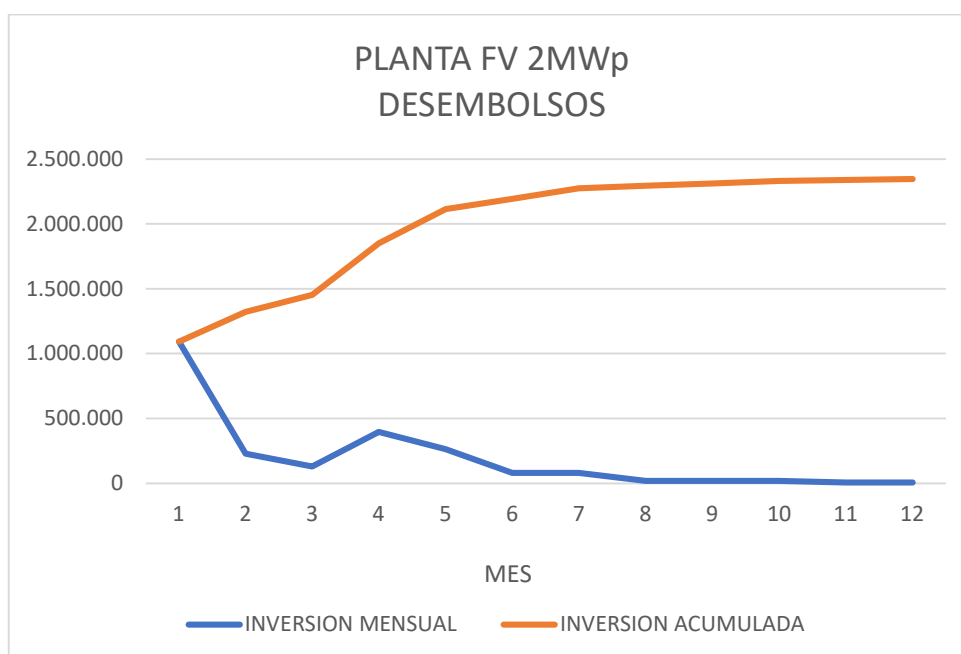
Las planillas Excel con el detalle de análisis de costos de ambas Fases se detallan en el Anexo 6 del presente Informe Final.

Un resumen de los valores calculados se indica a continuación:

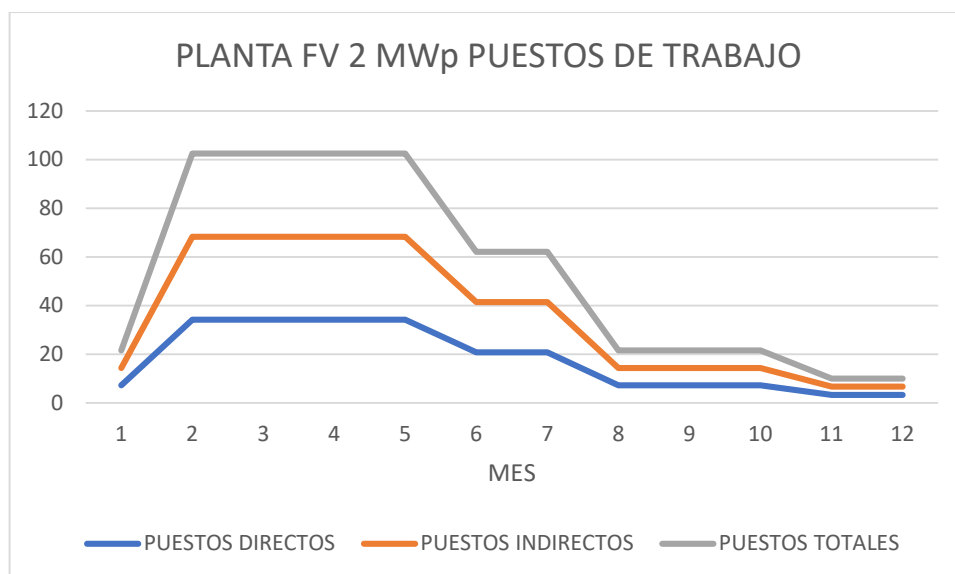
### Fase 1 (2 MW<sub>CA</sub>)

Plazo de Obra: 15 meses

Curva de Inversiones:



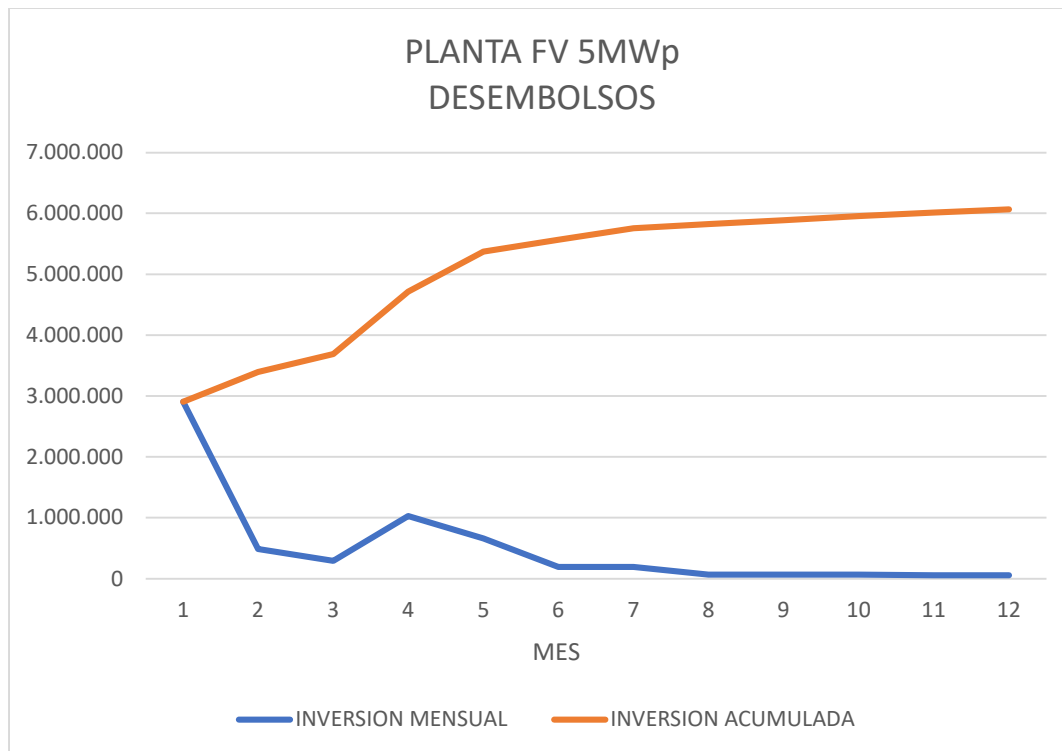
## Puestos de Trabajo:



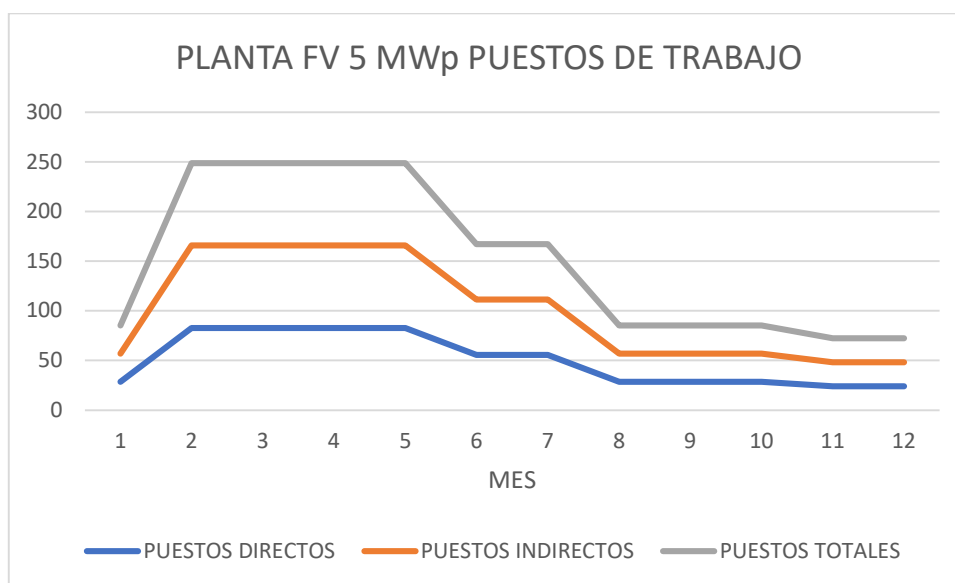
## Fase 2 (5 MW<sub>CA</sub>)

Plazo de Obra de la ampliación: 10 meses

Curva de Inversiones:

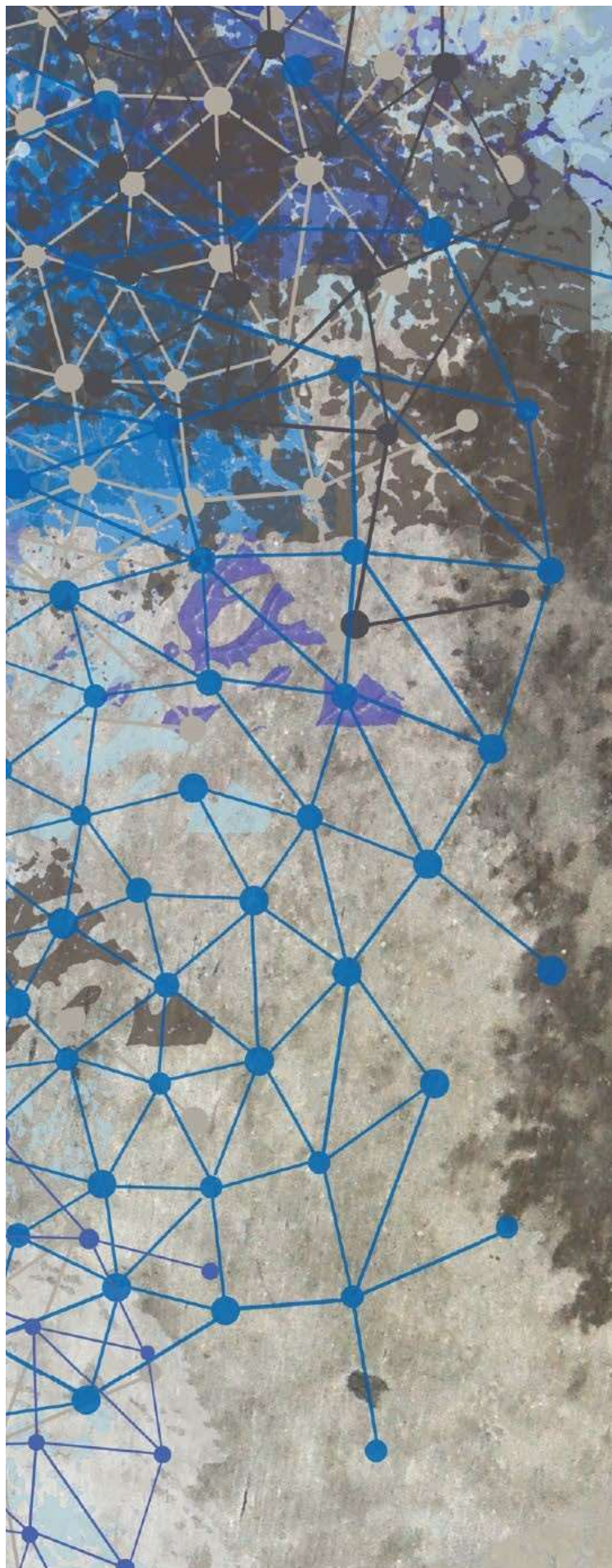


## Puestos de Trabajo:



## 19. RELEVAMIENTO FOTOGRAFICO

Se incluye como Anexo 7 del presente Informe



## **PROVINCIA DE LA PAMPA**

### **CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y  
Ambiental Plantas Fotovoltaicas Macachín (La  
Pampa)**

**EX2022-00006861—CFI-GES#DCS  
Julio 2022**

### **INFORME FINAL ANEXOS**



## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### ANTECEDENTES

**PROVINCIA DE LA PAMPA  
CFI – CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ELÉCTRICA Y AMBIENTAL  
PLANTAS FOTOVOLTAICAS MACACHIN**

**Abril 2022**



**MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO**

## INDICE

INFORME PARCIAL 1 .....	4
1. ANTECEDENTES .....	4
1.1. Relevamiento de antecedentes .....	4
1.2. Desarrollo .....	4
2. INSTITUCIONES INVOLUCRADAS.....	5
3. RELEVAMIENTO FOTOGRAFICO .....	6
4. PLAZOS DE OBRA.....	22
4.1. Fase I - 2 MW .....	22
4.2. Fase II – Ampliación a 5 MW .....	23
5. COSTOS.....	24

## **IMAGENES**

Tipo de superficie del terreno .....	6
Punto de Interconexión con la L.M.T. 33 kV .....	6
Limite Sur.....	7
Ingreso al Predio .....	8
Vista desde lado sur.....	9
Vista lado Sur.....	10
Línea 13,2 KV .....	11
Vista desde el Norte.....	12
Vista lado Oeste .....	13
Línea 33 KV .....	14
Vista S-N.....	15
Vista E-O.....	16
Vista O-E.....	17
Vista N-S.....	18
Vista E-O.....	19
Detalle montículos lado E.....	20
Vista desde la Ruta Provincial N° 1 .....	21

## **ANEXOS**

1.- ANEXO I.1 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA Y AMBIENTAL DIC 2018 .....	25
2.- ANEXO I.2 ADDENDUM AL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DIC 2018 .....	25
3.- ANEXO I.3 SOLICITUD SECRETARIA DE ENERGIA DE LA PROVINCIA .....	25
4.- ANEXO I.4 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ABR 2021 .....	25
5.- ANEXO I.5 PRESENTACION PLANTA FOTOVOLTAICA ABR 2021 .....	25
6.- ANEXO I.6 SUPERFICIE Y UBICACIÓN RESERVADAS PARA LA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	25



# INFORME PARCIAL 1

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Relevamiento de antecedentes

Se ha recopilado la información de los estudios ya realizados. En relación con estudios de suelo, no se han realizado en esta etapa, debido a que los que correspondería realizar serían en las ubicaciones definitivas de las plataformas fundacionales de los Centros de Transformación, y del Edificio de Supervisión, Comando y Medición, cuyas localizaciones precisas serán definidas en la elaboración de la Ingeniería Ejecutiva (apta para construir). Estos estudios de Suelo se incluyen habitualmente en el alcance del Proyecto Ejecutivo

### 1.2. Desarrollo

En diciembre de 2018, **BINTEL INGENIERÍA SRL (BINTEL)** recibió de la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Ltda. (la Cooperativa) una solicitud de realización de un Estudio de Prefactibilidad Técnica y Ambiental de un predio que podría ser utilizado para el desarrollo de un Proyecto de Energías Renovables en variantes de Tecnología Fotovoltaica 2,0 MW<sub>CA</sub> y/o Biogás 0,5 MW<sub>CA</sub>.

El objeto del Informe solicitado fue hacer un preanálisis de factibilidad técnica y ambiental, con el fin de ofrecer conclusiones y recomendaciones a ser tenidas en cuenta en la toma de decisión de la Cooperativa en orden de acometer dichos Proyectos

Como respuesta a dicho requerimiento, se elaboraron y entregaron a la Cooperativa el Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y Ambiental y posteriormente, a su solicitud, el Adendum N°1 al Informe de Prefactibilidad conteniendo este último la estimación de los montos de inversión y posibilidades de financiar las diferentes etapas de un proyecto de una Planta Fotovoltaica de 2 MW<sub>CA</sub>.

Los Estudios mencionados se adjuntan como Anexo I.1 y I.2 de esta Memoria Descriptiva del Proyecto

En mes de enero de 2021, recibimos una nueva consulta vinculada a la posibilidad de que el Superior Gobierno de la Provincia de La Pampa colaborara con la financiación del Proyecto Fotovoltaico y como resultado de la conferencia realizada el 27 de enero de 2021, la Cooperativa recibió un Check List de documentación a presentar a fin de calificar para el apoyo financiero.

El referido Check List se adjunta como Anexo I.3 de esta Memoria Descriptiva del Proyecto

En base al referido Check List, en abril de 2021 se elaboró un Estudio de Prefactibilidad Eléctrica y Ambiental de una Planta Fotovoltaica capacidad 5 MW<sub>CA</sub>, a desarrollarse en dos fases de 2 y 5 MW<sub>CA</sub> respectivamente, junto con una presentación del Proyecto en versión Power Point.

Ambos análisis se adjuntan como Anexos I.4 y I.5 de esta Memoria Descriptiva del Proyecto

A partir de dichos documentos, se abrió un periodo de consultas con la secretaria de Energía de la Provincia, con participación del CFI, hasta arribar al Contrato de Obra de fecha 18 de marzo de 2022.

Finalmente, en el mes de abril del cte. recibimos de la Cooperativa el plano detallando la superficie y ubicación reservadas para la Planta Fotovoltaica, en base al cual se elaboraron los planos subsiguientes. Se adjunta el mismo como Anexo I.6

## **2. INSTITUCIONES INVOLUCRADAS**

- Cooperativa de Obras y Servicios Públicos Macachín Ltda.
- Secretaria de Energía de la Provincia de La Pampa
- CFI Consejo Federal de Inversiones

### 3. RELEVAMIENTO FOTOGRAFICO



*Tipo de superficie del terreno*



*Punto de Interconexión con la L.M.T. 33 kV*



*Limite Sur*





*Ingreso al Predio*





*Vista desde lado sur*



*Vista lado Sur*



*Línea 13,2 KV*



*Vista desde el Norte*



*Vista lado Oeste*





*Línea 33 KV*



*Vista S-N*



*Vista E-O*



*Vista O-E*





*Vista N-S*



*Vista E-O*





*Detalle montículos lado E*



*Vista desde la Ruta Provincial N° 1*

## 4. PLAZOS DE OBRA

### 4.1. Fase I - 2 MW

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2 MWp)- PLAN DE TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION																	
Item	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Actividades de Desarrollo																
2	Contrato de Construccion																
5	Proyecto Ejecutivo																
6	Provision de Paneles Solares																
7	Provision de Inversores																
8	Provision de Estructuras de Soporte																
9	Provision de Tableros y Cables																
10	Limpieza del Terreno, Nivelacion, Cercado Perimetral, Instalacion del obrador																
11	Construccion de Viales Internos																
12	Fundaciones de las Estructuras de Soporte																
13	Montaje de las Estructuras de Soporte																
14	Montaje de los Paneles																
15	Construccion de Ductos y Montaje de cables																
16	Construccion de Bases y Montaje de Inversores																
17	Conexionado Electrico de Inversores y Paneles																
18	Equipamiento de Medicion y Control																
19	Pruebas y Ensayos de conexionado a la red del SADI																
20	Autorizacion Interconexion																

#### 4.2. Fase II – Ampliación a 5 MW

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (AMPLIACION A 5 MWp)- PLAN DE TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION											
Item	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Contrato de Construcción										
5	Proyecto Ejecutivo										
6	Provision de Paneles Solares										
7	Provision de Inversores										
8	Provision de Estructuras de Soporte										
9	Provision de Tableros y Cables										
11	Construcción de Viales Internos										
12	Fundaciones de las Estructuras de Soporte										
13	Montaje de las Estructuras de Soporte										
14	Montaje de los Paneles										
15	Construcción de Ductos y Montaje de cables										
16	Construcción de Bases y Montaje de Inversores										
17	Conexiónado Electrico de Inversores y Paneles										
18	Equipamiento de Medición y Control										
19	Pruebas y Ensayos de conexiónado a la red del SADI										
20	Autorización Interconexión										

## 5. COSTOS

El costo de la construcción (overnight) que se ha estimado para la capacidad de generación inicial 2 MW (Etapa I) es de U\$S 2.100.000 + IVA.

El costo de la construcción (overnight) que se ha estimado para la capacidad de generación final 5 MW (Etapa II) es de U\$S 5.250.000 + IVA. El costo de la ampliación (3 MW) resulta de U\$S 3.150.000 + IVA

Estos costos incluyen la provisión y nacionalización de los componentes principales (Paneles fotovoltaicos, inversores, centros de transformación y trackers), y el BOP (Balance of Plant), que incluye la Ingeniería de detalle (apta para construir), Obras Civiles, provisión y montaje de equipos electromecánicos, Obras de evacuación de la energía, Dirección de Obra, Impuestos y contingencias.

El costo de la Operación y Mantenimiento se ha estimado en U\$S 143.047 + IVA por año, para la Planta de 2 MW; y de U\$S 173.548 + IVA por año para la Planta de 5 MW.

## **ANEXOS**

Se adjuntan al presente Informe los 6 archivos que se indican a continuación

- 1.- ANEXO I.1 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA Y AMBIENTAL DIC 2018
- 2.- ANEXO I.2 ADDENDUM AL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DIC 2018
- 3.- ANEXO I.3 SOLICITUD SECRETARIA DE ENERGIA DE LA PROVINCIA
- 4.- ANEXO I.4 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ABR 2021
- 5.- ANEXO I.5 PRESENTACION PLANTA FOTOVOLTAICA ABR 2021
- 6.- ANEXO I.6 SUPERFICIE Y UBICACIÓN RESERVADAS PARA LA PLANTA FOTOVOLTAICA



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ELÉCTRICA Y AMBIENTAL**

## **PLANTAS FOTOVOLTAICA - BIO GAS**

**2 MW<sub>CA</sub> FV – 0,5 MW<sub>CA</sub> BG**

**MACACHÍN (PROV. LA PAMPA)**



## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES .....	4
2. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO A ESTUDIAR.....	4
3. MEDIO AMBIENTE .....	4
4. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE GENERACION .....	5
5. PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL .....	7
5.1. <i>Pre-análisis de las áreas afectadas</i> .....	8
5.2. <i>Pre-análisis Medioambientales.</i> ....	10
5.3. <i>Impacto Ambiental Electromagnético de líneas y ET Estudios y mediciones.</i> .....	10
5.4. <i>Pre-análisis impacto a la Sociedad.</i> .....	10
6. FACILIDADES DE INTECONEXION DEL SITIO .....	10
6.1. <i>Primera Opción:</i> .....	11
6.2. <i>Segunda opción:</i> .....	12
7. PLANTA FOTOVOLTAICA .....	13
7.1. <i>Irradiación Solar en el Sitio</i> .....	13
7.2. <i>Simulación PVSyst: Informe de producción de Energía</i> .....	13
7.3. <i>Estudio Preliminar Eléctrico.</i> .....	13
8. PLANTA BIOGAS .....	15
8.2 <i>Situación Actual</i> .....	15
8.3 <i>Objetivo General</i> .....	16
8.4 <i>Objetivos Específicos</i> .....	16
8.5 <i>Metodología</i> .....	16
8.6 <i>Alcance del Estudio</i> .....	16
9 FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS .....	17
9.2 <i>Relación C:N</i> .....	18
9.3 <i>Nivel de pH</i> .....	18
9.4 <i>Temperatura</i> .....	18

10	PARAMETROS TECNICOS DE LA OPERACIÓN .....	19
10.1	<i>Velocidad de carga orgánica (VCO)</i> .....	19
10.2	<i>Tiempo de retención hidráulico (TRH)</i> .....	19
11	TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN. MANEJO DEL SUSTRATO .....	19
12	PRODUCCIÓN DEL BIOGÁS .....	20
13	MECANISMOS DE ASISTENCIA A LA PRODUCCIÓN.....	21
14	PURIFICACIÓN O ACONDICIONAMIENTO DEL BIOGÁS .....	22
14.1	<i>Remoción del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)</i> .....	22
14.2	<i>Remoción del Agua</i> .....	22
14.3	<i>Remoción del Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S)</i> .....	22
14.4	<i>Remoción del Oxígeno</i> .....	23
15	DEFINICIÓN DEL SUSTRATO .....	23
16	POTENCIAL DEL SUSTRATO.....	23
17	SUSTRATOS QUE PODRIAN SER UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN	23
18	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	24
18.1	<i>Conclusiones</i> .....	24
18.2	<i>Recomendaciones</i> .....	25
ANEXO 1	.....	27
ANEXO 2	.....	32

## **1. ANTECEDENTES**

**BINTEL INGENIERÍA SRL (BINTEL)** ha recibido de la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Ltda. (la Cooperativa) una solicitud de realización de un Estudio de Prefactibilidad Técnica y Ambiental de un predio que podría ser utilizado para el desarrollo de Proyectos de Energías Renovables en variantes de Tecnología Fotovoltaica y/o de Biogás.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO A ESTUDIAR**

El objeto de este informe es hacer un preanálisis de factibilidad técnica y ambiental con el fin de ofrecer las conclusiones y recomendaciones a ser tenidas en cuenta en la toma de decisión de la Cooperativa en orden de acometer dichos Proyectos.

Bintel acredita experiencia en la elaboración del Estudio requerido en estas tecnologías, lo que la habilita a entregar este informe, detallando los elementos tomados en consideración, la procedencia de los datos aportados y las herramientas informáticas utilizadas, y garantizando resultados técnicos del mejor nivel del mercado.

El presente Informe contiene recomendaciones sobre la capacidad de generación de las plantas y la propuesta de interconexión más adecuada. Se incluye además un informe sobre el predio para el desarrollo del Parque Fotovoltaico y/o de Biogás, su interconexión a la red eléctrica y su factibilidad preliminar ambiental.

## **3. MEDIO AMBIENTE**

En lo que hace al cuidado del Medio Ambiente, en la República Argentina el marco institucional y la normativa ambiental vigentes en el sector eléctrico, establecen que los agentes del mismo son directamente responsables del cumplimiento de las Leyes, Decretos y Reglamentaciones, tanto nacionales como provinciales que corresponde aplicar en cada caso y ante la Autoridad de Aplicación pertinente.

La Ley N° 24.065 establece un Marco Regulatorio a la Energía Eléctrica, y su Decreto Reglamentario define las condiciones por las que se consideran los aspectos ambientales.

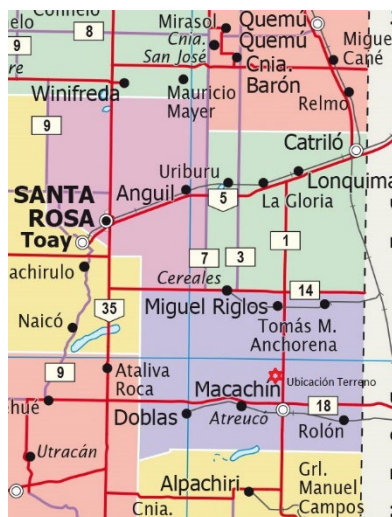
En la Provincia de La Pampa, la Ley N° 1914/01 de Medio Ambiente, dispone que todos los proyectos que potencialmente puedan generar impactos ambientales negativos deban someterse a un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, a

partir del cual se obtiene una Licencia Ambiental que habilita la construcción y puesta en marcha del Proyecto propuesto.

#### 4. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE GENERACION

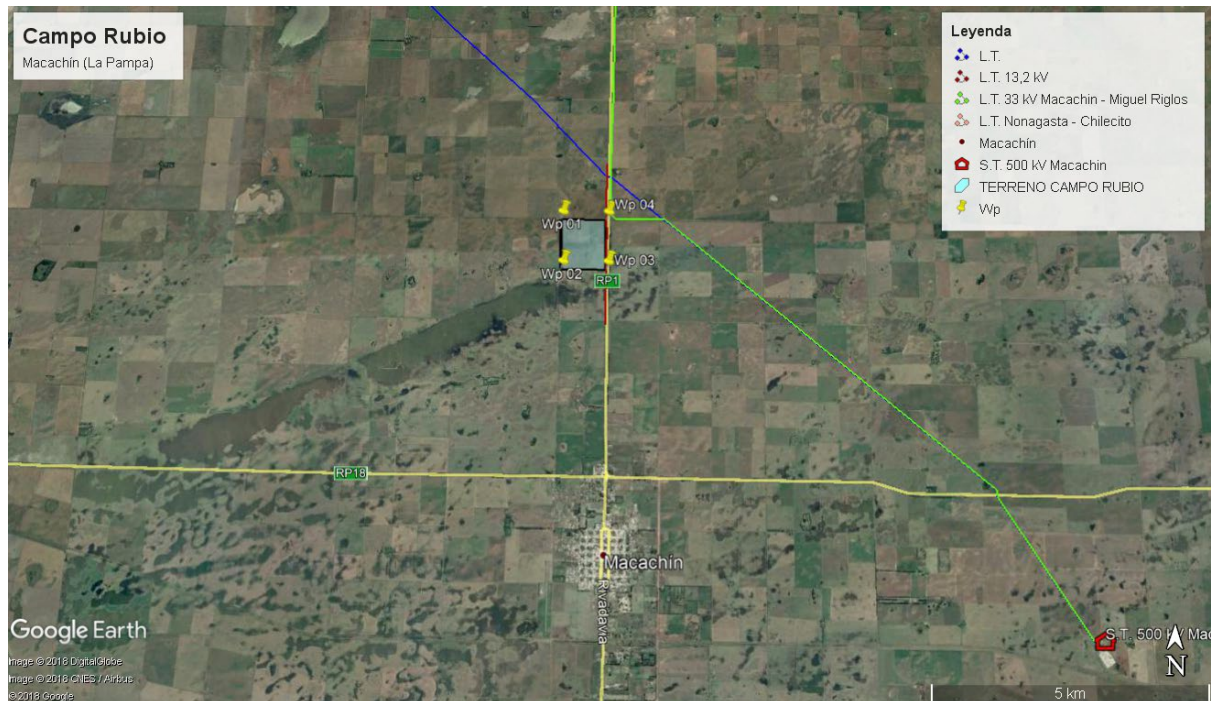
Punto	Latitud°	Longitud°	Altitud
V 01	-37.078724	-63.677646	146 m.
V 02	-37.087840	-63.677399	145 m.
V 03	-37.087842	-63.667466	144 m.
V 04	-37.078727	-63.667547	145 m.

El predio donde se instalarían las futuras plantas se encuentra ubicado sobre la Ruta Provincial N° 1, a 5 kilómetros de la ciudad de Macachín en dirección a la localidad de Miguel Riglos, en el margen izquierdo de la mencionada Ruta.



Las Plantas Fotovoltaica y/o de Biogás, cuya construcción y operación estará a cargo de la Cooperativa, estarán ubicadas en la así denominada **“Finca Rubio”**. Las denominaciones de las Plantas son PFVMacachin I 2,0 MW y PBGMacachín I 0,5 MW. La superficie total del predio es de 90 Hectáreas en una conformación rectangular de 1005 x 878 metros, presentando su mayor longitud sobre la Ruta Provincial N° 1.

Una vez definidos los parámetros de la potencia y espacios a ser utilizados se propondrá la exacta ubicación de los proyectos y la interconexión.



*Figura 1: Ubicación del terreno*

En la Figura 1 se puede observar los datos geográficos de la ubicación y poblaciones más cercanas al terreno donde podrían ubicarse las plantas en estudio.

En la Figura 2 siguiente puede observarse la topografía del terreno en estudio.



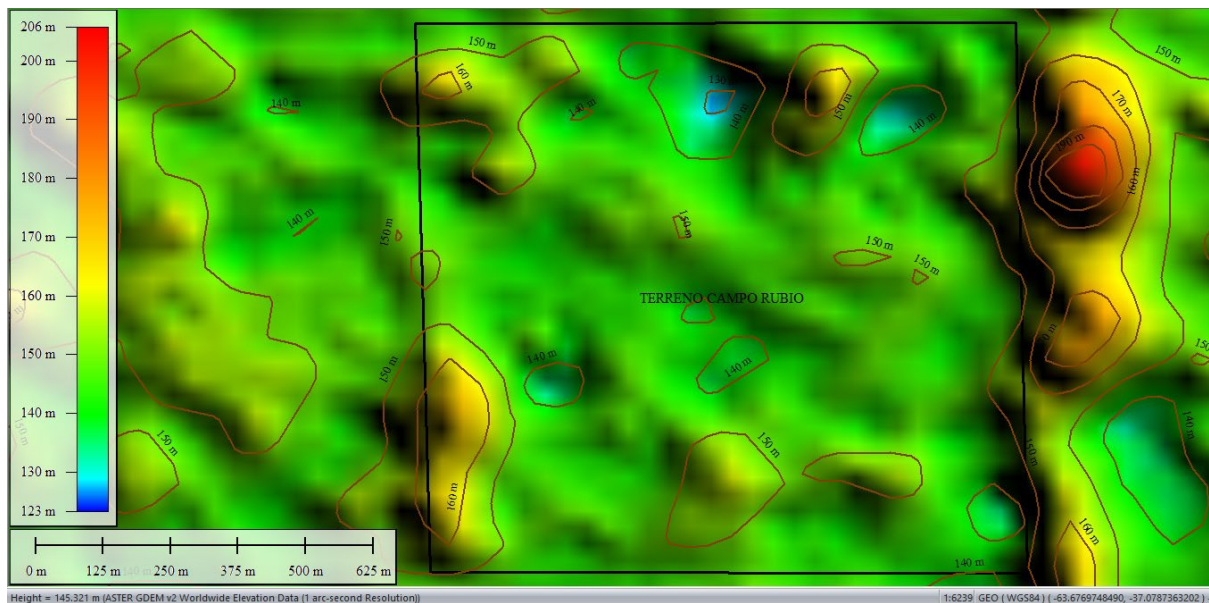


Figura 2: Curvas de Nivel



Figura 3: Imagen del tipo superficie del terreno

## 5. PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL

La futura construcción de las Plantas Fotovoltaica y/o de Biogás se encuadra dentro de aquellas que se encuentran condicionalmente obligadas a presentar un Estudio de Impacto, como “Instalaciones destinadas a la generación y/o transformación de energía eléctrica, menores de cien megavatios (100 MW)” y que deberán ser objeto

del control y fiscalización por parte de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de La Pampa, de conformidad con las facultades otorgadas por el artículo 15° de la Ley 1914 “Ley Ambiental Provincial” de La Pampa.

Todo emprendimiento, público o privado, cuyas acciones u obras son susceptibles de producir efectos negativos sobre el ambiente, debe contar con una previa Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Las fuentes Fotovoltaicas y de Biogás de generación eléctrica se consideran por lo general amigables con el medio ambiente receptor, pero sin embargo no están exentas de producir impactos negativos en el mismo, por lo que se ha de considerar en el Estudio de Impacto Ambiental, entre otros, ciertos aspectos como:

- Lugar de emplazamiento
- Competencia con otros usos de la tierra
- Mantenimiento de distancias mínimas a las Rutas Nacionales o Provinciales
- Interferencia por cercanías con aeropuertos

Asimismo, se hace necesaria la elaboración de un Plan de Gestión Ambiental y sus respectivas medidas de mitigación, Plan de Monitoreo, Plan de Auditoría Ambiental y Plan de Contingencias.

Otros temas a prestar atención, que deberán ser considerados en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental:

- Impacto visual
- Daños a la flora y fauna silvestre
- Efecto espejo
- Impactos sobre el Patrimonio Arqueológico

Este informe presenta un Estudio Ambiental Preliminar o de factibilidad del sitio de emplazamiento, cuyo objetivo principal es la identificación de posibles restricciones legales o ambientales para la construcción de las obras en el sitio seleccionado.

### **5.1. Pre-análisis de las áreas afectadas**

Se realizó un análisis minucioso de la legislación ambiental de la Provincia de La Pampa y los requerimientos para obtención de factibilidad de obra (desde el punto de vista ambiental).

Se ha efectuado un análisis de la localización del Sitio teniendo en cuenta la normativa sobre la protección de los bosques nativos y no se han observado zonas involucradas por cuanto se refiera a las restricciones de parques, flora y fauna.

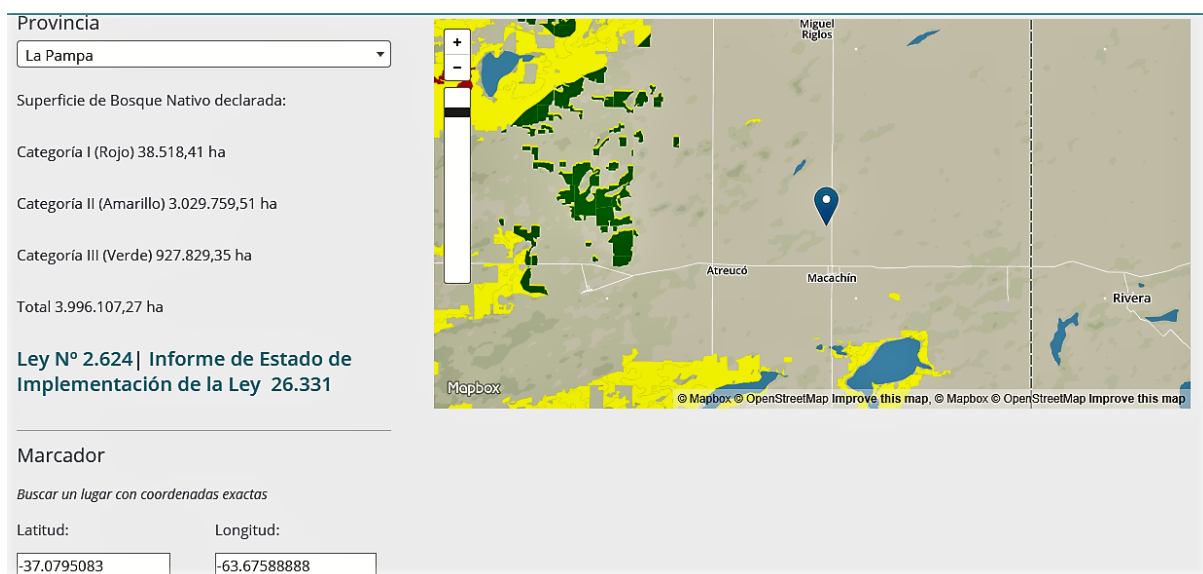


Figura 4: OTBN Macachín (La Pampa)



Figura 5: Parques Nacionales

## **5.2. *Pre-análisis Medioambientales.***

Se realizó un estudio de la biodiversidad en el sitio del emplazamiento (estudios de flora y fauna)

No hemos encontrado ni determinado ninguna característica ambiental y de biodiversidad comprometida, por lo que se determina que los terrenos de las plantas a construir objeto de este informe, deberían poder obtener la aprobación del EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

## **5.3. *Impacto Ambiental Electromagnético de líneas y ET Estudios y mediciones.***

En relación con las instalaciones a construir fuera del predio, se realizó un análisis sobre:

- i) Efecto sobre las personas y el ambiente.
- ii) Certificación del cumplimiento de normas

La existencia de varias líneas de transmisión de media y alta tensión cercanas al predio determina que no existen riesgos electromecánicos no admitidos por la legislación vigente en el ámbito provincial como nacional.

## **5.4. *Pre-análisis impacto a la Sociedad.***

En este aspecto, se realizó una visita al terreno, relevamiento fotográfico y del entorno, sin encontrarse aspectos comprometedores.

# **6. FACILIDADES DE INTECONEXION DEL SITIO**

Las facilidades de interconexión de las plantas a ubicarse dentro del terreno que estamos analizando tienen varias posibilidades para evacuar la energía producida distinguiéndose tres alternativas:

- i) Red de Media Tensión propiedad de la Cooperativa
- ii) Red de Media Tensión de 33 kV propiedad de APE
- iii) Red de transporte de 132 kV

Cabe destacar que la tercera opción forma parte de SADI.

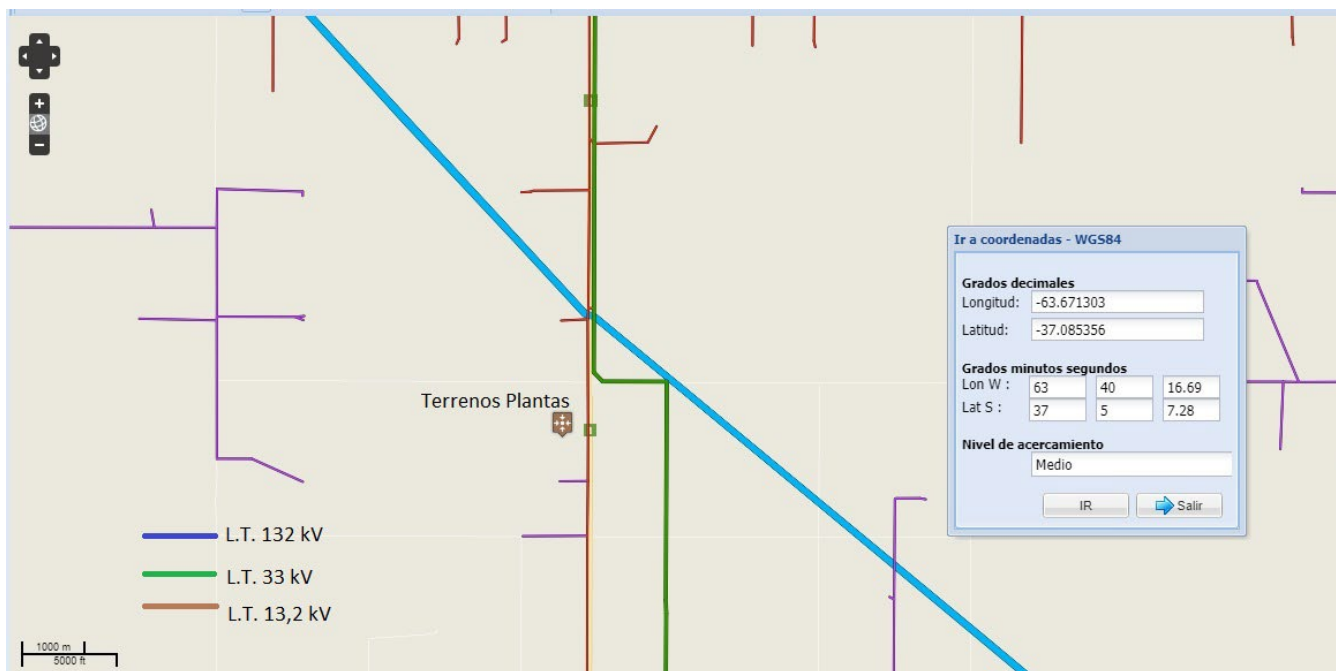


Figura 6: Red de MT y AT

### 6.1. Primera Opción:

La línea de la figura 7 pasa por el costado del terreno y podría utilizarse dependiendo de la capacidad de transporte que queda vacante o su eventual reconfiguración y refuerzo.



Figura 7: Soporte vertical L.M.T. 13,2 kV



## 6.2. Segunda opción:

Interconexión a la L.M.T. de 33 kV Macachín-Miguel Riglos, mediante la construcción de una L.T. de 250 metros de longitud. Esta distancia puede variar dependiendo de las ubicaciones de ambas plantas si se decide por esta alternativa.

La Línea transcurre por la derecha de la Ruta Provincial N° 1 en dirección a la ciudad de Miguel Riglos.

En la figura 8 puede observarse la infraestructura de la L.T. de 33 kV.



Figura 8: L.M.T. 33 kV

## 6.3 Tercera Opcion

Se descarta esta opción por el costo que significaría la interconexión.



## 7. PLANTA FOTOVOLTAICA

### 7.1. Irradiación Solar en el Sitio

Se indican los datos de la NASA (promedio de 23 años) sobre la localización indicada al inicio de este informe.

**Balances y resultados principales**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	231.3	66.34	24.34	325.1	311.2	535.2	522.7	0.804
Febrero	185.1	51.24	23.00	265.5	254.0	444.0	398.2	0.750
Marzo	157.5	46.81	20.45	226.7	216.2	385.3	345.5	0.762
Abril	108.6	33.60	15.60	158.4	150.0	277.5	271.2	0.856
Mayo	77.2	26.04	11.24	115.0	108.1	205.2	200.3	0.871
Junio	59.1	21.60	8.08	88.1	82.2	158.7	154.8	0.879
Julio	70.7	23.56	7.12	109.4	102.6	199.6	194.9	0.890
Agosto	97.6	30.69	9.62	142.7	134.9	256.0	250.1	0.876
Septiembre	131.1	41.10	12.38	193.9	184.5	344.7	301.6	0.778
Octubre	174.8	56.42	16.44	248.3	237.0	427.4	417.4	0.841
Noviembre	210.3	62.70	19.96	291.3	278.8	489.2	477.8	0.820
Diciembre	231.6	70.99	23.02	320.3	306.4	532.0	519.8	0.811
Año	1734.8	531.09	15.90	2484.6	2365.8	4254.6	4054.5	0.816

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

El promedio anual sobre una superficie horizontal es de 4,75 kWh/m<sup>2</sup>/día.

### 7.2. Simulación PVSyst: Informe de producción de Energía

En el **Anexo 1** se encuentra el informe de producción efectuado con el PVSyst

### 7.3. Estudio Preliminar Eléctrico

La potencia instalada por APE (Administración Provincial de Energía) es de 5 MW, con tensión 33/13,2 KV.

Se cuenta con tres alimentadores de distribución en 13,2 KV:

- Sector Norte
- Sector Sur
- Noroeste Rural

La salida “Sector Norte” alimenta el 80% de la Localidad y el sector Rural, que comprende la Ruta Provincial 1 hacia el Norte y la Ruta Provincial N° 18 al Este.



El predio adquirido por la Cooperativa para desarrollar los proyectos de EERR, ubicado a 5 Km de la Rotonda Norte, sobre la Ruta Provincial N° 1, cuenta con Línea Trifásica de 13,2 KV, cuya traza es de sur a norte. En las imágenes adjuntas se puede observar la traza de la línea 33 KV, que gestiona APE.

La energía anual distribuida por la Cooperativa es 17.079 MWH (año 2017), lo que equivale a una Potencia promedio de 1,95 MW.

En el mes de diciembre la demanda promedio es 1.572,6 MWH/mes (2,11 MW de carga promedio). El pico del mediodía solar se puede estimar en 1,8 MW. Teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda en el tiempo, se puede estimar que para cubrir la demanda máxima se requerirá una producción pico equivalente a 2 MW<sub>CA</sub>.

Para evacuar esta generación se requerirá adecuar la línea 13,2 KV de acceso a la Subestación.

## **8. PLANTA BIOGAS**

### **8.1 *Introducción***

El presente apartado tiene como objetivo determinar la prefactibilidad técnica y ambiental de la planta de biogás, utilizando el terreno disponible, cultivable en su mayor parte y otros predios potencialmente disponibles. Con este desarrollo surge la oportunidad de obtener un ahorro de costos por la compra de energía mediante la producción local en base a biogás o bien la venta de la energía al mercado eléctrico nacional.

El Estudio de Prefactibilidad contempla la construcción de la planta de biogás con tecnología Flujo-Pistón, que resulta ser la más recomendable para los sustratos seleccionados.

Se ha pre-dimensionado una planta capaz de generar inicialmente 3.800 MWHe eléctricos, equivalentes a una potencia eléctrica instalada de 500 KW, que opcionalmente puede producir además unos 4.800 KWHt de energía térmica. La Planta proyectada es modular, pudiendo ampliarse en el futuro.

El estudio determinó que la mejor alternativa para la provisión de sustrato es la producción propia de cultivos energéticos, por su mayor potencial energético y disponibilidad.

Los cultivos energéticos son una fuente muy importante para la producción de biogás. Este proceso se lleva a cabo en biodigestores con el fin de proporcionar las condiciones adecuadas para extracción del fluido. Además, como subproducto, se pueden obtener biofertilizantes.

En la actualidad, el principal uso del biogás en el mundo es la generación eléctrica, utilizando motores de combustión interna. Ello debido a que los sustratos normalmente están alejados de los centros de consumo de energía (Ciudades e Industrias) y que el costo de transportar electricidad es inferior al de transportar cualquier gas combustible.

### **8.2 *Situación Actual***

La Cooperativa cuenta con terrenos propios y potenciales concesiones, con superficie suficiente como para realizar la implantación y el cultivo de especies de uso energético.

Una vez disponible el biogás existen dos alternativas: 1) cogeneración de energía (térmica y eléctrica) para uso propio o su comercialización en el mercado eléctrico nacional, y/o 2) venta del biogás depurado sobrante.

En consideración de lo anterior, la localización elegida facilitará la utilización y/o comercialización de los productos finales, que son: biogás, energía eléctrica, energía térmica y biofertilizantes. Finalmente, la experiencia que significaría la implementación de una planta de producción de biogás será muy relevante para el futuro desarrollo y diversificación de la Cooperativa.

### **8.3 *Objetivo General***

El objetivo de este Informe es determinar la pre-factibilidad técnico-ambiental de instalación de una planta de biogás para la Cooperativa Macachín, en el predio seleccionado.

### **8.4 *Objetivos Específicos***

- Evaluar la utilización de los sustratos actuales y su potencial energético y determinar el volumen de provisión de sustrato.
- Evaluar los distintos procesos que se pueden utilizar para la producción de biogás y estructurar un modelo que se adapte a las características del problema.
- Estudiar los productos y subproductos que se pueden obtener a través del proceso de generación de biogás.

### **8.5 *Metodología***

- A partir del volumen disponible y especificaciones del sustrato que se propone utilizar, se puede calcular el potencial energético del mismo.
- Con la información e indicadores obtenidos, se recomienda un diseño para la planta de producción de biogás.
- A partir del análisis técnico y ambiental, se indican conclusiones y recomendaciones con respecto al proyecto.

### **8.6 *Alcance del Estudio***

Se incluye en este Estudio una descripción del proceso de producción del biogás, proponiendo la alternativa tecnológica recomendada. Paralelamente se realiza un análisis respecto de los suministros de la planta (el sustrato), determinando cuánto se podría producir.

Finalmente, se propone un diseño de la planta. En vista de las experiencias existentes, se podrá recomendar una tecnología adecuada para la producción de biogás, dimensionar de forma general la planta y determinar cómo se tendría que diagramar la producción de biogás y los otros productos y subproductos finales. En

una etapa posterior se puede realizar el proyecto y obtener indicadores de inversión y rentabilidad. Adicionalmente, también en esa segunda etapa, se pueden realizar distintas sensibilidades del proyecto con respecto a distintos factores relevantes.

En resumen, este Estudio pretende esclarecer sobre si la implementación de una planta de biogás es pre-factible técnica y ambientalmente.

## **9 FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS**

### **9.1 *Introducción***

Los digestores anaeróbicos son básicamente contenedores cerrados, herméticos e impermeables que pueden también estar aislados térmicamente. Dentro del digestor se deposita el sustrato, variable en su composición. El resultado final es biogás y biofertilizante rico en nitrógeno, fósforo y potasio. Para que acontezca la digestión anaeróbica se deja fermentar durante un periodo variable (cercano a los treinta días) que depende principalmente de la temperatura, el pH y la relación C:N.

Durante la digestión anaeróbica ocurren las etapas que se describen a continuación:

- Hidrólisis: los microorganismos anaeróbicos excretan enzimas hidrolíticas que rompen los enlaces de los polisacáridos que forman el sustrato, produciendo unidades simples de azúcares, grasas y aminoácidos.
- Acidogénesis: los compuestos son asimilados por algunos microorganismos y/o fermentados, produciendo ácidos orgánicos. Se producen también gases como dióxido de carbono, hidrógeno y pequeñas cantidades de amoníaco, ácido sulfhídrico y alcoholes, en especial glicerol.
- Acetogénesis: bacterias denominadas acetogénicas de lento crecimiento, metabolizan los alcoholes, el ácido láctico y los ácidos grasos volátiles, produciendo ácido acético e hidrógeno.
- Metanogénesis: el acetato, hidrógeno, y dióxido de carbono producido, son transformados por acción de las bacterias metanogénicas, formando metano, dióxido de carbono y agua.

Dependiendo del sustrato utilizado se obtendrán distintos rendimientos expresados en cantidades de biogás/kg de sustrato. El biogás no siempre será uniforme, su potencial energético dependerá del porcentaje de metano y de las impurezas, que pueden disminuir su potencial energético, por lo que hay que poner atención al proceso, para evitar obtener biogás de bajo potencial.

## **9.2 Relación C:N**

El Carbono y el Nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Las bacterias del proceso de digestión anaeróbico consumen treinta veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en un rango que va de 30:1 hasta 20:1. Además, para mantener esta relación homogénea en el sustrato, será necesario un sistema de mezcla o agitación.

Los sustratos con bajo contenido de ligninas, tienen en promedio una relación C:N de 15:1. La fracción utilizable de los sustratos disminuye a medida que se aumenta la relación C:N, donde el mínimo aceptable sería con la utilización de aproximadamente el 66% del total de los sustratos utilizables y el óptimo (relación C:N 30:1) con menos del 40%.

## **9.3 Nivel de pH**

Los microorganismos presentes en las distintas etapas de digestión anaeróbica presentan niveles de actividad óptimos en torno a un pH 7, pequeños cambios en estos niveles pueden afectar el proceso por inhibición de la actividad microbiana o muerte de éstas. Específicamente, para los organismos de la etapa acidogénica, el óptimo de pH se sitúa en el intervalo 5,5 - 6,5. Por otra parte, los organismos metanogénicos requieren un pH mayor, el cual debe estar en el intervalo 6,8 - 7,4. Cuando no hay separación de estas etapas en el reactor, el pH óptimo oscila entre 6,8 y 7,4, siendo pH 7 el ideal.

Es importante controlar que el pH no baje de 6,0. Si así fuera, además de disminuir la actividad de los microorganismos, disminuirá la calidad del biogás, obteniéndose biogás con menor contenido de metano o energía. Asimismo, cuando el pH supera 8,0 aumenta considerablemente la producción de amoníaco que en elevadas concentraciones es inhibidor del crecimiento microbiano.

## **9.4 Temperatura**

La temperatura es un factor determinante en la eficiencia del proceso de digestión anaeróbica. Las bacterias metanogénicas involucradas en el proceso de descomposición presentan diferentes velocidades de degradación de la materia orgánica en función de la temperatura. Dependiendo del rango de temperatura en el que las bacterias se desarrollen, se distingue entre bacterias psicrófilas (hasta los 25° C, bajo grado de actividad bacteriana); bacterias mesófilas (32° C a 42 ° C, grado de actividad mediano) y bacterias termófilas (50° C a 57 ° C, grado de actividad alto). En general, las plantas productoras de biogás trabajan en el rango mesofílico, dado que, en el rango termofílico, si bien se tiene una mayor actividad



microbiana, se presenta una inestabilidad mayor del proceso y la operación es por lo mismo más compleja y costosa.

## **10 PARAMETROS TECNICOS DE LA OPERACIÓN**

Para comprender mejor las bases de funcionamiento de una planta de biogás es importante definir ciertos conceptos. Estos son utilizados para referirse principalmente a la operación de la planta y ellos son la Velocidad de Carga Orgánica y el Tiempo de Retención Hidráulico.

### **10.1 Velocidad de carga orgánica (VCO)**

Al fijar el valor de la VCO y conociendo la cantidad y composición del sustrato disponible puede calcularse el volumen de reactor requerido para asegurar la estabilidad del proceso. Una sobrecarga del reactor (VCO alta) puede producir un exceso de producción de ácidos en las primeras etapas del proceso, lo que puede provocar la inhibición parcial o total de la actividad metanogénica.

### **10.2 Tiempo de retención hidráulico (TRH)**

Este parámetro indica la cantidad de tiempo promedio que los sustratos permanecen en el reactor, cuando se tienen procesos de flujo continuo. En general el sustrato está en condiciones de humedad que permite asumir aditividad de los volúmenes. En general, si la degradación ocurre en un proceso por lotes, durante los primeros 20 a 30 días se degrada la mayor cantidad de materia orgánica. A partir de ahí, la degradación decae asintóticamente hasta un valor máximo para cada tipo de sustrato. Por esta razón, en general los reactores se diseñan para tiempos de residencia mayores a 30 días.

## **11 TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN. MANEJO DEL SUSTRATO**

El proceso de producción de biogás comienza con la llegada del sustrato. Este puede venir en distintos estados que deberán ser adaptados a las necesidades de la planta. Además, dependiendo de las características del biodigestor, será necesario contar con estanques de premezclado y almacenamiento.

Los sustratos sólidos o fibrosos, como los cultivos energéticos, pueden ser almacenados en forma de silo, retirando las cantidades necesarias a medida que vayan siendo requeridas. Además, para otros sustratos de este tipo que su frecuencia de llegada sea menos estacional se podrán utilizar patios de acopio con capacidad para unos días de operación. Es importante, en ambos casos, tener en cuenta la accesibilidad para la carga y descarga del sustrato.

La alimentación al biodigestor de los sustratos con un alto contenido de agua se puede realizar mediante bombas y mangueras. Para mezclas con bajo contenido de

sólidos se pueden utilizar bombas centrífugas; en el caso de mezclas con mayor contenido de sólidos se pueden utilizar bombas peristálticas. Si lo anterior no es suficiente, será necesario un mecanismo como bombas de cavidad progresiva (tornillo excéntrico) o las de pistón giratorio. Por último, para alimentar la planta con materiales sólidos y fibrosos (orujos, granos, silo, etc.) se pueden utilizar sistemas de tornillo sin fin. Además, en estos casos, puede ser necesario tener un sistema de picado del sustrato incorporado.

## 12 PRODUCCIÓN DEL BIOGÁS

El reactor es la unidad principal para la producción de biogás, en éste ocurre el proceso de digestión anaeróbica. Dependiendo de las características del sustrato utilizado, existen distintas tecnologías relevantes. Las dos principales tecnologías son los reactores de mezcla completa y los reactores de flujo pistón. A continuación, se presenta una breve explicación de cada uno:

1. **Reactor de mezcla completa** (sin recirculación): el afluente de este tipo de reactores tiene un alto contenido de agua (entre 85-95%), la cual no se reutiliza en el proceso. Mediante un sistema de agitación, mecánico o neumático, se mantienen las concentraciones de microorganismos y sustrato uniformes en el reactor y se pone en contacto el afluente con los microorganismos. En comparación con otros reactores, requiere un mayor tiempo de reacción.
2. **Reactor de mezcla completa** (con recirculación): también llamado reactor anaeróbico de contacto disminuye el tiempo de retención hidráulica a través de la recirculación de agua. Los microorganismos reingresan al reactor (mediante el decantado del sistema de recirculación) acelerando los tiempos de reacción. Estos reactores, al igual que los anteriores sin recirculación, tienen capacidad para volúmenes más allá de los 3.000 m<sup>3</sup> (aunque no es recomendable mucho más grande), y velocidades de carga entre 1 - 3 kg/SV por m<sup>3</sup> de reactor.
3. **Reactores de flujo pistón**: El sustrato que se utiliza en estos sistemas tiene mayores contenidos sólidos que el de los reactores de mezcla completa, es recomendado para sustratos con un % MS mayor al 10%. Los reactores son estanques horizontales de secciones circulares o cuadradas, a los cuales se introduce el sustrato empujándolo y generando un flujo longitudinal. Además, se mezcla el sustrato en planos paralelos perpendiculares a la dirección de flujo. Este tipo de reactores tienen un proceso estable, donde cada etapa se observa en un tramo longitudinal del estanque. Estos reactores tienen una capacidad máxima entre 800 y 1000 m<sup>3</sup> y velocidades de carga superior a 5 kg/SV por m<sup>3</sup> del reactor.
4. **Sistemas híbridos**: Son los sistemas que combinan reactores de mezcla completa con reactores de flujo pistón.

Cada sistema posee sus ventajas y desventajas: los reactores de mezcla completa requieren montos de inversión menores y se pueden mantener sin interrumpir el proceso, pero no son adecuados para sustratos con altos contenidos sólidos o fibrosos. Los reactores de flujo pistón, debido a su forma horizontal y compacta, tienen un uso más eficiente de los sistemas de calefacción. Además, a diferencia de los sistemas de mezcla completa, no se forman costras ni flujos de corto circuito. Una característica importante de los reactores de flujo pistón es que las etapas del proceso de digestión anaeróbica están separadas a lo largo del reactor, esto permite que el proceso sea más eficiente y obtener tasas de retención hidráulicas menores que en un reactor de mezcla completa.

### **13 MECANISMOS DE ASISTENCIA A LA PRODUCCIÓN**

Para el óptimo desarrollo del proceso de digestión anaeróbica en los reactores, independientemente del tipo de reactor, se utilizan sistemas de calefacción y agitación del sustrato. Para la calefacción, además de la aislación térmica, se utilizan radiadores de serpentines en las paredes del reactor. En virtud de ahorrar costos, es normal que la energía utilizada para calentar el agua que circula en los serpentines provenga del motor de cogeneración. Los sistemas de agitación cumplen varias tareas como garantizar el contacto de los microorganismos con el sustrato, mantener la temperatura del sustrato homogénea, evitar la formación de costras. Su funcionamiento es eléctrico. Algunas de las tecnologías de agitación son:

- Agitador de hélice sumergible: alta velocidad de mezcla y buena mezcla para sustratos líquidos. Operación discontinua con tendencia a formarse capas duras en intervalos de no operación. Poseen un alto consumo energético.
- Agitadores axiales de rotación lenta: operación continua, utilizados para sustratos con contenido de sólidos medio (más del 10%).
- Agitadores excéntricos: operación continua o semi-continua. Utilización en sustratos con contenido de sólidos medio.
- Agitadores verticales y horizontales de paleta: agitador lento de operación continua. Se utilizan en reactores de flujo pistón con contenido de sólidos medios.

La utilización de energía eléctrica por parte de los mecanismos de agitación y bombeo de sustrato oscila entre un 5 - 10% de la energía total generada. Asimismo, para la calefacción de los Biodigestores se utiliza entre 20 - 40 % de la energía térmica disponible por la co-generación, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas de la zona: mientras más frío haga, más energía hará falta.

## **14 PURIFICACIÓN O ACONDICIONAMIENTO DEL BIOGÁS**

La digestión anaeróbica resulta en un biogás que contiene principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Además, contiene trazas de distintos gases y otras impurezas. Las impurezas del biogás disminuyen su calidad (poder calorífico) y pueden tener contaminantes en niveles que no permitan su combustión. Para solucionar algunos de estos problemas o simplemente para poder acondicionar el biogás existen distintos mecanismos como el lavado, adsorción y secado del producto.

Los distintos procesos relevantes en la purificación y acondicionamiento del biogás son:

### **14.1 Remoción del Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )**

Este proceso no será siempre necesario, dependerá de las características del motor y si éste requiere de combustibles de mayor densidad que el biogás entregado. De lo contrario el dióxido de carbono simplemente pasará por la unidad generadora. Algunos de los mecanismos más utilizados son:

- Absorción: se pasa el biogás comprimido – 10 a 12 bar - a través de una columna de agua de 5° a 25° C - se pueden utilizar otros solventes - obteniendo un biogás con >95% de metano.
- Adsorción: bajo ciertas presiones los gases tienden a ser atraídos hacia superficies sólidas (adsorbidos). Mientras mayor sea la presión, una mayor cantidad de gas será adsorbido. Se utilizan como materiales adsorbentes el carbón activado, zeolitas, tamices moleculares de zeolitas, etc.
- Otros mecanismos: Tecnología de diafragma; Mineralización y biomineralización; Purificación criogénica del biogás.

### **14.2 Remoción del Agua**

Es habitual que el biogás resultante del proceso productivo se sature con vapor de agua. Para evitar que el producto se condense en las tuberías de transporte, se debe asegurar una humedad relativa menor al 60%. Además, este condensado sumado a otras impurezas del biogás puede corroer las tuberías. Algunos de los mecanismos utilizados son: secado por comprensión y/o enfriamiento del gas, adsorción en carbón activado (o sílica gel) o absorción, principalmente en soluciones de glicol y sales higroscópicas.

### **14.3 Remoción del Sulfuro de Hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

Este proceso tiene como objetivo principal evitar la formación de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) que es altamente corrosivo. El ácido sulfúrico se forma al combinarse el

vapor de agua con el sulfuro de hidrógeno. Para remover el H<sub>2</sub>S se pueden utilizar filtros de carbón activado, dosificar oxígeno o dosificar óxido de hierro. Otros mecanismos alternativos son la desulfuración biológica y el enlace químico con zinc que consiste en pasar el biogás por cartuchos de óxido de zinc.

#### **14.4 Remoción del Oxígeno**

Es poco común que exista un alto contenido de oxígeno en el biogás. Para removerlo se pueden utilizar mecanismos de desulfuración, aunque también sirven procesos de adsorción o la tecnología de diafragma.

### **15 DEFINICIÓN DEL SUSTRATO**

Es importante distinguir entre sustratos húmedos y secos, donde los húmedos tienen un porcentaje de masa sólida (%MS) menor o igual al 40% y los secos mayores al 40%. Los primeros se utilizan para combustión y los segundos para digestión anaeróbica. Otra clasificación toma en consideración las características bioquímicas de cada sustrato como el porcentaje de lignina, carbohidratos, proteínas, grasas, porcentaje de masa sólida, sólidos volátiles y la relación C:N, que da a entender de manera concreta el potencial máximo teórico para la producción de biogás del sustrato disponible.

### **16 POTENCIAL DEL SUSTRATO**

Para calcular con precisión el potencial del sustrato utilizado será necesario realizar pruebas de laboratorio que determinen el contenido de carbohidratos, proteínas, lípidos, sólidos volátiles, ligninas, C, H, O, N, fósforo y amonio. Existe información con respecto % MS (o porcentaje de sólidos totales (ST)), la relación C:N y estudios con respecto a la cantidad de sólidos volátiles (SV) de los cultivos habituales. Lo anterior a veces no es suficiente para llegar a números confiables si se opta por cultivos no habituales en la zona.

Además, si se utilizara una co-digestión (mezcla de distintos sustratos), será necesario determinar cómo interactúan las distintas proporciones y cuál será la mejor para la producción del biogás.

### **17 SUSTRATOS QUE PODRIAN SER UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN**

Las características principales de los sustratos posibles son:

Nm<sup>3</sup>: *Volumen de gas expresado en condiciones normales de presión y temperatura (T=0°C y P=1 atm).*

Ton: *Toneladas de sustrato (materia fresca).*

### **Silaje de Maíz (planta entera)**

MS: 26,9% *Porcentaje de materia seca del sustrato*

MO/MS: 95,3% *Porcentaje de materia orgánica respecto a la materia seca del sustrato*

MOD/MO: 66% *Porcentaje de materia orgánica que se degrada en la digestión anaerobia respecto a la materia orgánica del sustrato*

Potencial CH<sub>4</sub>/MO: 304 Nm<sup>3</sup>/Ton *Potencial de producción de metano mediante digestión anaerobia del sustrato*

Riqueza CH<sub>4</sub>: 53,4% *Porcentaje de metano en el biogás producido mediante digestión anaerobia del sustrato o mezcla.*

N: 5 Kg/Ton *Contenido en nitrógeno total del sustrato*

N-NH<sub>4</sub>: 0,7 Kg/Ton *Contenido en nitrógeno amoniacal del sustrato o mezcla.*

Relación C/N: 26 *Relación Carbono-Nitrógeno del Sustrato*

### **Sorgo Forrajero (en verde)**

MS: 26% *Porcentaje de materia seca del sustrato*

MO/MS: 92,5% *Porcentaje de materia orgánica respecto a la materia seca del sustrato*

MOD/MO: 61% *Porcentaje de materia orgánica que se degrada en la digestión anaerobia respecto a la materia orgánica del sustrato*

Potencial CH<sub>4</sub>/MO: 351 Nm<sup>3</sup>/Ton *Potencial de producción de metano mediante digestión anaerobia del sustrato*

Riqueza CH<sub>4</sub>: 55,9% *Porcentaje de metano en el biogás producido mediante digestión anaerobia del sustrato o mezcla.*

N: 3,7 Kg/Ton *Contenido en nitrógeno total del sustrato*

N-NH<sub>4</sub>: 0,5 Kg/Ton *Contenido en nitrógeno amoniacal del sustrato o mezcla.*

Relación C/N: 33 *Relación Carbono-Nitrógeno del Sustrato*

## **18 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **18.1 Conclusiones**

La Cooperativa Macachín está localizada en una zona de radiación solar aceptable, y tiene una potencialidad de provisión de sustrato de unas 15.000 toneladas anuales. A partir de estas posibilidades, surgen las alternativas de obtener un ahorro en el costo de abastecimiento eléctrico desde la Red Nacional o bien la comercialización de la energía a Cammesa por el programa RenovAr o al mercado a través del mecanismo del Mercado a Término MATER.



Para proyectos fotovoltaicos, el recurso está disponible, y es ilimitado y gratuito. Para proyectos de biogás se requiere combustible, y resulta fundamental asegurar el suministro del mismo a largo plazo, lo que estaría garantizado por la producción propia de cultivos energéticos u otros recursos por parte de la Cooperativa.

Se pueden combinar distintos sustratos para lograr las características deseadas. A partir de los sustratos disponibles se recomienda que se utilice la tecnología de Flujo Pistón. Esta es recomendable para sustratos con masa sólida mayor al 10% y tiene una eficiencia mayor que otros reactores. Las demás instalaciones necesarias son las tradicionales de una planta de biogás con generación eléctrica.

El terreno disponible es apto para la instalación de Planta de cualquiera de ambas tecnologías.

La configuración final recomendada es por una planta de biogás capaz de producir 3.800 MWh eléctricos y 4,800 MWh térmicos por año, que se traducen en una potencia firme de 500 KWCA eléctricos y/o una Planta Fotovoltaica de capacidad 2 MWCA.

## **18.2 Recomendaciones**

Se recomienda:

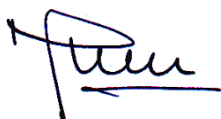
- Desarrollar ambos proyectos, en ambas tecnologías, en las capacidades recomendadas, localizados en el predio disponible, hasta la etapa de Proyecto FAP (Fully Approved Project), o Proyecto Totalmente Aprobado, apto para construir.
- Presentar ambos Proyectos en la proxima licitacion del Programa RenovAr (MiniRenovAr Ronda 3), que ha sido convocado por Resolucion 100/2018, con apertura de propuesta el 27 de Marzo de 2019.

Los pasos subsiguientes serían:

- Realización del Anteproyecto Técnico de cada Planta
- Estudio de Impacto Ambiental del Predio
- Certificación de la Disponibilidad del Predio (Contrato de Comodato a la SPE)
- Autorizaciones Municipales, Provinciales y Nacionales
- Inscripción en el MEM
- Estudio de Factibilidad Económico Financiero
- Consulta a Proveedores
- Participación en la Licitación en el Programa RenovAr

- Para presentar propuestas en el Programa RenovAr o para vender energía en el MATER, se requiere conformar una o dos SPEs (Sociedades de Propósito Específico) que sean las titulares de los contratos PPA. Estas Sociedades podrán constituirse posteriormente, en caso de éxito en la Licitación. Previo a la presentación en el RenovAr, se requerirán consultas legales y regulatorias para determinar si en las SPEs puede participar la Cooperativa.
- En caso de éxito y logrado/s el/los correspondientes PPAs (Power Purchase Agreement, o Contratos de Venta de Energía), gestionar el apoyo financiero para construir y operar las plantas de EERR.

Buenos Aires 16 de Noviembre de 2018



Ing. Pedro A. Montoro Caballero



Ing. Jorge H. Torres

# **ANEXO 1**

## **SIMULACIÓN PVSyst**

PVSYST V6.75	EAPC SOLAR (Argentina)			13/11/18	Página 1/4
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto :		MACACHIN			
Lugar geográfico	MACACHIN LA PAMPA			País	Argentina
Ubicación	Latitud	-37.08° S	Longitud	-63.58° W	
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT-3	Altitud	146 m	
	Albedo	0.20			
Datos climatológicos:	MACACHIN	NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Síntesis			
Variante de simulación : Nueva variante de simulación					
	Fecha de simulación	13/11/18 11h35			
	Simulation for the	1.º year of operation			
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	No 3D scene defined			
Plano de seguimiento, eje inclinado	Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°	
Limitaciones de rotación	Fi mínimo	-55°	Fi máximo	55°	
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm	
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos				
Sombras cercanas	Sin sombreado				
Características generador FV					
Módulo FV	Si-poly	Modelo	TSM-320PEG14		
Original PVsyst database		Fabricante	Trina Solar		
Número de módulos FV		En serie	19 módulos	En paralelo	329 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	6251	Pnom unitaria	320 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	2000 kWp	En cond. funciona.	1794 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	633 V	1 mpp	2834 A
Superficie total		Superficie módulos	12266 m²	Superf. célula	10955 m²
Inversor		Modelo	Sunny Central 1000CP XT		
Original PVsyst database		Fabricante	SMA		
Características	Tensión Funciona.	596-900 V	Pnom unitaria	1000 kWac	
			Potencia máx. (=>25°C)	1100 kWac	
Banco de inversores	Nº de inversores	2 unidades	Potencia total	2000 kWac	
			Relación Pnom	1.00	
Factores de pérdida Generador FV					
Pérdidas por polvo y suciedad del generador			Fracción de Pérdidas	2.0 %	
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s	
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	3.8 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC	
Pérdida Diodos en Serie	Caída de Tensión	0.7 V	Fracción de Pérdidas	0.1 % en STC	
LID - "Light Induced Degradation"			Fracción de Pérdidas	2.0 %	
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.4 %	
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP	
Strings Mismatch loss			Fracción de Pérdidas	0.10 %	
Module average degradation	Year no	1	Loss factor	0.4 %/año	
Mismatch due to degradation	Imp RMS dispersion	0.4 %/año	Vmp RMS dispersion	0.4 %/año	
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05	
Factores de pérdida del sistema					
Transformador externo	Pérdida fierro (Descon. nocturna)	1967 W	Fracción de Pérdidas	0.1 % en STC	
	Pérdidas Resistivas/Inductivas	0.8 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.0 % en STC	
Indisponibilidad del sistema	7.3 días, 3 períodos		Fracción de tiempo	2.0 %	

PVSYST V6.75	EAPC SOLAR (Argentina)	13/11/18	Página 2/4
--------------	------------------------	----------	------------

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

**Necesidades de los usuarios :** Carga ilimitada (red)

## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** MACACHIN

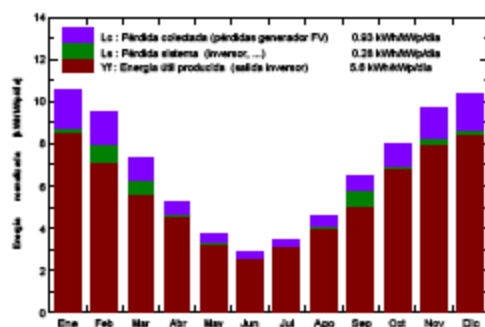
**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación  
Simulation for the 1.º year of operation

<b>Parámetros principales del sistema</b>	<b>Tipo de sistema</b>	<b>No 3D scene defined</b>	
Orientación Campanario, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	Pnom	320 Wp
Generador FV	Nº de módulos	Pnom total	2000 kWp
Inversor	Modelo	Pnom	1000 kW ac
Banco de inversores	Nº de unidades	Pnom total	2000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

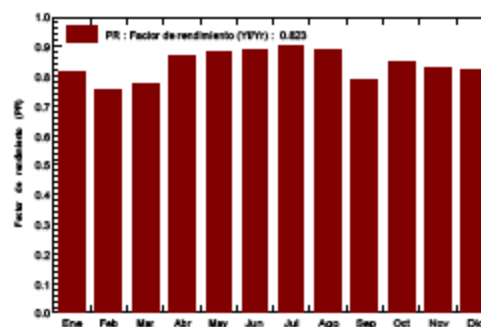
### Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	4092 MWh/año	Produc. específico	2046 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	82.33 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 2000 kWp



Factor de rendimiento (PR)



### Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	231.3	66.34	24.34	325.1	314.4	539.9	527.3	0.811
Febrero	185.1	51.24	23.00	265.5	256.6	448.0	401.8	0.757
Marzo	157.5	46.81	20.45	226.7	218.4	388.8	348.7	0.769
Abril	108.6	33.60	15.60	158.4	151.6	280.1	273.8	0.864
Mayo	77.2	26.04	11.24	115.0	109.2	207.2	202.3	0.879
Junio	59.1	21.60	8.08	88.1	83.0	160.3	156.4	0.888
Julio	70.7	23.56	7.12	109.4	103.6	201.6	196.9	0.899
Agosto	97.6	30.69	9.62	142.7	136.3	258.5	252.5	0.885
Septiembre	131.1	41.10	12.38	193.9	186.4	348.0	304.4	0.785
Octubre	174.8	56.42	16.44	248.3	239.5	431.3	421.2	0.848
Noviembre	210.3	62.70	19.96	291.3	281.6	493.5	482.0	0.827
Diciembre	231.6	70.99	23.02	320.3	309.5	536.7	524.4	0.819
Año	1734.8	531.09	15.90	2484.6	2390.2	4293.9	4091.8	0.823

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global Incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento



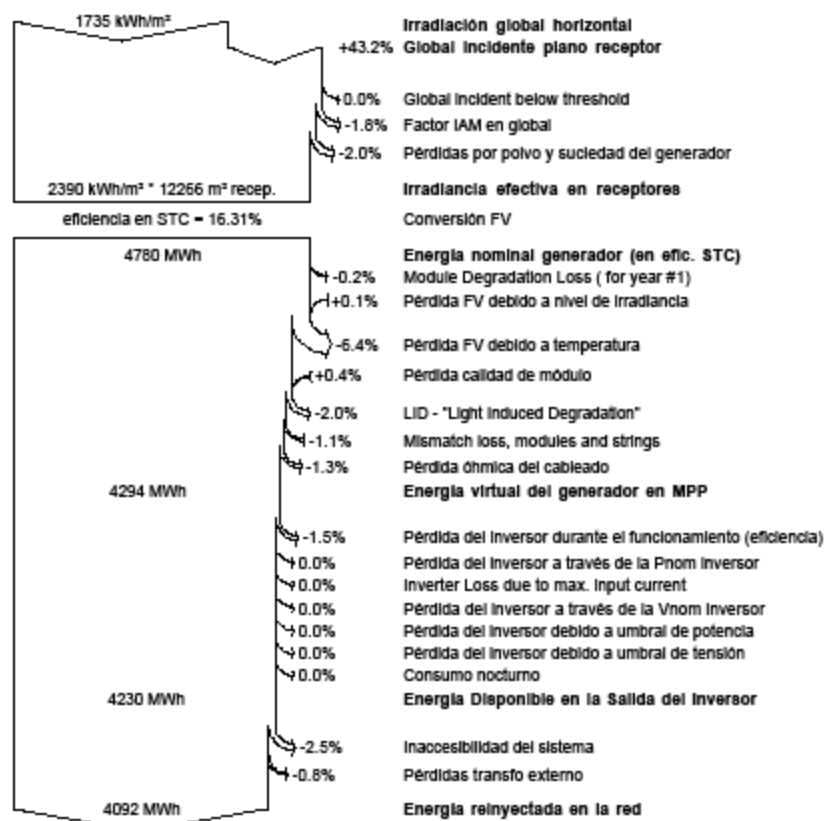
## Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

**Proyecto :** MACACHIN

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación  
Simulation for the 1.º year of operation

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No 3D scene defined	
Orientación Campo	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	TSM-320PEG14	Pnom 320 Wp
Generador FV	Nº de módulos	6251	Pnom total 2000 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Central 1000CP XT	Pnom 1000 kW ac
Banco de inversores	Nº de unidades	2.0	Pnom total 2000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

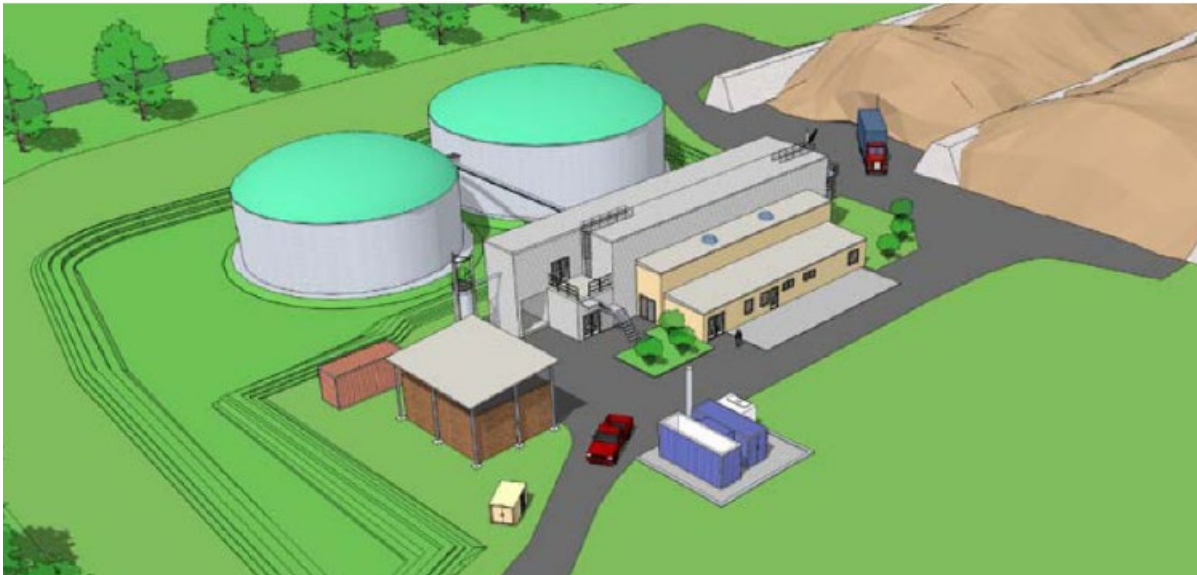
### Diagrama de pérdida durante todo el año



## ANEXO 2

Presentamos a continuación la descripción de una planta existente y funcionando en Hanover, Alemania, que hemos visitado recientemente, con una capacidad de 1 MW de generación eléctrica.

### Modelo de planta de biogás de 1 MW<sub>el</sub> de potencia nominal



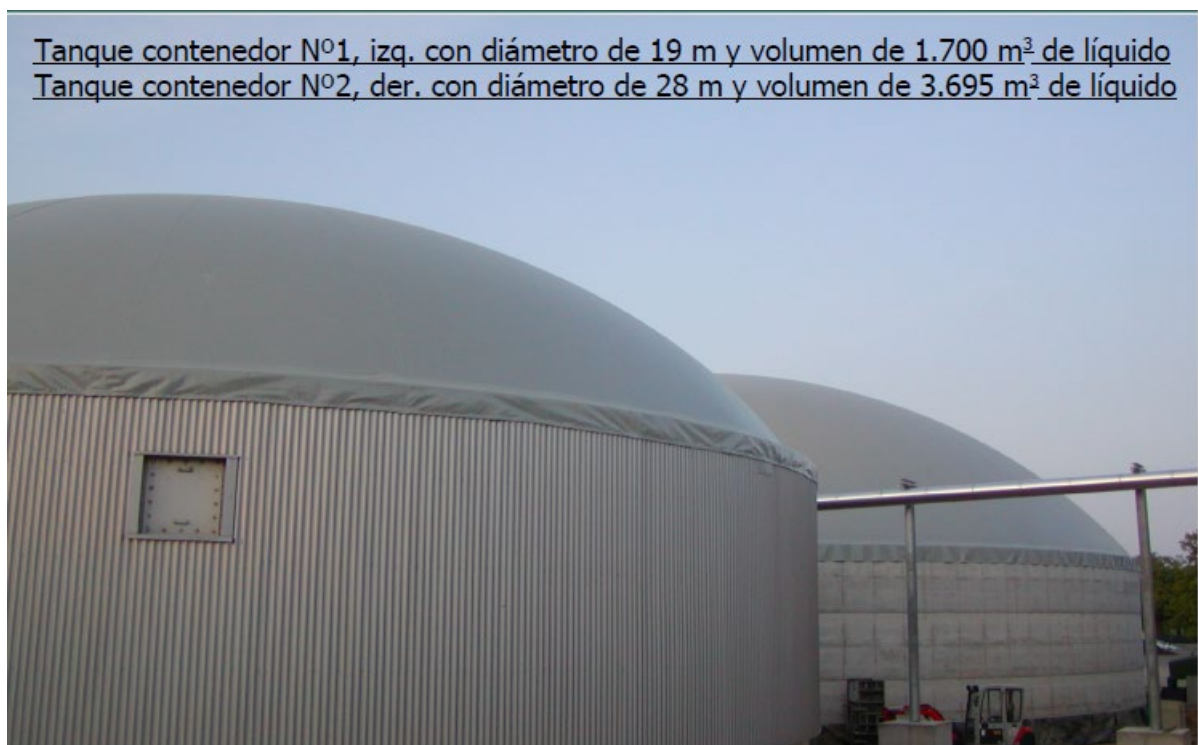
## Datos técnicos de la Planta de Biogás a partir de biomasa como recurso renovable

<u>Superficie requerida para cultivo</u>	<u>230</u>	<u>ha (10.000 m<sup>2</sup>)</u>
<u>Estiercol de bovinos y equinos</u>	<u>3.100</u>	<u>Mg/a</u>
<u>Silaje de maíz, pasturas, girasol, centeno, cebada, etc.</u>	<u>aprox. 13.500</u>	<u>Mg/a</u>
<u>Producto separado en fase sólidos y líquidos</u>	<u>10.800</u>	<u>Mg/a</u>
<u>Superficie requerida para la planta de biogás</u>	<u>aprox. 20.000</u>	<u>m<sup>2</sup></u>
<u>Biogás generado en bruto</u>	<u>aprox. 3,5</u> <u>Millones</u>	<u>m<sup>3</sup>/a</u>





- Sala de bombeo y de servicio con proceso de secado, escaleras de acceso y garage o nicho acumulador (izq.) de fertilizante



Tanque contenedor N°1, izq. con diámetro de 19 m y volumen de 1.700 m<sup>3</sup> de líquido  
Tanque contenedor N°2, der. con diámetro de 28 m y volumen de 3.695 m<sup>3</sup> de líquido



Tanque contenedor N°1 con capacidad de alojamiento en el techo de 750 m<sup>3</sup> de biogás



Tanque contenedor N° 2 con capacidad de alojamiento para 2300 m<sup>3</sup> de biogás en el techo







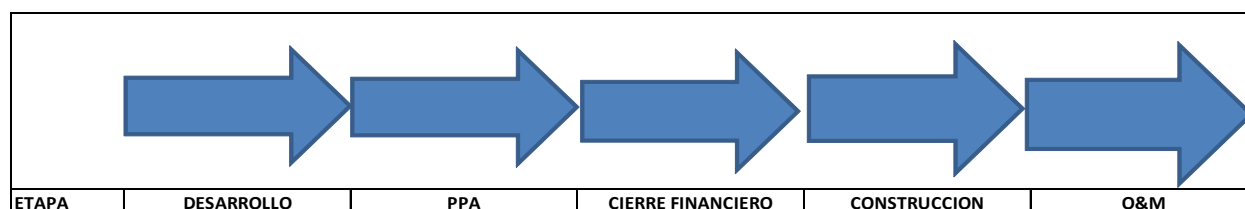
**ADDENDUM 1 AL INFORME DE PREFACTIBILIDAD DE PLANTAS  
FOTOVOLTAICA Y DE BIOGAS**

**ESTIMACION DE LOS MONTOS DE INVERSION Y POSIBILIDADES DE  
FINANCIAR LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO**

## 1.- GENERAL

El propósito de este Addendum es realizar una descripción de los pasos a seguir y una estimación de la inversión necesaria para desarrollar, construir y operar una Planta Fotovoltaica de 2 MW<sub>CA</sub> y las posibilidades de financiación que se pueden obtener para cada una de las respectivas Etapas del Proyecto.

## 2.- ETAPAS DEL PROYECTO



### 2.1.- ETAPA DE DESARROLLO

Tiene inicio cuando surge la idea de realizar el Proyecto y Finaliza cuando se llega al estadio de Proyecto Totalmente Aprobado, o Fully Approved Project, o FAP.

Las actividades principales de esta Etapa son:

- Realización del Anteproyecto Técnico de la Planta
- Estudio de Impacto Ambiental del Predio
- Certificación de la Disponibilidad del Predio
- Autorizaciones Municipales, Provinciales y Nacionales
- Inscripción en el MEM o Convenio con la APE
- Estudio de Factibilidad Económico Financiero
- Consulta a Proveedores
- Estudio de Capex, Opex y Cash Flow
- Determinación del costo de generación

### 2.2.- ETAPA DE PPA

Se inicia con el Proyecto totalmente aprobado en condición FAP y finaliza con la firma del PPA (Power Purchase Agreement, o Contrato de Venta de Energía). En caso de que la planta fotovoltaica genere exclusivamente para uso de la Cooperativa, si bien no se requiere la firma de un PPA, el mismo podría ser requerido para asegurar la financiación con garantía del flujo de fondos. Para este propósito, la Cooperativa puede destinar al servicio de la financiación los “costos evitados” por compra de energía a la APE.












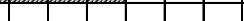
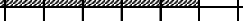





## 2.3.- ETAPA DE CIERRE FINANCIERO

Se inicia con la firma del PPA y finaliza con la firma del Contrato de Financiación. Para el caso de que la propiedad de la Planta sea de la Cooperativa y que la energía generada no produzca un flujo de fondos, las entidades financieras podrán requerir una garantía de costos evitados por la energía generada.

## 2.4.- ETAPA DE CONSTRUCCION

Se inicia una vez acordada la Financiación y suscrito el correspondiente contrato y finaliza con la habilitación comercial de la Planta de Generación.

Las Etapas de Construcción son según se detallan a continuación:

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2 MWp)- PLAN DE TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION																	
Item	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Actividades de Desarrollo																
2	Contrato de Construccin																
5	Proyecto Ejecutivo																
6	Provision de Paneles Solares																
7	Provision de Inversores																
8	Provision de Estructuras de Soporte																
9	Provision de Tableros y Cables																
10	Limpieza del Terreno, Nivelacion, Cercado Perimetral, Instalacion del obrador																
11	Construccion de Viales Internos																
12	Fundaciones de las Estructuras de Soporte																
13	Montaje de las Estructuras de Soporte																
14	Montaje de los Paneles																
15	Construccion de Ductos y Montaje de cables																
16	Construccion de Bases y Montaje de Inversores																
17	Conexionado Electrico de Inversores y Paneles																
18	Equipamiento de Medición y Control																
19	Pruebas y Ensayos de conexionado a la red del SADI																
20	Autorizacion Interconexion																

## 2.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se inicia al verificarse la habilitación comercial de la Planta y finaliza al fin de la vida útil de la misma, normalmente 25 años.

Las actividades principales de esta Etapa son:

- Operación Diaria
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Programado
- Limpieza de los Paneles
- Limpieza y ordenamiento del predio
- Vigilancia
- Contratación de Repuestos
- Contratación de Seguros
- Pago de Tasas, impuestos y Contribuciones no exentas
- Administración del Personal

### 3.- INVERSIONES Y PLAZOS

ETAPA	DESARROLLO*	PPA (de corresponder)	CIERRE FINANCIERO	CONSTRUCCION	O&M
PLAZO	4 MESES	2 MESES	3 MESES	12 MESES	240 MESES
INVERSION**	U\$S 40.000	0	0	U\$S 1.700.000	U\$S 80.000/AÑO

\* el monto estimado es para el caso de presentación en el Programa RenovAr

\*\*los montos indicados no incluyen la incidencia del IVA

### 4.- FINANCIACION

Las únicas etapas del proyecto que requieren financiación son el Desarrollo y la Construcción. La O&M se autofinancia con la venta de energía o con el costo evitado.

#### 4.1.- FINANCIACION DEL DESARROLLO

Normalmente el costo del desarrollo es asumido por el Propietario de la Planta. En caso de requerirse financiación, se presentan 2 variantes:

- Contratar el desarrollo con financiación del Desarrollador. En este caso normalmente la financiación es de muy corto plazo.
- Financiación bancaria de corto plazo, con garantía de la Cooperativa

#### **4.2.- FINANCIACION DE LA CONSTRUCCION**

Para esta etapa, existen líneas de financiación en la Banca Nacional e Internacional. Normalmente las Entidades requieren la presentación de una Carpeta con un Proyecto Totalmente Aprobado (FAP) y un PPA. El crédito puede cubrir un porcentaje del 75/80% del monto de la inversión (sin IVA).

En el caso de financiación internacional se requerirá la garantía solidaria de un Ente Provincial o Nacional, además de la Garantía de la Cooperativa y la cesión del flujo de fondos de la venta de la energía o de costos evitados.

Para el caso de encararse la construcción de la Planta para la venta de la energía a Cammesa o en el Mercado a Término, la financiación de la construcción se posibilita bastante en el caso de contar con un Contrato PPA. Si la construcción se realiza para el uso propio de autogeneración de la Cooperativa la obtención de financiación se hace más dificultosa y exige mayores garantías de parte de la Cooperativa.

Los plazos de la financiación para la construcción que puede llegar a obtenerse son de 8/10 años de plazo, incluyendo en este plazo un período de gracia mientras se completa la construcción de la Planta, durante el cual se cancelan solo los intereses.



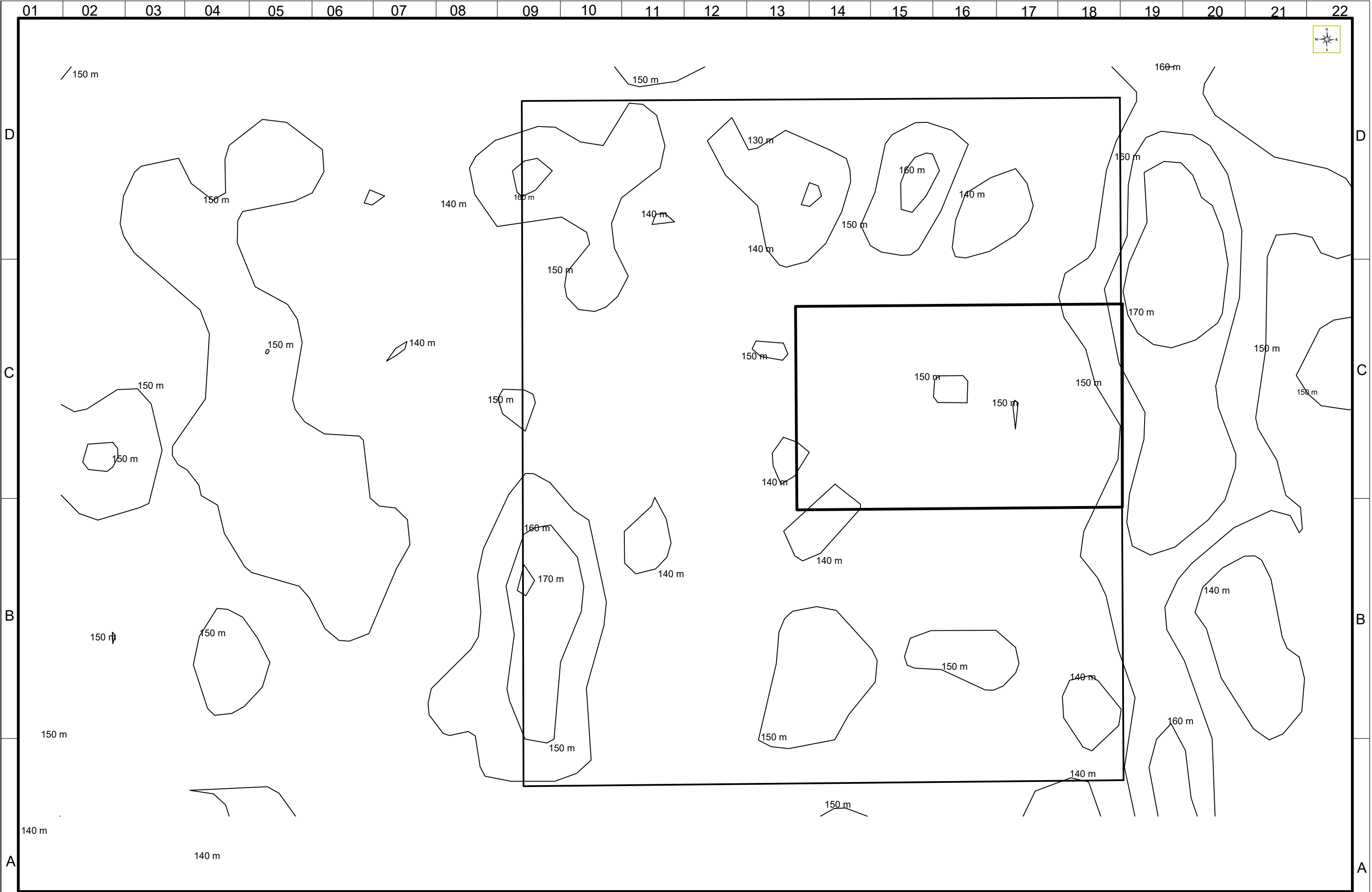
Ing. Jorge H. Torres

## ANEXO 2

PLANOS PDFs







						Plano nº:	BNTL-CC128-TOP-02-02-00				Fecha de Edición	10/05/2022		Obra:	CFI - Consejo Federal de Inveriones					Proy.: PAMC			
						Título:	CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO Anteproyecto Ejecutivo						Nº: 143022	Proyecto Fotovoltaico Macachín				Apro.: JHT					
00	Documento inicial				10/05/2022	JHT							TOPOGRAFIA CEL TERRENO									Hoja nº: 2	
Rev.	Descripción				Fecha	Resp.																	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		

**Nota Nº 55/21**

Macachín, La Pampa 22 de Abril de 2022.

A la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Limitada

Referencia: Planta Fotovoltaica

De mi mayor consideración:

*Se expide la presente a los fines de dejar constancia que la futura Planta Fotovoltaica que la Cooperativa de Obras y Servicios Públicos de Macachín Limitada, pretende construir en un predio rural de su propiedad, ubicado sobre la Ruta Provincial Nº 1, a 5 kilómetros de la ciudad de Macachín, provincia de La Pampa, en dirección de Miguel Riglos, en el margen izquierdo de la mencionada Ruta, denominada "Finca Rubio", NOMENCLATURA CATASTRAL: SECCION III - FRACCION B - LOTE 18 - PARCELA 129, PARCELA 129, Sup. 87 ha. 94 a.; se encuentra emplazado dentro de una zona permitida a tal fin.*

*La superficie aproximada del predio afectada al emprendimiento será de 15 hectáreas.*

*Sin otro particular, lo saludo atentamente.*

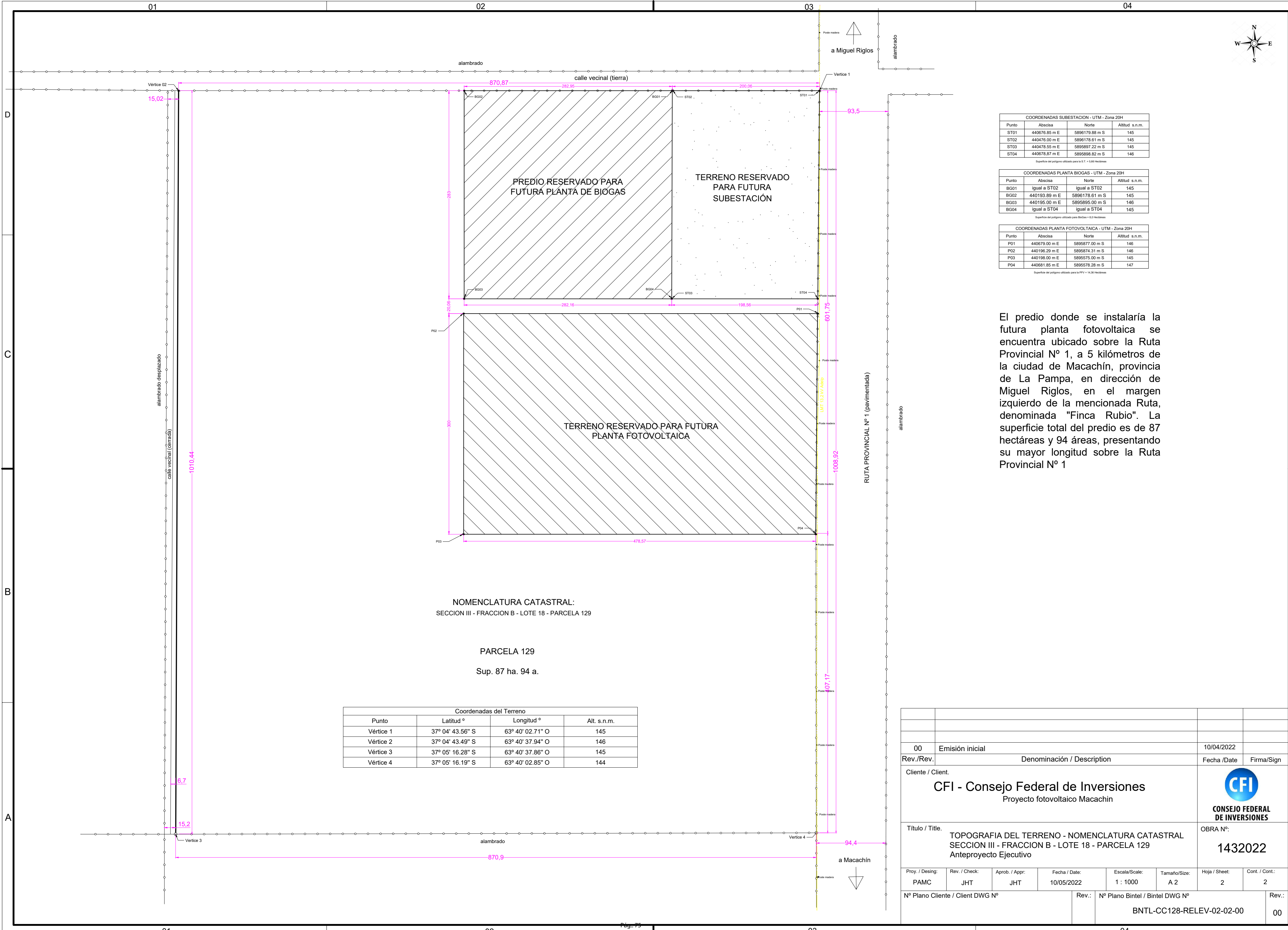


JORGE LUIS CABAK  
INTENDENTE  
20-13993874-8

[municipalidadmacachin.com](http://municipalidadmacachin.com)  
[gobiernomacachin@lapampa.gob.ar](mailto:gobiernomacachin@lapampa.gob.ar)  
(02953) 452002/452155

---

Seguinos en las redes:  
[@municipalidadmacachin](#)



COORDENADAS SUBESTACION - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
ST01	440676.85 m E	5896179.88 m S	145
ST02	440476.00 m E	5896178.61 m S	145
ST03	440478.55 m E	5895997.22 m S	145
ST04	440678.87 m E	5895998.82 m S	146

COORDENADAS PLANTA BIOGAS - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
BG01	igual a ST02	igual a ST02	145
BG02	440193.89 m E	5896178.61 m S	145
BG03	440195.00 m E	5895995.00 m S	146
BG04	igual a ST04	igual a ST04	145

COORDENADAS PLANTA FOTOVOLTAICA - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
P01	440679.00 m E	5895877.00 m S	146
P02	440196.29 m E	5895874.31 m S	146
P03	440198.00 m E	5895575.00 m S	145
P04	440681.85 m E	5895578.28 m S	147

El predio donde se instalaría la futura planta fotovoltaica se encuentra ubicado sobre la Ruta Provincial N° 1, a 5 kilómetros de la ciudad de Macachín, provincia de La Pampa, en dirección de Miguel Riglos, en el margen izquierdo de la mencionada Ruta, denominada "Finca Rubio". La superficie total del predio es de 87 hectáreas y 94 áreas, presentando su mayor longitud sobre la Ruta Provincial N° 1

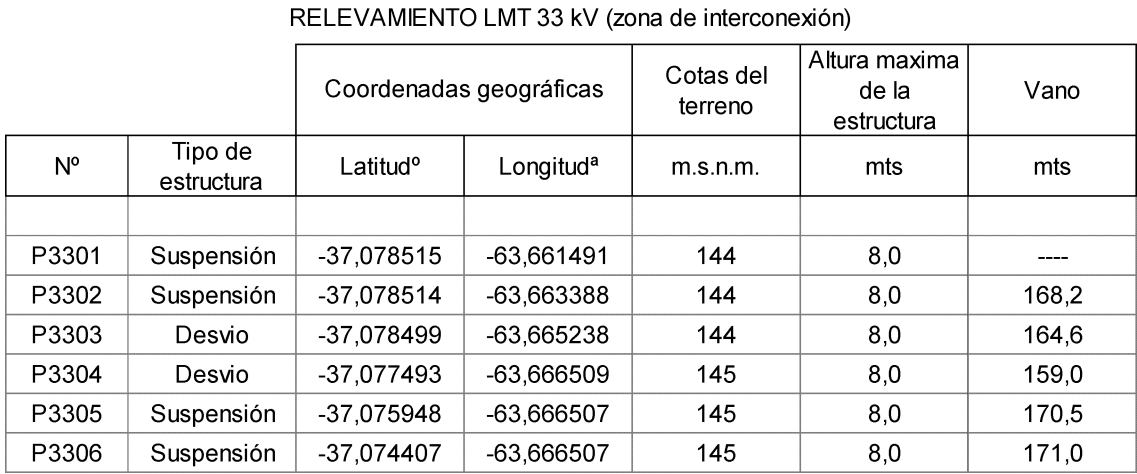
NOMENCLATURA CATASTRAL:  
SECCION III - FRACCION B - LOTE 18 - PARCELA 129

PARCELA 129

Sup. 87 ha. 94 a.

Coordenadas del Terreno			
Punto	Latitud °	Longitud °	Alt. s.n.m.
Vértice 1	37° 04' 43.56" S	63° 40' 02.71" O	145
Vértice 2	37° 04' 43.49" S	63° 40' 37.94" O	146
Vértice 3	37° 05' 16.28" S	63° 40' 37.86" O	145
Vértice 4	37° 05' 16.19" S	63° 40' 02.85" O	144

00		Emisión inicial		10/04/2022	
Rev./Rev.	Denominación / Description			Fecha /Date	Firma/Sign
Cliente / Client. <b>CFI - Consejo Federal de Inversiones</b> Proyecto fotovoltaico Macachin					
Título / Title. TOPOGRAFIA DEL TERRENO - NOMENCLATURA CATASTRAL SECCION III - FRACCION B - LOTE 18 - PARCELA 129 Anteproyecto Ejecutivo				OBRA N°: <b>1432022</b>	
Proy. / Desing: PAMC	Rev. / Check: JHT	Aprob. / Aprp: JHT	Fecha / Date: 10/05/2022	Escala/Scale: 1 : 1000	Tamaño/Size: A 2
N° Plano Cliente / Client DWG N°			Rev.: N° Plano Bintel / Bintel DWG N°	Rev.: 00	
BNTL-CC128-RELEV-02-02-00					



		Coordenadas geográficas		Cotas del terreno	Altura maxima de la estructura	Vano
Nº	Tipo de estructura	Latitudº	Longitudª	m.s.n.m.	mts	mts
C. Control	Subterránea	---	---	146	---	0,0
TR1	Terminal	-37,082695	-63,667355	146	9,0	93,0
S1	Suspensión	-37,081853	-63,66735	146	9,0	93,0
S2	Suspensión	-37,081016	-63,667352	145	9,0	93,0
S3	Suspensión	-37,080182	-63,667353	145	9,0	93,0
S4	Suspensión	-37,079342	-63,667354	145	9,0	93,0
C1	Cruce	-37,078502	-63,667354	145	9,0	91,8
C2	Cruce	-37,078500	-63,666317	145	9,0	93,1
TR2	Terminal	-37,078507	-63665277	145	9,0	3,8

00	Emisión inicial					10/05/2022	
Rev./Rev.	Denominación / Description					Fecha /Date	Firma/Sign
Cliente / Client.  CFI - Consejo Federal de Inversiones Proyecto Fotovoltaico Macachin						 <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>	
Titulo / Title.  INTERCONEXION PLANTA FOTOVOLTAICA A LMT DE ADELP Anteproyecto Ejecutivo						OBRA N°:  1432022	
Proj. / Desing:	Rev. / Check:	Aprob. / Appr:	Fecha / Date:	Escala / Scale:	Tamaño / Size:	Hoja / Sheet:	Cont. / Cont.:
PAMC	JHT	JHT	10/05/2022	1 : 1000	A 2	1	1
N° Plano Cliente / Client DWG N°				Rev.:	N° Plano Bintel / Bintel DWG N°		Rev.:
					BNTL-CC128-PDI-01-01-00		00

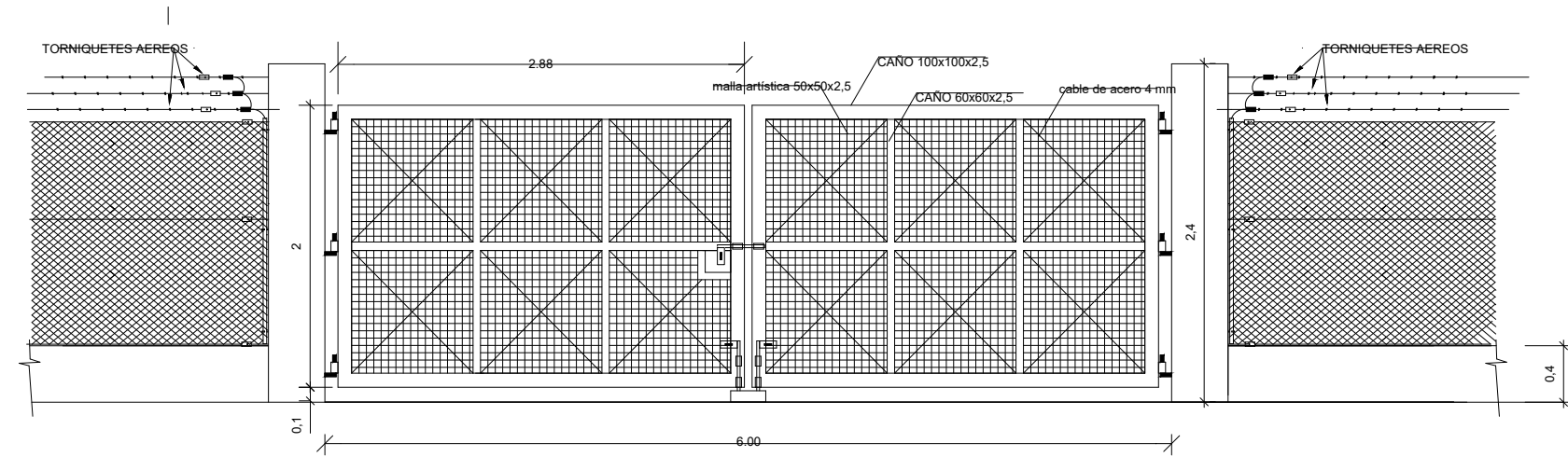
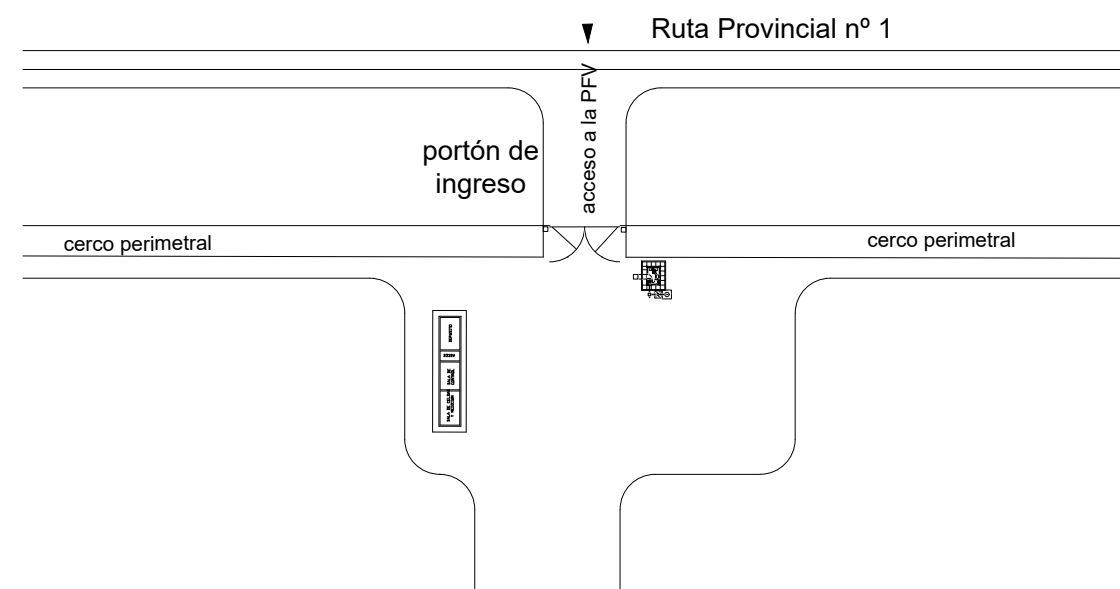


## D

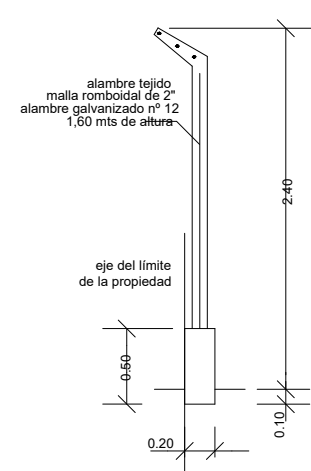
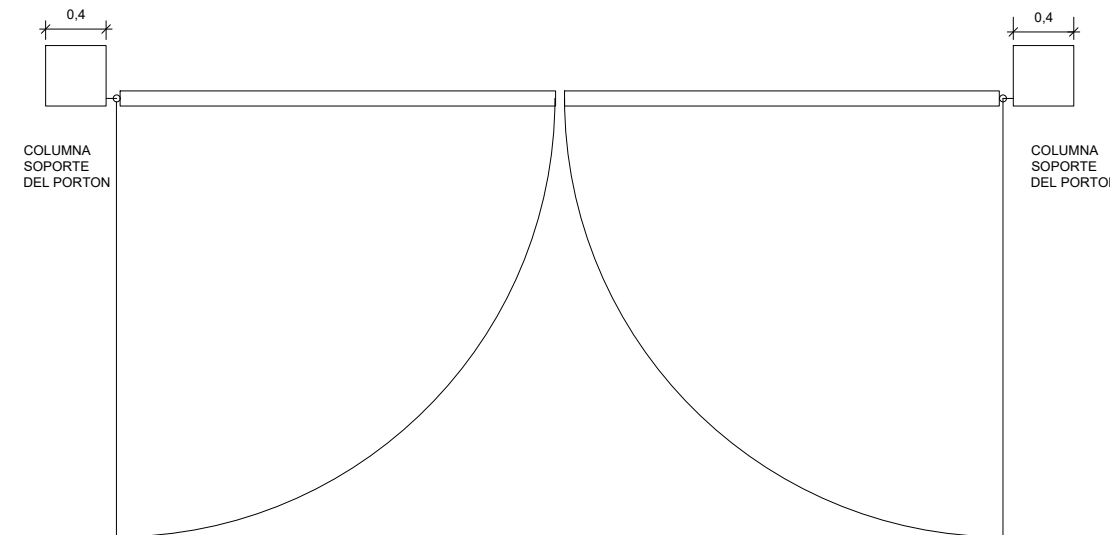
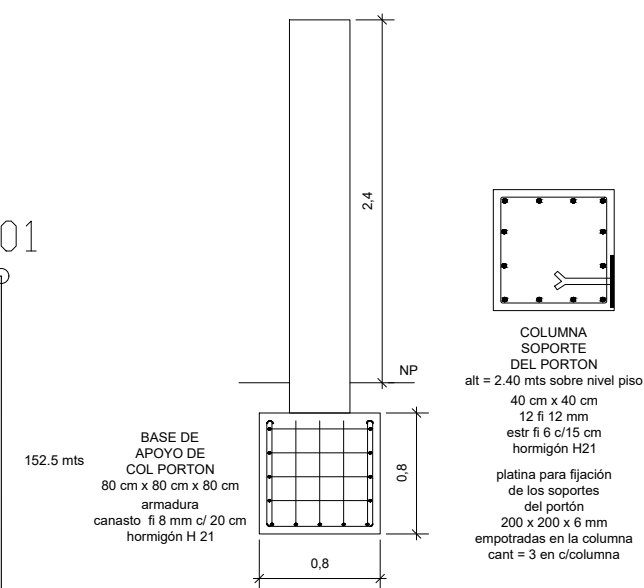
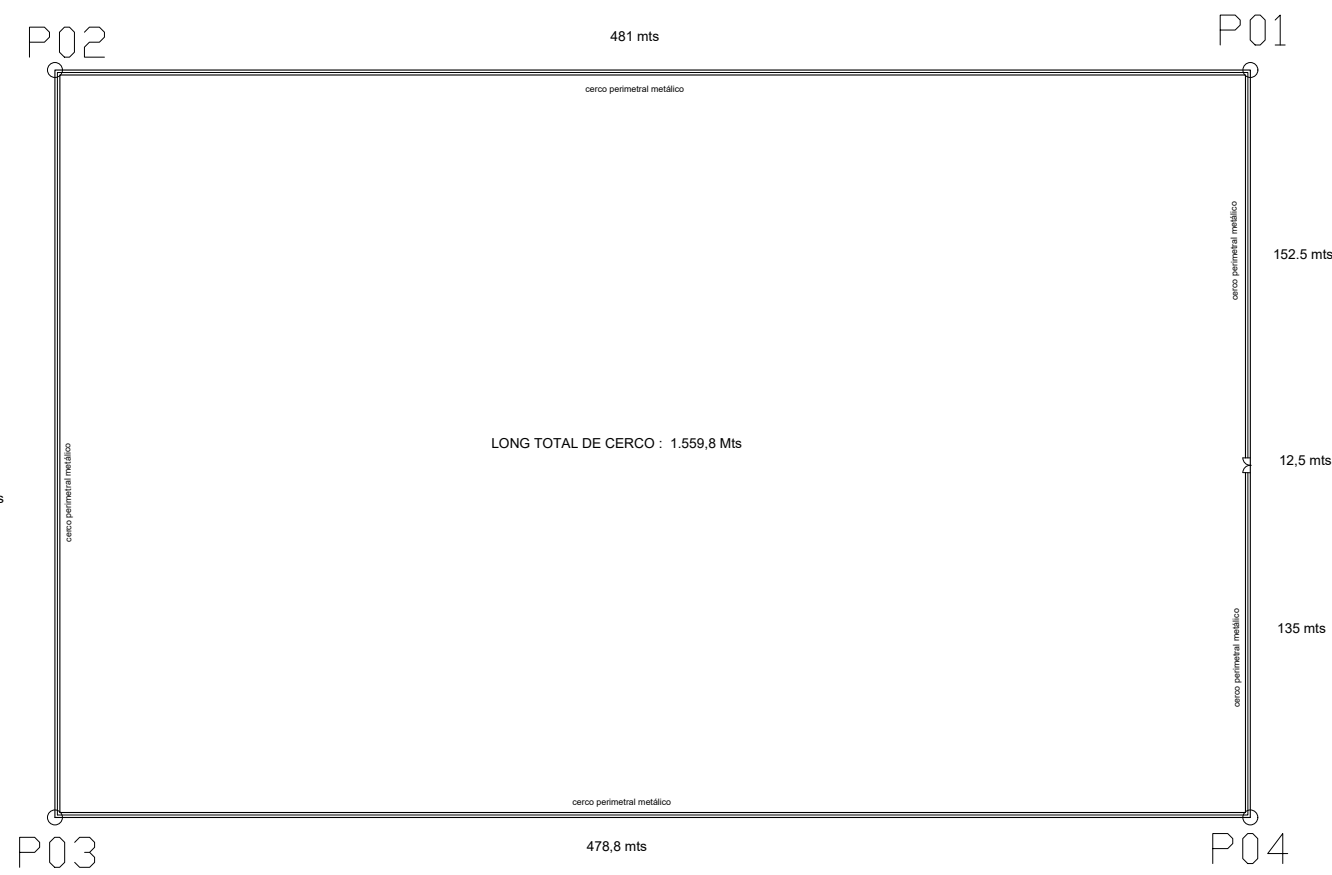


## C

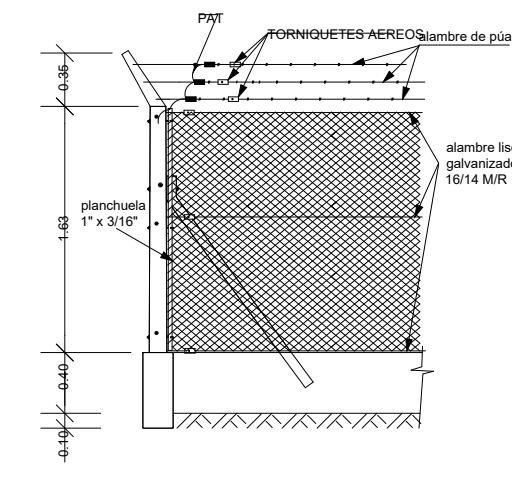
A



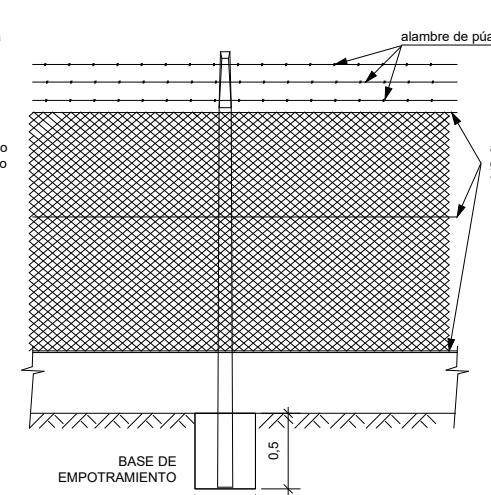
PORTON DE INGRESO - VISTA INTERIOR



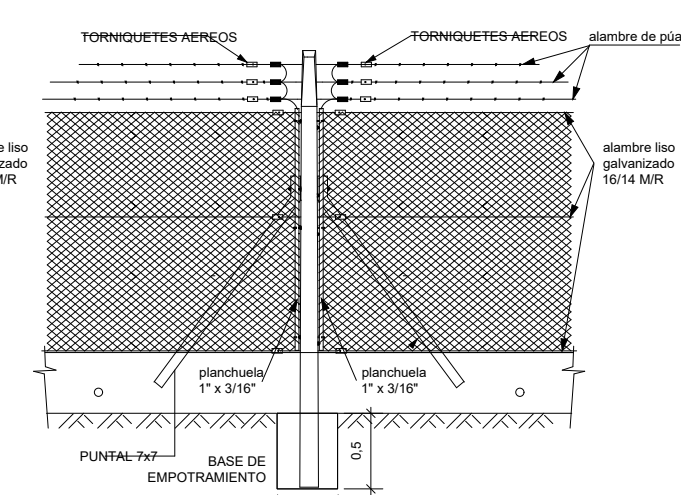
CORTE TRANSVERSAL DEL CERCO



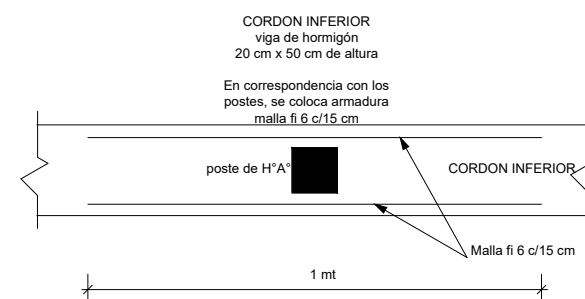
POSTE ESQUINERO (15 X 15)  
PUNTAL (7 X 7)



POSTE ALINEACION (10x10)  
BASE DE EMPOTRAMIENTO  
La parte inferior de cada poste se empotra en un macizo de hormigón simple H21 de 40 x 40 cm y 50 cm de profundidad



POSTE RETENCION (15 X 15)  
PUNTAL (7 X 7)



CORDON INFERIOR  
viga de hormigón  
20 cm x 50 cm de altura  
En correspondencia con los postes, se coloca armadura malla fi 6 c/15 cm

Separación máxima entre postes del cerco olímpico : 5 metros.  
Como máximo, cada 50 mts se coloca un poste de retención

00	Emisión inicial	10/05/2022	
Rev	Denominación / Description	Fecha / Date	Firma/Sign
Cliente / Client.	CFI - Consejo Federal de Inversiones Proyecto fotovoltaico Macachin		
Título / Title.	CERCO PERIMETRAL Anteproyecto Ejecutivo	OBRA N°:	1432022
Proy. / Design	Rev. / Check	Aprob. / Appr	Fecha / Date
PAMC	JHT	JHT	10/05/2022
Escala/Scale	Tamaño/Size	Hoja / Sheet	Cont. / Cont.
A 2	A 2	1	2
Nº Plano Cliente / Client	Rev.:	Nº Plano Bintel / Bintel	Rev.:
DWG N°		DWG N°	
		BNTL-CC128-CEROPE-01-01-00	00





C



B

 $\triangle$ 

△

1

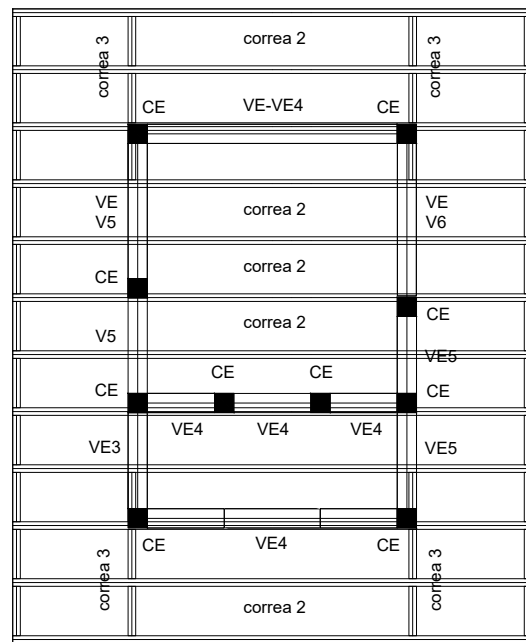
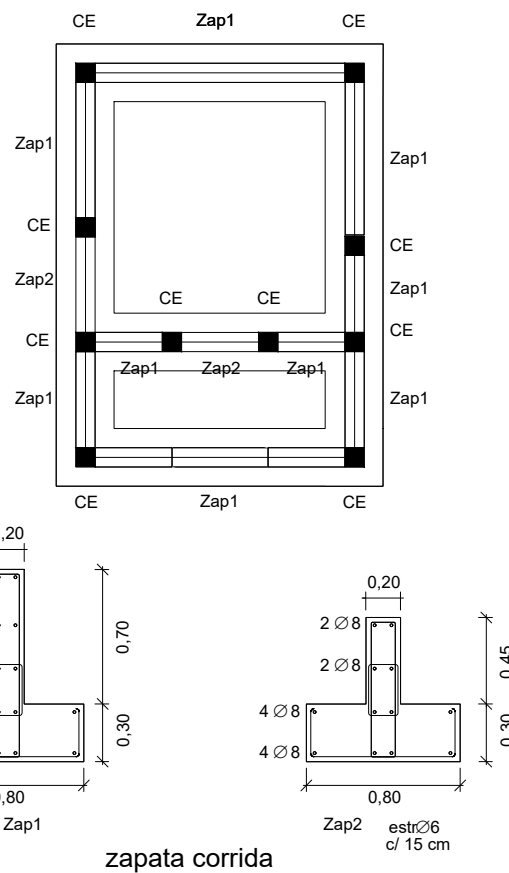
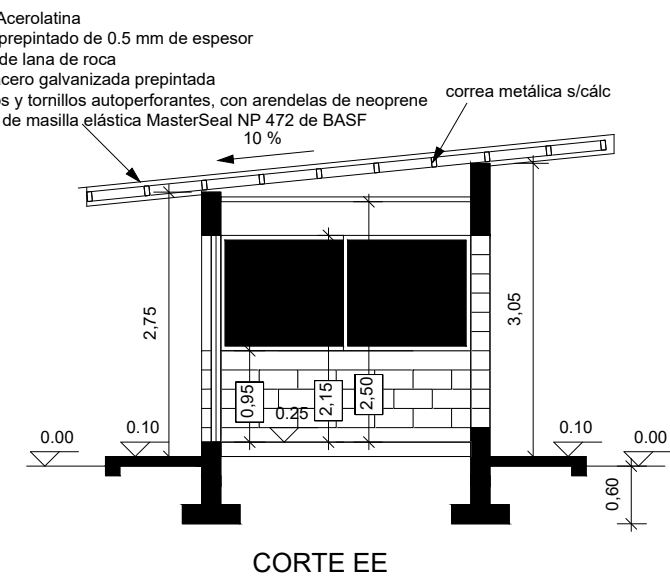
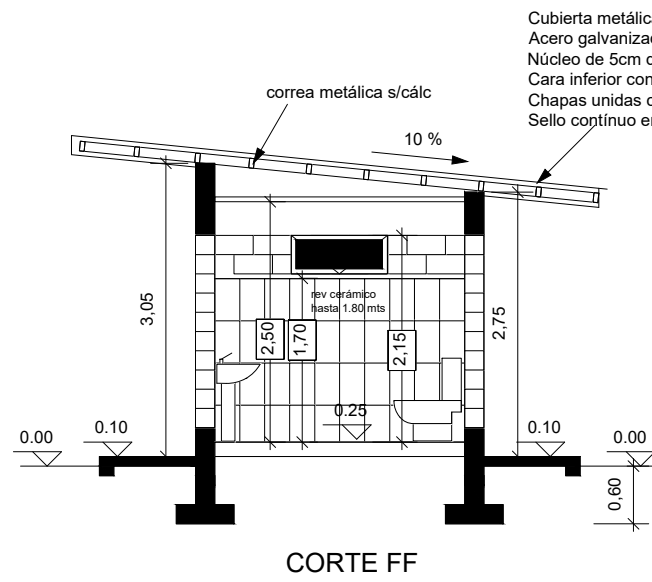
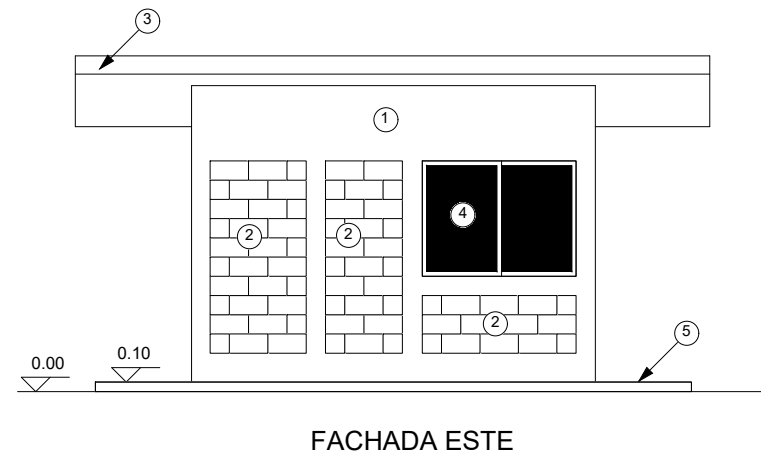
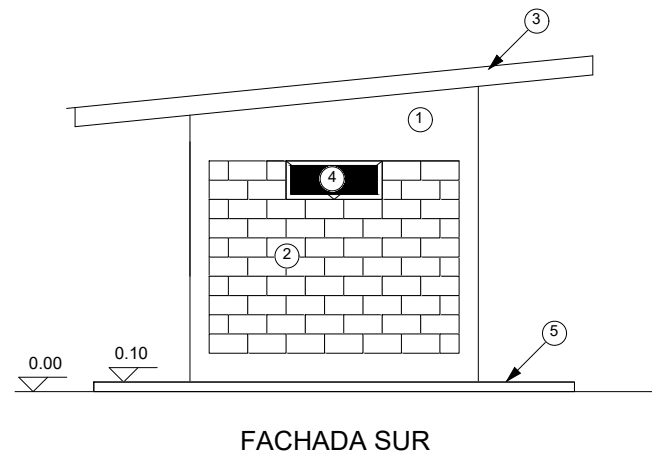
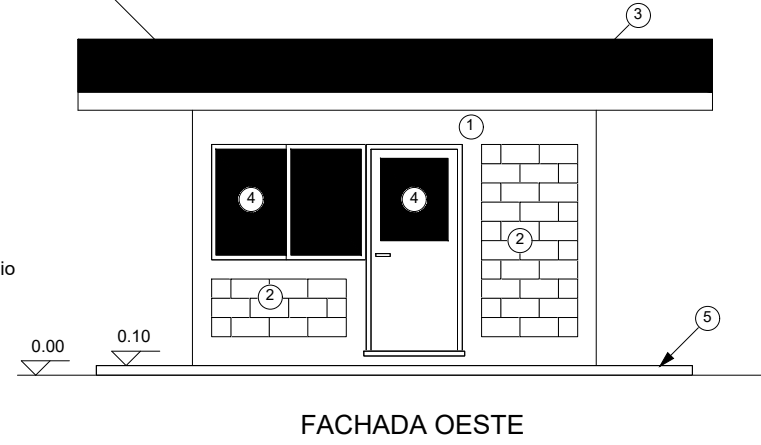
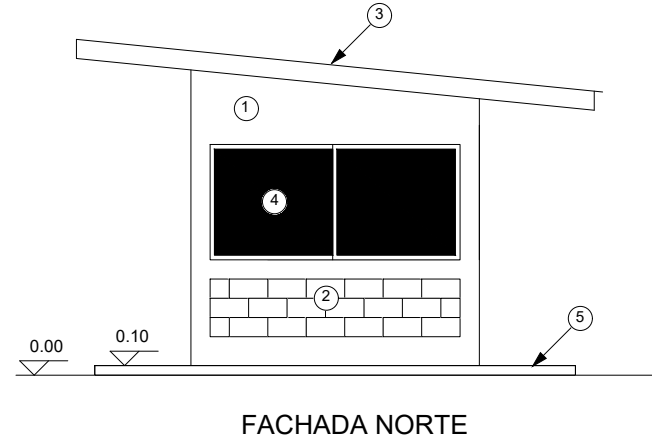
 $\sigma_{ek} = 4200 \text{ kg/cm}^2$ 

Desig.	N	Peso	Dimensiones			Armaduras				Tensión sobre terreno
	Estát	Propio	L1	L2	H excav	A long		estribos		
			cm	cm	cm	CANT	Ø	Ø	sep	
Zap1	1800	1668	100	80	60	14	8	6	20	0.41
Zap2	1800	1548	100	80	60	12	8	6	20	0.42

## VE3

04

Cubierta metálica Ignirroof - Acerolatina  
Acero galvanizado superior pre pintado de 0.5 mm de espesor  
Núcleo de 5cm de aislación de lana de roca  
Cara inferior con chapa de acero galvanizada prepintada  
Chapas unidas con capelotos y tornillos auto perforantes, con arendelas de neoprene  
Sello continuo entre chapas de masilla elástica MasterSeal NP 472 de BASF



CORREAS METALICAS

caños estructurales de acero con costura IRAM-IAS U 500-2592 TE 22  
Fu = 2370 kg/cm2 (TE 22) Fy = 2015 E = 200000 kg/cm2

Design	luz cálculo	P	q	M u centro	R	R	W neces	designación	tens	f real	observaciones
	m	kg	kg/m	kgcn	kg	kg	cm3	J real cm4	w real cm3	est lín servicio cm	estado de carga analizada
correa 2	1.3/2.8/1.3	140	64	23600	313	313	9.96	c estr 100-50-2.5	104.2	20.83	1133 0.60 alero L/ 216 1.2 D+1.6 S+1.4 mont
	1.3/2.8/1.3	0	106	9000	-286	-286	3.80	c estr 100-50-2.5	104.2	20.83	432 0.65 tramo L/ 585 0.9 D+1.6 W
correa 3	1.30	140	520	62985		816	26.58	2 PEC 100-50-2.5	173.3	34.66	1817 0.83 alero L/ 156 1.2 D+1.6 S+1.4 mont

## CUBIERTA METALICA

### ANALISIS DE CARGAS

#### CARGAS PERMANENTES (D)

Chapa 7 kg/m2  
Cielorraso y aislaciones 25 kg/m2  
Estructura metálica 18 kg/m2  
D = 50 kg/m2

#### CARGAS DE NIEVE (S) s/ CIRSOC 104 - 2005

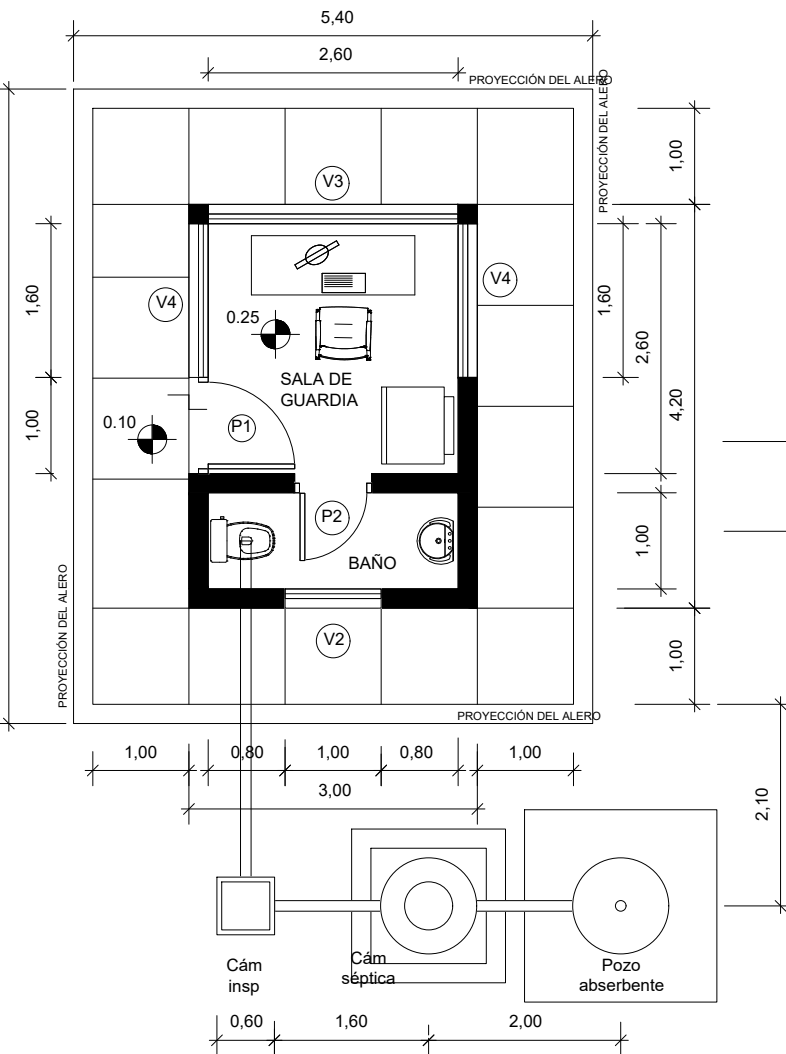
Carga de nieve ps = 0.7 x Ce x Ct x I x pg x Cs  
= 0.7 x 0.9 x 1.2 x 1.1 x 0.3 x 1.0 = 0.33 kN/m2  
S = 30 Kg/m2

#### CARGAS DE VIENTO (W) s/ CIRSOC 102 - 2005

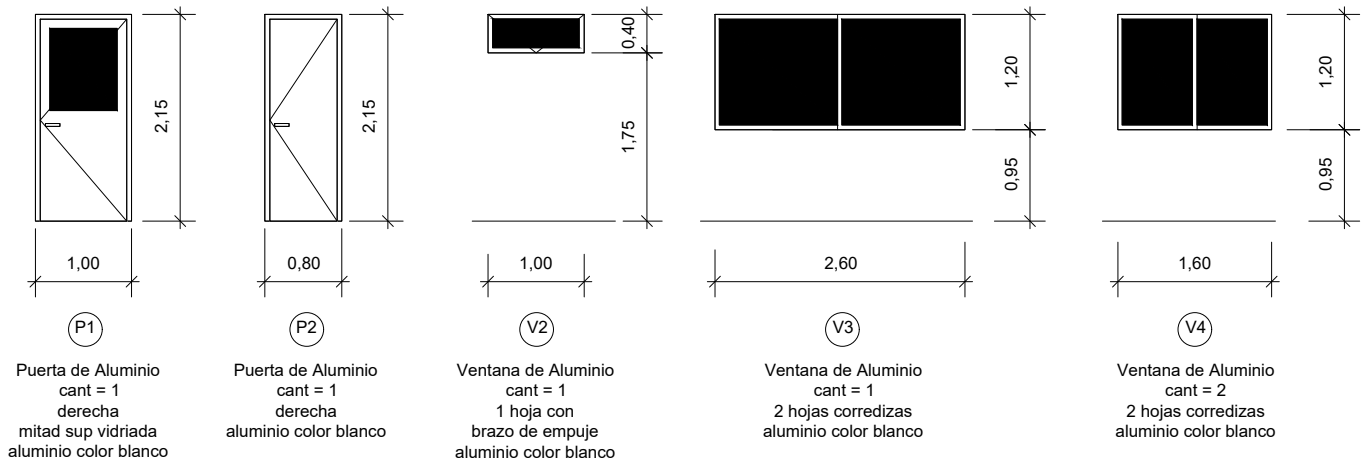
presión de viento = pres viento diseño x 1.15 x 1.4 x 0.9  
= - 0.958 kN/m2 x 1.15 x 1.4 x 0.9 = - 1.388 kN/m2  
W = - 139 kg/m2

#### COMBINACIONES DE CARGA MAYORADAS

- a) 1.4 D = 70 kg/m2  
b) 1.2 D + 1.6 S + 0.8 W = -3 kg/m2  
b1) 1.0 D + 1.6 (1.5 S/0.9) = 130 kg/m2  
c) 1.2 D + 1.6 W + 0.5 S = -147 kg/m2  
d) 0.9 D + 1.6 W = -177 kg/m2



## PLANTA



## CARPINTERIA

### VIGAS

Pos.	LUZ n	q (kg/n) P (kg)	a eke= 4200 kg/cm2			a 'bke= 170 kg/cm2			T X kg/cm2	T Y kg/cm2	AiSup AiInf	n n	Ø n	A Sup A Inf	n n	Ø n	AdSup AdInf	n n	Ø n	Estribos Ø	sep	OBSERV.	
			MiSup M Inf	M Sup M Inf	M Inf	Ri kg	Ra kg	b cm															ht
V5	2.80	601				841	841	20	60	0.82	0.82		2	8		2	8		2	8	6	15	208 c/cara lat
V6	1.80	745		589									2	8	0.43	2	8		2	8			
						671	671	20	90	0.44	0.44		2	8		2	8		2	8	6	15	308 c/cara lat
					302								2	8	0.14	2	8		2	8			
VE	viga encadenada							20	20				2	8		2	8		2	8	6	15	
													2	8		2	8		2	8			

## COLUMNAS

DESIGN	N máx E kg	dimensiones a1 cm	a2 cm	total n	estribos Ø	Ø	sep	OBSERV.
CE		20	20	4	10	6	15	

00	Emisión inicial	28/06/2022
Rev	Denominación / Description	Fecha Firma/Sign
Cliente / Client.	CFI - Consejo Federal de Inversiones Proyecto fotovoltaico Macachin	
Titulo / Title.	GARITA DE ENTRADA Anteproyecto Ejecutivo	OBRA N°: 1432022
Proj. / DesingRev. / Check:	PAMC JHT	Aprob. / Appr: JHT
Fecha / Date:	28/06/2022	Escala/Scale: A 2
Tamaño/Size:	A 2	Hoja / Sheet: 1
Cont. / Cont.:	1	
N° Plano Cliente / Client DWG N°	Rev.:	N° Plano Bintel / Bintel DWG N°
BNTL-CC128-GARITA-01-01-00		00

## ANEXO 3

### PLANOS DE DETALLE

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES STRING HUAWEI  
SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

Conjunto único de rastreadores, con retroceso

Potencia del sistema: 2408 kWp

PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca - Argentina

### Ciente

CFI - CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
San Martin, 871  
CABA  
ccoire@cfi.org.ar  
(011) 4317-0700 / Int. 514



### Autor(a)

BINTEL INGENIERÍA SRL  
Tucumán, 834. piso 7º oficina 73-74  
CABA / 1049  
Argentina  
pmontoro@bintel.com.ar  
+54 911 6293-6360  
30-71548951-8





**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Resumen del proyecto

**Sitio geográfico**

**PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca**

Argentina

**Situación**

Latitud -37.08 °S

Longitud -63.67 °W

Altitud 141 m

Zona horaria UTC-3

**Configuración del proyecto**

Albedo 0.20

**Datos meteo**

CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN SOLAR

NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

## Resumen del sistema

**Sistema conectado a la red**

Simulación para el año n° 1

**Orientación campo FV**

Plano de rastreo, eje horizontal N-S

Azimut del eje 0 °

**Conjunto único de rastreadores, con retroceso****Sombreados cercanos**

Según las cadenas

Efecto eléctrico 100 %

**Necesidades del usuario**

Carga ilimitada (red)

**Información del sistema****Conjunto FV**

Núm. de módulos

4224 unidades

Pnom total

2408 kWp

**Inversores**

Núm. de unidades

12 unidades

Pnom total

2100 kWca

Proporción Pnom

1.147

## Resumen de resultados

Energía producida	4749 MWh/año	Producción específica	1972 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.57 %
-------------------	--------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

## Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos especiales	9
Evaluación P50 - P90	10
Balance de emisiones de CO <sub>2</sub>	11



# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

## PVsyst V7.2.6

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano de rastreo, eje horizontal N-S  
Azimut del eje 0 °

###### Horizonte

Horizonte libre

#### Conjunto único de rastreadores, con retroceso

##### Estrategia de retroceso

Núm. de rastreadores 48 unidades  
Conjunto único

##### Tamaños

Espaciado de rastreador 6.50 m  
Ancho de colector 2.41 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 37.1 %  
Phi mín/máx. +/- 60.0 °

##### Ángulo límite del retroceso

Límites de phi +/- 68.1 °

##### Sombreados cercanos

Según las cadenas  
Efecto eléctrico 100 %

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteonorm  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante Jinkosolar  
Modelo JKM570M-7RL4-V  
(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 570 Wp  
Número de módulos FV 4224 unidades  
Nominal (STC) 2408 kWp  
Módulos 192 Cadenas x 22 En series

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2197 kWp  
U mpp 880 V  
I mpp 2497 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2408 kWp  
Total 4224 módulos  
Área del módulo 11549 m²

#### Inversor

Fabricante Huawei Technologies  
Modelo SUN2000-185KTL-H1  
(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 175 kWca  
Número de inversores 12 unidades  
Potencia total 2100 kWca  
Voltaje de funcionamiento 550-1500 V  
Potencia máx. (>=30°C) 185 kWca  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.15

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2100 kWca  
Núm. de inversores 12 unidades  
Proporción Pnom 1.15

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 1.0 %

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 29.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Módulo de degradación media

Año n° 1  
Factor de pérdida 0.4 %/año

#### Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año  
Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 5.8 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Pérdidas del conjunto

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR,  $n(\text{vidrio})=1.526$ ,  $n(\text{AR})=1.290$

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0  
MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

**Pérdidas del sistema.**

**Indisponibilidad del sistema**

Frac. de tiempo	1.5 %
	5.5 días,
	3 períodos



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

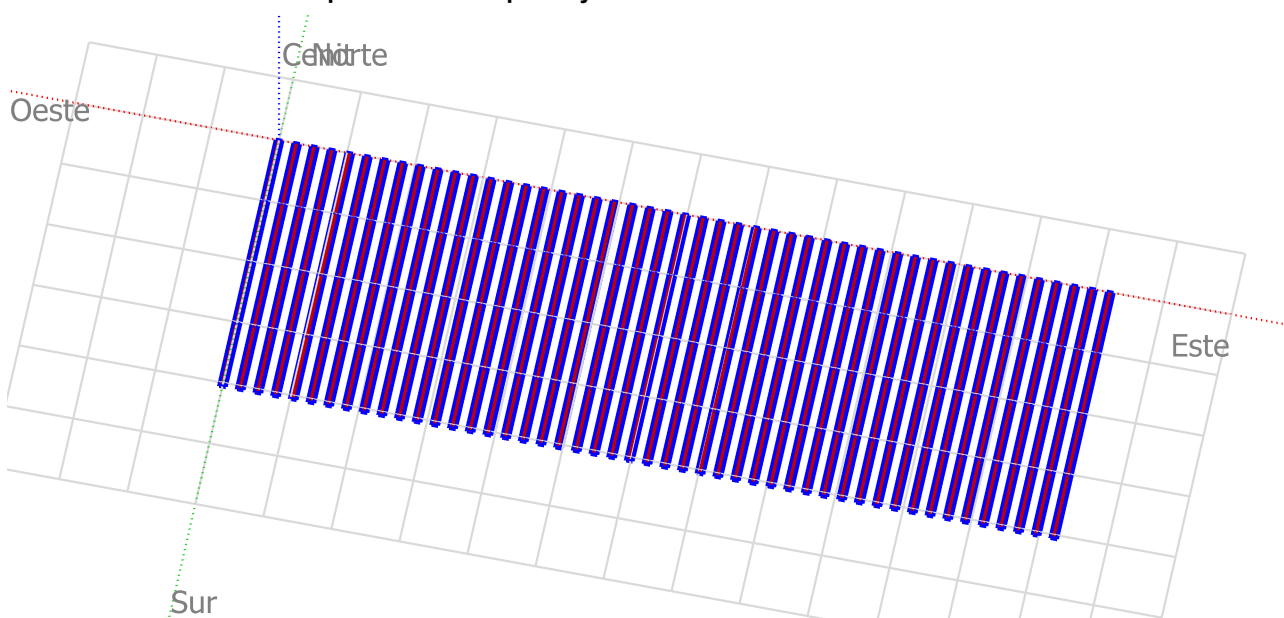
# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Parámetro de sombreados cercanos

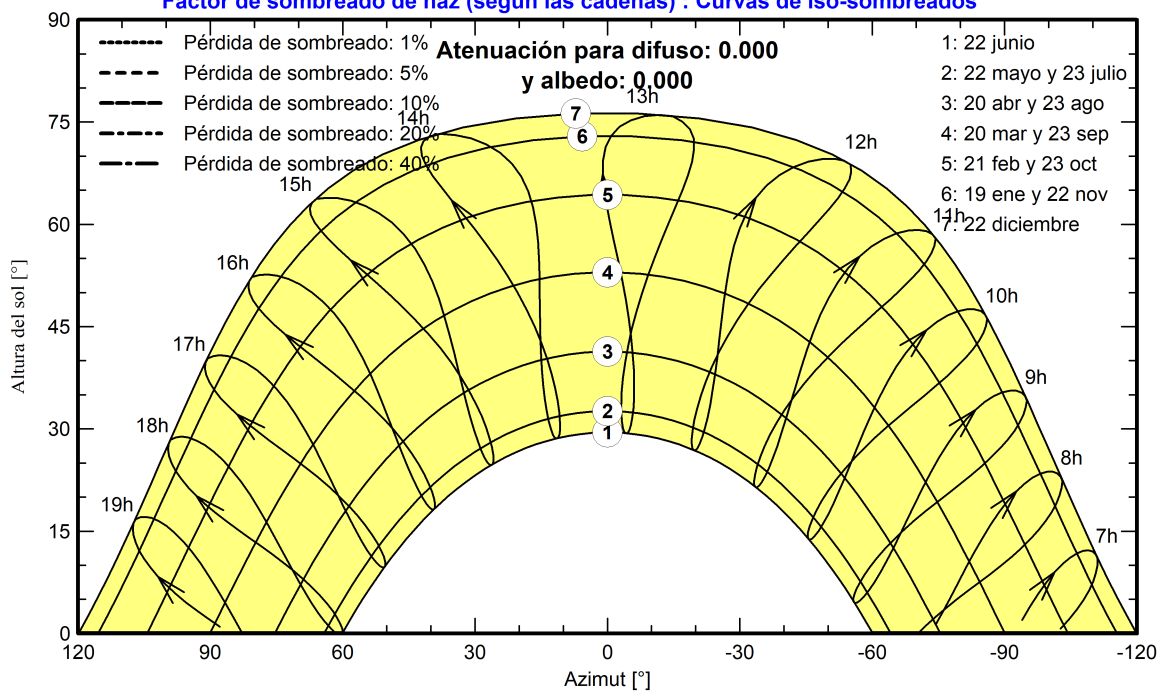
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



## Diagrama de iso-sombreados

CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca - Hora Legal

Factor de sombreado de haz (según las cadenas) : Curvas de iso-sombreados





# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

PVsyst V7.2.6

VCO, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida

4749 MWh/año

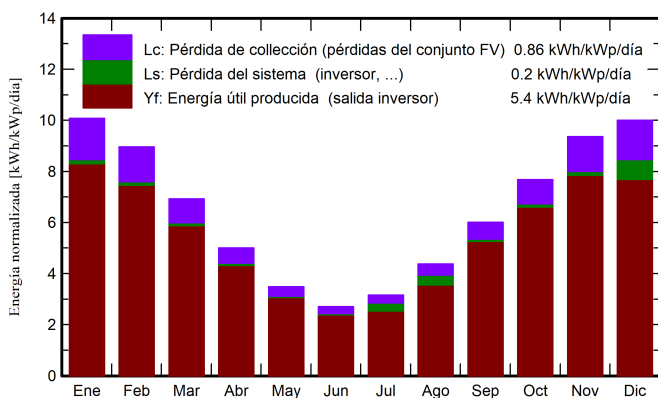
Producción específica

1972 kWh/kWp/año

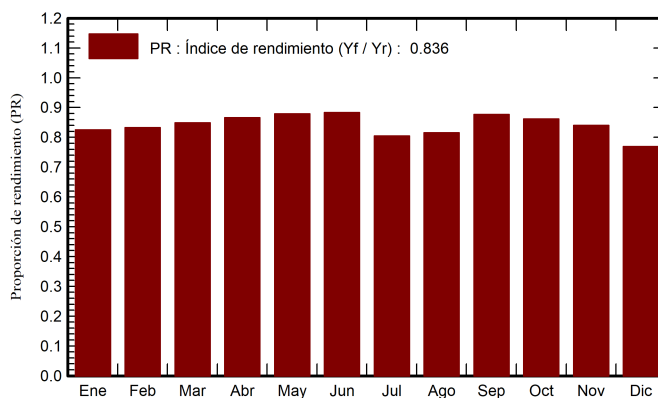
Proporción de rendimiento (PR)

83.57 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	231.3	66.34	24.34	312.4	302.8	632.3	620.4	0.825
Febrero	185.1	51.24	23.00	250.9	243.0	513.0	503.4	0.833
Marzo	157.5	46.81	20.45	214.9	207.7	447.2	439.0	0.848
Abril	108.6	33.60	15.60	150.0	143.9	318.6	312.9	0.866
Mayo	77.2	26.04	11.24	108.1	102.7	233.1	228.9	0.879
Junio	59.1	21.60	8.08	81.3	76.7	176.1	172.9	0.884
Julio	70.7	23.56	7.12	97.8	92.7	212.9	189.5	0.804
Agosto	97.7	30.69	9.62	135.6	129.8	294.8	266.1	0.815
Septiembre	131.1	41.10	12.38	180.2	173.6	387.3	380.4	0.877
Octubre	174.8	56.42	16.44	238.1	230.2	503.2	493.9	0.862
Noviembre	210.3	62.70	19.96	280.7	271.7	578.4	567.5	0.840
Diciembre	231.6	70.99	23.02	310.2	300.1	632.0	574.1	0.769
Año	1734.9	531.10	15.90	2360.2	2275.0	4929.0	4749.0	0.836

### Legendas

GlobHor Irradiación horizontal global  
DiffHor Irradiación difusa horizontal  
T\_Amb Temperatura ambiente  
GlobInc Global incidente plano receptor  
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
E\_Grid Energía inyectada en la red  
PR Proporción de rendimiento





**PVsyst V7.2.6**

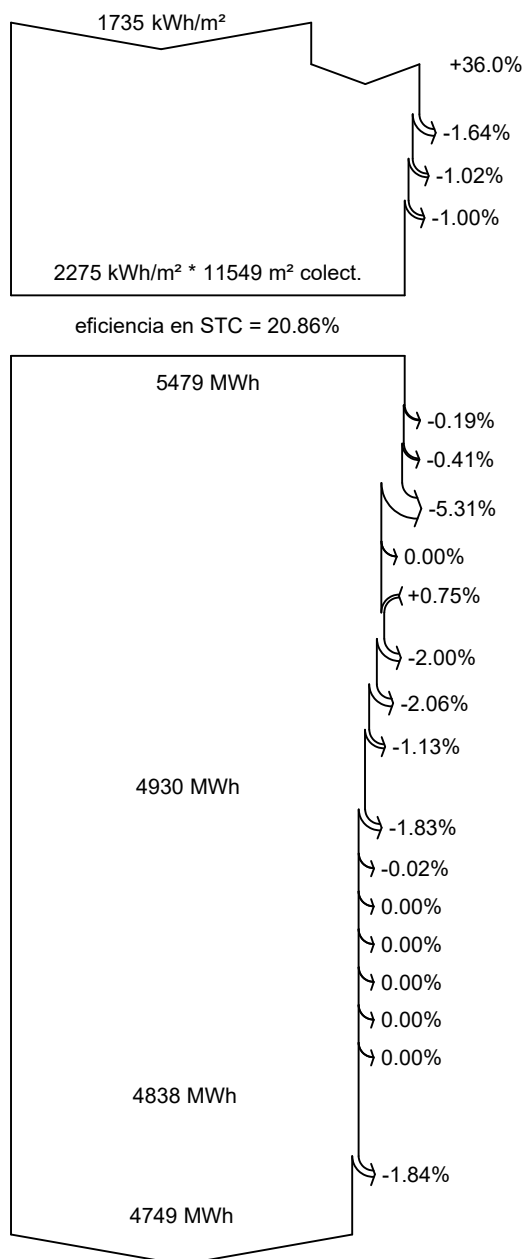
VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Diagrama de pérdida



### Irradiación horizontal global

#### Global incidente plano receptor

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

### Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

### Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida de degradación módulos ( por año #1)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Sombreados: pérdida eléctrica según las cadenas

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

### Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

### Energía disponible en la salida del inversor

Indisponibilidad del sistema

### Energía inyectada en la red



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

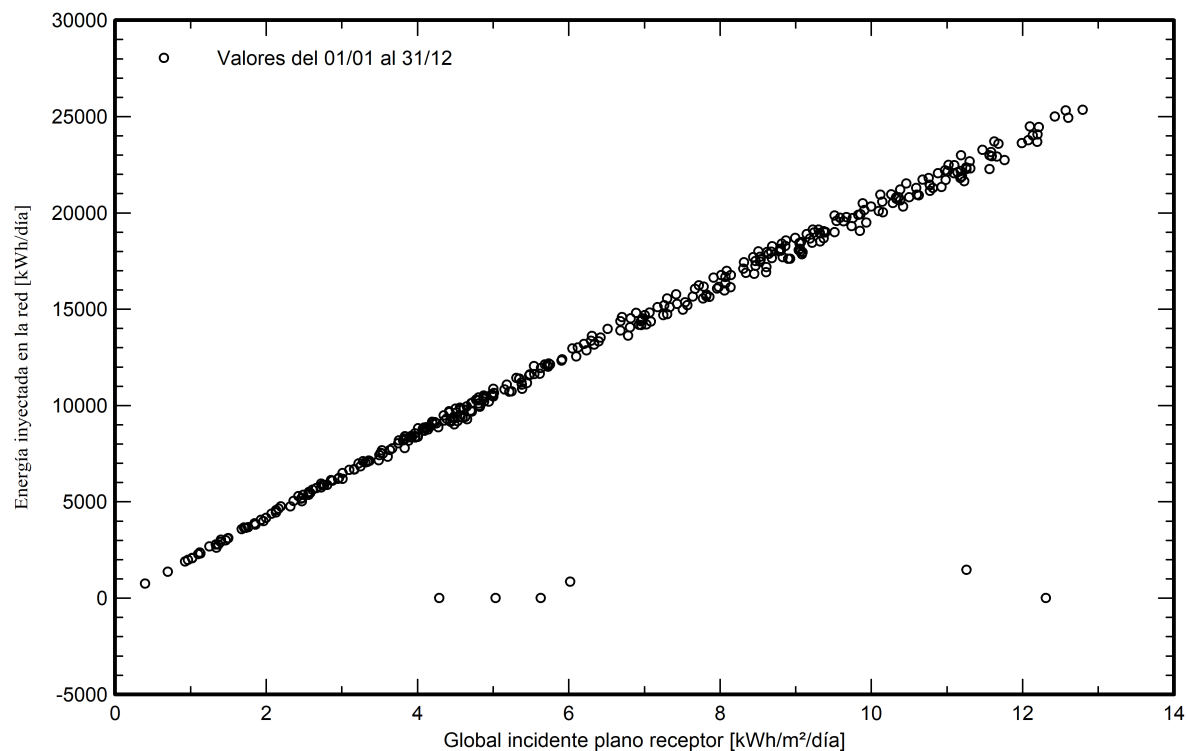
## Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

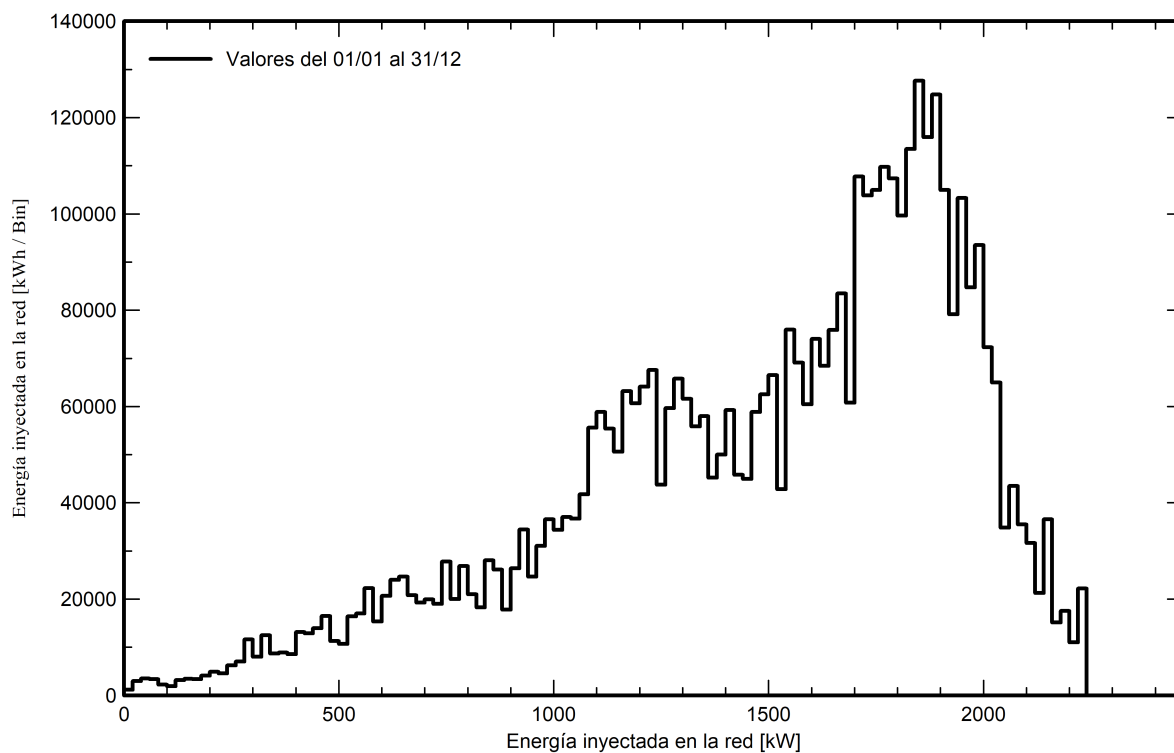
BINTEL INGENIERÍA SRL

### Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

PVsyst V7.2.6

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Evaluación P50 - P90

### Datos meteo

Fuente NASA-SSE satellite data 1983-2005  
Tipo TMY, multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.5 %

### Desviación especificada

Cambio climático 0.0 %

### Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.1 %

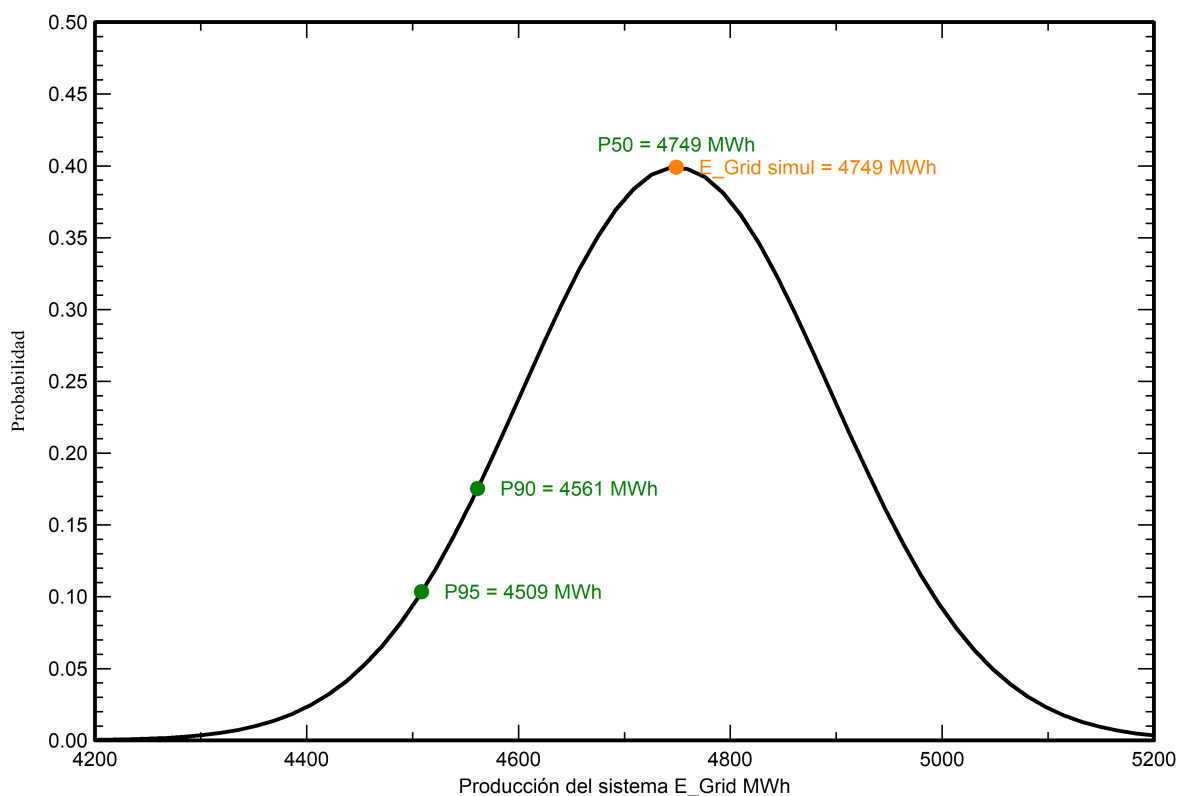
### Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

### Probabilidad de producción anual

Variabilidad	146 MWh
P50	4749 MWh
P90	4561 MWh
P95	4509 MWh

### Distribución de probabilidad





# Proyecto: CFI - PLANTA FOTOVOLTAICA MACACHIN 2,0 MWca

PVsyst V7.2.6

VCO, Fecha de simulación:  
28/03/22 13:38  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Balance de emisiones de CO<sub>2</sub>

Total: 40479.6 tCO<sub>2</sub>

### Emisiones generadas

Total: 4640.75 tCO<sub>2</sub>

Fuente: Cálculo detallado de la siguiente tabla:

### Emisiones reemplazadas

Total: 52002.1 tCO<sub>2</sub>

Sistema de producción: 4749.05 MWh/año

Emisiones del ciclo de vida de la red: 365 gCO<sub>2</sub>/kWh

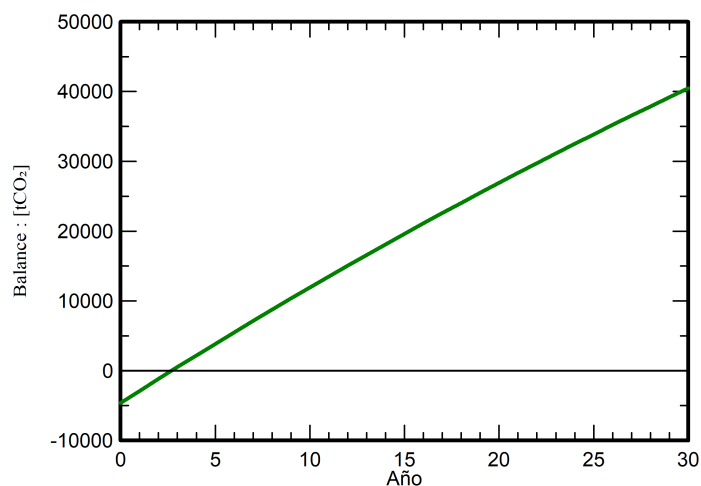
Fuente: Lista IEA

País: Argentina

Toda la vida: 30 años


Degradación anual: 1.0 %

### Emisión de CO<sub>2</sub> ahorrada vs tiempo



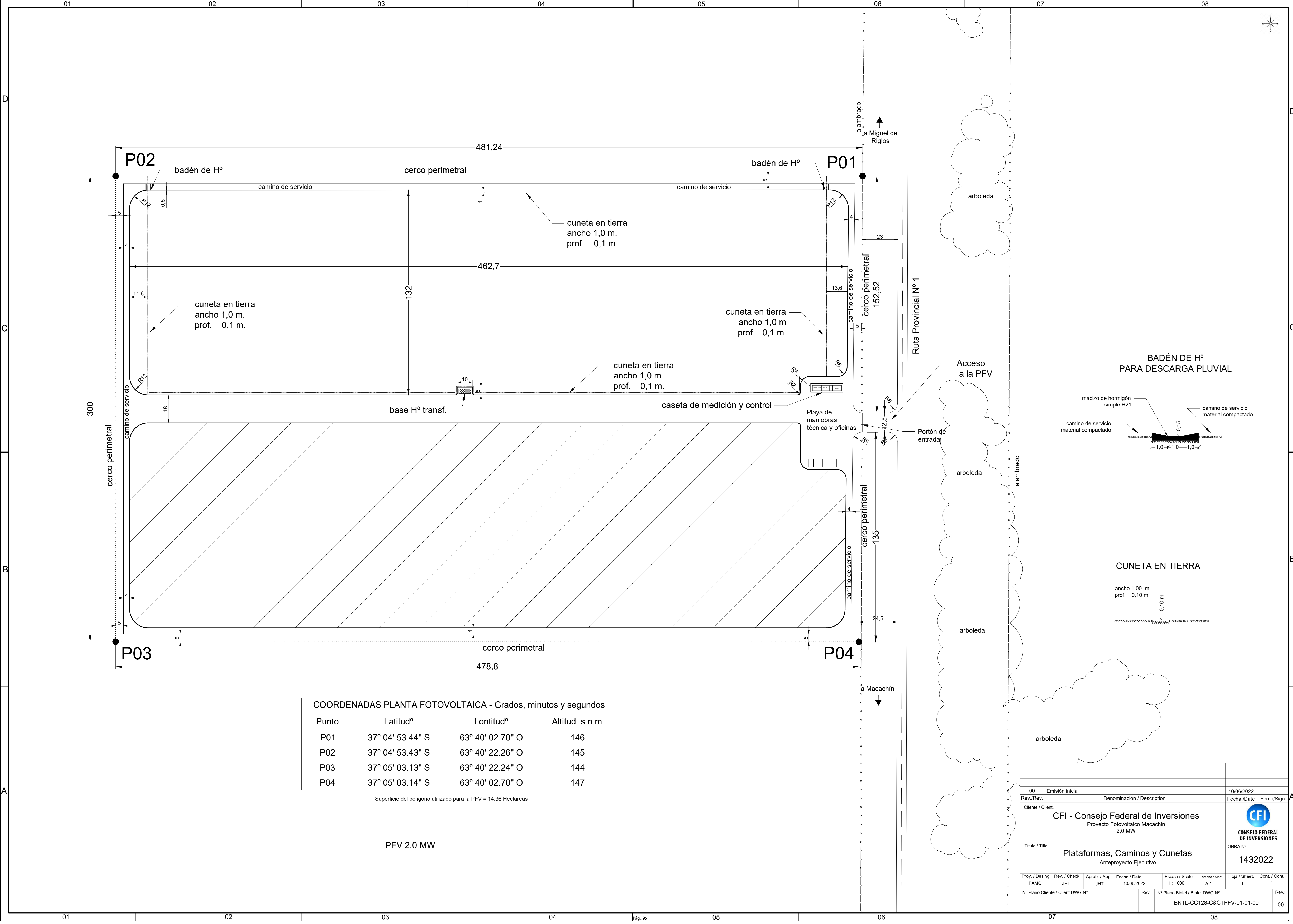
### Detalles de emisiones del ciclo de vida del sistema

Artículo	LCE	Cantidad	Subtotal
			[kgCO <sub>2</sub> ]
Módulos	1713 kgCO <sub>2</sub> /kWp	2408 kWp	4123682
Soportes	2.43 kgCO <sub>2</sub> /kg	211200 kg	514177
Inversores	241 kgCO <sub>2</sub> /unidades	12.0 unidades	2894

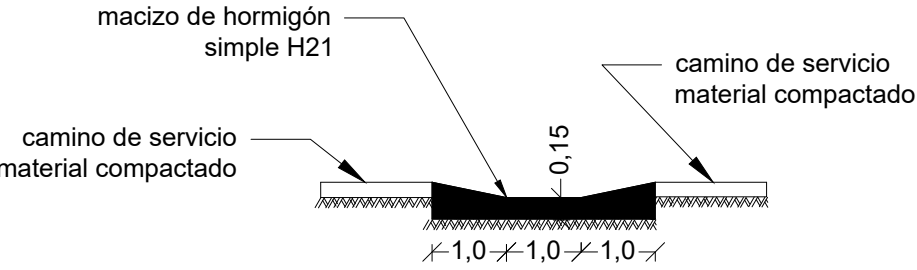
				Plano nº:	BNTL-CC128-GEN-01-02-00	Fecha de Edición 28/06/2022	Obra:	PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN - 2,0 MW	 <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>	Proy.: PAMC
				Título:	ARQUITECTURA DEL GENERADOR ARQUITECTURA DE CABLEADO DE CADENAS		Nº: 143022	Anteproyecto Ejecutivo		Apro.: JHT
00		28/06/2022	JHT					GENERACIÓN		Hoja nº: 1
Rev.	Descripción	Fecha	Resp.							Cont.: 2



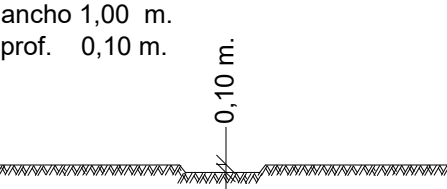




BADÉN DE Hº PARA DESCARGA PLUVIAL



CUNETA EN TIERRA




00	Emisión inicial			10/06/2022					
Rev./Rev.	Denominación / Description			Fecha /Date			Firma/Sign		
Cliente / Client.									 <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>
<b>CFI - Consejo Federal de Inversiones</b> Proyecto Fotovoltaico Macachin 2,0 MW									
Titulo / Title.									
<b>Plataformas, Caminos y Cunetas</b> Anteproyecto Ejecutivo							OBRA N°: <b>1432022</b>		
Proy. / Desing	Rev. / Check	Aprob. / Appr	Fecha / Date:	Escala / Scale:	Tamaño / Size:	Hoja / Sheet:	Cont. / Cont.:		
PAMC	JHT	JHT	10/06/2022	1 : 1000	A 1	1	1		
N° Plano Cliente / Client DWG N°			Rev.:	N° Plano Bintel / Bintel DWG N°					Rev.:
				BNTL-CC128-C&CTPFV-01-01-00					00



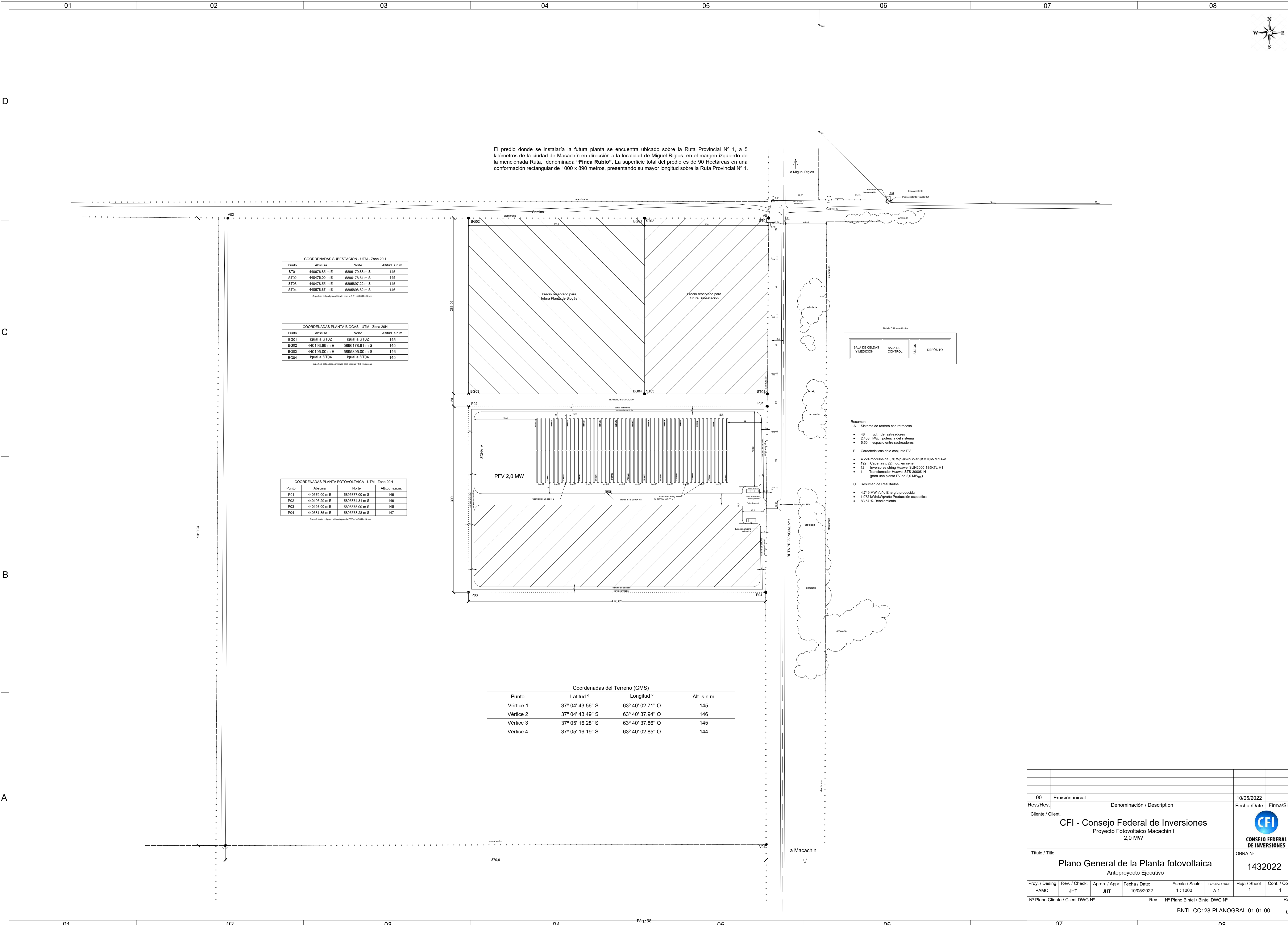
PFV 2,0 MW

REFERENCIAS

	INTERRUPTOR		SECCIONADOR
	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA		DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES
	TRANSFORMADOR DE TENSION		PROTECCIÓN ELÉCTRICA
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE		Protección direccional de sobrecorriente de fases (67)
	FUSIBLE		Protección direccional de sobrecorriente de Neutro (67N)
	INVERSOR		Protección de sobrecorriente de fases (51P/50P)
	MANDO MOTORIZADO		Protección de sobrecorriente de tierra (51G/50G)
	BOBINA APERTURA		Protección de sobrecorriente de secuencia negativa (46)
	BOBINA CIERRE		Protección de sobre y Subtensión (59/27)
	DIVISOR CAPACITIVO CON IND. ÓPTICA		Protección de sobre y Subfrecuencia (81H/81L)
			Protección de fallo de interruptor (50BF)
			Protección de máxima potencia activa direccional (32P)
			Protección de máxima potencia reactiva direccional (32Q)
			Medición de variables eléctricas y visualización en display
			Control de interruptor desde HMI (52)
			Supervisión de circuito de disparo (TCS)

00	Emisión inicial					10/06/2022			
Rev./Rev.	Denominación / Description					Fecha /Date		Firma/Sign	
Cliente / Client.						<div> <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b></div>			
CFI – Consejo Federal de Inversiones Proyecto fotovoltaico Macachin 2,0 MW									
Título / Title.						OBRA N°:			
DIAGRAMA UNIFILAR Anteproyecto Ejecutivo						1432022			
Proy. / Desing:	Rev. / Check:	Aprob. / Appr:	Fecha / Date:		Escala/Scale:	Tamaño/Size:	Hoja / Sheet:	Cont. / Cont.:	
PAMC	JHT	JHT	10/06/2022			A 2	1	1	
N° Plano Cliente / Client DWG N°				Rev.:	N° Plano Bintel / Bintel DWG N°				Rev.:
					BNTL-CC128-DUF-01-01-00				00





COORDENADAS SUBESTACION - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
ST01	440676.85 m E	5896179.88 m S	145
ST02	440676.00 m E	5896178.61 m S	145
ST03	440676.55 m E	5895997.22 m S	145
ST04	440676.87 m E	5895998.82 m S	146

Superficie del polígono utilizado para Biogás = 0.05 Hectáreas

COORDENADAS PLANTA BIOGAS - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
BG01	Igual a ST02	Igual a ST02	145
BG02	440193.89 m E	5896178.61 m S	145
BG03	440195.00 m E	5895995.00 m S	146
BG04	Igual a ST04	Igual a ST04	145

Superficie del polígono utilizado para Biogás = 0.0 Hectáreas

COORDENADAS PLANTA FOTOVOLTAICA - UTM - Zona 20H			
Punto	Abscisa	Norte	Altitud s.n.m.
P01	440679.00 m E	5895877.00 m S	146
P02	440196.29 m E	5895874.31 m S	146
P03	440198.00 m E	5895975.00 m S	145
P04	440681.85 m E	5895976.26 m S	147

Superficie del polígono utilizado para la PV = 10.20 Hectáreas

Coordenadas del Terreno (GMS)			
Punto	Latitud °	Longitud °	Alt. s.n.m.
Vértice 1	37° 04' 43.56" S	63° 40' 02.71" O	145
Vértice 2	37° 04' 43.49" S	63° 40' 37.94" O	146
Vértice 3	37° 05' 16.28" S	63° 40' 37.86" O	145
Vértice 4	37° 05' 16.19" S	63° 40' 02.85" O	144

00	Emisión inicial	10/05/2022
Rev./Rev.	Denominación / Description	Fecha /Date Firma/Sign
Cliente / Client.		
CFI - Consejo Federal de Inversiones Proyecto Fotovoltaico Macachin I 2,0 MW		 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Título / Title.		OBRA N°:
Plano General de la Planta fotovoltaica Anteproyecto Ejecutivo		1432022
Proy. / Desing:	Rev. / Check:	Aprob. / Appr:
PAMC	JHT	JHT
Fecha / Date:	10/05/2022	Escala / Scale:
1 : 1000	Tamaño / Size:	A 1
Hoja / Sheet:	1	Cont. / Cont.:
1	Rev.:	00
N° Plano Cliente / Client DWG N°		N° Plano Bintel / Bintel DWG N°
		BNTL-CC128-PLANOGRAI-01-01-00

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES STRING HUAWEI  
SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 6019 kWp

CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca - Argentina

### Ciente

CFI - CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
San Martin, 871  
CABA  
ccoire@cfi.org.ar  
(011) 4317-0700 / Int. 514



### Autor(a)

BINTEL INGENIERÍA SRL  
Tucumán, 834. piso 7º oficina 73-74  
CABA / 1049  
Argentina  
pmontoro@bintel.com.ar  
+54 911 6293-6360  
30-71548951-8



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Resumen del proyecto

**Sitio geográfico**

CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca  
Argentina

**Situación**

Latitud -37.08 °S  
Longitud -63.67 °W  
Altitud 141 m  
Zona horaria UTC-3

**Configuración del proyecto**

Albedo 0.20

**Datos meteo**

CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca  
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético

## Resumen del sistema

**Sistema conectado a la red**

Simulación para el año n° 1

**Orientación campo FV**

Plano de rastreo, eje horizontal N-S  
Azimut del eje 0 °

**Sistema de rastreo, con retroceso****Sombreados cercanos**

Según las cadenas  
Efecto eléctrico 100 %

**Necesidades del usuario**

Carga ilimitada (red)

**Información del sistema****Conjunto FV**

Núm. de módulos 10560 unidades  
Pnom total 6019 kWp

**Inversores**

Núm. de unidades 30 unidades  
Pnom total 5250 kWca  
Proporción Pnom 1.147

## Resumen de resultados

Energía producida	11885 MWh/año	Producción específica	1974 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	83.66 %
-------------------	---------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

## Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos especiales	9
Evaluación P50 - P90	10
Balance de emisiones de CO <sub>2</sub>	11



# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

## PVsyst V7.2.6

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano de rastreo, eje horizontal N-S  
Azimut del eje 0 °

#### Horizonte

Horizonte libre

#### Sistema de rastreo, con retroceso

##### Estrategia de retroceso

Núm. de rastreadores 120 unidades

##### Tamaños

Espaciado de rastreador 6.50 m

Ancho de colector 2.41 m

Proporc. cob. suelo (GCR) 37.1 %

Phi mín/máx. +/- 60.0 °

##### Ángulo límite del retroceso

Límites de phi +/- 68.1 °

#### Sombreados cercanos

Según las cadenas

Efecto eléctrico 100 %

##### Modelos usados

Transposición Perez

Difuso Perez, Meteonorm

Circunsolar separado

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante

Jinkosolar

Modelo

JKM570M-7RL4-V

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia

570 Wp

Número de módulos FV

10560 unidades

Nominal (STC)

6019 kWp

Módulos

480 Cadenas x 22 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp

5493 kWp

U mpp

880 V

I mpp

6243 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC)

6019 kWp

Total

10560 módulos

Área del módulo

28872 m²

#### Inversor

Fabricante

Huawei Technologies

Modelo

SUN2000-185KTL-H1

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia

175 kWca

Número de inversores

30 unidades

Potencia total

5250 kWca

Voltaje de funcionamiento

550-1500 V

Potencia máx. (=>30°C)

185 kWca

Proporción Pnom (CC:CA)

1.15

#### Potencia total del inversor

Potencia total

5250 kWca

Núm. de inversores

30 unidades

Proporción Pnom

1.15

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 1.0 %

#### Pérdida diodos serie

Caída de voltaje 0.7 V

Frac. de pérdida 0.1 % en STC

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 2.3 mΩ

Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Módulo de degradación media

Año n° 1

Factor de pérdida 0.4 %/año

#### Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Pérdidas del conjunto

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR,  $n(\text{vidrio})=1.526$ ,  $n(\text{AR})=1.290$

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

**Corrección espectral**

Modelo FirstSolar

Agua precipitable estimada a partir de la humedad relativa

Conjunto de coeficientes	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0,85914	-0,02088	-0,0058853	0,12029	0,026814	-0,001781

**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MW<sub>ca</sub>

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Pérdidas del sistema.

**Indisponibilidad del sistema**

Frac. de tiempo	1.5 %
	5.5 días,
	3 períodos

## Pérdidas de cableado CA

**Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección**

Voltaje inversor	800 V <sub>ca</sub> tri
Frac. de pérdida	0.00 % en STC
<b>Inversor: SUN2000-185KTL-H1</b>	
Sección cables (30 Inv.)	Cobre 30 x 3 x 50 mm <sup>2</sup>
Longitud media de los cables	0 m



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

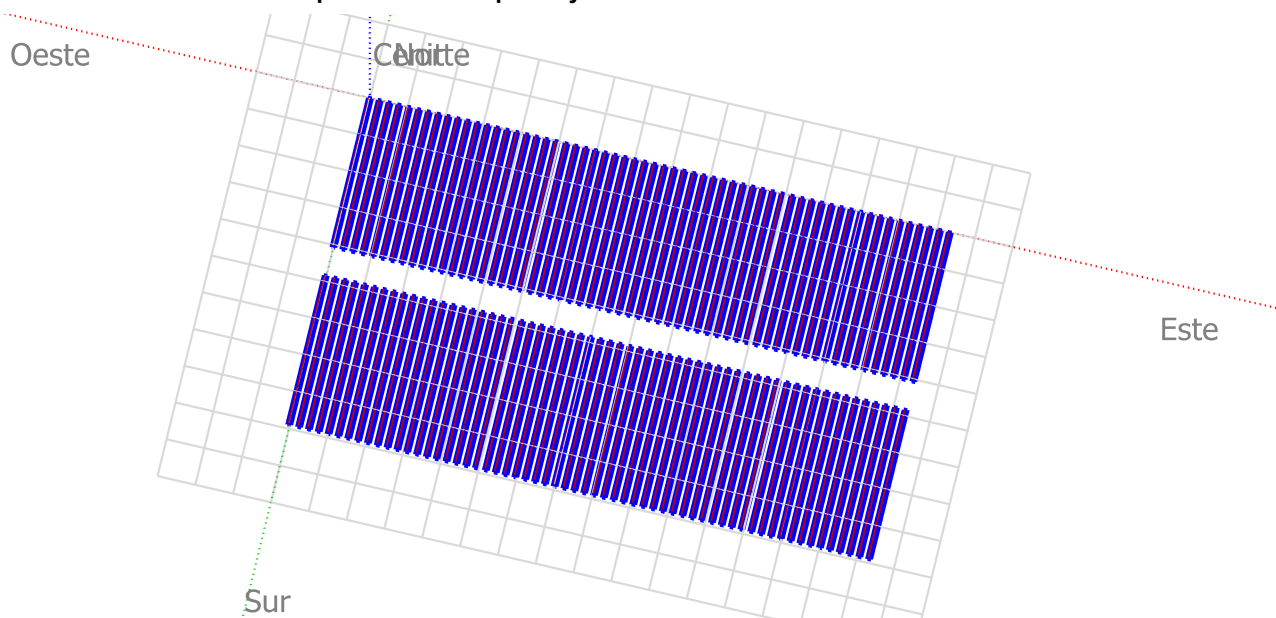
# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

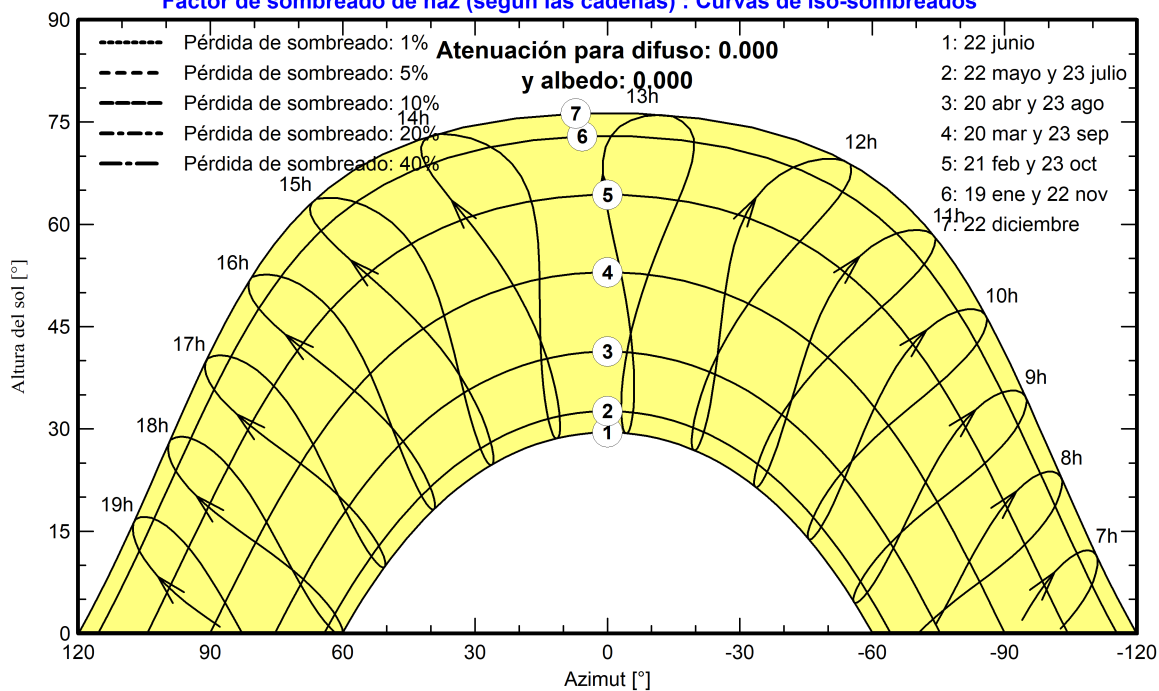
## Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



## Diagrama de iso-sombreados

CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca - Hora Legal  
Factor de sombreado de haz (según las cadenas) : Curvas de iso-sombreados





# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

PVsyst V7.2.6

VCO, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Resultados principales

### Producción del sistema

Energía producida

11885 MWh/año

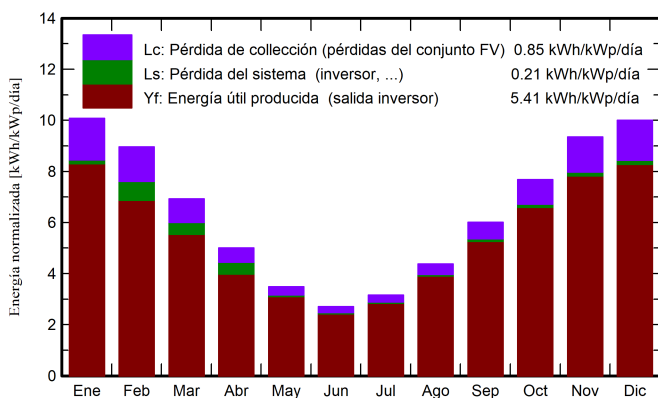
Producción específica

1974 kWh/kWp/año

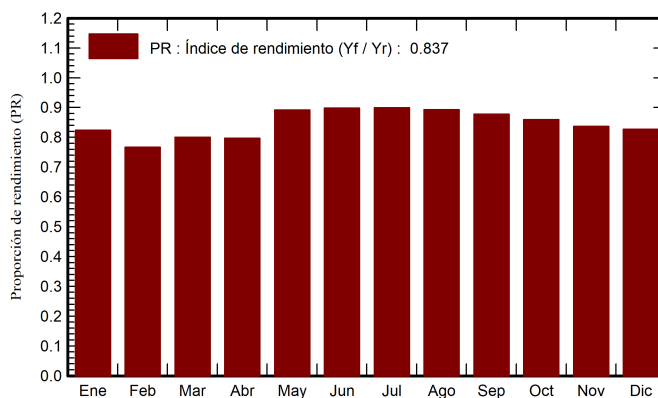
Proporción de rendimiento (PR)

83.66 %

### Producciones normalizadas (por kWp instalado)



### Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	231.3	66.34	24.34	312.4	302.7	1579	1549	0.824
Febrero	185.1	51.24	23.00	250.9	243.0	1283	1159	0.767
Marzo	157.5	46.81	20.45	214.9	207.6	1121	1035	0.800
Abril	108.6	33.60	15.60	150.0	143.9	803	719	0.797
Mayo	77.2	26.04	11.24	108.1	102.7	591	581	0.892
Junio	59.1	21.60	8.08	81.3	76.7	447	439	0.898
Julio	70.7	23.56	7.12	97.8	92.7	539	530	0.900
Agosto	97.7	30.69	9.62	135.6	129.7	742	729	0.893
Septiembre	131.1	41.10	12.38	180.2	173.5	969	952	0.877
Octubre	174.8	56.42	16.44	238.1	230.1	1256	1233	0.860
Noviembre	210.3	62.70	19.96	280.7	271.6	1441	1414	0.837
Diciembre	231.6	70.99	23.02	310.2	300.1	1575	1545	0.828
Año	1734.9	531.10	15.90	2360.2	2274.4	12347	11885	0.837

### Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global  
DiffHor Irradiación difusa horizontal  
T\_Amb Temperatura ambiente  
GlobInc Global incidente plano receptor  
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
E\_Grid Energía inyectada en la red  
PR Proporción de rendimiento



# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

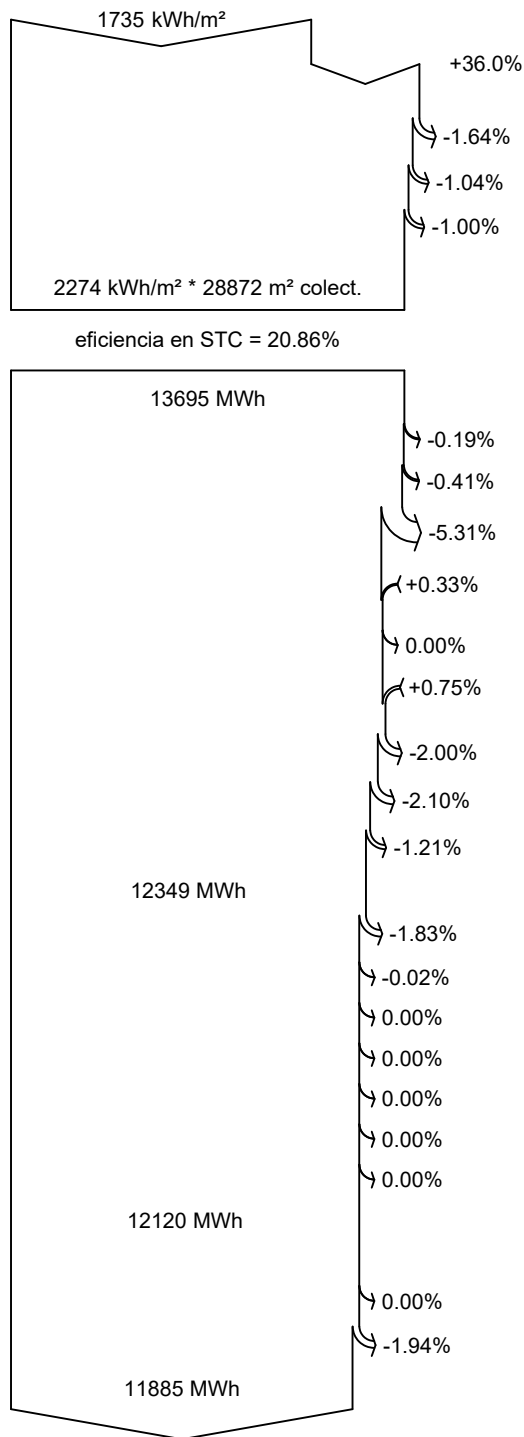
PVsyst V7.2.6

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Diagrama de pérdida



### Irradiación horizontal global

#### Global incidente plano receptor

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

### Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

### Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida de degradación módulos ( por año #1)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Corrección espectral

Sombreados: pérdida eléctrica según las cadenas

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

### Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

### Energía disponible en la salida del inversor

Pérdidas óhmicas CA

Indisponibilidad del sistema

### Energía inyectada en la red



**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

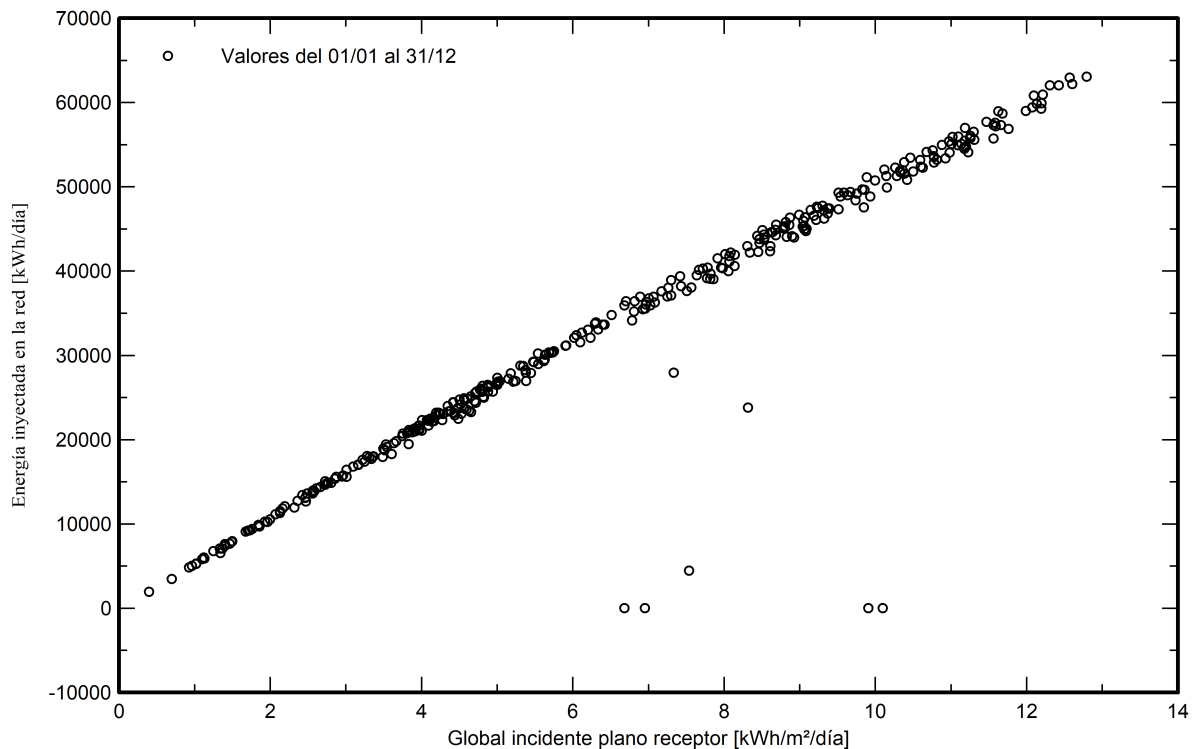
# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

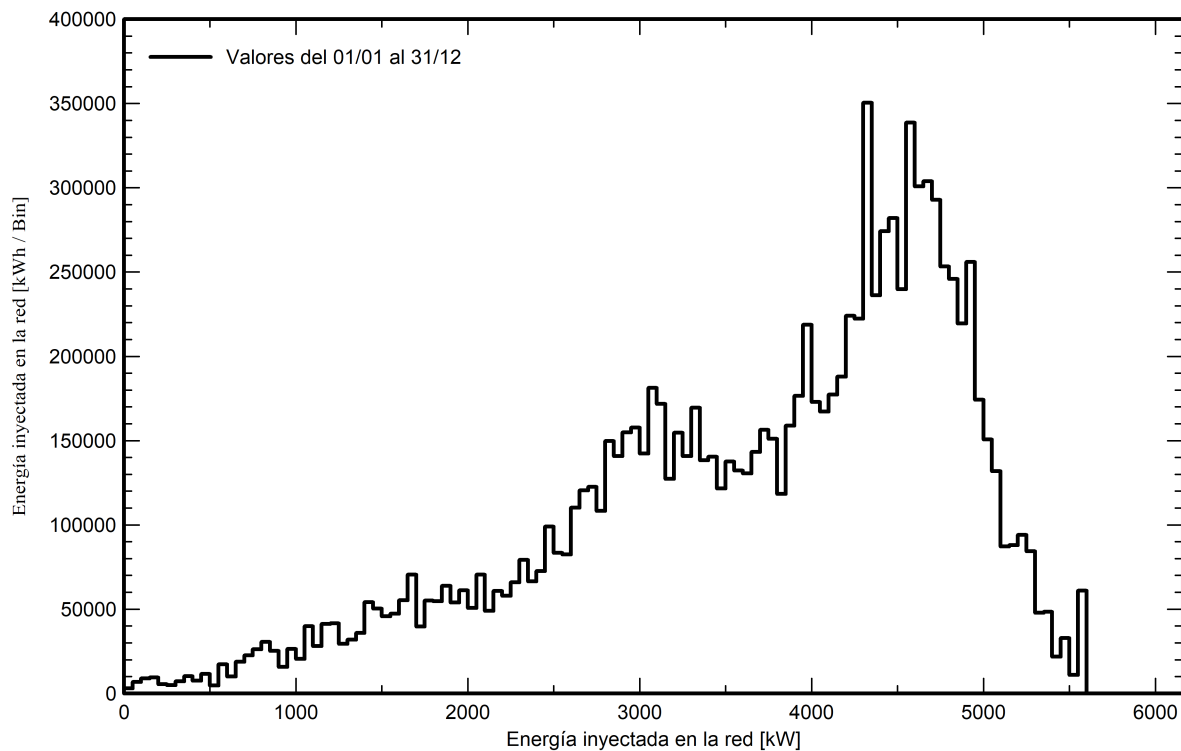
BINTEL INGENIERÍA SRL

## Gráficos especiales

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**







# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

**PVsyst V7.2.6**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Evaluación P50 - P90

### Datos meteo

Fuente NASA-SSE satellite data 1983-2005  
Tipo TMY, multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 0.5 %

### Desviación especificada

Cambio climático 0.0 %

### Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática) 1.9 %

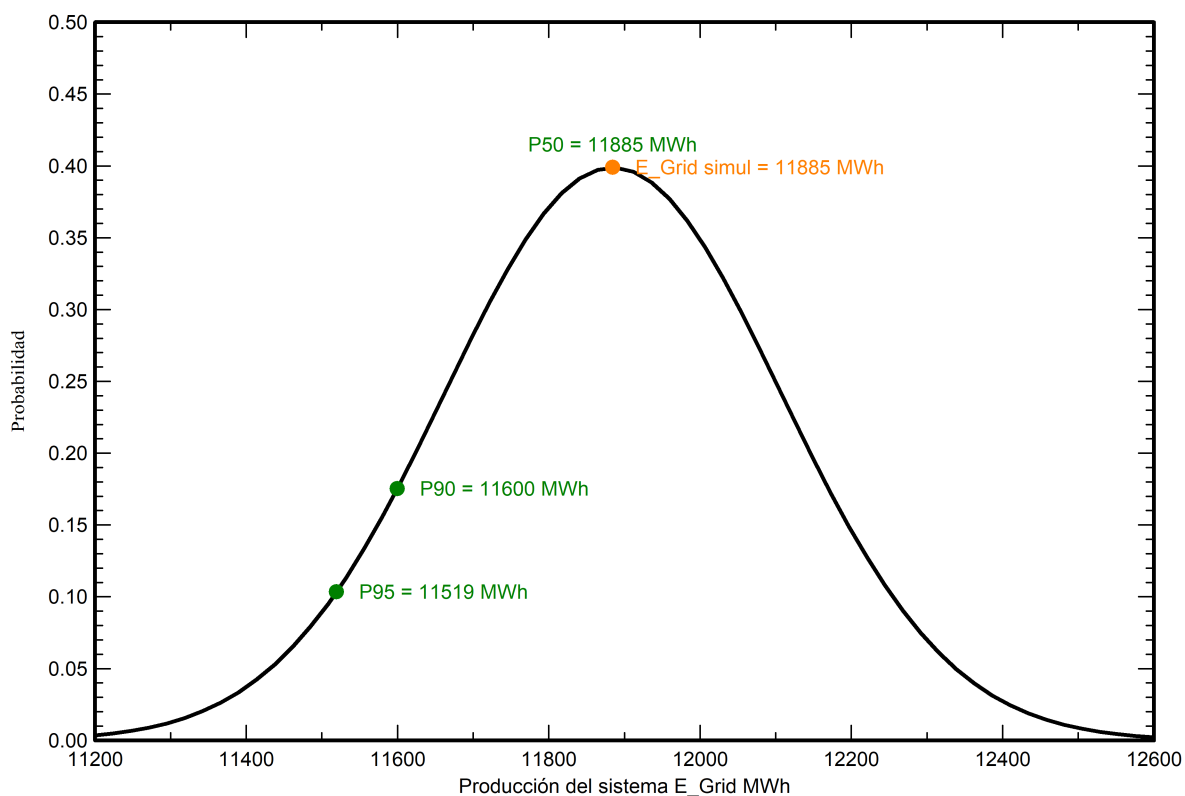
### Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

### Probabilidad de producción anual

Variabilidad	222 MWh
P50	11885 MWh
P90	11600 MWh
P95	11519 MWh

### Distribución de probabilidad





# Proyecto: CFI - PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN 5,0 MWca

PVsyst V7.2.6

VCO, Fecha de simulación:  
28/03/22 17:29  
con v7.2.6

Variante: MODULOS JINKOSOLAR JKM570M-7RL4-V; INVERSORES  
STRING HUAWEI SUN2000-185KTL-H1; TRACKERS N-S SKYLINE

BINTEL INGENIERÍA SRL

## Balance de emisiones de CO<sub>2</sub>

Total: 101314.0 tCO<sub>2</sub>

### Emisiones generadas

Total: 11601.88 tCO<sub>2</sub>

Fuente: Cálculo detallado de la siguiente tabla:

### Emisiones reemplazadas

Total: 130137.6 tCO<sub>2</sub>

Sistema de producción: 11884.72 MWh/año

Emisiones del ciclo de vida de la red: 365 gCO<sub>2</sub>/kWh

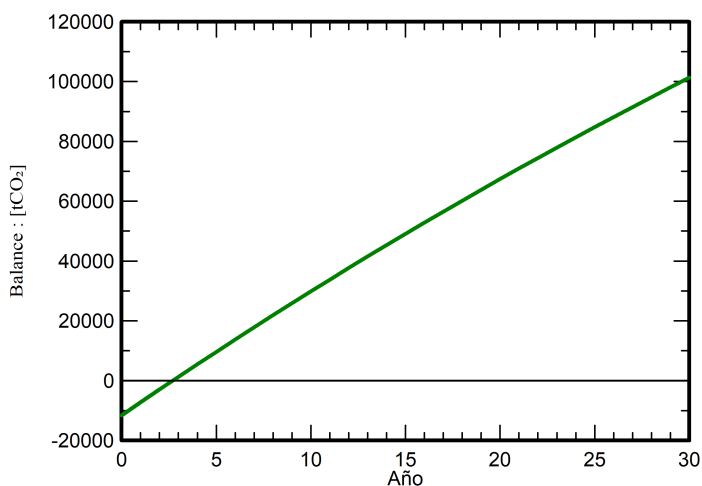
Fuente: Lista IEA

País: Argentina

Toda la vida: 30 años

Degradación anual: 1.0 %

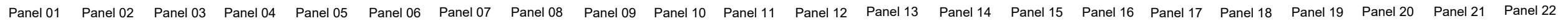
### Emisión de CO<sub>2</sub> ahorrada vs tiempo



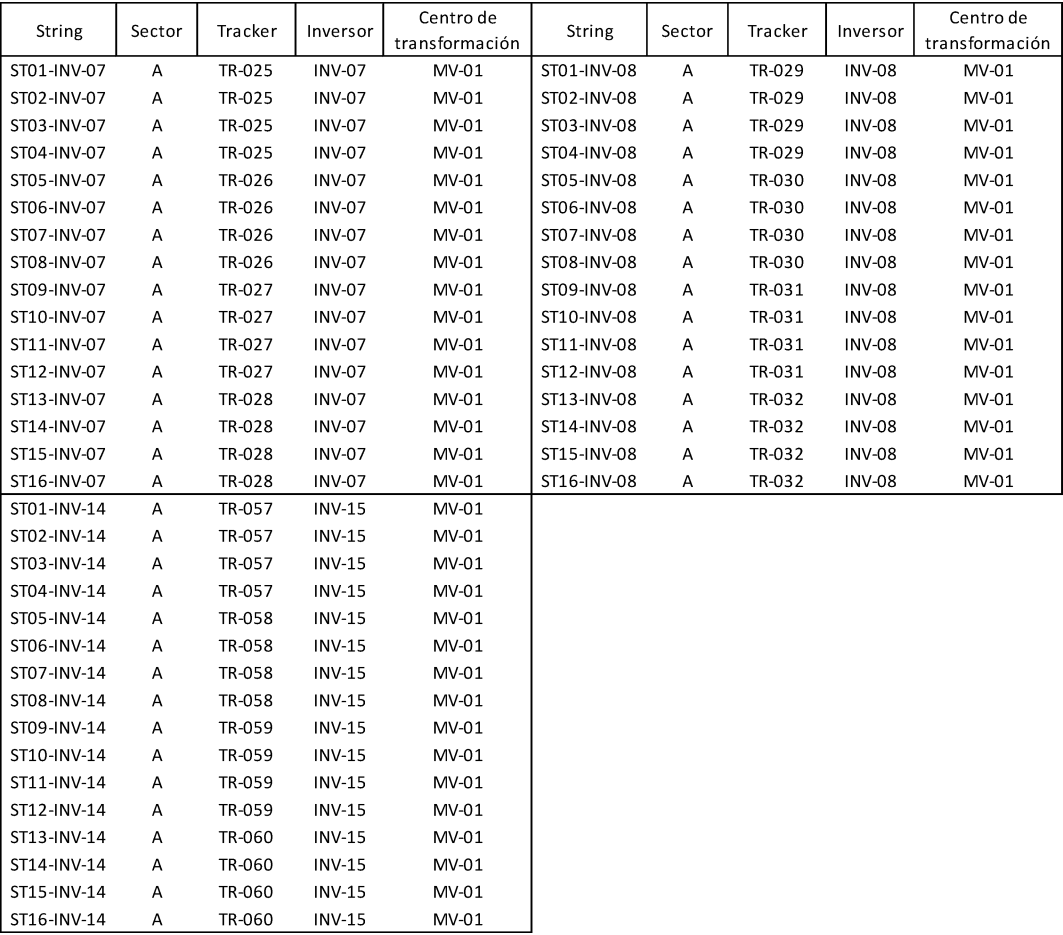
### Detalles de emisiones del ciclo de vida del sistema

Artículo	LCE	Cantidad	Subtotal
			[kgCO <sub>2</sub> ]
Módulos	1713 kgCO <sub>2</sub> /kWp	6019 kWp	10309204
Soportes	2.43 kgCO <sub>2</sub> /kg	528000 kg	1285442
Inversores	241 kgCO <sub>2</sub> /unidades	30.0 unidades	7236


Hacia polo (-) INV -xx



01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

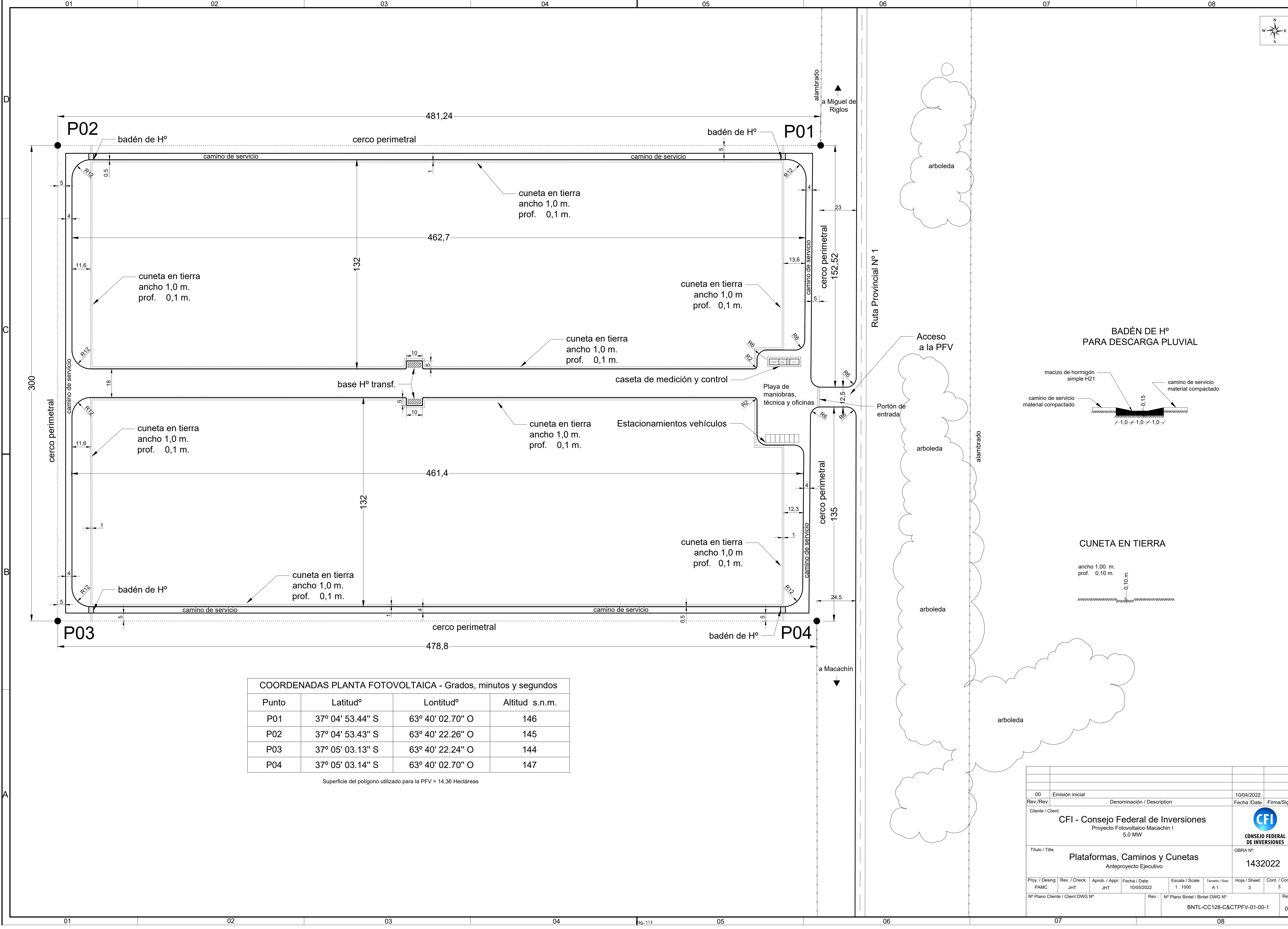


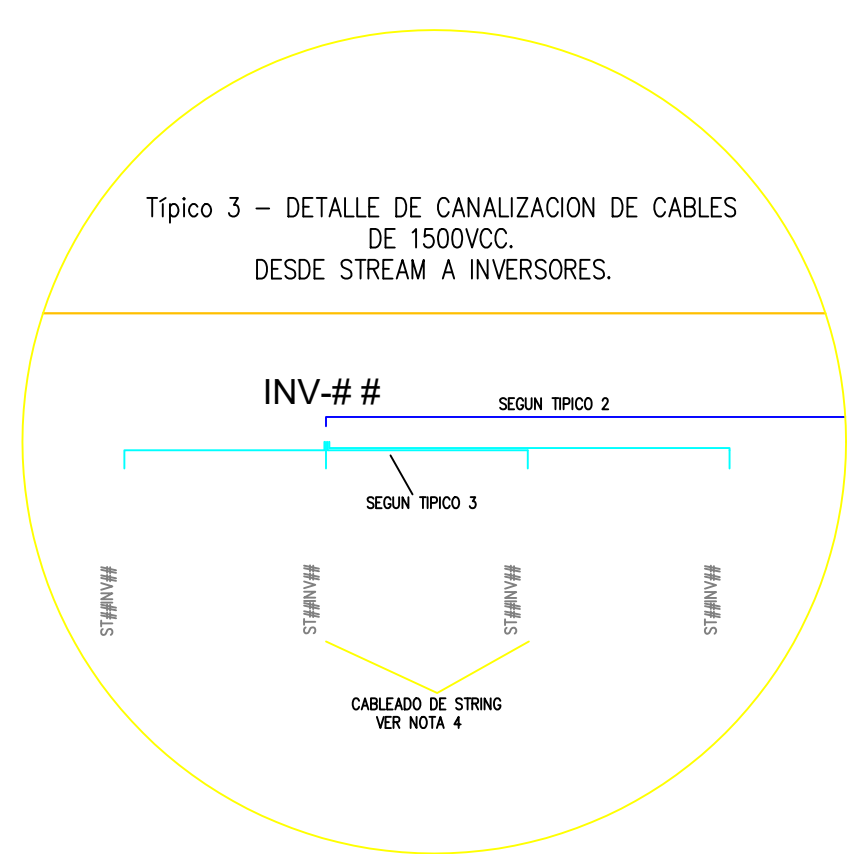
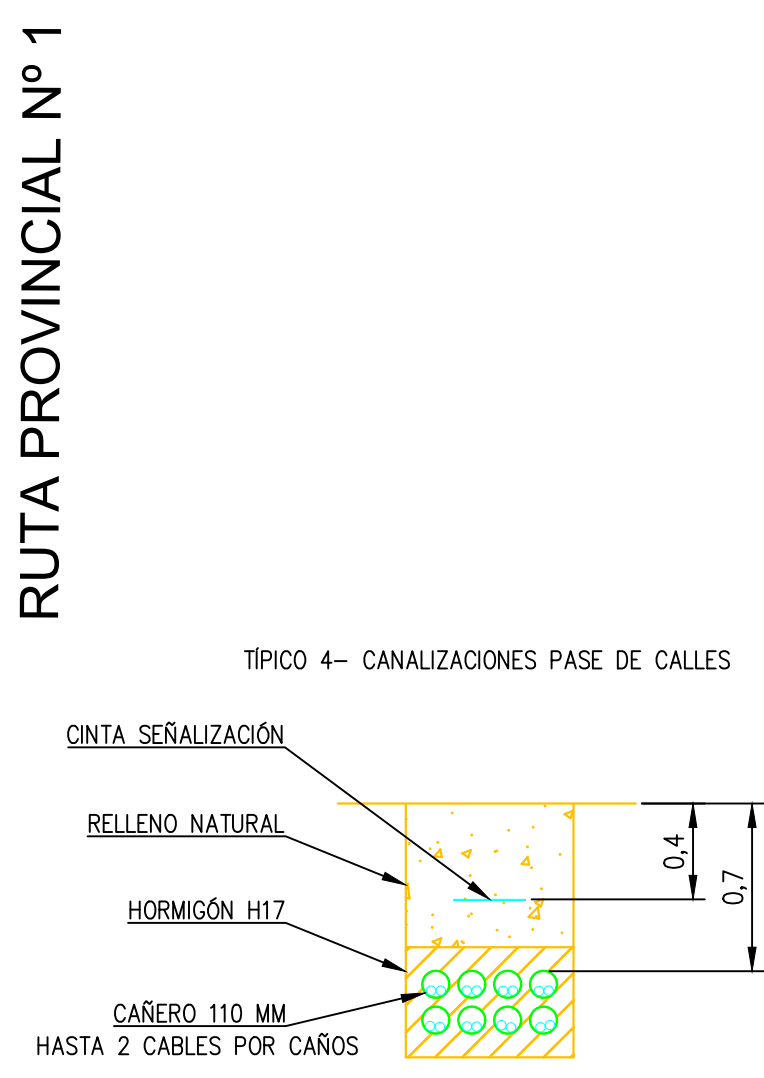
String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación	String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación	String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación	String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación	String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación	String	Sector	Tracker	Inversor	Centro de transformación
ST01-INV-01	A	TR-001	INV-01	MV-01	ST01-INV-02	A	TR-005	INV-02	MV-01	ST01-INV-03	A	TR-009	INV-03	MV-01	ST01-INV-04	A	TR-013	INV-04	MV-01	ST01-INV-05	A	TR-017	INV-05	MV-01	ST01-INV-06	A	TR-021	INV-06	MV-01
ST02-INV-01	A	TR-001	INV-01	MV-01	ST02-INV-02	A	TR-005	INV-02	MV-01	ST02-INV-03	A	TR-009	INV-03	MV-01	ST02-INV-04	A	TR-013	INV-04	MV-01	ST02-INV-05	A	TR-017	INV-05	MV-01	ST02-INV-06	A	TR-021	INV-06	MV-01
ST03-INV-01	A	TR-001	INV-01	MV-01	ST03-INV-02	A	TR-005	INV-02	MV-01	ST03-INV-03	A	TR-009	INV-03	MV-01	ST03-INV-04	A	TR-013	INV-04	MV-01	ST03-INV-05	A	TR-017	INV-05	MV-01	ST03-INV-06	A	TR-021	INV-06	MV-01
ST04-INV-01	A	TR-001	INV-01	MV-01	ST04-INV-02	A	TR-005	INV-02	MV-01	ST04-INV-03	A	TR-009	INV-03	MV-01	ST04-INV-04	A	TR-013	INV-04	MV-01	ST04-INV-05	A	TR-017	INV-05	MV-01	ST04-INV-06	A	TR-021	INV-06	MV-01
ST05-INV-01	A	TR-002	INV-01	MV-01	ST05-INV-02	A	TR-006	INV-02	MV-01	ST05-INV-03	A	TR-010	INV-03	MV-01	ST05-INV-04	A	TR-014	INV-04	MV-01	ST05-INV-05	A	TR-018	INV-05	MV-01	ST05-INV-06	A	TR-022	INV-06	MV-01
ST06-INV-01	A	TR-002	INV-01	MV-01	ST06-INV-02	A	TR-006	INV-02	MV-01	ST06-INV-03	A	TR-010	INV-03	MV-01	ST06-INV-04	A	TR-014	INV-04	MV-01	ST06-INV-05	A	TR-018	INV-05	MV-01	ST06-INV-06	A	TR-022	INV-06	MV-01
ST07-INV-01	A	TR-002	INV-01	MV-01	ST07-INV-02	A	TR-006	INV-02	MV-01	ST07-INV-03	A	TR-010	INV-03	MV-01	ST07-INV-04	A	TR-014	INV-04	MV-01	ST07-INV-05	A	TR-018	INV-05	MV-01	ST07-INV-06	A	TR-022	INV-06	MV-01
ST08-INV-01	A	TR-002	INV-01	MV-01	ST08-INV-02	A	TR-006	INV-02	MV-01	ST08-INV-03	A	TR-010	INV-03	MV-01	ST08-INV-04	A	TR-014	INV-04	MV-01	ST08-INV-05	A	TR-018	INV-05	MV-01	ST08-INV-06	A	TR-022	INV-06	MV-01
ST09-INV-01	A	TR-003	INV-01	MV-01	ST09-INV-02	A	TR-007	INV-02	MV-01	ST09-INV-03	A	TR-011	INV-03	MV-01	ST09-INV-04	A	TR-015	INV-04	MV-01	ST09-INV-05	A	TR-019	INV-05	MV-01	ST09-INV-06	A	TR-023	INV-06	MV-01
ST10-INV-01	A	TR-003	INV-01	MV-01	ST10-INV-02	A	TR-007	INV-02	MV-01	ST10-INV-03	A	TR-011	INV-03	MV-01	ST10-INV-04	A	TR-015	INV-04	MV-01	ST10-INV-05	A	TR-019	INV-05	MV-01	ST10-INV-06	A	TR-023	INV-06	MV-01
ST11-INV-01	A	TR-003	INV-01	MV-01	ST11-INV-02	A	TR-007	INV-02	MV-01	ST11-INV-03	A	TR-011	INV-03	MV-01	ST11-INV-04	A	TR-015	INV-04	MV-01	ST11-INV-05	A	TR-019	INV-05	MV-01	ST11-INV-06	A	TR-023	INV-06	MV-01
ST12-INV-01	A	TR-003	INV-01	MV-01	ST12-INV-02	A	TR-007	INV-02	MV-01	ST12-INV-03	A	TR-011	INV-03	MV-01	ST12-INV-04	A	TR-015	INV-04	MV-01	ST12-INV-05	A	TR-019	INV-05	MV-01	ST12-INV-06	A	TR-023	INV-06	MV-01
ST13-INV-01	A	TR-004	INV-01	MV-01	ST13-INV-02	A	TR-008	INV-02	MV-01	ST13-INV-03	A	TR-012	INV-03	MV-01	ST13-INV-04	A	TR-016	INV-04	MV-01	ST13-INV-05	A	TR-020	INV-05	MV-01	ST13-INV-06	A	TR-024	INV-06	MV-01
ST14-INV-01	A	TR-004	INV-01	MV-01	ST14-INV-02	A	TR-008	INV-02	MV-01	ST14-INV-03	A	TR-012	INV-03	MV-01	ST14-INV-04	A	TR-016	INV-04	MV-01	ST14-INV-05	A	TR-020	INV-05	MV-01	ST14-INV-06	A	TR-024	INV-06	MV-01
ST15-INV-01	A	TR-004	INV-01	MV-01	ST15-INV-02	A	TR-008	INV-02	MV-01	ST15-INV-03	A	TR-012	INV-03	MV-01	ST15-INV-04	A	TR-016	INV-04	MV-01	ST15-INV-05	A	TR-020	INV-05	MV-01	ST15-INV-06	A	TR-024	INV-06	MV-01
ST16-INV-01	A	TR-004	INV-01	MV-01	ST16-INV-02	A	TR-008	INV-02	MV-01	ST16-INV-03	A	TR-012	INV-03	MV-01	ST16-INV-04	A	TR-016	INV-04	MV-01	ST16-INV-05	A	TR-020	INV-05	MV-01	ST16-INV-06	A	TR-024	INV-06	MV-01
ST01-INV-09	A	TR-033	INV-09	MV-01	ST01-INV-10	A	TR-037	INV-10	MV-01	ST01-INV-11	A	TR-041	INV-11	MV-01	ST01-INV-12	A	TR-045	INV-12	MV-01	ST01-INV-13	A	TR-049	INV-13	MV-01	ST01-INV-14	A	TR-053	INV-14	MV-01
ST02-INV-09	A	TR-033	INV-09	MV-01	ST02-INV-10	A	TR-037	INV-10	MV-01	ST02-INV-11	A	TR-041	INV-11	MV-01	ST02-INV-12	A	TR-045	INV-12	MV-01	ST02-INV-13	A	TR-049	INV-13	MV-01	ST02-INV-14	A	TR-053	INV-14	MV-01
ST03-INV-09	A	TR-033	INV-09	MV-01	ST03-INV-10	A	TR-037	INV-10	MV-01	ST03-INV-11	A	TR-041	INV-11	MV-01	ST03-INV-12	A	TR-045	INV-12	MV-01	ST03-INV-13	A	TR-049	INV-13	MV-01	ST03-INV-14	A	TR-053	INV-14	MV-01
ST04-INV-09	A	TR-033	INV-09	MV-01	ST04-INV-10	A	TR-037	INV-10	MV-01	ST04-INV-11	A	TR-041	INV-11	MV-01	ST04-INV-12	A	TR-045	INV-12	MV-01	ST04-INV-13	A	TR-049	INV-13	MV-01	ST04-INV-14	A	TR-053	INV-14	MV-01
ST05-INV-09	A	TR-034	INV-09	MV-01	ST05-INV-10	A	TR-038	INV-10	MV-01	ST05-INV-11	A	TR-042	INV-11	MV-01	ST05-INV-12	A	TR-046	INV-12	MV-01	ST05-INV-13	A	TR-050	INV-13	MV-01	ST05-INV-14	A	TR-054	INV-14	MV-01
ST06-INV-09	A	TR-034	INV-09	MV-01	ST06-INV-10	A	TR-038	INV-10	MV-01	ST06-INV-11	A	TR-042	INV-11	MV-01	ST06-INV-12	A	TR-046	INV-12	MV-01	ST06-INV-13	A	TR-050	INV-13	MV-01	ST06-INV-14	A	TR-054	INV-14	MV-01
ST07-INV-09	A	TR-034	INV-09	MV-01	ST07-INV-10	A	TR-038	INV-10	MV-01	ST07-INV-11	A	TR-042	INV-11	MV-01	ST07-INV-12	A	TR-046	INV-12	MV-01	ST07-INV-13	A	TR-050	INV-13	MV-01	ST07-INV-14	A	TR-054	INV-14	MV-01
ST08-INV-09	A	TR-034	INV-09	MV-01	ST08-INV-10	A	TR-038	INV-10	MV-01	ST08-INV-11	A	TR-042	INV-11	MV-01	ST08-INV-12	A	TR-046	INV-12	MV-01	ST08-INV-13	A	TR-050	INV-13	MV-01	ST08-INV-14	A	TR-054	INV-14	MV-01
ST09-INV-09	A	TR-035	INV-09	MV-01	ST09-INV-10	A	TR-039	INV-10	MV-01	ST09-INV-11	A	TR-043	INV-11	MV-01	ST09-INV-12	A	TR-047	INV-12	MV-01	ST09-INV-13	A	TR-051	INV-13	MV-01	ST09-INV-14	A	TR-055	INV-14	MV-01
ST10-INV-09	A	TR-035	INV-09	MV-01	ST10-INV-10	A	TR-039	INV-10	MV-01	ST10-INV-11	A	TR-043	INV-11	MV-01	ST10-INV-12	A	TR-047	INV-12	MV-01	ST10-INV-13	A	TR-051	INV-13	MV-01	ST10-INV-14	A	TR-055	INV-14	MV-01
ST11-INV-09	A	TR-035	INV-09	MV-01	ST11-INV-10	A	TR-039	INV-10	MV-01	ST11-INV-11	A	TR-043	INV-11	MV-01	ST11-INV-12	A	TR-047	INV-12	MV-01	ST11-INV-13	A	TR-051	INV-13	MV-01	ST11-INV-14	A	TR-055	INV-14	MV-01
ST12-INV-09	A	TR-035	INV-09	MV-01	ST12-INV-10	A	TR-039	INV-10	MV-01	ST12-INV-11	A	TR-043	INV-11	MV-01	ST12-INV-12	A	TR-047	INV-12	MV-01	ST12-INV-13	A	TR-051	INV-13	MV-01	ST12-INV-14	A	TR-055	INV-14	MV-01
ST13-INV-09	A	TR-036	INV-09	MV-01	ST13-INV-10	A	TR-040	INV-10	MV-01	ST13-INV-11	A	TR-044	INV-11	MV-01	ST13-INV-12	A	TR-048	INV-12	MV-01	ST13-INV-13	A	TR-052	INV-13	MV-01	ST13-INV-14	A	TR-056	INV-14	MV-01
ST14-INV-09	A	TR-036	INV-09	MV-01	ST14-INV-10	A	TR-040	INV-10	MV-01	ST14-INV-11	A	TR-044	INV-11	MV-01	ST14-INV-12	A	TR-048	INV-12	MV-01	ST14-INV-13	A	TR-052	INV-13	MV-01	ST14-INV-14	A	TR-056	INV-14	MV-01
ST15-INV-09	A	TR-036	INV-09	MV-01	ST15-INV-10	A	TR-040	INV-10	MV-01	ST15-INV-11	A	TR-044	INV-11	MV-01	ST15-INV-12	A	TR-048	INV-12	MV-01	ST15-INV-13	A	TR-052	INV-13	MV-01	ST15-INV-14	A	TR-056	INV-14	MV-01
ST16-INV-09	A	TR-036	INV-09	MV-01	ST16-INV-10	A	TR-040	INV-10	MV-01	ST16-INV-11	A	TR-044	INV-11	MV-01	ST16-INV-12	A	TR-048	INV-12	MV-01	ST16-INV-13	A	TR-052	INV-13	MV-01	ST16-INV-14	A	TR-056	INV-14	MV-01

				Plano n°:	BNTL-CC128-GEN-02-03-00	Fecha de Edición 28/06/2022	Obra:	PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN - 5,0 MW	 <b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>	Proy.: PAMC			
				Título:	ARQUITECTURA DEL GENERADOR ARQUITECTURA DE CABLEADO DE INVERSOR ESTANDAR			Nº: 143022		Anteproyecto Ejecutivo	Apro.: JHT		
00		28/06/2022	JHT	GENERACIÓN						Hoja n°: 2			
Rev.	Descripción	Fecha	Resp.										



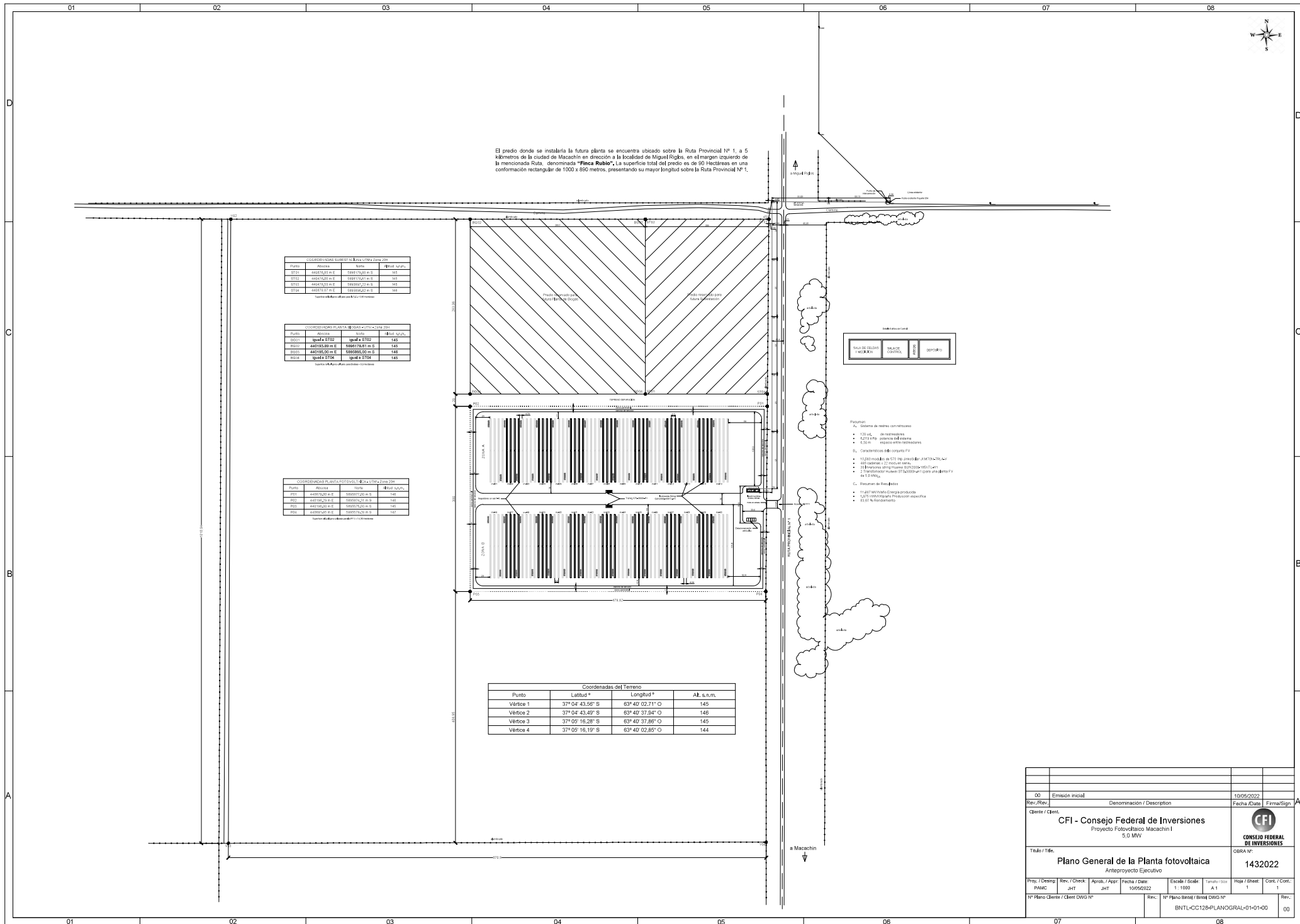


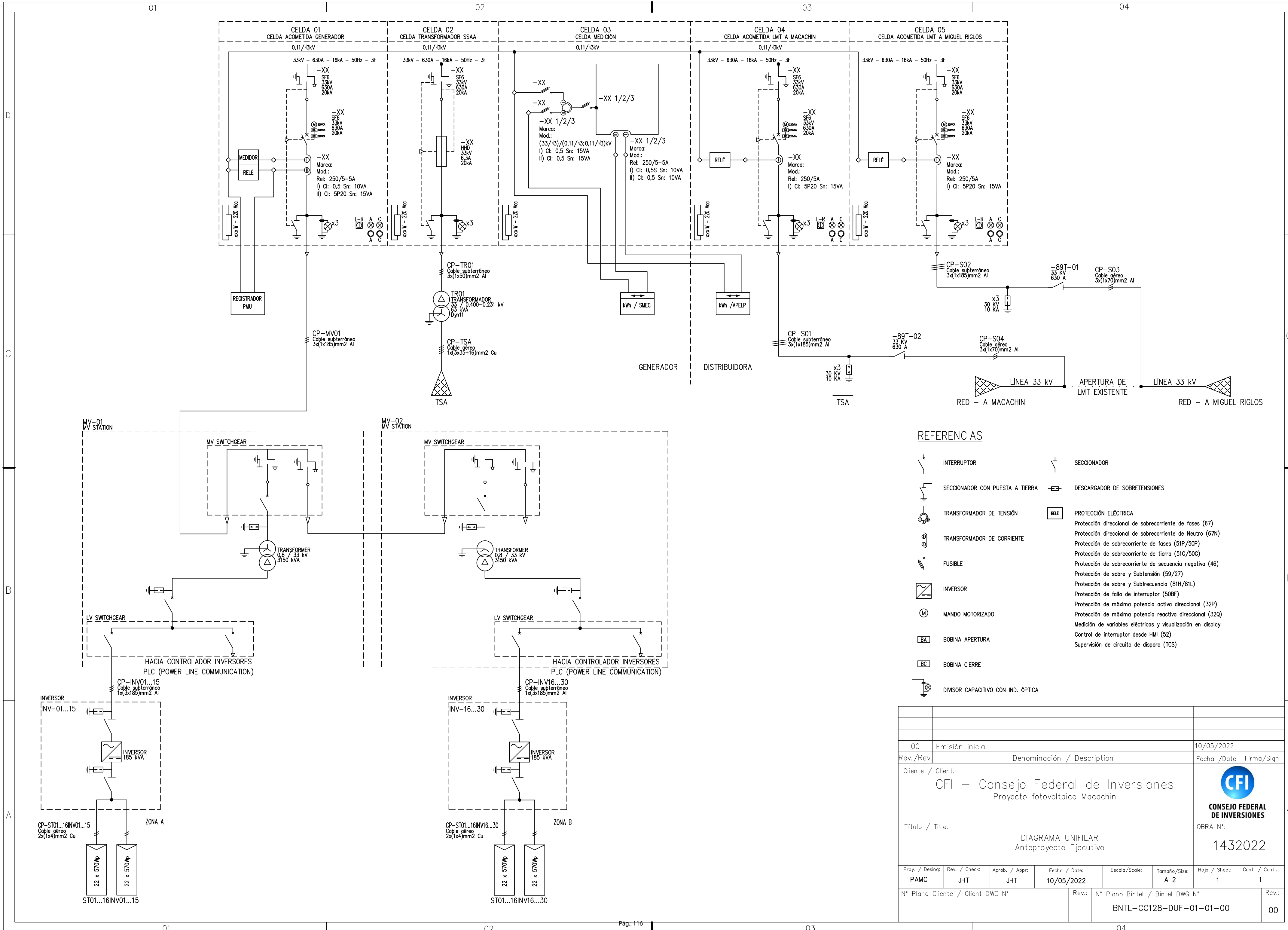




Sign	A
------	---








## ANEXO 4

### PLANOS Y MEMÓRIAS TÉCNICAS

# MEMORIA TÉCNICA

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO MECANICO DE CABLES</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA:	PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN		HOJA:
Nº:	ANTEPROYECTO EJECUTIVO		CONT.:
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

## **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **INDICE**

1.- INTRODUCCION .....	3
2.- CONDICIONES CLIMATICAS .....	3
3.- DATOS DEL CONDUCTOR.....	3
4.- CARGAS SOBRE LOS CONDUCTORES. ....	4
4.1.    Cargas específicas .....	4
4.2.    Cargas totales.....	4
5.- CALCULO DEL VANO CRÍTICO.....	5
6.- TIROS Y FLECHAS.....	5
7.- CALCULO DEL HILO DE GUARDIA.....	6
7.1.    Cargas totales sobre el hilo de guardia. ....	6
7.2.    Cálculo del vano crítico. ....	6
7.3.    Tiros y flechas.....	6

## 1.- INTRODUCCION

El siguiente cálculo tiene como objetivo el cálculo mecánico de la LMT de interconexión a la Red del Parque Fotovoltaico Macachín, situado en el Departamento Atreucó de la Provincia de La Pampa. Dicha interconexión se trata de la apertura de la LMT-33KV que une las localidades de Macachín y Miguel Riglos, perteneciente a la misma Provincia. La apertura de la línea se realizará abriendo los puentes de la Retención de LMT frente al Parque Fotovoltaico Macachín. La línea de interconexión será de doble terna, con configuración espacial en dos planos y cruzará la Ruta Provincial N°1 perpendicularmente en un solo vano de aproximadamente 93 mts de longitud contenida en ambos extremos por estructuras de retención de tipo hormigón armado, y se conectará a la red existente mediante conductores desnudos y morsetería acorde.

## 2.- CONDICIONES CLIMATICAS

La ubicación de la obra se corresponde con la Zona A con viento máximo de 130km/h.

Estado	Temperatura °C	Vel. Viento km/h
1	50	0
2	-5	0
3	10	130
4	20	0

## 3.- DATOS DEL CONDUCTOR

Material	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Formación del conductor (n°xmm <sup>2</sup> )	Diámetro aproximado (mm)	Masa aproximada (Kg/km)	Carga de rotura (kgf)
Aleación de AL	70	19x2,15	10.80	190	1971

Otros datos necesarios para el cálculo

Resistencia mecánica (KN)	Tensión de calculo (kg/mm <sup>2</sup> )	Coeficiente de seguridad	Coeficiente de dilatación térmica (1/°C)	Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> )
19,32	11,00	2,56	0,0000189	7700,00



#### 4.- CARGAS SOBRE LOS CONDUCTORES.

##### 4.1. Cargas específicas

Peso propio del conductor: 0.003 kg/m.mm2

Estado	Carga Horizontal	Modulo	Unidad
1	Viento	0,000	kg/m.mm2
2	Viento	0,000	kg/m.mm2
3	Viento	0,011	kg/m.mm2
4	Viento	0,000	kg/m.mm2

Estado	Carga Vertical	Modulo	Unidad
1	Peso Propio	0,003	kg/m.mm2
2	Peso Propio	0,003	kg/m.mm2
3	Peso Propio	0,003	kg/m.mm2
4	Peso Propio	0,003	kg/m.mm2

##### 4.2. Cargas totales

Estado	Cargas combinadas	Modulo	Unidad
1	Total	0,003	kg/m.mm2
2	Total	0,003	kg/m.mm2
3	Total	0,012	kg/m.mm2
4	Total	0,003	kg/m.mm2

## 5.- CALCULO DEL VANO CRÍTICO.

Se calculó el vano crítico para los estados:

$$V_{cr(2-3)} = \sigma_{adm} \cdot \sqrt{\frac{p_4 \cdot \alpha \cdot (t_3 - t_2)}{p_3^2 - p_2^2}}$$

Estado menor temperatura°                      2  
 Estado máximo esfuerzo                              3  
 Vano crítico                                              80.18 m

Vano/vanocrítico                                      1,16    Mayor que 1, el estado básico es el de mayor estado de carga  
 Estado básico                                              3

## 6.- TIROS Y FLECHAS.

Los siguientes datos son calculados para un vano de 93 m.

Estado	Tensión [kg/mm2]	Tiro [kg]	Flecha [m]	Ángulo de meneo [°]
<b>3</b>	11,00	770,00	0,98	76,51
<b>2</b>	6,08	425,50	0,41	0,00
<b>1</b>	3,76	263,17	0,67	0,00
<b>4</b>	7,22	505,65	0,35	0,00

## 7.- CALCULO DEL HILO DE GUARDIA.

### 7.1. Cargas totales sobre el hilo de guardia.

Estado	Cargas combinadas	Modulo	Unidad
1	Total	0,008	kg/m.mm2
2	Total	0,008	kg/m.mm2
3	Total	0,015	kg/m.mm2
4	Total	0,008	kg/m.mm2
5	Total	0,008	kg/m.mm2

### 7.2. Cálculo del vano crítico.

Se calculó el vano crítico para los estados:

$$V_{cr(2-3)} = \sigma_{adm} \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot \alpha \cdot (t_3 - t_2)}{p_3^2 - p_2^2}}$$


Estado menor temperatura° 2  
 Estado máximo esfuerzo 3  
 Vano crítico 97,47 m

Vano/vanocrítico 0.95 Menor que 1, el estado básico es el de menor estado de carga  
 Estado básico 2

### 7.3. Tiros y flechas.

Estado	Tensión [kg/mm2]	Tiro [kg]	Flecha [m]	Ángulo de meneo [°]
2	20,00	1000,00	0,36	0,00
3	18,18	909,19	0,78	59,17
1	10,58	529,00	0,69	0,00
4	15,31	765,50	0,48	0,00

# MEMORIA TÉCNICA

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO ELECTRICO DE CABLES</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA: PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN			HOJA:
Nº: ANTEPROYECTO EJECUTIVO			CONT.:
 BINTEL INGENIERÍA S.A.	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

### **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

### **Indice**

1.- INTRODUCCION.....	3
2.- CONDICIONES CLIMATICAS.....	3
3.- DATOS DEL CONDUCTOR.....	3
4.- VERIFICACION POR CORRIENTE.....	3
5.- VERIFICACION POR CAIDA DE TENSION. ....	4

## 1.- INTRODUCCION

El siguiente cálculo tiene como objetivo la verificación por cálculo de la LMT de interconexión a la red del Parque Fotovoltaico Macachín, situado en la Provincia de La Pampa. Dicha interconexión trata de una apertura de la LMT-33Kv que une las localidades de Macachín y Miguel Riglos, pertenecientes a la misma Provincia. La apertura de la línea se realizará abriendo los puentes de la Retención de LMT frente al Parque Fotovoltaico Macachín. La línea de interconexión será de doble terna, con configuración espacial en dos planos y cruzará la Ruta Provincial N° 1 perpendicularmente, en un solo vano de aproximadamente 93 mts de longitud contenida en ambos extremos por estructuras de retención de hormigón armado y se conectará a la red existente mediante conductores desnudos y morsetería acorde. En su otro extremo, se conectará a conductores subterráneos para terminar acometiendo a las celdas de 33KV dentro de la Sala de Control del Parque, donde se incorporará una celda de acometida del parque FV.

## 2.- CONDICIONES CLIMATICAS

La ubicación de la obra se corresponde con la Zona A con viento máximo de 130km/h.

Estado	Temperatura °C	Vel. Viento km/h
1	50	0
2	-5	0
3	10	130
4	20	0

## 3.- DATOS DEL CONDUCTOR

Conductor de aleación de aluminio desnudo 70mm<sup>2</sup>

sección	formación	Diámetro aproximado	Resistencia eléctrica máxima a 20°C y CC	Resistencia máxima eléctrica a 80°C y CA.Ω/km	Intensidad de corriente admisible(*) Ω/km
70	19x2.15	10.8	0.480	0.588	235

- Válida para temperatura ambiente de 40 °C, Temperatura del conductor = 80 °C, cables expuestos al sol y a nivel del mar, viento de 0,6 m/seg.

## 4.- VERIFICACION POR CORRIENTE.

*Intensidad para una línea trifásica*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

Donde:

P=10 MW U=33 KV

Cosfi= 0.9



De la expresión anterior resulta:  $I = 194,6 \text{ A}$ .

De acuerdo a los datos del cable,  $194,6 \text{ A} < 230 \text{ A}$  Verifica.

## 5.- VERIFICACION POR CAIDA DE TENSION.

Se verifica la caída de tensión en el tramo agregado a la LMT, correspondiente al cruce de ruta de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_i} \cdot 100 = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi) \cdot \frac{100}{U_i} =$$

Datos de cálculo:

Según disposición de conductores la DMG resulta de:

$DMG = 1.26D$

Para  $D = 1335 \text{ mm}$



El RMG (radio medio geométrico) para un conductor de 70mm y 19 hilos es igual a:  $RMG = 0.758r$ , donde  $r$  es el radio del conductor igual a  $10,8/2$ ,  $r = 5,4 \text{ mm}$

La reactancia según disposición de conductores resulta de la siguiente expresión:

$$x = 0,00289 \cdot f \log \left( \frac{DMG}{RMG} \right) \left( \frac{\Omega}{\text{km}} \right)$$

Resumen:

Tipo Conductor		ALAL
Distancia Media Geométrica (DMG), peor condición	mm	1682
Resistencia kilométrica a 20°C	$\Omega/\text{km}$	0,480
Reactancia Inductiva máxima de la línea (x)	$\Omega/\text{km}$	0,377
Resistencia kilométrica a 80°C	$\Omega/\text{km}$	0,588
Potencia de transporte	MW	10
Cos $\phi$ generador más transformador	-	0.98

Reemplazando en la siguiente formula:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_i} \cdot 100 = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \operatorname{sene}\phi) \cdot \frac{100}{U_i} =$$


$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 194.6 \text{ A} \cdot (0.085 \cdot 2) \text{ km} \cdot (0.588 \Omega/\text{km} \cdot 0.98 + 0.377 \Omega/\text{km} \cdot 0.198)$$

$$\Delta U = 37.25 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U \cdot 100 / U_{\text{line}} = 0.112\%$$

Verifica,  $0.112\% < 1.5\%$ .

# MEMORIA TÉCNICA

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO CABLES</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA: PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN			HOJA:
Nº.: ANTEPROYECTO EJECUTIVO			CONT.:
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

### **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **ÍNDICE**

MEMORIA DE CÁLCULO.....	3
1. FÓRMULAS UTILIZADAS. ....	3
a) Verificación térmica: .....	3
b) Verificación a la caída de tensión.....	3
c) Verificación al cortocircuito.....	3
2. CONSIDERACIONES. ....	4
3. FACTORES DE CORRECCIÓN .....	4

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. FÓRMULAS UTILIZADAS.

Se realiza la verificación de conductores según el siguiente detalle:

#### a) Verificación térmica:

Se aplican los coeficientes a los que se hace referencia en 1.3 según tipo de tendido, verificando que la  $I$  admisible del cable sea mayor que la de consumo.

#### b) Verificación a la caída de tensión

Fórmula utilizada:

$$DU = K \times I_n \times L (R \times \cos \phi_i + X_L \times \text{Sen } \phi_i)$$

Donde:

$DU$  = caída de tensión

$K$  = 1,73 para circuitos trifásicos; 2 para circuitos monofásicos y de corriente continua

$I_n$  = Corriente nominal de la carga

$L$  = longitud del conductor

$R$  = resistencia del conductor por unidad de longitud

$X_L$  = reactancia inductiva del conductor por unidad de longitud

$\cos \phi_i$  = factor de potencia de la carga

#### c) Verificación al cortocircuito

Fórmula utilizada:

$$t = (S \times K / I_{cc})^2$$

Donde:

$t$  = tiempo de desconexión de la  $I_{cc}$ .

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito, se utiliza el cortocircuito al final del cable. Del lado de continua del inversor, se considera la corriente de cortocircuito estipulada por el proveedor del panel fotovoltaico con el aporte de todo el generador.

En el caso de servicios auxiliares se toma considerando que está alimentado por una fuente de potencia infinita o la del transformador de servicios auxiliares.

S = Sección nominal del conductor

K =constante del tipo de cable cobre (XLPE y HEPR cobre=143; PVC cobre=115; XLPE aluminio=94)

## **2. CONSIDERACIONES.**

Para la realización de estos cálculos se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Máxima caída de tensión admisible:

3% para alimentadores

1,5% en el total de los circuitos de potencia en CC del generador en condiciones STC


- Consumos: según datos del fabricante de los equipos.
- Datos de conductores según catálogos del proveedor y norma AEA 90364.

## **3. FACTORES DE CORRECCIÓN**

Se utilizan los recomendados en la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles y las recomendadas por el proveedor en sus catálogos de cables para la corrección de la corriente admisible de los conductores.

Se considera siempre la combinación de factores más desfavorables

# MEMORIA DE CÁLCULO

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO:	<b>MEMORIA DE CÁLCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS</b>		PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA:	PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN		HOJA:
Nº:	ANTEPROYECTO EJECUTIVO		CONT.:
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00



## **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **INDICE**

1.	INTRODUCCION .....	3
2.	CÁLCULO DE DIMENSIONES MÍNIMAS. ....	3
3.	DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS .....	4
4.	DATOS PARA CALCULO DE ESFUERZOS.....	5
5.	CALCULO DE RETENCION DOBLE TERNA TERMINAL.....	6
6.	CALCULO DEL TIRO FLOJO .....	10
7.	ESFUERZOS SOBRE LAS FUNDACIONES.....	11
8.	ESTRUCTURAS SELECCIONADAS.....	12

## 1. INTRODUCCION

La interconexión de la LMT-33kv doble terna, cruzará la Ruta Provincial N° 1 en un solo vano de 93 m y se calculará en base a las siguientes hipótesis.

Retenciones terminales

*Ordinarias:* Carga de viento máximo, perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes. Tracciones unilaterales máximas consideradas actuando en el eje de la estructura. Coeficiente de seguridad = 3.

*Extraordinarias:* Anulación de la tracción de un conductor. Las cargas de tracción serán calculadas con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo. Coeficiente de seguridad = 2.

## 2. CÁLCULO DE DIMENSIONES MÍNIMAS.

Se describen las distancias mínimas a tener en cuenta entre el suelo y la línea, teniendo en cuenta que dicha línea cruza de manera perpendicular la Ruta Provincial N° 1

Descripción	Abreviatura/etiqueta: =	Valor/unidad
Distancia mín suelo a la LMT	Dminsuelo	8.5m
Caída de la cadena de aisladores (horizontal)	Longaisl	0.1
Flecha máxima del conductor	flechamax	0.98m
Distancia entre crucetas	DistCrucetas	1.5m
Distancia de la primera cruceta al hilo de guardia	DistH°G°	2.5m
Distancia de Seguridad	Disseg	0.5m

Con la siguiente expresión obtenemos la Altura libre del Poste expresada como  $H_{libre}$

$$H_{libre} = Dminsuelo + Longaisl + flechamax + DistCrucetas + Dist H^{\circ}G^{\circ} + Distseg$$

$$H_{libre} = 14,08 \text{ metros altura libre del poste} \quad \text{Altura libre calculada}$$

$$H_{libre} = 16 \text{ metros altura libre del poste} \quad \text{Altura libre adoptada}$$

La sección del poste que se empotrará del 10% de  $H_{libre}$ . Por lo tanto, la longitud total del poste resulta:

$$H_{totalcalc} = H_{libre} \times 1,1 = 15,488 \quad \text{Altura Total Calculada}$$

$$H_{total adoptada} = 18 \text{ m} \quad \text{Altura Total Adoptada}$$

### 3. DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS

La distribución de elementos se realizará enumerándolos desde la cima hacia abajo.

Altura de los elementos desde hasta el suelo.

Vinculo de cima	$V_{in\_cima} := H_{libre}$	$V_{in\_cima} = 16m$
Cruceta 1	$H_{cruceta1} := H_{libre} - Dist_{HG}$	$H_{cruceta1} = 13.5m$
Cruceta 2	$H_{cruceta2} := H_{cruceta1} - Dist_{Crucetas}$	$H_{cruceta2} = 12m$
Cruceta 3	$H_{cruceta3} := H_{cruceta2} - Dist_{Crucetas}$	$H_{cruceta3} = 10.5m$

Alturas medidas desde el suelo hacia arriba para los vínculos

Vinculo 3	$Dist_{vin3} := H_{cruceta3} \cdot 0.28$	$Dist_{vin3} = 2.94m$
Vinculo 2	$Dist_{vin2} := Dist_{vin3} + 0.260H_{cruceta3}$	$Dist_{vin2} = 5.67m$
Vinculo 1	$Dist_{vin1} := Dist_{vin2} + 0.240H_{cruceta3}$	$Dist_{vin1} = 8.19m$

Verificación de distancia entre vinculo 3 y empotramiento

$$Ver_{vinculo} := Dist_{vin1} + 0.22 \cdot H_{cruceta3} \quad Ver_{vinculo} = 10.5m$$

$$Ver_{vinculo} = H_{cruceta3} \quad \text{Verifica!!!}$$

#### 4. DATOS PARA CALCULO DE ESFUERZOS

Velocidad del viento, de acuerdo con la AEA, la zona de Macachín se encuentra en la zona climática 3.

$$V_{\max} := 130 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad V_{\max} = 36.111 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Descripción	Abreviatura/etiqueta: =	Valor/unidad
Fuerza del viento sobre el conductor	Fvtocond	0.012kg*m/mm2
Peso del conductor	Pcond	190kg/km
Peso de la cadena de aisladores	Pcad.ais	18kg
Tiro máximo del conductor	Ftiromax	770kg
Fuerza del viento sobre cadena de aisladores	Fcad.ais	7kg
Peso del hilo de guardia	PesoH°G°	394kg/km
Tiro máximo H°G°	FtiromaxH°G°	1000kg
Fuerza del viento sobre el hilo de guardia	FvtoH°G°	45.5kg
Peso de la cruceta	Pcruceta	360kg
Largo de la cruceta	Lcruceta	2.5m

$$F_{vtocond} := 0.012 \cdot 70 \cdot 86 \text{kg}$$

$$F_{cad.ais} := 7 \text{kg}$$

$$F_{vtoH^{\circ}G^{\circ}} := 0.91 \cdot 50 \text{kg}$$

$$P_{cond} := 190 \cdot 0.086 \text{kg}$$

$$P_{\text{Peso } H^{\circ}G^{\circ}} := 394 \cdot 70 \text{kg}$$

$$P_{cruceta} := 360 \text{kg}$$

$$P_{cad.ais} := 18 \text{kg}$$

$$H_{cond1} := H_{cruceta1}$$

$$H_{cond2} := H_{cruceta2}$$

$$H_{libre} = 16 \text{m}$$

$$F_{tiromaxH^{\circ}G^{\circ}} := 1000 \text{kg}$$

$$L_{cruceta} := 2.50 \text{m}$$

$$F_{tiromax} := 770 \text{kg}$$

$$F_{tirovtoH^{\circ}G^{\circ}} := 909 \text{kg}$$

$$H_{cond3} := H_{cruceta3}$$

$$F_{tirovtoH^{\circ}G^{\circ}} := 770 \text{kg}$$

$$C_s := 0.7 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$$

$$K_1 := 0.7 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$$

Para postes simples

$$K_2 := 0.8 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$$

Para postes dobles

$$W_{e1} := C_s \cdot \frac{V_{\max}^2}{16} = 57.051 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{e2} := K_2 \cdot \frac{V_{\max}^2}{16} = 65.201 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

## 5. CALCULO DE RETENCION DOBLE TERNA TERMINAL.

Determinación de la altura del centro de gravedad

Datos geométricos de la columna

$$\text{diam. cima } \phi_c := 0.25 \text{ m} \quad \text{diam. base } \phi_b := 0.453 \text{ m}$$

$$F_{col} := \frac{1}{6} \cdot H_{libre} \cdot (2 \cdot \phi_c + \phi_b) \cdot W_{e1} = 144.984 \text{ kg}$$

$$\text{Area de la cruceta} \quad A_{crucetap} := 0.08 \text{ m}^2 \quad A_{crucetal} := 0.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de la vinculo} \quad A_{vinculop} := 0.08 \text{ m}^2 \quad A_{vinculol} := 0.38 \text{ m}^2$$

$$F_{cruceta} := A_{crucetap} \cdot W_{e1} \quad F_{crucetall} := A_{crucetal} \cdot W_{e1}$$

$$F_{vinculo} := A_{vinculop} \cdot W_{e1} \quad F_{vinculol} := A_{vinculol} \cdot W_{e1}$$

Anteriormente sacamos la velocidad del viento:

$$P_v := \frac{V_{max}^2 \cdot s^2 \cdot kg}{16 \cdot m^4} \quad P_v = 81.501 \frac{kg}{m^2} \quad \text{Presión del viento}$$

$$F_{crucetap} := A_{crucetap} \cdot P_v \quad F_{crucetap} = 6.52 \text{ kg} \quad \text{Perpendicular}$$

$$F_{crucetal} := A_{crucetal} \cdot P_v \quad F_{crucetal} = 40.75 \text{ kg} \quad \text{Lineal}$$

Determinación de la fuerza del viento.

$$F_{vtocond} = 72.24 \text{ kg}$$

$$P_{perpend} := \frac{[(2 \cdot F_{1ocond} \cdot O.S + 2 \cdot F_{cad.ais}) \cdot H_{cond1} + (2 \cdot F_{1ocond} \cdot O.S + 2 \cdot F_{cad.ais}) \cdot H_{cond2} + (2 \cdot F_{vtocond} \cdot O.S + 2 \cdot F_{cad.ais}) \cdot H_{cond3} + (O.S \cdot f_{toH^2} \cdot G^2 \cdot H_{ijbr})]}{H_{ijbre}}$$

$$P_{perpend} = 216.79 \text{ kg}$$

De acuerdo a la disposición del tiro flojo, este le proporciona a la estructura un tiro perpendicular.

La tensión de los conductores para el tiro flojo se asignara de 2kg/mm2 resultando:

$$F_{\text{tiroflojo}} := 2 \cdot 70 \text{ kg} \quad \text{Tensión para conductores de potencia}$$

$$F_{\text{tiroflojoH}^\circ\text{G}^\circ} := 2.50 \text{ kg} \quad \text{Tensión para conductor de protección}$$

$$P_{\text{tiroflojo}} := \frac{[(F_{\text{tiroflojo}}) \cdot H_{\text{cond1}} + (F_{\text{tiroflojo}} + F_{\text{cad.ais}}) \cdot H_{\text{cond2}} + (F_{\text{tiroflojo}} + F_{\text{cad.ais}}) \cdot H_{\text{cond3}} + (F_{\text{tiroflojoH}^\circ\text{G}^\circ} H_{\text{libre}})]}{H_{\text{libre}}}$$

$$P_{\text{tiroflojo}} = 327.344 \text{ kg} \quad \text{Fuerza en la cima debida al tiro flojo perpendicular a la traza de la línea}$$

Reasignado variables:

$$H_{\text{vinc1}} := \text{Dist}_{\text{vin1}}$$

$$H_{\text{vinc2}} := \text{Dist}_{\text{vin2}}$$

$$H_{\text{vinc3}} := \text{Dist}_{\text{vin3}}$$

$$H_{\text{cond3}} = 10.5 \text{ m}$$

Acción del viento sobre los vínculos de la estructura (acciones lineales y perpendiculares)

$$F_{\text{vinculo1p}} := 24.45 \text{ kg} \quad F_{\text{vinculo1l}} := 12.24 \text{ kg}$$

$$F_{\text{vinculo2p}} := 40.75 \text{ kg} \quad F_{\text{vinculo2l}} := 14.7 \text{ kg}$$

$$F_{\text{vinculo3p}} := 48.9 \text{ kg} \quad F_{\text{vinculo3l}} := 19.6 \text{ kg}$$

Acción del viento sobre la estructura

$$F_{\text{vtoterminal}} := F_{\text{crucetap}} \frac{H_{\text{cond3}}}{H_{\text{libre}}} + F_{\text{crucetap}} \frac{H_{\text{cond2}}}{H_{\text{libre}}} + F_{\text{crucetap}} \frac{H_{\text{cond1}}}{H_{\text{libre}}} + F_{\text{vinculo1p}} \frac{H_{\text{vinc1}}}{H_{\text{libre}}} + F_{\text{vinculo2p}} \frac{H_{\text{vinc2}}}{H_{\text{libre}}} + 2 \cdot F_{\text{col}} + F_{\text{vinculo3p}} \frac{H_{\text{vinc3}}}{H_{\text{libre}}}$$

$$F_{\text{vtoterminal}} = 340.581 \text{ kg}$$

Acción de las fuerzas de tiro de los conductores.

$$F_{\text{tiromax}} = 770 \text{ kg} \quad F_{\text{tiromaxH}^\circ\text{G}^\circ} = 1 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$F_{\text{long}} := \frac{(2 \cdot F_{\text{tiromax}} \cdot H_{\text{cond1}}) + (2 \cdot F_{\text{tiromax}} \cdot H_{\text{cond2}}) + (2 \cdot F_{\text{tiromax}} \cdot H_{\text{cond3}}) + (F_{\text{tiromaxH}^\circ\text{G}^\circ} \cdot H_{\text{libre}})}{H_{\text{libre}}}$$

$$F_{\text{long}} = 4.465 \times 10^3 \text{ kg}$$

Fuerza reducida a la cima

$$P_{\text{cimala}} := \sqrt{\left(\frac{F_{\text{long}}}{6}\right)^2 + \left(\frac{P_{\text{perpend}} + P_{\text{tiroflojo}} + F_{\text{vtoterminal}}}{2}\right)^2}$$

$$P_{\text{cimala}} = 865.716 \text{ kg}$$

Calculo del poste

$$\text{Coef}_{\text{seg}} := 3$$

$$R_{\text{postela}} := \text{Coef}_{\text{seg}} \cdot P_{\text{cimala}}$$

$$R_{\text{postela}} = 2.597 \times 10^3 \text{ kg}$$

Resistencia del poste según hipótesis 1a

Hipótesis extraordinaria

Momento torsor

$$M_{\text{tc}} := \frac{L_{\text{cruceta}} \cdot F_{\text{tiromax}}}{2}$$

$$M_{\text{tc}} = 962.5 \text{ m} \cdot \text{kg}$$



Momento flector

Corte de un conductor

$$F_{\text{cad.ais}} = 7 \text{ kg}$$

$$M_{fc} := \sqrt{(H_{\text{cond1}} \cdot F_{\text{tiromax}} + H_{\text{cond2}} \cdot 2F_{\text{tiromax}} + H_{\text{cond3}} \cdot 2F_{\text{tiromax}} + F_{\text{tiromax}} H^{\circ} G^{\circ} H_{\text{lib}}^2}$$

$$M_{fc} = 6.105 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

Corte del hilo de guardia

$$M_{fc2} := (H_{\text{cond1}} \cdot 2F_{\text{tiromax}} + H_{\text{cond2}} \cdot 2F_{\text{tiromax}} + H_{\text{cond3}} \cdot 2 \cdot F_{\text{tiromax}})$$

$$M_{fc2} = 5.544 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

Momento resultante

$$M_r := \frac{1}{2} \cdot (M_{fc} + \sqrt{M_{fc}^2 + M_{tc}^2}) \quad M_r = 6.105 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

$$F_{tc} := \frac{M_r}{H_{\text{libre}}} = 3.816 \times 10^3 \text{ kg}$$

Fuerza reducida a la cima

$$F_{\text{resultante}} := \sqrt{\left(\frac{F_{tc}}{6}\right)^2 + \left(\frac{P_{\text{perpend}} + P_{\text{tiroflojo}} + F_{\text{vtoterminal}}}{2}\right)^2}$$

$$F_{\text{resultante}} = 774.649 \text{ kg}$$

Calculo del poste:

$$R_{\text{poste2a}} := \text{Coef}_{\text{seg}} \cdot F_{\text{resultante}} = 2.324 \times 10^3 \text{ kg}$$

Resistencia del poste según hipótesis 2a

Retención doble terna 18m				
Hipótesis	Cálculo sin CS	Cálculo con CS	Rotura adoptada	CS final
O1	865.7	2597	3000	3.46
E1	774.6	2324	3000	3.87

## 6. CALCULO DEL TIRO FLOJO

Condición de hipótesis.

Retenciones terminales

Ordinarias: Carga de viento máximo, perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes. Tracciones unilaterales máximas consideradas actuando en el eje de la estructura. Coeficiente de seguridad = 3.

Extraordinarias: Anulación de la tracción de un conductor. Las cargas de tracción serán calculadas con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo. Coeficiente de seguridad = 2.

Datos de entrada:

Datos de entrada:

$$\begin{aligned}
 H_{libretf} &:= 12m && \text{Altura libre poste tiro flojo} \\
 H_{condtf} &:= 10m && \text{Altura a los conductores} \\
 F_{tirof} &:= 70.2kg && \text{Tiro máximo de los conductores de potencia} \\
 F_{tiroH^oG^of} &:= 50.2kg && \text{Tiro máximo conductor de protección} \\
 F_{vtoterminal} &:= F_{crucetal} \cdot \frac{H_{cond1}}{H_{libretf}} + F_{col} + 0.5F_{vinculol} \cdot \frac{H_{cond2}}{H_{libretf}} && \text{Fuerza del viento sobre la estructura} \\
 F_{vtoterminal} &= 201.668kg && \text{Fuerza del viento}
 \end{aligned}$$

Fuerza de tiro e los conductores

$$F_{long} := \frac{3 \cdot F_{tirof} \cdot H_{cond1} + F_{tiroH^oG^of} \cdot H_{libre}}{H_{libretf}}$$

$$F_{long} = 539.433kg$$

Fuerza reducida a la cima

$$F_a := F_{long} + F_{vtoterminal}$$

$$F_a = 741.102kg$$

Calculo del poste

$$Coef_{seg} := 3 \quad \text{Coeficiente de seguridad según hipótesis}$$

$$R_{postetf} := F_a \cdot Coef_{seg}$$

$$R_{postetf} = 2.223 \times 10^3 kg \quad \text{Resistencia del poste}$$

Hipótesis extraordinaria:

Momento torsor

$$M_{tc} := \frac{L_{cruceta}}{2} \cdot F_{tiroma} \quad M_{tc} = 962.5 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

Momento flector debido al hilo de guardia

$$M_{fc} := H_{cond1} \cdot 3 \cdot F_{tirof}$$

$$M_{fc} = 5.67 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

Fuerza actuante

$$F_{tc} := \frac{M_{fc}}{H_{libre}} \quad F_{tc} = 354.375 \text{ kg}$$

Calculo del poste

$$R_{poste2a} := F_{tc} \cdot \text{Coef}_{seg} = 1.063 \times 10^3 \text{ kg}$$

Retención doble terna 13.5m				
Hipótesis	Cálculo sin CS	Cálculo con CS	Rotura adoptada	CS final
O1	741	2223	2500	3.37
E1	354.3	1063	2500	7.05

## 7. ESFUERZOS SOBRE LAS FUNDACIONES


Poste	Fuerza en la cima [kg]			Fuerzas verticales [kg]
	Perpendicular a la línea	Longitudinal a la línea	Bisectriz	
Retención doble terna	885	4465	-	12038
Retención tiro flojo simple terna	202	540	-	3135

## 8. ESTRUCTURAS SELECCIONADAS

Retención doble terna PPO18R3000 Retención simple terna PPO13.5R2500

Tabla de Pesos de Postes (en Kg)											
Rotura	300/750	900/1050	1200/1500	1650/1800	1950/2400	2550/2650	3000/3300	3450/4200	4350/4950	5100/6000	
Ø Cima cm	16	19	22 25	25	28	31	31	34	40	40	
Largo mts.											
7,00	491	582	771	984	1.111	1.238	1.587	1.688	2.034	2.302	
7,50	538	635	840	1.071	1.207	1.343	1.724	1.831	2.202	2.494	
8,00	587	691	912	1.161	1.306	1.451	1.865	1.978	2.374	2.690	
8,50	638	748	985	1.252	1.406	1.561	2.009	2.128	2.548	2.890	
9,00	690	806	1.061	1.346	1.510	1.673	2.157	2.281	2.726	3.093	
9,50	743	866	1.138	1.443	1.615	1.787	2.307	2.437	2.907	3.301	
10,00	799	928	1.218	1.541	1.723	1.904	2.461	2.596	3.091	3.511	
10,50	856	992	1.299	1.642	1.833	2.023	2.618	2.759	3.278	3.726	
11,00	914	1.057	1.382	1.745	1.945	2.144	2.778	2.924	3.468	3.944	
11,50	974	1.123	1.467	1.851	2.059	2.268	2.942	3.092	3.661	4.166	
12,00	1.036	1.192	1.554	1.958	2.176	2.394	3.109	3.264	3.857	4.392	
12,50	1.100	1.262	2.068	2.068	2.295	2.522	3.279	3.439	4.057	4.621	
13,00	1.165	1.333	2.181	2.181	2.416	2.652	3.452	3.616	4.259	4.854	
13,50	1.231	1.406	2.295	2.295	2.540	2.785	3.628	3.797	4.465	5.091	
14,00	1.300	1.481	2.412	2.412	2.666	2.919	3.808	3.981	4.673	5.331	
14,50			2.531	2.531	2.794	3.057	3.991	4.168	4.885	5.575	
15,00			2.652	2.652	2.924	3.196	4.177	4.358	5.100	5.823	
15,50			2.776	2.776	3.057	3.338	4.367	4.551	5.318	6.075	
16,00			2.901	2.901	3.191	3.482	4.559	4.748	5.539	6.330	
16,50			3.023	3.023	3.338	3.628	4.748	4.947	5.763	6.589	
17,00			3.146	3.146	3.482	3.785	4.947	5.150	5.990	6.852	
17,50			3.271	3.271	3.628	3.947	5.150	5.355	6.221	7.118	
18,00			3.396	3.396	3.785	4.119	5.355	5.564	6.454	7.389	
18,50			3.521	3.521	3.924	4.291	5.564	5.775	6.690	7.662	
19,00			3.646	3.646	4.066	4.466	5.775	5.990	6.930	7.940	
19,50			3.771	3.771	4.204	4.646	5.990	6.208	7.173	8.221	
20,00			3.896	3.896	4.343	4.826	6.208	6.429	7.418	8.506	
20,50			4.021	4.021	4.481	5.006	6.429	6.653	7.667	8.795	
21,00			4.146	4.146	4.619	5.186	6.653	6.880	7.919	9.087	
21,50			4.271	4.271	4.757	5.366	6.880	7.111	8.174	9.383	
22,00			4.396	4.396	4.895	5.546	7.111	7.344	8.432	9.683	
22,50			4.521	4.521	5.033	5.726	7.344	7.581	8.693	9.987	
23,00			4.646	4.646	5.171	5.906	7.581	7.820	8.958	10.294	
23,50			4.771	4.771	5.309	6.086	7.820	8.063	9.225	10.605	
24,00			4.896	4.896	5.447	6.266	8.063	8.308	9.495	10.920	
24,50			5.021	5.021	5.585	6.446	8.308	8.557	9.769	11.238	
25,00			5.146	5.146	5.723	6.626	8.557	8.809	10.046	11.560	
25,50			5.271	5.271	5.861	6.806	8.809	9.064	10.325	11.886	
26,00			5.396	5.396	6.000	6.986	9.064	9.322	10.608	12.215	
26,50			5.521	5.521	6.138	7.166	9.322	9.583	10.894	12.549	
27,00			5.646	5.646	6.276	7.346	9.583	9.848	11.183	12.886	
27,50			5.771	5.771	6.414	7.526	9.848	10.115	11.475	13.226	
28,00			5.896	5.896	6.552	7.706	10.115	10.386	11.770	13.570	
28,50			6.021	6.021	6.690	7.886	10.386		12.068	13.919	
29,00			6.146	6.146	6.828	8.066	10.608		12.370	14.270	
29,50			6.271	6.271	6.966	8.246	10.894		12.674	14.625	
30,00			6.396	6.396	7.104	8.426	11.183		12.982	14.984	
Nota: Conicidad 1,5 cm/m.											

# ESPECIFICACION TECNICA CABLES

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO:		<b>ESPECIFICACIÓN TECNICA CABLES</b>	PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA:		PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN	HOJA.:
Nº.:		ANTEPROYECTO EJECUTIVO	CONT.:
		GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECÁNICA	FECHA EMISIÓN 16/06/2022
		Nº:	REVISIÓN 00

### **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

### **ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN .....	3
2.	CONDICIONES EN EL SITIO.....	3
3.	CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS .....	3
4.	NORMAS DE APLICACIÓN .....	3
5.	DOCUMENTACIÓN.....	4
6.	ENSAYOS .....	4
7.	ANEXO I PLANILLAS DE DATOS GARANTIZADOS .....	6

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas mínimas y detalles que el fabricante/proveedor debe cumplir para ser montadas en la Planta Fotovoltaica Macachín en la Provincia de La Pampa.

## 2. CONDICIONES EN EL SITIO

Todos los cables, accesorios y dispositivos a ser suministrados deberán ser adecuados para las condiciones de diseño básico y condiciones ambientales de proyecto para trabajar continuamente.

Deberán contemplarse y respetarse los condicionamientos climáticos siguientes:

CONDICION AMBIENTAL	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Altura de instalación	m.s.n.m.	440	
Temperatura máxima absoluta	°C	45,2	
Temperatura mínima absoluta	°C	-7,2	
Temperatura media anual máxima	°C	19,8	
Humedad relativa máxima	%	55	

## 3. CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS

Las características, condiciones y capacidades de los cables, dispositivos y accesorios provistos se deberán mantener invariables bajos las condiciones de operación.

Todos los cables y accesorios para proveer deberán ser nuevos, sin uso, no reciclados, sin defectos o daños y no reacondicionados. Diseños de prototipos de equipamientos, dispositivos o accesorios no serán aceptados.

Los cables, equipamiento, accesorios y dispositivos a ser provistos deberán ser fabricados siguiendo un Control de Aseguramiento de Calidad Normas ISO.

No se aceptarán empalmes en el tendido del conductor.

## 4. NORMAS DE APLICACIÓN

- IRAM 2178: Cables de energía aislados con dieléctricos sólidos extruidos para tensiones nominales de 1,1kV a 33kV.
- IEC 60228 / IRAM NM 280: Norma de conductores.
- TUV 2PFG 1169-08 / IEC 60228 para conductores del tipo fotovoltaico.
- IEC 60502–1: cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV ( $U_m = 1,2 \text{ kV}$ ) hasta 30 kV ( $U_m = 36 \text{ kV}$ ) - Part 1: Cables para tensiones nominales de 1 kV



(Um = 1,2 kV) y 3 kV (Um = 3,6 kV).

- IEC 60502-2: cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV (Um = 1,2 kV) hasta 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables para tensiones nominales de 6 kV (Um = 7,2 kV) y hasta 30 kV (Um = 36 kV).
- IEC 60332-3-24: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. No propagación de incendio.

## **5. DOCUMENTACIÓN**

Con la oferta:

El suministrador entregará junto con la oferta como mínimo la siguiente documentación:

- Planilla de datos garantizados de los cables consultados.
- Catálogos e información técnica adicional.
- Certificados que acrediten la realización de los ensayos

Después del pedido:

- Hojas de datos para cada tipo y sección de cable.
- Plan de fabricación y acopio.
- Protocolo de ensayos de recepción.

El suministrador facilitará como documentación final la siguiente información:

- Hoja de datos para cada tipo y sección de cable, con los valores obtenidos durante los ensayos.
- Protocolos de ensayo de recepción.
- Instrucciones de almacenaje, montaje y mantenimiento.

## **6. ENSAYOS**

Los ensayos se llevarán a cabo en los talleres del fabricante y a su cargo. El fabricante deberá emitir certificados de los ensayos realizados con toda la información necesaria y los resultados de las mediciones.

Los ensayos por realizar serán los siguientes:

### **Ensayos de rutina o individuales**

Se realizarán sobre todas las bobinas del suministro antes de su entrega:

- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores acorde a IEC 60502-1/2.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial acorde a IEC 60502-1/2.

- Medida de la resistencia de aislamiento (megger o similar) acorde a estándar del fabricante.
- Descargas parciales (solo en cables de MT) acorde a IEC 60885-3 y IEC 60502-2.

### **Ensayos de tipo**

Estos ensayos son de tal naturaleza que, una vez realizados y superados con éxito, no requieren ser repetidos en tanto no se modifiquen ni las características constructivas del cable, sus materiales o el proceso de fabricación.

El fabricante deberá certificar el haber realizado los ensayos de tipo correspondientes, que serán los indicados como tal en las normas IEC 60502 parte 1 y 2 y, además, los ensayos de no propagación de la llama según IEC 60332-1, no propagación del incendio según IEC 60332-3-24.

## 7. ANEXO I PLANILLAS DE DATOS GARANTIZADOS

CONDUCTORES USO EN CC – SOLAR					
Nr o.	DESCRIPCION	UNID AD	S/PLIEGO	S/OFE RTA	OBSERVACIONES
1	Normas		EN50618		
2	Material del conductor		Cobre electrolítico estañado		
3	Aislamiento		Copolímero reticulado libre de halógenos		
4	Blindaje Metálico		-		
5	Envoltura (Cubierta)		Copolímero reticulado libre de halógenos resistente a los UV		
6	Relleno		-		
7	Armadura		NO		
8	Tensión Nominal	KV	1,5 (En Continua)		
9	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	(Ver formaciones)		Redonda y compacta
10	Fases		Unipolar		
11	Categoría		-		
12	Tipo		S/fabricante		
13	Temperatura admisible a I nominal	°C	90		
14	Temperatura admisible en CC	°C	250		
15	Aplicación	Apto para instalaciones aéreas en cañerías y bandeja o enterrados en ductos.			
16	Flexibilidad		Clase 5		
17	Radio Mínimo de Curvatura		S/fabricante		
18	Corriente admisible	A			Adjuntar catálogos
20	Espesor de aislante	mm			Adjuntar catálogos
21	Propagación de llama		NO		
22	Sección de Malla (Pantalla metálica)	mm <sup>2</sup>	-		
23	Corriente de CC de malla	KA	-		
24	Formaciones para considerar		(1x4) mm <sup>2</sup> negro		

<b>CONDUCTORES USO EN CA – XLPE</b>					
Nr o.	DESCRIPCION	UNID AD	S/PLIEGO	S/OFE RTA	OBSERVACIONES
1	Normas		IRAM 2178		
2	Material del conductor		Aluminio		
3	Aislamiento		XLPE		
4	Blindaje Metálico		-		
5	Envoltura (Cubierta)		PVC		
6	Relleno		-		
7	Armadura		NO		
8	Tensión Nominal	Kv	1,1		
9	Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	(Ver formaciones)		Redonda y compacta
10	Fases		Unipolar		
11	Categoría		-		
12	Tipo		S/fabricante		
13	Temperatura admisible a I nominal	°C	90		
14	Temperatura admisible en CC	°C	250		
15	Aplicación	Apto para instalaciones aéreas en cañerías y bandeja, enterrados en ductos o directamente enterrados.			
16	Flexibilidad		Clase 5		
17	Radio Mínimo de Curvatura		S/fabricante		
18	Corriente admisible	A			Adjuntar catálogos
19	Corriente de CC admisible	KA			Adjuntar catálogos
20	Espesor de aislante	mm			Adjuntar catálogos
21	Propagación de llama		NO		
22	Sección de Malla (Pantalla metálica)	mm <sup>2</sup>	-		
23	Corriente de CC de malla	KA	-		
24	Formaciones por considerar		(1x185) mm <sup>2</sup>		

CONDUCTORES USO EN MEDIA TENSIÓN (CA)					
Nr o.	DESCRIPCION	UNID AD	S/PLIE GO	S/OFE RTA	OBSERVACI ONES
1	Normas		IRAM 2178		
2	Material del conductor		Aluminio		
3	Aislamiento		XLPE		
4	Blindaje Metálico		-		
5	Envoltura (Cubierta)		PVC		
6	Relleno		-		
7	Armadura		NO		
8	Tensión Nominal	Kv	33		
9	Sección Nominal	mm2	(Ver formaciones)		Redonda y compacta
10	Fases		Unipolar		Redonda y compacta
11	Categoría		II		
12	Tipo		S/fabricante		
13	Temperatura admisible a I nominal	°C	90		
14	Temperatura admisible en CC	°C	250		
15	Aplicación	Apto para instalaciones aéreas en cañerías y bandeja, enterrados en ductos o directamente enterrados.			
16	Flexibilidad		Clase 5		
17	Radio Mínimo de Curvatura		S/fabricante		
18	Corriente admisible	A			Adjuntar catálogos
19	Corriente de CC admisible	KA			Adjuntar catálogos
20	Espesor de aislante	mm			Adjuntar catálogos
21	Propagación de llama		NO		
22	Sección de Malla (Pantalla metálica)	mm2	(Ver formaciones)		
23	Corriente de CC de malla	KA	-		
24	Formaciones por considerar		(1x185) mm <sup>2</sup> Pantalla metálica 16mm <sup>2</sup>		

# **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADOR DE SSAA**

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO:		<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADOR DE SSAA</b>	PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA:		PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN	HOJA:
Nº:		ANTEPROYECTO EJECUTIVO	CONT.:
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

## Control de Revisionesº

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ALCANCE DEL SUMINISTRO .....	3
3. ENSAYOS .....	4
3.1. Ensayos de rutina .....	4
3.2. Ensayos del aceite .....	4
3.3. Ensayos en obra .....	4
4. REPUESTOS .....	4
5. EMBALAJE.....	5
6. SERVICIO POST VENTA.....	5
7. GARANTÍA .....	5
8. PLANILLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS .....	6



## 1. INTRODUCCIÓN

La presente Especificación Técnica tiene por objetivo establecer las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir el transformador reductor de potencia destinado a servicios auxiliares (SS.AA) indicado a continuación, para ser montado en el Parque Solar Macachín en la Provincia de La Pampa. El mismo deberá dar cumplimiento a las normativas locales, provinciales y nacionales vigentes.

Cualquier duda o discrepancia entre esta especificación y documentos de requisición y orden de compra, deberá ser clarificada con el comprador antes de proceder con la fabricación de partes importantes del suministro.

El diseño, la construcción y los ensayos de estos equipos completos, deberán cumplir con lo requerido en la presente especificación. Deberán además contemplarse y respetarse las siguientes condiciones particulares del lugar de emplazamiento:

CONDICION AMBIENTAL	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Altura de instalación	m.s.n.m.	460	
Temperatura máxima absoluta	°C	46,7	
Temperatura mínima absoluta	°C	-9,2	
Temperatura media anual máxima	°C	17,2	
Humedad relativa máxima	%	50	

## 2. ALCANCE DEL SUMINISTRO

El Contratista tendrá a su cargo el suministro y traslado a obra de lo contemplado en esta especificación y todos los elementos necesarios para el correcto servicio, sin que ello implique límites a su alcance:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Transformador Trifásico reductor de distribución en baño de Aceite 63Kva- Relación 33+/- 2x2.5%/0,4 kV /0.231kv, tipo Llenado Integral, según norma IRAM 2250	1 (Uno)

Para un mayor detalle de las características de los equipos ver "PLANILLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS".

El suministro debe incluir un completo juego de planos, diagramas, manuales de servicio, mantenimiento, calidad y montaje.

### **3. ENSAYOS**

Como mínimo se incluirán los ensayos aquí indicados.

Si el Fabricante no está en condiciones de realizar estos ensayos en su fábrica, deberá incluir en su oferta el costo de los ensayos en un laboratorio apto, el cual deberá ser aprobado por el Inspector.

#### **3.1. Ensayos de rutina**

- Resistencia de bobina.
- Relación de transformación.
- Vacío.
- Cortocircuito.
- Resistencia de Aislación.
- Dieléctrico (Aplicada e inducida).
- Hermeticidad.
- Inspección visual, dimensional y control de la pintura y otros revestimientos superficiales.

#### **3.2. Ensayos del aceite**

- Ensayo cromatográfico para determinación de PCB.

#### **3.3. Ensayos en obra**

Las verificaciones y ensayos del transformador y sus componentes en la obra se realizarán según las mismas normas utilizadas en los respectivos ensayos efectuados en la fábrica, excepto donde se establezcan condiciones particulares, en cuyo caso prevalecerán sobre ésta.

### **4. REPUESTOS**

El Proveedor deberá incluir en su oferta los siguientes repuestos:

- Un aislador de baja tensión
- Un aislador de alta tensión

## **5. EMBALAJE**

El Proveedor deberá acondicionar el transformador y sus componentes para su transporte y deberá presentar con suficiente antelación al envío de los equipos, el diseño de cada bulto típico con indicación de sus dimensiones, características constructivas, materiales, etc., para conocimiento y aprobación.

## **6. SERVICIO POST VENTA**

Con la finalidad que el cliente pueda contar con repuestos y atención técnica, el proveedor deberá garantizar un servicio de pos venta en nuestro país.

## **7. GARANTÍA**

El Proveedor deberá asegurar que los bienes cumplirán con los requerimientos y las especificaciones establecidos en el acuerdo y garantizar los equipos por un período de 24 meses a partir de su puesta en servicio y conforme los términos indicados en las cláusulas de la Orden de Compra.

## 8. PLANILLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS

GENERAL			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
Fabricante	-	-	
Modelo	-	-	
Tipo de funcionamiento	-	Continuo / Intemperie	
Norma de fabricación y ensayo	-	IRAM 2250	
Potencia nominal	kVA	63	
Tipo de refrigeración	-	ONAN ( <i>Aceite y aire no forzados</i> )	
Tipo constructivo	-	Llenado Integral	
Frecuencia	Hz	50	
Grupo de conexión	-	Dyn11	
Tensión primaria nominal	kV	33	
Regulación de tensión en alta	%	$\pm 2 \times 2,5$	
Tipo de regulación	-	Sin tensión	
Tensión secundaria de vacío	V	400	
Nivel de ruido	dB	63	
Medio aislante-refrigerante	-	Aceite Mineral Libre PCB	
Material de los arrollamientos (AT / BT	-	Aluminio / Aluminio	
Tipo constructivo de los arrollamientos (AT / BT	-	Continuo	

FIRMA Y ACLARACIÓN DEL  
OFERENTE

VALORES GARANTIZADOS			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
Corriente de Vacío a Un	% In	-	
Pérdidas en vacío a 50 Hz y Un	W	<= 320	
Pérdidas en cortocircuito a In y 75 °C	W	<= 1500	
Impedancia de cortocircuito a 75 °C	%	4	

TEMPERATURAS			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
Temperatura ambiente máxima	°C	40	
En el líquido aislante (capa superior)	°C	60	
En los arrollamientos (temperatura. media)	°C	65	
En el punto más caliente (Hot Spot)	°C	78	


FIRMA Y ACLARACIÓN DEL  
OFERENTE

NIVELES DE AISLACION (AT / BT)			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
Ensayo tensión aplicada (50 Hz, 1 min)	Kv	70	
Ensayo tensión inducida (125 Hz, 48 seg)	Kv	-	
Ensayo de impulso (1,2/50 µseg)	Kv	170	

PROTECCIONES Y ACCESORIOS			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
Según IRAM 2250	-	-	
<p>Dentro de los accesorios y protecciones incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aisladores de AT.</li> <li>• Aisladores de BT.</li> <li>• Conmutador sin tensión.</li> <li>• Vainas para termómetro.</li> <li>• Bornes de PAT.</li> <li>• Válvulas de vaciado.</li> <li>• Válvulas de muestreo.</li> <li>• Tapón de llenado.</li> <li>• Cáncamos de izaje y tapa.</li> <li>• Placas características.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y todos los elementos necesarios para el correcto servicio.</li> <li>• Los terminales de potencia deben ser tipo bandera.</li> </ul>

FIRMA Y ACLARACIÓN DEL  
OFERENTE

# **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CELDAS DE M.T.**

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CELDAS DE M.T.</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA: PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN			HOJA:
Nº: ANTEPROYECTO EJECUTIVO			CONT.:
 BINTEL INGENIERÍA S.A.	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

## **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	ALCANCE DEL SUMINISTRO .....	4
3.	NORMAS Y ESPECIFICACIONES .....	5
4.	CONDICIONES GENERALES .....	6
5.	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES .....	6
5.2.	Características eléctricas.....	6
5.3.	Características constructivas.....	6
5.3.1.	Carpintería metálica .....	6
5.4.	Equipamiento.....	8
5.4.1.	Seccionador bajo carga.....	8
5.4.2.	Base portafusibles / Fusibles.....	8
5.4.3.	Interruptor .....	8
5.4.4.	Transformadores de medición de tensión .....	8
5.4.5.	Compartimiento de baja tensión.....	9
5.4.6.	Barras .....	9
5.4.7.	Aisladores.....	9
5.4.8.	Puesta a tierra .....	10
5.4.9.	Calefacción.....	10
5.4.10.	Grado de protección .....	10



5.4.11.	Pintura .....	10
5.4.12.	Iluminación interior .....	10
5.4.13.	Seccionadores de puesta a tierra .....	10
5.4.14.	Cableado de los circuitos auxiliares.....	11
5.4.15.	Indicación de presencia de tensión.....	11
5.4.16.	Relé de protección .....	11
5.4.17.	Medidor de variables.....	12
5.4.18.	Enclavamientos celda de entrada.....	13
5.4.19.	Enclavamientos celda de salida.....	14
5.4.20.	Detección de arco interno .....	15
6.	COMPONENTES DEL SUMINISTRO .....	16
6.1.	Celda 01 Acometida Generador- 33kv. ....	16
6.2.	Celda 02, Celda de servicios Auxiliares-33kv.....	17
6.3.	Celda 03, Celda de medición-33kv .....	18
6.4.	Celda de salida de LMT 33kV (Celdas 4 y Celda 5).....	19
7.	REPUESTOS.....	21
8.	ENSAYOS .....	21
8.1.	Ensayos de tipo.....	21
8.2.	Ensayos de rutina .....	21
8.3.	Ensayos en obra .....	22
9.	EMBALAJE .....	22
10.	ANEXOS .....	22

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente especificación comprende los requerimientos básicos que deben reunir las celdas tipo anti-arco de 33 KV destinadas a las entradas y salidas de líneas (Distribuidores), Acometida del generador fotovoltaico y medición de la Estación Transformadora del Parque a ser instaladas en la sala de control del parque fotovoltaico.

Deberán contemplarse y respetarse los condicionamientos climáticos siguientes:

CONDICION AMBIENTAL	UNIDAD	VALOR	OBSERVACION
Altura de instalación	m.s.n.m.	460	
Temperatura máxima absoluta	°C	45,2	
Temperatura mínima absoluta	°C	-7,2	
Temperatura media anual máxima	°C	19,8	
Humedad relativa máxima	%	55	

## 2. ALCANCE DEL SUMINISTRO

El Contratista tendrá a su cargo el suministro y traslado a obra de cinco (5) celdas unitarias modulares del tipo compartimentada de 33kV de corriente nominal 630 A, de uso interior, aisladas al aire o en gas SF6, según el siguiente detalle:

- Celdas de 33kV (5 celdas).
  - Celda N°1: Celda de acometida del generador.
  - Celda N°2: Celda de transformador de SS.AA.
  - Celda N°3: Celda de medición.
  - Celda N°4: Celda de Acometida LMT a Macachin
  - Celda N°5: Celda de Acometida LMT a Miguel Riglos.
- Los ensayos en fábrica de todos los suministros.
- La entrega de toda la documentación, planos, manuales, catálogos, protocolos de ensayos, memorias técnicas, etc. según lo indicado en las presentes Especificaciones Técnicas y en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.
- La entrega de todos los certificados necesarios de aquellos equipos involucrados en la medición SMEC (incluyendo ensayos de saturación de

núcleo de los TC) para ser presentados ante CAMMESA para la correspondiente habilitación, según lo indicado en la resolución 472/98 de la Secretaría de Energía.

- Las celdas se entregarán completas, con envoltura metálica, barras, aisladores, borneras, equipos de maniobra, protección, alarmas, señalización, comando y medición; y todo otro equipamiento requerido para que el conjunto de celdas conforme una integridad autosuficiente.
- 

NOTA: el alcance de la provisión de los componentes de cada celda se encuentra detallado en el apartado N° 6.

Forma asimismo parte de la provisión lo siguiente:

- La documentación técnica para proyecto, montaje, ensayos y puesta en servicio correspondiente.
- Herramientas y/o dispositivos necesarios y vinculados al comando de las celdas (en el caso de, manijas extractoras de elementos, fusibles de alta tensión y piezas de repuestos para el mantenimiento).
- Embalaje de protección para el transporte.
- Ensayos en fábrica, incluyendo la disponibilidad de los todos los equipos y aparatos de medición y ensayo para efectuar los mismos.

### **3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

Las celdas y conductos de Media Tensión cumplirán con las presentes especificaciones técnicas:

- IRAM 2200: Tableros eléctricos de maniobra y de comando bajo cubierta metálica.
- IRAM 2211-1: Coordinación de aislación. Parte 1 - Definiciones, principios y reglas.
- IRAM 2211-2: Coordinación de la aislación. Guía de aplicación.
- IRAM 2211-3: Coordinación de la aislación entre fases. Principios, reglas y guía de aplicación.
- DIN 57103. Fuerza mecánica y térmica del cortocircuito en instalaciones de energía eléctrica.
- IEC 62271-001: Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.
- IEC 62271-100: Interruptores automáticos para corrientes alterna para alta tensión.

- IEC 62271-102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 62271-200: Equipos bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.

#### **4. CONDICIONES GENERALES**

Las celdas serán aisladas al aire o en gas SF6 y cada una de ellas deberá poder conducir, sin inconvenientes, en forma continua y permanente la corriente nominal correspondiente y resistir los efectos de las corrientes de fallas previstas sin que se produzcan deterioros.

Las mismas serán del tipo anti-arco del tipo secundaria diseñadas para resistir sin dificultades los esfuerzos térmicos y mecánicos ocasionados por cortocircuitos trifásicos internos y externos; y conducir 630 A para el nivel de tensión de 33kV.

En el proyecto se deberá incluir obligatoriamente, en forma de memoria técnica, los cálculos detallados de verificación térmica y dinámica, teniendo en cuenta los efectos de resonancia mecánica a frecuencia simple y doble de la red (la verificación incluirá barras y aisladores), siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma DIN 57103.

#### **5. CARACTERISTICAS PARTICULARES**

##### **5.2. Características eléctricas**

El sistema de media tensión en 33kV debe estar preparado para trabajar con neutro rígido a tierra.

Las principales características eléctricas de este suministro se detallan en las respectivas Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

Desde el punto de vista eléctrico y de su operación, las celdas deberán ofrecer una seguridad absoluta, de manera de no presentar peligro al personal que las opere o atienda.

##### **5.3. Características constructivas**

###### **5.3.1. Carpintería metálica**

Las celdas serán del tipo secundaria, compartimentadas para instalación interior, de tipo blindado según definición dada en el parágrafo 4.3 de la norma IRAM 2200, construidas con bastidores y paneles de chapa de acero dobladas y reforzadas convenientemente de manera de dar a cada celda características autoportantes.

Cada conjunto de celdas se podrá subdividir en unidades individuales para su transporte. Todas las celdas estarán cerradas en el techo, piso y sus partes posterior y frontal.

Cada celda contará con una tapa lateral que permita la segregación de los compartimientos de entrada y salida de cables durante el armado de las celdas que forman un tablero.

Los paneles frontales estarán contruidos de modo tal que, en caso de un arco interno, el sistema de trabas no permita la expulsión del panel y el escape de los gases calientes. En aquellas celdas con seccionador de puesta a tierra en aire se practicará una mirilla para poder observar la posición de sus cuchillas.

La parte posterior de las celdas contará con paneles abulonados, con bisagras en un lateral para su apertura, se incluirá una tapa (flap) a efectos de permitir el escape hacia atrás de gases generados por arco eléctrico.

En caso de llevar compartimiento de BT éste contará con puertas frontales de doble hoja para las celdas de 33kV, en las puertas del mismo, en la parte inferior derecha, deberán poseer un porta documento de acrílico (medidas a definir por el proveedor) para contener en su interior los planos correspondientes, en caso de que todo el tren lleve un solo compartimiento de BT en éste se guardará el plano de todo el conjunto.

Todas las puertas contarán con limitador de apertura a 105° y cerradura incorporada a la manija respectiva.

El conjunto de celdas llevará una Placa de Características con las indicaciones que como mínimo se dan a continuación: nombre del fabricante, país de origen, número de fabricación, año de fabricación, tensión nominal (kV), grado de protección IP, Normas utilizadas, nivel de aislación nominal (kV), peso total.

En el recinto de barras, las mismas pasarán de una celda a otra a través de aisladores pasa tapas montados sobre placa “poliéster reforzado fibra de vidrio” PRFV a los efectos de que cada una tenga su recinto de barras independiente.

En la parte superior de los recintos de barras de potencia, de transformadores de tensión, de interruptores y de cables se ubicarán dispositivos de alivio diseñados de manera tal que los gases producidos por un arco sean evacuados sin dañar la construcción metálica. Se cumplirán los criterios de la Norma IRAM 2200.

Los compartimientos que lo requieran tendrán salida de aire para ventilación, previéndose los medios necesarios para cumplir tal cometido y al mismo tiempo satisfacer los requerimientos del ensayo de arco interno.

Deberán preverse en las celdas, cáncamos para izamiento y transporte.

#### **5.4. Equipamiento**

##### **5.4.1. Seccionador bajo carga**

Los seccionadores bajo carga serán del tipo tripolar, tendrá tres posiciones, «cerrado», «abierto» o «puesto a tierra»,

Los tres contactos están ubicados en una envolvente llena de gas hexafloruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como medio de aislamiento y corte.

El mecanismo de operación será rápido e independiente de la voluntad del operador accionado por resortes.

Cualquier sobrepresión accidental será eliminada por la apertura de la membrana de seguridad, en tal caso el gas es dirigido hacia la parte posterior de la unidad, eliminando los efectos indeseables en la parte frontal.

##### **5.4.2. Base portafusibles / Fusibles**

La base portafusibles se apta para la tensión de servicio de 33kV, tripolar, para fusibles de alta capacidad de ruptura, línea DIN.

Los fusibles serán de uso interior de alta capacidad de ruptura, alto efecto limitador, baja sobretensión de corte, Bajas pérdidas eléctricas, con percutor único (señalización y disparo). Sin mantenimiento ni envejecimiento.

##### **5.4.3. Interruptor**

El interruptor será del tipo instalación fija en SF<sub>6</sub> o en vacío, estarán equipado con:

- Mecanismo de accionamiento manual.
- Mecanismo de accionamiento remoto:
  - Motor eléctrico para el accionamiento el accionamiento.
  - Bobina de cierre.
  - Bobina de apertura.
- Contactos auxiliares de “apertura/cierre”.

##### **5.4.4. Transformadores de medición de tensión**

Para la medición de tensión se utilizarán transformadores de tensión inductivos unipolares conectados en estrella con neutro a tierra para medición y protección ubicados dentro de las celdas de media tensión.

#### **5.4.5. Compartimiento de baja tensión**

En el compartimiento de baja tensión de cada celda se instalarán interruptores termomagnéticos de C.A., relés de protecciones, relés auxiliares, instrumentos indicadores, fusibles, borneras, etc.

Se deberá incluir en los circuitos de medición, un block de pruebas para contrastación de los aparatos.

Cada celda tendrá en el frente de la puerta correspondiente al compartimiento de baja tensión un mímico que represente básicamente el contenido de la celda e incorpore los indicadores de

posición y manipuladores. El mismo se fijará a las puertas mediante tornillos (no debiendo quedar estos visibles). El color será representativo del nivel de tensión en cuestión.

#### **5.4.6. Barras**

El sistema de barras será trifásico y todos los extremos de barras de cobre a vincularse eléctricamente entre sí y los preparados para conectarse a otros equipos, deberán estar estañadas. Todas las uniones deberán estar protegidas además con recubrimientos aislantes fácilmente desmontables para permitir la inspección y el mantenimiento de las mismas.

Las barras colectoras y las derivaciones serán dimensionadas teniendo en cuenta las corrientes nominales y potencia de cortocircuito.

Las barras serán pintadas de con los siguientes colores: fase R: naranja; fase S: verde, fase T: violeta, barra de tierra: negro.

Para las celdas se deberá prever en los laterales una tapa removible (abulonada) que permita la ampliación de las barras de la celda previstas para agregar en el futuro: celda de acometida, celda de salida de línea, etc.

Las barras no deberán presentar deformaciones ni rebabas por el punzonado o agujereado.

#### **5.4.7. Aisladores**

Los aisladores a emplear serán del tipo interior compuestos por materiales en base a resinas epoxi o poliéster, y lo suficientemente rígidos como para poder soportar sin inconvenientes los esfuerzos electrodinámicos actuantes.

#### **5.4.8. Puesta a tierra**

Todos las partes metálicas sin tensión de los tableros de celdas, se conectarán a un colector de tierra que los recorrerá en toda su longitud y que estará formada por una pletina rectangular de cobre de sección 200 mm<sup>2</sup>; la misma se conectará entre los distintos tipos de tableros por los laterales que permitan una única barra de tierra.

Todas las partes metálicas de elementos y aparatos se conectarán a tierra.

#### **5.4.9. Calefacción**

Las celdas contarán en su interior con calefactores eléctricos blindados alimentados con 220VCA a fin de mantener una sobretemperatura interior de modo de evitar condensación; los mismos estarán comandados por contactores accionados por termostatos convenientemente ubicados en cada celda, con regulación entre 5 y 60 grados centígrados.

#### **5.4.10. Grado de protección**

Las celdas serán diseñadas para asegurar mínimo la clase de protección IP31 según IRAM 2444.

#### **5.4.11. Pintura**

Las celdas poseerán una terminación exterior con pintura tipo epoxi de color RAL9002 ó 9003 con espesor mínimo de 50 micrones.

#### **5.4.12. Iluminación interior**

En cada uno de los compartimientos de las celdas en su parte anterior y posterior (zona de borneras y conexionado) se debe instalar uno o más artefactos tipo tortuga (de fundición aluminio con lámparas 220VCA/60W, o artefacto para lámpara fluorescente de bajo consumo o LED (incluida la provisión de la lámpara).

#### **5.4.13. Seccionadores de puesta a tierra**

La celda de salida de líneas contará con seccionador de puesta a tierra comandable desde la parte anterior de la celda respectiva. La habilitación para la apertura o cierre del seccionador se realizará mediante un enclavamiento que se colocará adecuadamente en la parte anterior de la celda.



#### **5.4.14. Cableado de los circuitos auxiliares**

No se permitirán empalmes de los cables en su recorrido y solamente se admitirán cables unipolares “extraflexibles”. La sección será de 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de comando, señalización y alarma, de 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de medición de tensión y de 4 mm<sup>2</sup> para los circuitos de medición de corriente.

Todo cableado interno que atraviese compartimientos de alta tensión deberá estar protegido ineludiblemente en su recorrido total dentro de conductos de chapa con cierre hermético y/o caños de acero contra los efectos de un eventual arco interno. En donde resulte necesario se utilizarán conductos metálicos flexibles con la resistencia adecuada para soportar dichos efectos.

Todos los cables de vinculación entre celdas y tableros de servicios auxiliares deberán ser tipo subterráneo, y su canalización dentro de la celda también se efectuará a través de conductos

metálicos blindados. El cableado de vinculación aludido será exclusivamente por canal bajo nivel de piso.

En el caso que corresponda los cables de fibra óptica que se instalen en las celdas, se montarán dentro de canales de cables independientes de los anteriormente descritos, de manera de no reunir en ningún caso cables de fibra con conductores galvánicos en un mismo cablecanal.

#### **5.4.15. Indicación de presencia de tensión**

Todas las celdas (con excepción de las de medición) tendrán divisores capacitivos para alimentar un conjunto de 3 lámparas de neón que indican la presencia de tensión en los cables de MT. El diseño deberá permitir el reemplazo del conjunto de lámparas. Asimismo se deberá tener acceso al valor de la tensión que alimentan las lámparas de neón, con el fin de poder verificar la concordancia de las fases.

#### **5.4.16. Relé de protección**

La celda de salida deberá estar equipada con un relé para protección de alimentador, el cual deberá poseer como mínimo las siguientes funciones y elementos de protección:

- Protección direccional de Sobrecorriente de fases (67P).
- Protección direccional de Sobrecorriente de Neutro (67N).
- Protección de Sobrecorriente de fases (51P/50P).
- Protección de Sobrecorriente de tierra (51G/50G).

- Protección de Sobrecorriente de secuencia negativa (46).
- Protección de Sobre y Subtensión (59/27).
- Protección de Sobre y Subfrecuencia (81H/81L).
- Protección de fallo de interruptor (50BF).
- Protección de máxima potencia activa direccional (32P).
- Protección de máxima potencia reactiva direccional (32Q).
- Medición de variables eléctricas y visualización en display.
- Control de interruptor desde HMI (52).
- Supervisión de circuito de disparo (TCS).

Además de las funciones descritas precedentemente, el equipo deberá contar con display con capacidad para diagrama mímico, registro de fallas y eventos, registro oscilográfico de las perturbaciones y perfil de carga.

Deberá soportar los protocolos de comunicación DNP3.0 e IEC61850 y deberá poseer como mínimo un puerto RS485 y un puerto Ethernet RJ45.

La cantidad de entradas y salidas binarias será como mínimo de 14 BI y 10 BO. La tensión de alimentación será multivariable de 48 a 120 VCC y 110 a 240 VCA. La tensión de comando será de 220VCA.

#### **5.4.17. Medidor de variables**

La celda de salida deberá estar equipada con un medidor digital, el cual deberá poseer como mínimo las siguientes funciones:

El medidor digital estará integrado en un block electrónico, para medir, calcular y mostrar en unidades eléctricas, en display o en forma remota en el SCADA local o remoto.

La programación total del aparato podrá realizarse localmente por PC portátil o a distancia a través de una compuerta de comunicaciones, y por teclado en forma local.

Deberá poder medir, calcular y mostrar en display o en forma remota, al menos los siguientes parámetros, elegibles por programa:

- Tensión de línea y fase y sus promedios.
- Porcentaje de desequilibrio de tensiones.
- Corriente de cada fase y sus promedios.

- Porcentaje de desequilibrio de corrientes.
- Corriente de neutro o de tierra.
- Frecuencia.
- Factor de potencia total.
- Potencia activa, reactiva y aparente.
- Energía activa y reactiva, con indicación de dirección.
- Demanda fija y deslizante el menos para potencias y corrientes, con períodos y subperíodos programables.
- Máximos y mínimos al menos para tensiones, corrientes y potencias.

El medidor digital cumplirá las siguientes condiciones adicionales:

- Tendrá salida de pulsos de energía activa.
- La programación total del medidor podrá realizarse localmente por PC portátil o a distancia a través de la compuerta de comunicación.

La clase de exactitud del medidor será:

- Tensión y corriente: 0,5.
- Potencia: 0,5.
- Energía: 0,5.
- Factor de potencia: 1.
- Frecuencia: 0,1 Hz de resolución.

Estos medidores se deberán comunicar con protocolo Modbus RS-485.

#### **5.4.18. Enclavamientos celda de entrada**

Al ser estos los que definen la seguridad de funcionamiento, se exigirá para ellos robustez y confiabilidad, debiéndose cumplir con los siguientes enclavamientos mecánicos:

- Se preverá un enclavamiento electromecánico para la puerta frontal de acceso al seccionador de manera que no pueda retirarse o abrirse respectivamente si el seccionador no se encuentra en posición de tierra.
- El seccionador deberá ser bloqueado en la posición aterrado cuando la puerta frontal de la celda está removida.

- El seccionador podrá cerrarse solo si la puerta frontal de la celda esté en posición.
- En caso de poseer malla o puerta de protección del cubículo correspondiente a terminales de cables, ésta no podrá ser removida si el seccionador no se encuentra en posición de tierra y, viceversa, el seccionador no podrá cerrarse de no estar la protección colocada.

#### **5.4.19. Enclavamientos celda de salida**

Al ser estos los que definen la seguridad de funcionamiento, se exigirá para ellos robustez y confiabilidad, debiéndose cumplir con los siguientes enclavamientos mecánicos:

- El interruptor deberá contar con contactos de posición cableado a bornes.
- El seccionador de tierra podrá cerrarse solo si el seccionador principal está abierto.
- Se preverá un enclavamiento electromecánico para la puerta frontal de acceso al interruptor y al seccionador principal de manera que no pueda retirarse o abrirse respectivamente si el seccionador de tierra no está cerrado.
- El seccionador principal y el seccionador de tierra deberán ser bloqueado en la posición aterrado cuando la puerta frontal de la celda está removida.
- El seccionador principal podrá cerrarse solo si el seccionador de tierra PAT está abierto y la puerta frontal de la celda esté en posición y el interruptor abierto.
- El seccionador principal podrá abrirse solo si el interruptor esté abierto.
- En caso de poseer malla o puerta de protección del cubículo correspondiente a terminales de cables, ésta no podrá ser removida si el seccionador de puesta a tierra no se encuentra cerrado y, viceversa, el seccionador de puesta a tierra no podrá abrirse de no estar la protección colocada.
- No permitir la apertura o el cierre del seccionador cuando este asociado con un interruptor automático, mediante un enclavamiento realizado con llaves. Solo si el interruptor está en posición abierta, se posibilitará el desbloqueo del seccionador de aislamiento.

Además de los enclavamientos antes mencionados se deberá contar con los siguientes enclavamientos eléctricos.

- Se deberá contar con un contacto auxiliar en el seccionador principal

indicando la apertura del mismo cableado a bornes (señalización PLC).

- Se deberá contar con un contacto auxiliar en el seccionador PAT indicando la apertura del mismo cableado a bornes (Esta señal será enviada al seccionador de la línea (89T) para que no se le permita cerrarlo si seccionador de PAT esté aterrado).
- El seccionador de tierra deberá contar con un bloqueo que permita habilitar el cierre del mismo siempre que no haya tensión en los cables de entrada, tomado como referencia la tensión en los detectores capacitivos con indicación óptica.
- El interruptor deberá contar con contactos de posición cableado a bornes. (uno de esos contactos se utilizará para el enclavamiento del seccionador de línea (89T)).

#### **5.4.20. Detección de arco interno**

Las celdas de 33kV tendrán cada una, una unidad de detección de arco eléctrico, con sensores en cada compartimiento (cable, barra), tal que ante una falla de arco interno opere una señal de disparo que actúe sobre el equipamiento de cada celda (seccionador bajo carga o interruptor).

Esta unidad de detección se montará en el cubículo de baja tensión en cada celda en caso de que la estructura posea o bien se podría agrupar en una celda con compartimiento de baja que así lo disponga. Hasta ella llegarán las señales correspondientes a los sensores de arco por intermedio de fibras ópticas, debidamente protegidas por caños metálicos, independientes de los correspondientes al conexionado eléctrico.

En caso de detección de arco en las entradas de cables, el sistema deberá efectuar la apertura del interruptor de la celda de salida, a los fines de despejar la falla. En caso de detectarse un arco en los recintos de ducto de barras, operará la apertura del interruptor de la celda de salida. Un relé auxiliar repetirá las señales provenientes de la unidad de monitoreo de arco eléctrico para efectuar la desconexión de los interruptores, señalización y alarma.

Se preverá al momento de realizar el proyecto ejecutivo de la obra la posibilidad de incorporar la conexión de las celdas futuras sin necesidad de modificar ni alterar los equipos y conexiones (eléctricos y de F.O.) existentes.

		CELDA 01 ENTRADA	CELDA 02 SS.AA	CELDA 03 MEDICION	CELDA 04 ACOM. LMT- CHAMICAL	CELDA 05 ACOM.LMT- P.DE LLANOS
		INTERRUPTOR	SECCIONADOR		INTERRUPTOR	INTERRUPTOR
CELDA 01 ENTRADA	CABLE	X			X	X
	BARRA	X			X	X
CELDA 02 SS.AA	CABLE	X			X	X
	BARRA	X			X	X
CELDA 03 MEDICION	TI - BARRA	X			X	X
	TV	X			X	X
CELDA 04 ACOM.LMT-	CABLE	X			X	X
	BARRA	X			X	X
CELDA 05 ACOM.LMT-	CABLE	X			X	X
	BARRA	X			X	X

## 6. COMPONENTES DEL SUMINISTRO

El listado de componentes de las celdas de MT es enunciativo y no taxativo, debiendo la Contratista suministrar los bienes y servicios que sean necesarios para la correcta y completa fabricación de los equipos, de manera tal que resulten aptos para los fines perseguidos.

### 6.1. Celda 01 Acometida Generador- 33kv.

Cantidad Una (1): Entrada desde Generación.

El detalle de los componentes de cada celda es el siguiente:

- Un (1) seccionador de operación bajo carga tripolar en SF6 con cuchillas PAT incorporadas en el mismo – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC.
- Un (1) interruptor tripolar automático en SF6 o en vacío ejecución fija – In 630A – 33kV.
- Un (1) Comando motor para interruptor, 220VCA.
- Un (1) Bobina apertura para interruptor, 220VCA.
- Un (1) Bobina cierre para interruptor, 220VCA.
- Tres (3) transformadores de corriente 33kV, de dos núcleos:

- I) Núcleo medición MEDIDOR: Relación de transformación 250/5 A - Sn: 10VA – Cl. 0,5 – n < 5.
- II) Núcleo medición RELÈ: Relación de transformación 250/5 A - Sn: 15VA – Cl:5p20.
- Un (1) seccionador tripolar de PAT inferior en aire – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC
- Un (1) Diagrama mímico móvil, con indicación de la posición del seccionador principal.
- Bloqueo por candado para el comando del seccionador principal.
- Tres (3) detectores capacitivos de 33kV, con resistor y lámpara de neón de alto brillo.
- Juego de barras tripolar principales para conexión superior para 630 A.
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar.
- Barras de Tierra.
- Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Servicios auxiliares – calefacción, iluminación).
- Calefactores de 220VCA y termostato.
- Iluminación interior de compartimientos, conjunto de carteles indicadores (mímico, cable, etc.) y demás elementos necesarios para la correcta terminación y funcionamiento de la celda.
- En caso de ser necesario los siguientes equipos:
  - Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Comando, señalización, alarma).
  - Relés auxiliares.
  - Compartimiento de baja tensión (en caso de ser independiente al resto de la estructura).

## **6.2. Celda 02, Celda de servicios Auxiliares-33kv.**

Cantidad Una (1): Entrada desde celda 01.

El detalle de los componentes de cada celda es el siguiente:

- Un (1) seccionador de operación bajo carga tripolar en SF6 con cuchillas PAT incorporadas en el mismo – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC.
- Tres (3) Fusibles súper rápidos HHD -33kv- 6.3A -20KA.

- Un (1) seccionador tripolar de PAT inferior en aire – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC
- Un (1) Diagrama mímico móvil, con indicación de la posición del seccionador principal.
- Bloqueo por candado para el comando del seccionador principal.
- Tres (3) detectores capacitivos de 33kV, con resistor y lámpara de neón de alto brillo.
- Juego de barras tripolar principales para conexión superior para 630 A.
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar.
- Barras de Tierra.
- Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Servicios auxiliares – calefacción, iluminación).
- Calefactores de 220VCA y termostato.
- Iluminación interior de compartimientos, conjunto de carteles indicadores (mímico, cable, etc.) y demás elementos necesarios para la correcta terminación y funcionamiento de la celda.
- En caso de ser necesario los siguientes equipos:
  - ✓ Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Comando, señalización, alarma).
  - ✓ Relés auxiliares.
  - ✓ Compartimiento de baja tensión (en caso de ser independiente al resto de la estructura).

### **6.3. Celda 03, Celda de medición-33kv.**

Cantidad Una (1), el detalle de los componentes es el siguiente:

- Acometida por la parte superior en ambos laterales
- Tres (3) transformadores de corriente 33kV, de dos núcleos:
  - ✓ Núcleo medición APELP: Relación de transformación 250/5 A - Sn: 10VA – Cl. 0,5 –  $n < 5$ .
  - ✓ Núcleo medición SMEC: Relación de transformación 250/5 A - Sn: 10VA – Cl. 0,5 –  $n < 5$ .
- Tres (3) transformadores de tensión monofásicos, inductivos de 2 núcleos:
  - ✓ Núcleo medición SMEC: Relación (33/1,73 - 0,11/1,73) kV - Sn: 15VA.



- ✓ Núcleo medición EDELAR: Relación (33/1,73 - 0,11/1,73) kV - Sn: 15VA.
- Fusibles de protección primario para el TV.
- Los secundarios de los TV se protegerán con fusibles en los destinados a medición SMEC y APELP.
- Juego de barras tripolar principales para conexión superior para 630 A.
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar.
- Barras de Tierra.
- Un (1) block de pruebas para contrastación de aparatos (precintables).
- Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Servicios auxiliares – calefacción, iluminación).
- Calefactores de 220VCA y termostato.
- Iluminación interior de compartimientos, conjunto de carteles indicadores (mímico, cable, etc.) y demás elementos necesarios para la correcta terminación y funcionamiento de la celda.
- En caso de ser necesario los siguientes equipos:
  - ✓ Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Comando, señalización, alarma).
  - ✓ Relés auxiliares.
  - ✓ Compartimiento de baja tensión (en caso de ser independiente al resto de la estructura).

#### **6.4. Celda de salida de LMT 33kV (Celdas 4 y Celda 5).**

Cantidad dos (2), el detalle de los componentes de cada una es el siguiente:

NOTA: Ambas celdas contarán con el mismo equipamiento en cuanto a componentes. La celda N° 04, contará con entrada y salida del embarrado por la parte superior y la celda N° 5 contará con entrada superior de barras. Ambas contarán con salida de cables por la parte inferior.

- Un (1) interruptor tripolar automático en SF6 o en vacío ejecución fija – In 630A – 33kV.
- Un (1) Comando motor para interruptor, 220VCA.
- Un (1) Bobina apertura para interruptor, 220VCA.
- Un (1) Bobina cierre para interruptor, 220VCA.
- Un (1) seccionador de operación sin carga tripolar en SF6 con cuchillas PAT incorporadas en el mismo – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC.

- Un (1) seccionador tripolar de PAT inferior en aire – In 630A – 33kV. Incluir bloque de contactos auxiliares 1NA+1NC.
- Una (1) comando del seccionador manual con funciones de:
  - ✓ Apertura/cierre del seccionador principal a palanca.
  - ✓ Apertura/cierre del seccionador de PAT a palanca.
- Un (1) Diagrama mímico móvil, con indicación de la posición del seccionador principal y de las cuchillas de PAT.
- Bloqueo por candado para el comando del seccionador principal y de las cuchillas de PAT.
- Tres (3) transformadores de corriente 33kV, de dos núcleos:
  - ✓ Núcleo protección: Relación de transformación 250/5 A - Sn: 10VA – Cl. 5P20.
  - ✓ Tres (3) detectores capacitivos de 33kV, con resistor y lámpara de neón de alto brillo.
- Juego de barras tripolar principales para conexión superior para 630 A.
- Bornes para conexión inferior de cable seco unipolar.
- Barras de Tierra.
- Un (1) block de pruebas para contrastación de aparatos (precintables).
- Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Servicios auxiliares – calefacción, iluminación).
- Un (1) interruptor TM bipolar para 220VCA (Comando, señalización, alarma).
- Relés auxiliares.
- Un (1) sistema de bloqueo (electroimán) para habilitación eléctrica del seccionador de tierra desde los detectores capacitivos.
- Calefactores de 220VCA y termostato.
- Iluminación interior de compartimientos, conjunto de carteles indicadores (mímico, cable, etc.) y demás elementos necesarios para la correcta terminación y funcionamiento de la celda.
- Compartimiento de baja tensión (en caso de ser independiente al resto de la estructura).
- Una (1) llave inversora "local-remoto".
- Pilotos de señalización.
- Un (1) conjunto de pulsadores de apertura y cierre del interruptor.
- Un (1) relé de protección.
- Un (1) medidor multifunción con comunicación.

NOTA: Los detalles del sistema de control, medición y protección se encuentran en los ítems correspondientes.

## **7. REPUESTOS**

El oferente deberá suministrar el listado de repuestos a proveer en detallando descripción y cantidad recomendados para un servicio seguro de 5 (cinco) años.

Los mismos deberán ser cotizados en un ítem aparte en la oferta.

## **8. ENSAYOS**

### **8.1. Ensayos de tipo**

- De tensión de impulso en seco (IRAM 2200).
- De tensión a frecuencia industrial (IRAM 2200).
- De elevación de temperatura (IRAM 2200).
- De corriente de corta duración en circuitos principales (IRAM 2200).
- De corriente de corta duración en circuito de puesta a tierra (IRAM 2200).
- De verificación de poder de cierre y apertura (IRAM 2200).
- De funcionamiento mecánico (IRAM 2200).
- De verificación del grado de protección de las personas contra la aproximación peligrosa partes bajo tensión o en movimiento (IRAM 2200).
- Ensayo de arco interno (IRAM 2200).

NOTA: El Proponente presentará protocolos de los ensayos de tipo realizados sobre celdas de características y equipamiento similar.

### **8.2. Ensayos de rutina**

Sobre cada una de las celdas armadas y completas y en las condiciones en que serán instaladas en las obras, se efectuarán todos los ensayos de rutina mencionados en IRAM 2200 según el siguiente detalle:

- De tensión en seco a frecuencia industrial (IRAM 2200).
- De tensión en circuitos auxiliares (IRAM 2200).
- De operación mecánica (IRAM 2200).
- De los dispositivos auxiliares eléctricos (IRAM 2200).
- De funcionalidad (completo).
- De verificación de la intercambiabilidad, de los componentes (IRAM 2200).

- Inspección visual y verificación de dimensiones.
- Verificación general de pintura.
- Verificación del cableado.
- Rigidez dieléctrica para los circuitos de potencia y circuitos auxiliares.
- Resistencia de contactos.
- Ensayo de operación mecánica y enclavamientos.

### **8.3. Ensayos en obra**

Sobre cada una de las celdas instaladas en la obra, armadas y completas, se repetirán los ensayos mencionados en el apartado anterior. El proveedor deberá cotizar en un ítem aparte los servicios de asistencia a los ensayos en sitio y puesta en marcha de los equipos.

## **9. EMBALAJE**


El Proveedor deberá acondicionar las celdas para su transporte y deberá presentar con suficiente antelación al envío de los equipos, el diseño de cada bulto típico con indicación de sus dimensiones, características constructivas, materiales, etc., para conocimiento y aprobación.

Con equipos importados el embalaje será además apto para transporte marítimo en bodega.

## **10. ANEXOS**

Ver esquema unifilar documento Nro: BNTL-CC128-DUF-01-01-00

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAS

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAS</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA: PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN			HOJA:
Nº.: ANTEPROYECTO EJECUTIVO			CONT.:
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

## **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	CARACTERISTICAS AMBIENTALES Y DE SERVICIO.....	3
3.	DESCRIPCION DEL PARQUE FOTOVOLTAICO MACACHIN.....	3
4.	ALCANCE.....	4
4.1.	Estructuras móviles:.....	4
a)	estructuras monofila tracker para 88 paneles.....	4
b)	repuestos.....	5
c)	tareas a realizar en obras.....	5
d)	documentación y ensayos.....	5
5.	NORMAS DE APLICACIÓN.....	5
6.	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS.....	6
6.1.	Estructura soporte.....	6
6.2.	Formas de sujeción de estructuras.....	6
7.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	10
7.1.	Cronogramas, planos y esquemas.....	10
7.2.	Folletos y memorias descriptivas.....	11
8.	ENSAYOS.....	11
8.1.	Control de calidad y ensayos durante la fabricación.....	11
9.	TOLERANCIAS, RECHAZOS Y PENALIDADES.....	12
10.	REQUISITOS PARA EL MONTAJE.....	12
11.	REPUESTOS.....	12

## 1. INTRODUCCIÓN.

La presente especificación comprende los requerimientos básicos que deben reunir las estructuras móviles de soporte de los paneles fotovoltaicos, de aquí en adelante llamadas “Tracker” a ser instalados en el Parque Fotovoltaico Macachín en el departamento de Atreucó de la Provincia de La Pampa. Los mismos deberán dar cumplimiento a las normativas locales, provinciales y nacionales vigentes.

Cualquier duda o discrepancia entre esta especificación y documentos de requisición y orden de compra, deberá ser clarificada con el comprador antes de proceder con la fabricación de partes importantes del suministro.

El diseño, la construcción y los ensayos de estos equipos completos, deberán cumplir con lo requerido en la presente especificación. Deberán además contemplarse y respetarse las siguientes condiciones particulares del lugar de emplazamiento.

## 2. CARACTERISTICAS AMBIENTALES Y DE SERVICIO.

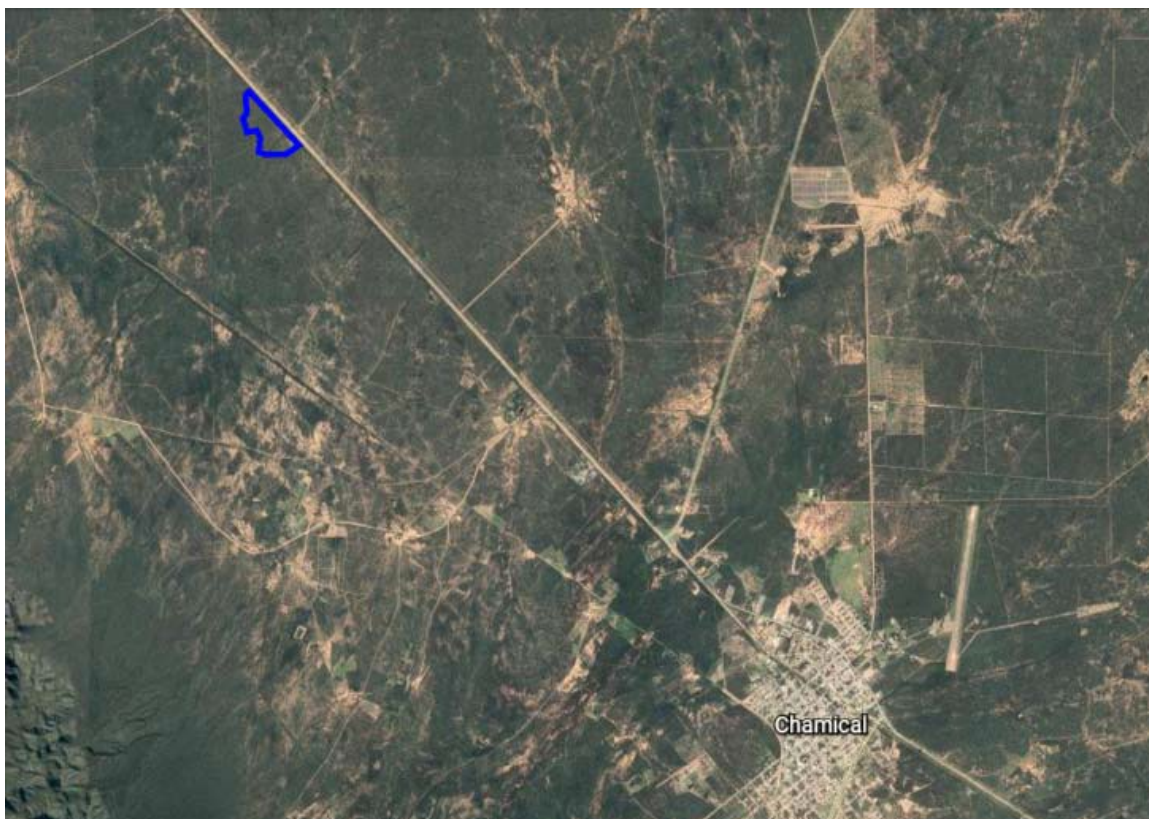
En el siguiente cuadro se indican a modo de resumen las condiciones climáticas y ambientales para tener en cuenta en diseño de las estructuras.

ESTADO	TEMPERATURA	VELOC. DEL VIENTO
Temperatura Máxima	+50 °C	0
Temperatura Mínima	-5 °C	0
Viento Máximo	+10 °C	120 Km/h
Temperatura c/viento	-5 °C	50 Km/h
Temperatura Media Anual	+16 °C	0
Condiciones Sísmicas	CIRSOC 103	Zona Sísmica 4

## 3. DESCRIPCION DEL PARQUE FOTOVOLTAICO MACACHIN.

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Macachín consiste en la construcción de un Parque FV de 5 MWCA, a instalarse en el departamento de Atreucó, Provincia de La Pampa, República Argentina. En su desarrollo se utilizarán paneles Solares Fotovoltaicos de 570 Wp. marca: Jinko JKM570-7RL- montados sobre estructuras tipo Trackers monofila de orientación de eje central Norte- Sur y con posicionamiento y seguimiento solar automático.

En la siguiente imagen satelital se muestra la ubicación del parque.  
30°17'09``S;66°23'39``W



## 4. ALCANCE.

### 4.1. Estructuras móviles:

El alcance del suministro incluye el diseño, fabricación, suministro de materiales y accesorios, empaque, preparación para embarque, embarque, transporte y Seguro a Obra PSFV Macachin en La Pampa, Argentina. Además, todos los equipos, materiales y ensayos para su montaje y puesta en marcha.

Supervisión del montaje; repuestos; supervisión de las pruebas y puesta en servicio; y en general toda la información y documentación requerida por el cliente, como manual de puesta en servicio, manual de operación y mantenimiento, instructivo de almacenamiento en obra, etc.

El Proveedor proveerá la cantidad de estructuras soporte para paneles solares fotovoltaicos con seguidor en un eje, necesaria para cubrir la potencia de diseño de 5 MWCA y  $FP=0.9$ , distribuidos en forma óptima en el terreno disponible.

#### a) estructuras monofila tracker para 88 paneles.

Cantidad: 120 UN Características generales:

Módulos por tracker: 88 String por tracker: 4 Cantidad de inversores: 30



Estas estructuras deberán contar con su correspondiente sistema de movimiento, sistema de control y todo lo necesario para su correcta operación.

**b) repuestos.**

Listado itemizado con los repuestos recomendados según las condiciones de operación de la planta (todos los ítems iguales a los originales provistos y montados). Se deberá incluir como mínimo:

Sistema de movimiento completo de estructura (conjunto) Sistema de control completo (conjunto)

Otros (indicar)

**c) tareas a realizar en obras.**

El oferente tomará a su cargo la responsabilidad de inspeccionar y asesorar sobre la correcta instalación y montaje de las instalaciones hasta la efectiva puesta en marcha y energización definitiva de la Planta Fotovoltaica en el momento que corresponda. El oferente deberá incluir la descarga y los movimientos de las estructuras en obra.

**d) documentación y ensayos.**

- Los ensayos en fábrica de todos los suministros, incluyendo la disponibilidad de los todos los equipos y aparatos de medición y ensayo para efectuar los mismos.
- La entrega de toda la documentación, planos, manuales, catálogos, protocolos de ensayos, memorias técnicas, etc. según lo indicado en las presentes Especificaciones Técnicas y en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.
- Embalaje de protección para el transporte.

## **5. NORMAS DE APLICACIÓN.**

Los reglamentos bajo los que deben ser calculadas y evaluadas las estructuras son los enunciados a continuación:

Reglamento CIRSOC 101: "Sobrecargas". Reglamento CIRSOC 102: "Acción del Viento".

Reglamento INPRES - CIRSOC 103: "Normas Argentinas para las Construcciones Sismoresistentes".

Reglamento CIRSOC 104: "Acción de la nieve y del Hielo sobre las Construcciones". Recomendación CIRSOC 105: "Superposición de Acciones-

Combinación de Estados de Carga”. Reglamento CIRSOC 201: “Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado”

Reglamento CIRSOC 301: “Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Acero para Edificios”.

Recomendación CIRSOC 303: “Estructuras Livianas de Acero”. Comentarios CIRSOC 303: “Estructuras Livianas de Acero “.

Separación mínima de los paneles y suelo 50cm.

Los puntos de sujeción del módulo fotovoltaico estarán de acuerdo con lo exigido por el fabricante, debiendo ser suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores de magnitud superior a las permitidas por el fabricante.

El PROVEEDOR debe adjuntar los cálculos correspondientes al “Pitch” (distancia de separación entre trackers) óptimo para el desarrollo del PSFV en función de las características de los módulos a instalar y de las estructuras propuestas. Para ello se adjuntan datos de posición georreferenciada del proyecto y relevamiento topográfico

## **6. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS.**

### **6.1. Estructura soporte.**

La estructura de soporte de los paneles FV, deberá ser construida en perfiles de acero galvanizado en caliente de alta resistencia o similar. Siempre realizando el proceso de galvanizado luego del mecanizado o perforado del material. Se destaca que no resulta aceptables soluciones basadas en otros tipos de materiales tales como Magnelis, corten o similares.

Dichas estructuras estarán diseñadas para ser compatible con los paneles solares del fabricante Jinko modelo JKM570-7RL-4-V (peso aprox. 25 kg/uni +-2 kg) y 88 celdas.

### **6.2. Formas de sujeción de estructuras.**

Datos para tener en cuenta:

- Seguidor solar de un eje mono fila
- Mecanismo de movimiento Autoalimentado.
- Cargas a considerar: Viento y nieve según códigos vigentes de la provincia de La Rioja
- Tamaño de los paneles 2384mm x 1096mm x 35 mm de 110 celdas.

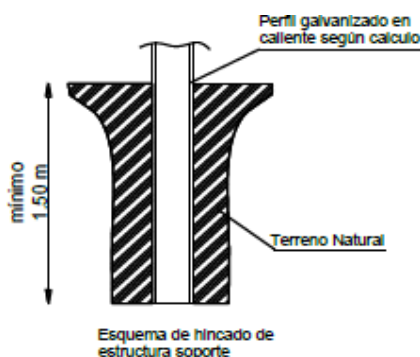
(Verificar con modelo: Jinko JKM570-7RL-4-V).

- Peso de Módulos Mono faciales 28.6 Kg.
- Control de viento con ráfagas de 55km/h.
- Viento máximo a soportar 120km/h.
- Condiciones atmosféricas -5°C a 50°C.
- Alcance del seguidor +/- 60°.
- Adaptación del terreno mínimo 4% en dirección E/O y 3% en dirección N/S.
- Tornillería a utilizar grado 8.8 /Zn Ni.
- Tipo de fundación: Hincado Directo a Profundidad a definir (Según Pull Out test) Se debe cotizar de acuerdo con lo indicado en 5.2 de esta Especificación.
- Sistema automático de Alarmas y accionamiento.

Cabe aclarar que es responsabilidad del PROVEEDOR el cálculo y presentación para su aprobación por parte de la inspección de obra de toda la documentación (Planos, planillas, memorias de cálculo, etc.).

La fundación está prevista con perfiles tipo C galvanizados en caliente o similar, hincados en el terreno una profundidad mínima de 1.50mts tal como se muestra en la figura. Las dimensiones de los perfiles, espesores y la profundidad de hincado o fundación, se tenderán que verificar con el cálculo correspondiente.

En la siguiente imagen se puede apreciar el detalle de profundidad mínima para tener en cuenta.



A continuación, se muestran fotografías de estructuras a modo de ejemplo.



Figura N°1: Estructura de soporte de los paneles FV. Ejemplo.



Figura N°2: Estructura de soporte de los paneles FV.





Figura N°3: Detalle de sujeción de paneles.



Figura N°4: Sistema electromecánico de movimiento. Ejemplo



Figura N°5: Detalle punto de rotación.



Figura N°6: Funcionamiento de la estructura con paneles.

## 7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.

El Proveedor presentará, a los fines de calificación, la siguiente documentación:

### 7.1. Cronogramas, planos y esquemas.

- a. Cronograma de fabricación.
- b. Planta y las cuatro vistas laterales de las estructuras propuestas con todos los detalles (distancias entre apoyos, bornera de puesta a tierra, accesorios y su ubicación, etc.), todo debidamente acotado.
- c. Esquemas funcionales, multifilares, de cableado interno y de interconexión con todos los circuitos de comando, control y protección, con numeración de bornes.
- d. Especificaciones y protocolos del sistema de monitoreo y comunicaciones y alarma. Se deberá indicar de manera clara y detallada las características y funcionalidades del sistema de control que se incluye en el suministro. Se debe detallar los algoritmos de control de movimientos que el sistema dispone, indicando de manera clara y taxativa que los mismos se encuentran abiertos y con disponibilidad de todas las herramientas e información para que el cliente pueda por sí mismo realizar modificaciones o adaptaciones de tales algoritmos de control.

También se debe indicar de manera clara, las interfaces y modos de comunicación con los componentes de nivel superior del sistema de control del Parque Solar.

- e. Listado con marca y modelo de todos los componentes eléctricos instalados y gabinete de comando.

- f. Placa de características completa.
- g. Planos y folletos/catálogos de cada pieza.
- h. Hojas de Datos Garantizados completas, firmadas por el Oferente.
- i. Procedimientos de pruebas de recepción detallados e Instrucciones de almacenamiento.
- j. Resultados certificados de todas las inspecciones, pruebas y ensayos de rutina, de recepción. Adjuntar listado indicando protocolos de ensayos de tipo que se entregarán para aprobación.

## **7.2. Folletos y memorias descriptivas**

- k. Manuales de operación y mantenimiento los cuales deben incluir todos los catálogos, instructivos, etc., correspondientes a los productos que forman parte del suministro, en idioma español.
- l. Instrucciones para transporte, puesta en servicio y mantenimiento de todos sus componentes.
- m. Certificados en fábrica de la chapa que será usada para fabricar las estructuras.
- n. Certificados de fábrica para la calidad de los componentes eléctricos utilizado en las estructuras.
- o. Listado de todos los elementos que se entregan desmontados o sueltos.

El PROVEEDOR deberá presentar constancia fehaciente (antecedentes, protocolos de ensayos, etc.) con las cuales se pueda determinar que las estructuras ofrecidas no son prototipos y que su construcción está de acuerdo con modelos similares ampliamente ensayados con resultados satisfactorios comprobables.

Para que la Oferta resulte factible de ser evaluada, resulta imperativo que el Oferente entregue un detallado listado de Antecedentes de proyectos fotovoltaicos en Argentina instalados con idéntica tecnología que la ofertada. Cada uno de estos proyectos presentados como antecedentes debe indicar de manera clara la potencia en MW instalada, el lugar y cliente en el cual fueron suministrados, fecha de la provisión, y dato fehaciente de contacto del Cliente final (usuario de las estructuras suministradas).

## **8. ENSAYOS.**

### **8.1. Control de calidad y ensayos durante la fabricación**

El Cliente realizará inspecciones durante todo el proceso de fabricación. A tales efectos el Proveedor deberá proveer el cronograma de fabricación y los medios necesarios para facilitar inspecciones y suministrar la información que le sea requerida en cada caso.

El fabricante indicará los controles de calidad que efectuará en las etapas de construcción (calidad de los materiales y componentes utilizados) y en la recepción de los materiales utilizados con sus respectivas tolerancias. Se verificará el proceso y técnicas de fabricación.

## **9. TOLERANCIAS, RECHAZOS Y PENALIDADES.**

De no resultar satisfactorios los controles de calidad y ensayos, la Comitente podrá solicitar la mejora y/o reemplazo de materiales y componentes de las estructuras. Si tales recomendaciones no fuesen observadas la Comitente podrá rechazar parcial o totalmente el lote de fabricación y será la contratista penalizada según se establece en los pliegos y documentación de la presente licitación.

## **10. REQUISITOS PARA EL MONTAJE.**

El contratista realizará la supervisión del cableado y los ensayos en obra antes de la puesta en servicio de este. Tomará a su cargo la responsabilidad de inspeccionar y asesorar sobre la correcta instalación y montaje de las instalaciones hasta la efectiva puesta en marcha y energización definitiva de la Planta Fotovoltaica en el momento que corresponda.

El oferente deberá incluir la descarga y los movimientos de las estructuras en obra.

## **11. REPUESTOS.**


Se incluirá la provisión los repuestos y reemplazos suficientes para el reemplazo completo de UN

(1) Tracker en caso de ser necesario.

Se debe contemplar como reemplazos y repuestos un 5% de la cantidad instalada de Controladores de movimiento, sensores, tableros de comando, baterías o Módulos de alimentación del controlador.



# MEMORIA DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

00	16/06/2022	EMISIÓN INICIAL	
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA
TÍTULO: <b>MEMORIA DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA</b>			PROY.: JHT
			APROB.: PAMC
OBRA: PROYECTO FOTOVOLTAICO MACACHIN			HOJA: 1
Nº: ANTEPROYECTO EJECUTIVO			CONT.: 1
	GRUPO: INGENIERIA DE DETALLE ELECTROMECAÁNICA		FECHA EMISIÓN 16/06/2022
	Nº:		REVISIÓN 00

## **Control de Revisiones**

Rev.	Fecha	Prep.	Rev.	Apro.	Descripción
01	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-
03	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-
05	-	-	-	-	-

## **ÍNDICE**

1	Análisis y descripción de las tecnologías disponibles en Módulos Fotovoltaicos ...	3
	Paneles solares monocristalinos monofaciales .....	3
	Módulos de Celda Partida.....	3
	Ventajas de los módulos HC (Half Cell).....	4
	Corriente .....	4
	Temperatura.....	4
	Sombras.....	4
	Eficiencia.....	5
	Durabilidad.....	5
	Paneles solares bifaciales.....	5
	Cómo funcionan los módulos solares bifaciales .....	6
	Eficiencia de los paneles solares bifaciales .....	6
	Comparativa entre paneles Monofaciales y Bifaciales.....	6
2	Cuadro comparativo de las tecnologías. Resumen de las variables técnicas y rendimientos previstos de cada tecnología .....	7

## **1 Análisis y descripción de las tecnologías disponibles en Módulos Fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares determinan cuánta energía produce una planta de generación fotovoltaica. Un panel solar de 540 Watts pico puede producir un máximo de 540 Watts de energía eléctrica por hora.

Con el paso del tiempo, los paneles solares se han vuelto de mayor tamaño y más sofisticados. Hoy en día la potencia eléctrica media por panel oscila entre los 440 y los 700 Watts pico. La eficiencia promedio es de entre el 15 % y el 20 %, mientras que los módulos solares categoría Premium pueden llegar a tener una eficiencia energética del 23 %. Hay que tener especialmente en cuenta que la eficiencia de un Módulo Fotovoltaico sólo incide sobre la superficie que se necesita para producir la misma energía. Vale decir que un módulo Fotovoltaico de 540 Watts con una eficiencia del 23% producirá lo mismo que otro con una eficiencia del 15%, solo que el de menor eficiencia será más grande (tendrá mayor superficie).

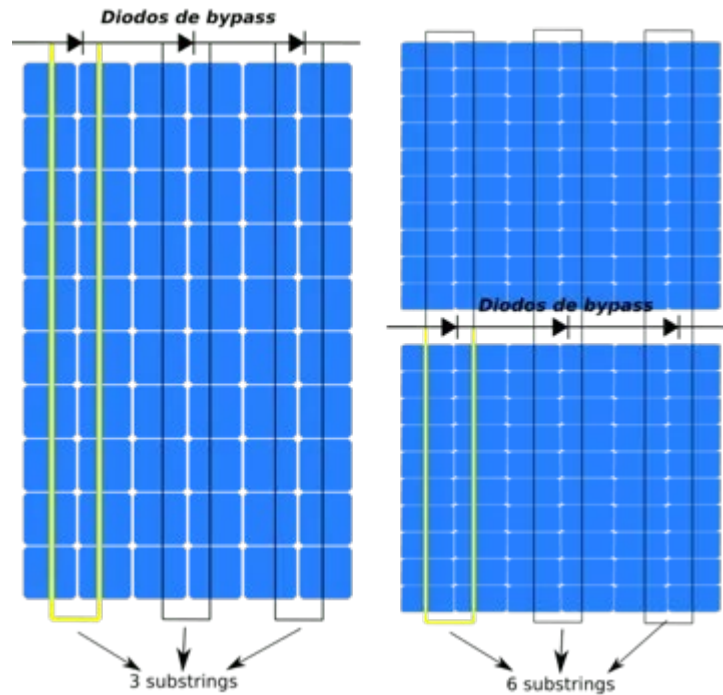
Los últimos desarrollos incluyen la tecnología de celdas partidas HC y las celdas PERC, según se describe más adelante.

### Paneles solares monocristalinos monofaciales

Es una de las tecnologías fotovoltaicas más antiguas, y ha pasado por las pruebas más rigurosas. A lo largo de los años, los avances en esta tecnología han mejorado su eficiencia de manera significativa.

### Módulos de Celda Partida

Un módulo de celdas partidas es aquel que está formado por celdas que han sido divididas, generalmente en dos mitades de igual tamaño, antes de ser colocadas en la cubierta del módulo con una configuración de conexión en serie y paralelo distinta de la habitual. Aunque las celdas son las mismas, aportan beneficios en el funcionamiento del módulo.



Esquema de dos módulos de 60 celdas (izquierda) y 120 subceldas (derecha). El modelo HC (Half-Cell) tiene el doble de substrings que el convencional, lo que reduce el impacto de sombras externas parciales.

### Ventajas de los módulos HC (Half Cell)

Las celdas partidas son la forma más eficiente de rentabilizar paneles solares, gracias a las siguientes ventajas:

#### Corriente

La corriente eléctrica en la celda se reduce a la mitad y con ello, las pérdidas por resistencia térmica. Como resultado, la potencia de salida del módulo solar con tecnología HC es 5-10W más alta que un módulo con las celdas de tamaño completo del mismo tipo.

#### Temperatura

Un módulo con este tipo de tecnología puede reducir el daño del efecto hot-spot (punto caliente) de manera efectiva, porque la temperatura del punto caliente en un panel solar de celda partida es inferior.

#### Sombras

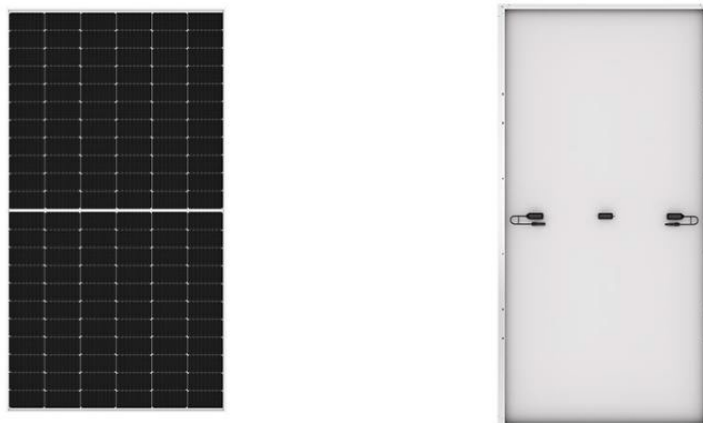
Los paneles de celda partida cuentan con dos series de strings conectadas internamente (en dos cajas de conexiones con filosofía double panel) que dividen en dos mitades la producción. De esta forma, las sombras externas o pérdidas puntuales por factores medioambientales que afecten únicamente a una parte del panel se ven mitigadas evitando la pérdida total de la producción.

## Eficiencia

En los paneles con tecnología *Half-Cell*, las celdas se pueden disponer de forma más cercana, aprovechando mejor el tamaño del panel. Sumando el efecto de mayor rendimiento se logra una mayor eficiencia por panel respecto al uso de células completas.

## Durabilidad

Al ser cada unidad de generación más pequeña se reduce el estrés mecánico de cada pieza, minimizando el riesgo de microfisuras y evitando posibles puntos calientes dentro del módulo.



Módulo Fotovoltaico HC (celda partida), anverso y reverso

## Paneles solares bifaciales

Un desarrollo más reciente es la actual tecnología solar bifacial que ofrece algunas ventajas de funcionamiento. Vale la pena analizar si conviene invertir en estas nuevas tecnologías en este momento y en el sitio en análisis, o esperar hasta que hayan pasado por más pruebas de campo.

Los paneles solares bifaciales tienen celdas solares en sus dos caras. Por ello, tienen el potencial de producir más energía en un menor espacio, lo que significa que la eficiencia de estos paneles puede superar a las otras tecnologías fotovoltaicas.

Dado que estos paneles solares necesitan menos espacio, donde exista una limitación en ese sentido se puede instalar sistemas más grandes. Sin embargo, los mayores costos que resultan de esta nueva tecnología justifican su utilización sólo en casos particulares.

## Cómo funcionan los módulos solares bifaciales

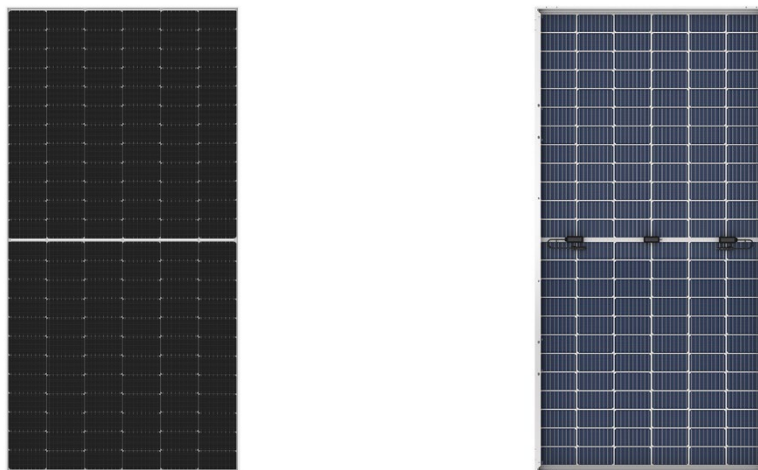
Los paneles solares bifaciales tienen celdas solares en ambas caras del panel solar. Estas celdas suelen utilizar tecnología monocristalina.

El vidrio cubre el frente y el reverso del módulo con un revestimiento antirreflejante. A veces no se usa marco metálico. En ese caso, los lados de vidrio se adhieren entre sí y se sujetan en un sistema de soporte único.

Las celdas del frente del panel solar captan la luz solar directa mientras que las celdas del reverso captan la luz reflejada. Para que estos paneles funcionen de la mejor manera posible, necesitan una superficie reflectante debajo de ellos. Esto significa que se necesitan superficies claras, montaje sobre el suelo, y soportes de seguimiento solar (trackers).

## Eficiencia de los paneles solares bifaciales

Si bien los paneles solares bifaciales tienen índices de eficiencia más altos, no son enormemente más eficientes. Con un sistema de seguimiento, estos módulos pueden alcanzar hasta un 27 % de eficiencia. Lo que significa que estos módulos tienen una diferencia del 4 % en más que un módulo monocristalino monofacial Premium.

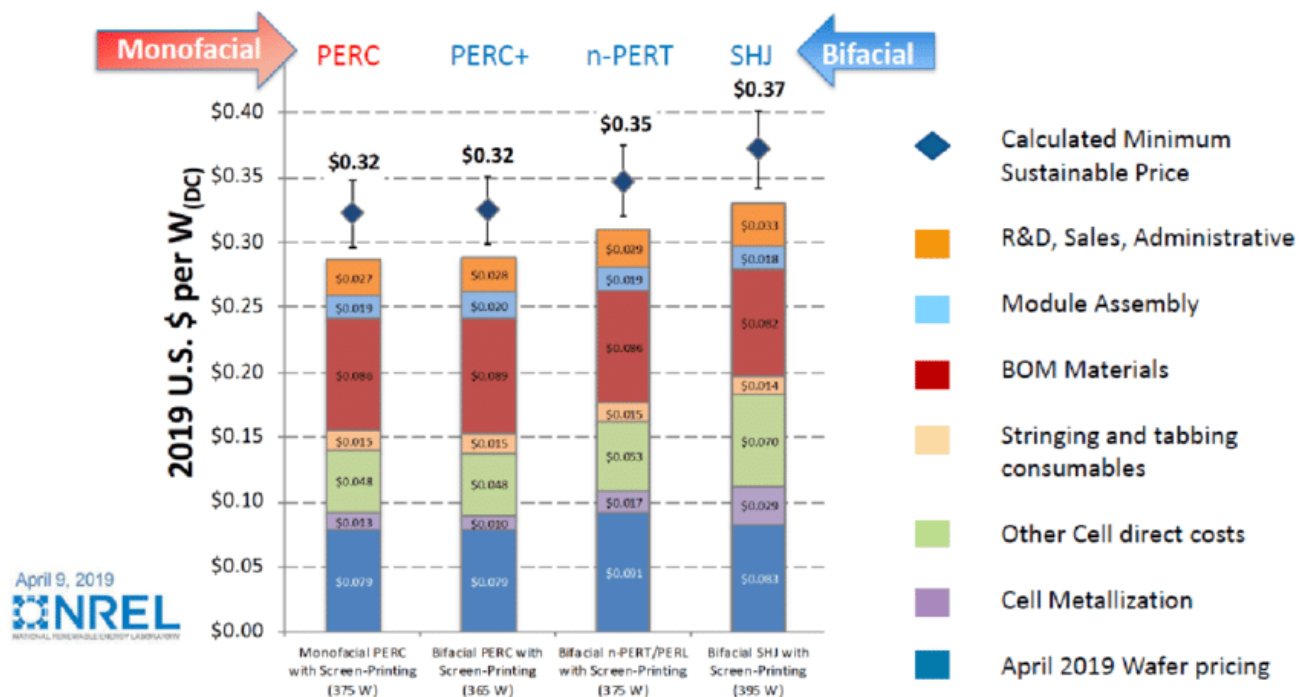


Modulo Fotovoltaico Bifacial anverso y reverso

## Comparativa entre paneles Monofaciales y Bifaciales

Aunque los módulos bifaciales tienen índices de eficiencia más altos, necesitan equipos especiales y requisitos adicionales. Además de estas condiciones especiales, este tipo de paneles solares requieren soportes especiales, lo que significa que el conjunto es más costoso.

Se muestran a continuación las diferencias de costo entre Módulos Fotovoltaicos de distinta tecnología:



PERC (Passivated Emitter Rear Cell). Consiste en colocar una capa reflectante (Dielectric Layer) para aprovechar al máximo la radiación. Es el proceso que añade una capa adicional en la parte trasera del panel solar. Dicha capa permite reflejar de nuevo hacia la célula parte de los fotones que atraviesan la célula, aumentando así la eficiencia total del panel. SHJ Silicon Hetero Junction (Heterounión de Silicio)

En el caso que nos ocupa (Planta FV Macachin), la mayor producción por reflexión sobre la superficie del terreno es pequeña, debido a tratarse de un terreno agrícola con tierra negra en la superficie, y por ende, con una menor reflexión de la radiación, lo que desaconseja la utilización de esta tecnología, por razones de costo/rendimiento (ver cuadro comparativo en el párrafo subsiguiente)

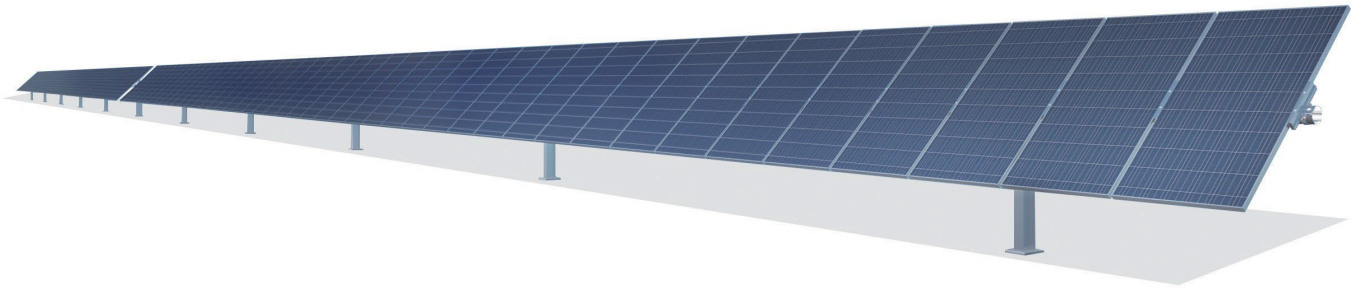
Por otra parte no se requiere minimizar la superficie ocupada, en vista al terreno disponible.

## 2 Cuadro comparativo de las tecnologías. Resumen de las variables técnicas y rendimientos previstos de cada tecnología

En este apartado se incluye un resumen de las variables técnicas y costos previstos para cada tecnología.

		BASE DE DATOS	
	Unidad	NASA-SSE	NASA-SSE
<b>CONFIGURACION</b>			
Modulos		Monofaciales	Bifaciales
Inversores		String	String
Potencia de Salida CA	MW <sub>CA</sub>	5,25	5,25
<b>MODULOS</b>			
Tipo		Monofacial	Bifacial
Marca		Jinko Solar	Longi Solar
Modelo		JKM570M-7RL4-V;	LR5-72-HBD-545-M BIFACIAL
Degradacion	%/año	0,40	0,40
Cantidad	N°	10.560	10.560
Potencia Unitaria	Wp	570	545
Potencia Total	Wp	6.019	5.755
Cadenas	N°	480	480
en Series	N°	22	22
Superficie Modulos	m2	28.872	26.992
<b>INVERSORES</b>			
Marca		Huawei Tech.	Huawei Tech.
Modelo		SUN2000-185KTL-H1	SUN2000-185KTL-H1
Tipo		String	String
Cantidad		30	30
Potencia Unitaria	kW <sub>ca</sub>	175	175
Potencia Nominal	Kw <sub>ca</sub>	5.250	5.250
<b>RASTREADORES</b>			
Tipo		Tracker eje horiz N-S	Tracker eje horiz N-S
Cantidad	unidades	120	120
Espaciado	metros	6,50	6,50
Azimut		0°	0°
Giro	°	+/- 60°	+/- 60°
<b>RESULTADOS</b>			
Energia Producida P50	MWh/año	11.885	12.500
Factor de Carga		23%	25%
Produccion Especifica	KWH/KWp/año	1.974	2.172
PR	%	83,66	91,46
<b>IRRADIACION Y PERDIDAS</b>			
Irradiacion Horizontal Global	kWh/m2	1.735	1.735
Fuente		NASA-SSE	NASA-SSE
Ganancia Trackers	%	37,00	36,90
<b>DEFINICIONES DEL MODELO BIFACIAL</b>			
Albedo de tierra			0,30
Factor de Bifacialidad			70%
Factor de Sombreado trasero			5%
Factor de desajuste trasero			10%
Transparencia del Modulo			0%
<b>EVALUACION</b>			
Probabilidad de Produccion Anual			
P50	MWh/año	11.852	12.500
P90	MWh/año	11.568	12.200
P95	MWh/año	11.488	12.116
CAPEX	MMU\$S sin IVA	5,25	5,51
OPEX	U\$S/año sin IVA	174.548	226.912
LCoE	U\$S/MWh	65,00	67,00





## SkyLine

Sistema de seguimiento a un eje de filas independientes 1 en vertical  
**Gran Estabilidad, Diseño Simple, Optimización de Costos**

### SkyLine Características de Producto



Diseño especial  
de Tubo de  
Torque en D para  
una fácil instalación



Debugging con  
un simple botón



Comunicación  
inalámbrica LoRa-  
Gran alcance y bajo  
consumo



Récord de  
adaptabilidad a  
pendientes de  
terreno hasta 20%



Auto-alimentado por  
cadena de módulos  
y batería Ion-Litio de  
respaldo



Diseño estable  
ante altas  
velocidades de  
viento

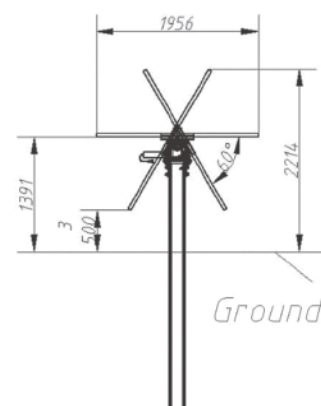


## SKYLINE TRACKER SPECIFICATIONS

Sistema de Seguimiento	Horizontal a un eje con filas independientes
Rango de Giro	$\pm 60^\circ$
Sistema de Giro	Motor, 28VDC
Módulos por Tracker	Hasta 90 módulos por tracker
Voltaje del Sistema	1,000 V o 1,500 V
Ground Coverage Ratio	Tipico $\geq 25\%$
Opciones de Cimentación	Hincado Directo/ Pre-perforación / Postes con concreto
Adaptabilidad al terreno	Hasta 20% inclinación N-S
Material de Estructura	Acero Galvanizado en caliente / Pre-galvanizado
Alimentación	Auto-alimentado por misma cadena de módulos y batería Ion-Litio de respaldo
Consumo de Energía Estándar	General 0.02kWh/día
Diseño por Carga de Viento	Hasta 105mph (47m/s) según ASCE7-10, disponible a mayores velocidades
Compatibilidad con módulos	Todos los módulos disponibles comercialmente
Temperatura de Operación	-20°C - 60°C (-30°C - 60°C Optional)

## ESPECIFICACIONES DE CONTROLADOR ELECTRICICO

Sistema de Control	1 Controlador por Tracker
Algoritmo de Control	Algoritmo Astronómico + Sensor de inclinación lazo cerrado
Precisión de Seguimiento	$\leq 2^\circ$
Backtracking	Sí
Auto alimentado	Sí
Comunicaciones	LoRa inalámbrico / cable RS 485
Posición Nocturna	Sí



SkyLine Vista Lateral



@Arctech Solar

sales@arctechsolar.com  
www.arctechsolar.com

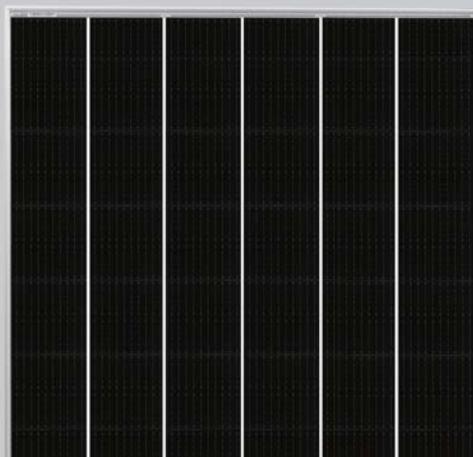
# TR 78M 560-580 Watt Mono-facial

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

(Draft)

TIGER Pro



## KEY FEATURES



### TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.21%)



### MBB instead of 5BB

MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



### Higher lifetime Power Yield

2% first year degradation,  
0.55% linear degradation



### Best Warranty

12 year product warranty,  
25 year linear power warranty



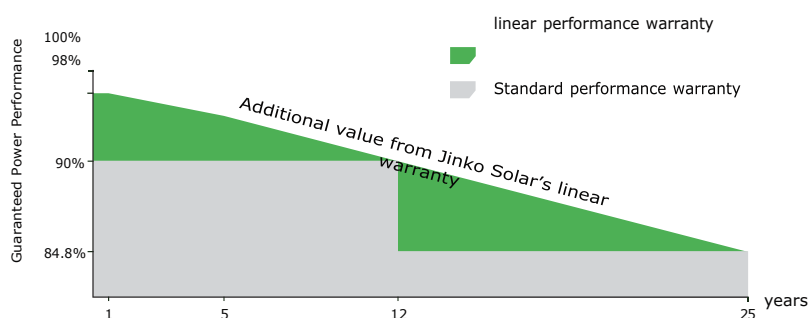
### Strengthened Mechanical Support

5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

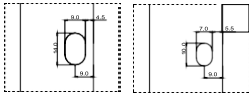
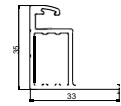
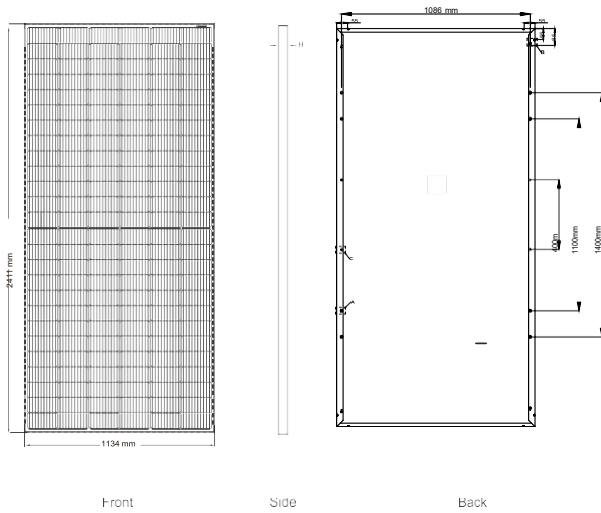
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty  
0.55% Annual Degradation Over 25 years



ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018  
certified factory

IEC61215, IEC61730 certified product

## Engineering Drawings



Length:  $\pm 2$ mm  
Width:  $\pm 2$ mm  
Height:  $\pm 1$ mm  
Row Pitch:  $\pm 2$ mm

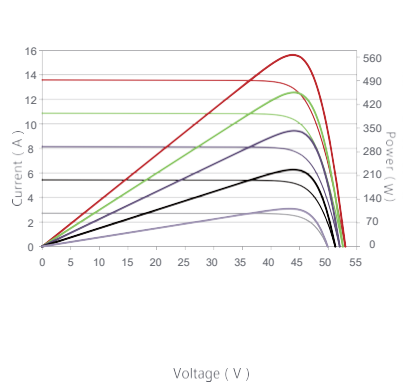
## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

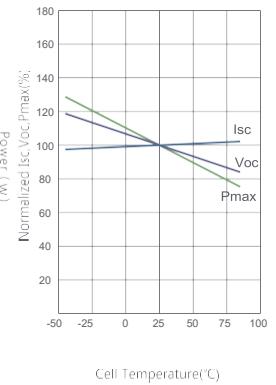
31pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (565W)



Temperature Dependence of  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$ ,  $P_{max}$



## Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2411×1134×35mm (94.92×44.65×1.38 inch)

Weight	30.93 kg (68.2 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560M-7RL4-V		JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V		JKM580M-7RL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.31V	40.63V	44.43V	40.72V	44.55V	40.80V	44.67V	40.89V	44.78V	40.97V
Maximum Power Current (Imp)	12.64A	10.25A	12.72A	10.32A	12.80A	10.39A	12.88A	10.46A	12.96A	10.53A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.90V	49.93V	53.00V	50.03V	53.10V	50.12V	53.20V	50.21V	53.30V	50.31V
Short-circuit Current (Isc)	13.50A	10.90A	13.58A	10.97A	13.66A	11.03A	13.74A	11.10A	13.82A	11.16A
Module Efficiency STC (%)	20.48%		20.67%		20.85%		21.03%		21.21%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

\* STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s



\* Power measurement tolerance:  $\pm 3\%$

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.  
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

TR JKM560-580M-7RL4-V-D5-EN

# SUN2000-185KTL-H1

## Smart String Inverter



9  
MPP Trackers



99.0%  
Max. Efficiency



String-level  
Management



Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported



MBUS  
Supported



Fuse Free  
Design

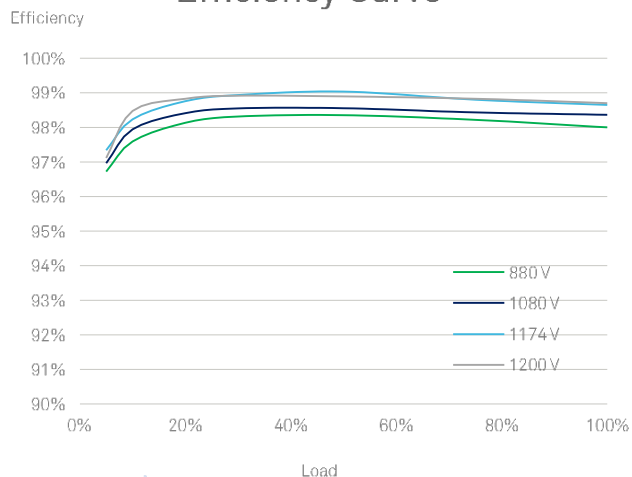


Surge Arresters for  
DC & AC

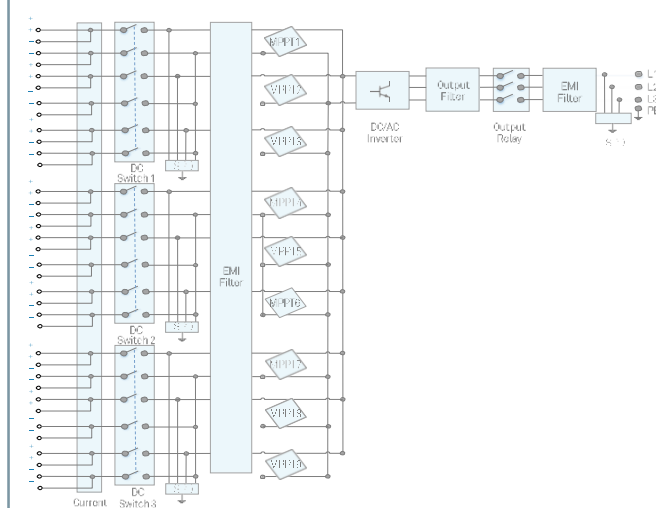


IP66  
Protection

### Efficiency Curve



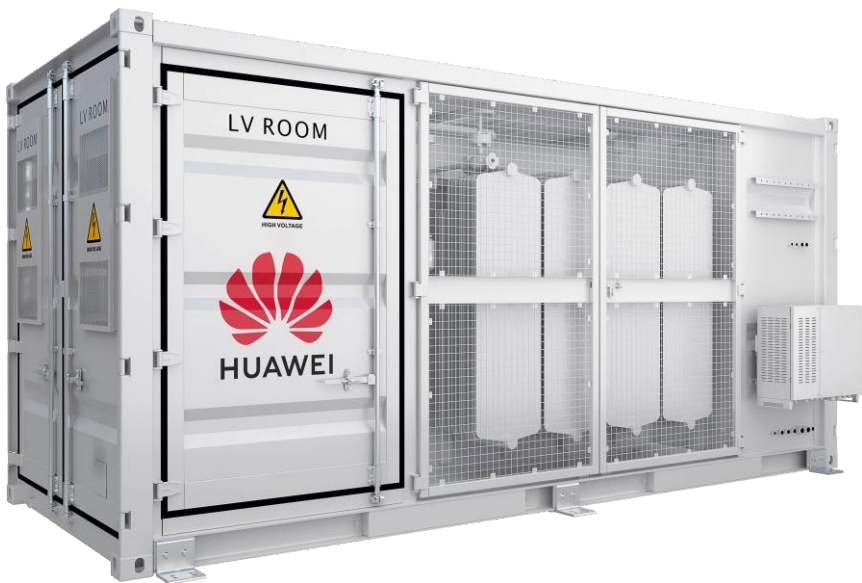
### Circuit Diagram



# Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 160,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power ( $\cos\Phi=1$ )	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006





**Simple**

Prefabricated and pre-tested, no onsite internal cabling  
Compact 20'HC container design for easy transportation



**Efficiency**

Eco-design Transformer Suitable for All  
Lower Self-consumption for Higher Yields



**Smart**

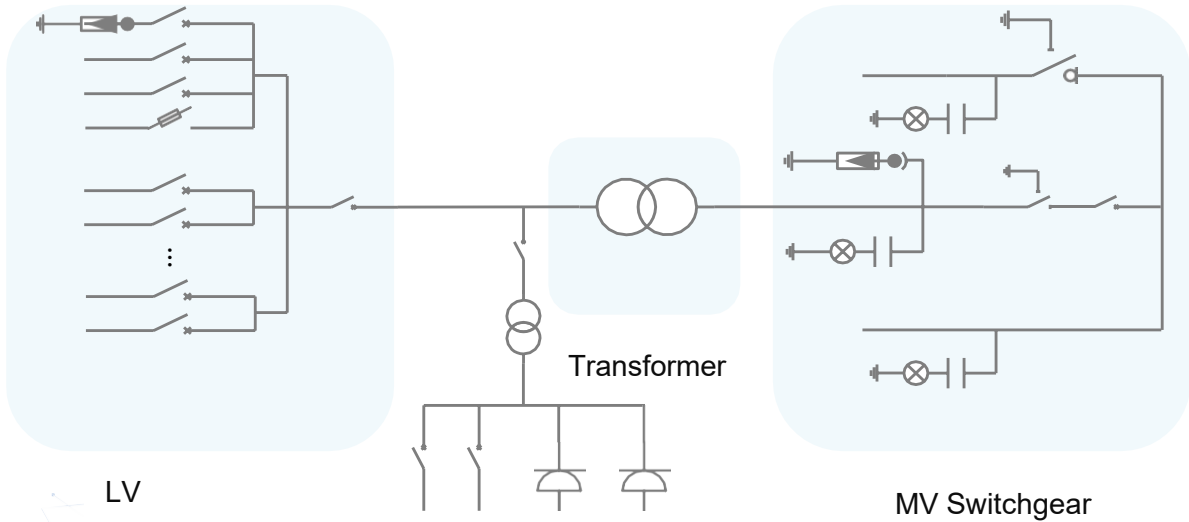
Real-time monitoring of transformer, LV and MV switchgear  
0.2% high precision of electricity parameters collection  
Remote control of ACB and MV Circuit Breaker



**Reliable**

Robust design against harsh environments  
Innovative cooling design, easy maintenance  
Comprehensive tests from components, device to solutions

**Schematic Diagram**





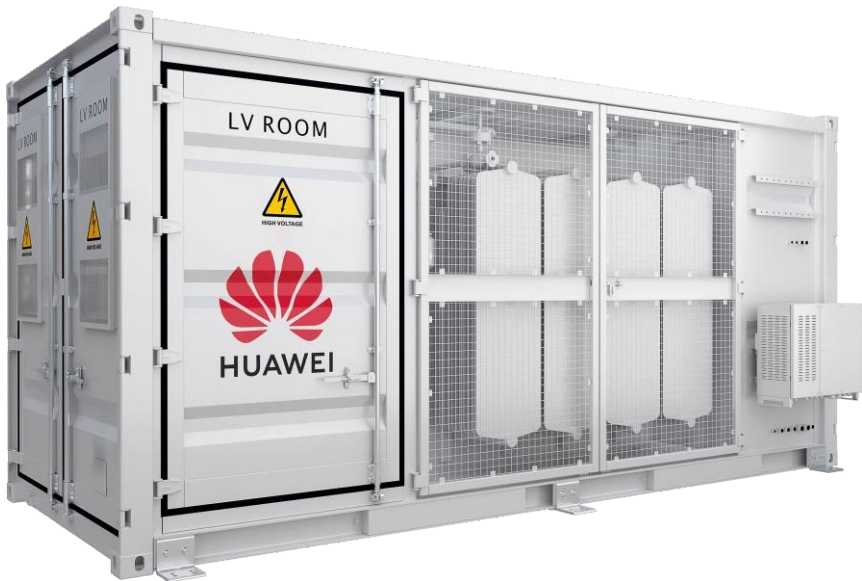
STS-3000K-H1, Ecodesign

# Technical Specifications

Input							
Available Inverters	SUN2000-185KTL-H1						
AC Power	3,150 kVA @40°C / 2,700 kVA @50°C <sup>1</sup>						
Max. Inverters Quantity	18						
Rated Input Voltage	800 V						
Max. Input Current at Nominal Voltage	2428 A						
LV Panel Type	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 1*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 1*18 pcs)						
Output							
Rated Output Voltage	10 kV	20 kV	22 kV	30 kV	33 kV	34.5 kV	35 kV
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type						
Tappings	± 2 x 2.5%						
Transformer Oil Type	Mineral Oil						
Transformer Vector Group	Dy11						
Minimum Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1						
Transformer Load Losses	27.5 kW	27.5 kW	27.5 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW
Transformer No-load Losses	2.2 kW	2.2 kW	2.2 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW
Impedance	7% (0 ~ +10%) @3150 kVA						
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Feeders						
Auxiliary Transformer	5 kVA, Dyn11, Ratio Varies according to Customization						
Protection							
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54						
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s						
LV SPD	Type I+II						
General							
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)						
Weight	< 15 t						
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>2</sup> (-13°F ~ 140°F)						
Relative Humidity	0% ~ 95%						
Max. Operating Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2500 m	2000 m
Applicable Standards	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 61439-1						
Features							
Auxiliary Transformer(50 kVA, Dyn11)	Optional <sup>3</sup> , Ratio Varies according to Customization						
1.5 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>						
Updated to CVC or CCV MV Switchgear	Optional <sup>3</sup>						
IMD	Optional <sup>3</sup>						
STS Interlocking	Optional <sup>3</sup>						

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.



**Simple**

Prefabricated and pre-tested, no onsite internal cabling  
Compact 20'HC container design for easy transportation



**Efficiency**

Eco-design Transformer Suitable for All  
Lower Self-consumption for Higher Yields



**Smart**

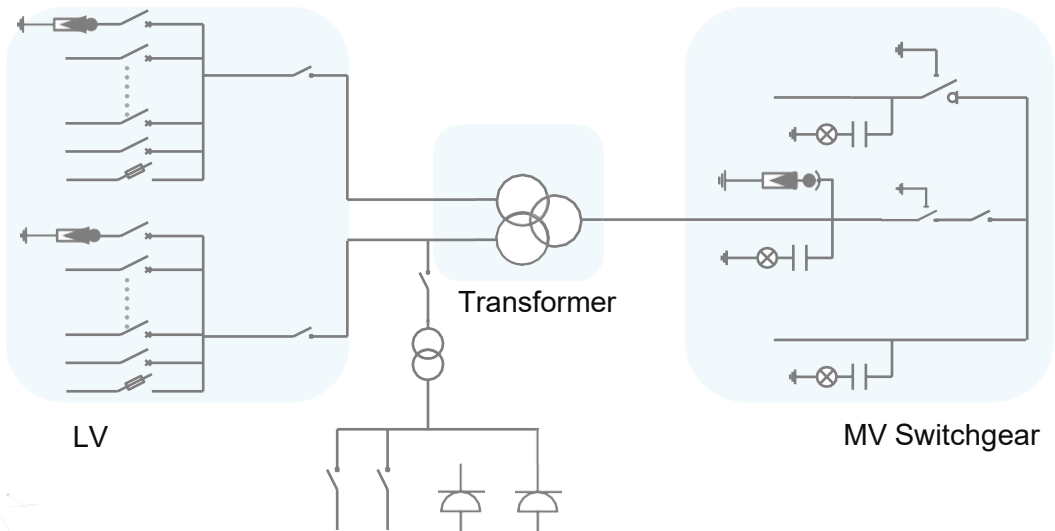
Real-time monitoring of transformer, LV and MV switchgear  
0.2% high precision of electricity parameters collection  
Remote control of ACB and MV Circuit Breaker



**Reliable**

Robust design against harsh environments  
Innovative cooling design, easy maintenance  
Comprehensive tests from components, device to solutions

**Schematic Diagram**



# STS-6000K-H1, Ecodesign

## Technical Specifications

Input						
Available Inverters	SUN2000-185KTL-H1					
AC Power	6,300 kVA @40°C / 5,400 kVA @50°C <sup>1</sup>					
Max. Inverters Quantity	36					
Rated Input Voltage	800 V					
Max. Input Current at Nominal Voltage	2 * 2428 A					
LV Panel Type	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 2*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2*18 pcs)					
Output						
Rated Output Voltage	10 kV	22 kV	30 kV	33 kV	34.5 kV	35 kV
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type					
Tappings	± 2 x 2.5%					
Transformer Oil Type	Mineral Oil					
Transformer Vector Group	Dy11-y11					
Minimum Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1					
Transformer Load Losses	49.7 kW	49.7 kW	49.7 kW	49.7 kW	41 kW	49.7 kW
Transformer No-load Losses	4.8 kW	4.8 kW	4.8 kW	4.8 kW	5.8 kW	4.8 kW
Impedance	7.5% (0 ~ +10%) @6300 kVA					
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Feeders					
Auxiliary Transformer	5 kVA, Dyn11, Ratio Varies according to Customization					
Protection						
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54					
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s					
LV SPD	Type I + II					
General						
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)					
Weight	< 22 t					
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>2</sup> (-13°F ~ 140°F)					
Relative Humidity	0% ~ 95%					
Max. Operating Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2500 m	2000 m
Applicable Standards	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 61439-1					
Features						
Auxiliary Transformer(50 kVA, Dyn11)	Optional <sup>3</sup> , Ratio Varies according to Customization					
1.5 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>					
Updated to CVC or CCV MV Switchgear	Optional <sup>3</sup>					
IMD	Optional <sup>3</sup>					
STS Interlocking	Optional <sup>3</sup>					

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

## ANEXO 5

### CÓMPUTOS

**Proyecto : MACACHIN 2 MW<sub>CA</sub> COMPUTO DE EQUIPOS, MATERIALES, MANO DE OBRA Y SERVICIOS**

**Fecha:** 23/04/2022

Potencia MWp 2,408

**Ciente:** CFI

Proponente : BINTEL INGENIERIA SRL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>1</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>		
1,1	Modulos Fotovoltaicos marca Jinko Solar modelo JKM570M-7RL4-V	c/u	4.351
1,2	Conjunto Unico de Rastreadores, con retroceso, marca Arctech modelo Skyline II	unidad	49
1,3	String Inverter + Smart Logger + I-V Curve marca Huawei modelo SUN 2000-185KTL-H1	Inverter	13
1.4	Power Station marca Huawei modelo STS-3000K-H1	Equipo	1
<b>2</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES</b>		
2,1	Cables DC/BT y AC /B-MT	Paquete	1
2,3	Celdas MT	unidad	3
2,4	Tablero BT + Tablero SSAA + UPS	Conjunto	1
2,5	Transformador SSAA	Equipo	1
<b>3</b>	<b>EQUIPOS PC&amp;C</b>		
3.1	SCADA , PPC, Estacion meteorologica, SMEC, Medicion APE, SOTR, CCTV, RTU	Conjunto	1
<b>4</b>	<b>BOS</b>		
4.1	Ingenieria de Detalle Apta para Construir y Planos Conforme a Obra	Global	1
4.2	Obra Civil		
4.2.1	Limpieza y Nivelacion del Terreno	m2	144.372
4.2.2	Camino de Acceso y Calles Interiores	mts	1.194
4.2.3	Canalizaciones de Baja y Media Tension	mts	546
4.2.4	Fundaciones	m3	111
4.2.5	Edificio de Control y Almacen	m2	75
4.2.6	Portones, Jardinaria, Red de Tierra, Cerco, Casilla de Vigilancia	Global	1
4.3	Montaje Componentes Principales	Global	1
4.4	Tendido, Montaje Y Conexionado de Equipos Y Sistemas	Global	1
4.5	Sistemas de Seguridad , Medicion , Control e Iluminacion Perimetral	Global	1
4.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1
4.7	Estudios Electricos Etapas 2 Y 3 y Habilitacion Comercial Cammesa	Global	1
<b>5</b>	<b>OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA</b>		
5.1	Estudios y Trabajos Previos	c/u	1
5.2	Provision y Montaje Sistema de Puesta a Tierra	Global	1
5.5	LMT 33 Kv y Puesto de Seccionamiento	mts	587
5.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	c/u	1
<b>6</b>	<b>OTROS</b>		
6.1	Completamiento del Desarrollo hasta alcanzar el FAP (Fully Aproved Project): EEEE1, EIA, Inscripciones MEM/RENPERr/Cammesa/ENRE	Global	1
6.3	Poliza Cammesa, Imprevistos, Direccion de Obra, Gastos Legales, Due Diligence, Seguro de Obra, Impuestos, Contingencias	Global	1

**Proyecto : MACACHIN 5 MWCA COMPUTO DE EQUIPOS, MATERIALES, MANO DE OBRA Y SERVICIOS**

**Fecha:** 22/04/2022

Potencia MWp 6,019

**Cliente:** CFI

Proponente : BINTEL INGENIERIA SRL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
<b>1</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>		
1,1	Modulos Fotovoltaicos marca Jinko Solar modelo JKM570M-7RL4-V	c/u	10.877
1,2	Conjunto Unico de rastreadores, con retroceso, marca Arctech modelo Skyline II	unidad	122
1,3	String Inverter + Smart Logger + I-V Curve marca Huawei modelo SUN 2000-185KTL-H1	Inverter	32
1.4	Power Station marca Huawei modelo STS-3000K-H1	Equipo	2
<b>2</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES</b>		
2,1	Cables DC/BT y AC /B-MT	Paquete	1
2,3	Celdas MT	unidad	5
2,4	Tablero BT + Tablero SSAA + UPS	Conjunto	1
2,5	Transformador SSAA	Equipo	1
<b>3</b>	<b>EQUIPOS PC&amp;C</b>		
3.1	SCADA , PPC, Estacion meteorologica, SMEC, Medicion APE, SOTR, CCTV, RTU	Conjunto	1
<b>4</b>	<b>BOS</b>		
4.1	Ingenieria de Detalle Apta para Construir y Planos Conforme a Obra	Global	1
4.2	Obra Civil		
4.2.1	Limpieza y Nivelacion del Terreno	m2	144.372
4.2.2	Camino de Acceso y Calles Interiores	mts	1.650
4.2.3	Canalizaciones de Baja y Media Tension	mts	1.231
4.2.4	Fundaciones	m3	131
4.2.5	Edificio de Control y Almacen	m2	75
4.2.6	Portones, Jardinaria, Red de Tierra, Cerco, Casilla de Vigilancia	Global	1
4.3	Montaje Componentes Principales	Global	1
4.4	Tendido, Montaje Y Conexionado de Equipos Y Sistemas	Global	1
4.5	Sistemas de Seguridad , Medicion , Control e Iluminacion Perimetral	Global	1
4.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1
4.7	Estudios Electricos Etapas 2 Y 3 y Habilitacion Comercial Cammesa	Global	1
<b>5</b>	<b>OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA</b>		
5.1	Estudios y Trabajos Previos	c/u	1
5.2	Provision y Montaje Sistema de Puesta a Tierra	Global	1
5.5	LMT 33 Kv y Puesto de Seccionamiento	mts	587
5.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	c/u	1
<b>6</b>	<b>OTROS</b>		
6.1	Completamiento del Desarrollo hasta alcanzar el FAP (Fully Aproved Project): EEEE1, EIA, Inscripciones MEM/RENPERr/Cammesa/ENRE	Global	1
6.3	Poliza Cammesa, Imprevistos, Direccion de Obra, Gastos Legales, Due Diligence, Seguro de Obra, Impuestos, Contingencias	Global	1

## ANEXO 6

### PRESUPUESTO

## 2 MW<sub>CA</sub> – CAPEX

Proyecto : MACACHIN 2 MW<sub>CA</sub>  
Potencia MWp 2,408  
Proponente : BINTEL INGENIERIA SRL

Fecha: 23/04/2022  
Cliente CFI

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)	USD/Wp	PRECIO TOTAL CON IVA (USD)	%
<b>1</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>				<b>1.215.171,62</b>		<b>1.317.951,93</b>	<b>58%</b>
1,1	Modulos Fotovoltaicos CIF ( repuestos incluidos)	Panel	4.351	148,00	643.948,00	0,27	711.562,54	
1,2	Rastreadores (Trackers) CIF ( repuestos incluidos)	unidad	49	3.550,00	173.950,00	0,07	192.214,75	
1,3	String Inverter + Smart Logger + I-V Curve CIF (repuestos incluidos)	Inverter	13	7.016,32	91.212,16	0,04	100.789,44	
1,4	Power Stations CIF (repuestos incluidos)	Equipo	1	69.750,00	69.750,00	0,03	77.073,75	
1,5	Nacionalizacion de Equipos Importados y Flete a Obra	Global	1	236.311,46	236.311,46	0,10	236.311,46	
<b>2</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECANICOS y CABLES</b>				<b>196.750,00</b>		<b>196.750,00</b>	<b>9%</b>
2,1	Cables DC/BT y AC /B-MT	Global	1	96.000,00	96.000,00	0,04	116.160,00	
2,3	Celdas MT (incluido repuestos)	Global	3	24.250,00	72.750,00	0,03	88.027,50	
2,4	Tablero BT + Tablero SSAA + UPS (incluido repuestos)	Global	1	25.000,00	25.000,00	0,01	30.250,00	
2,5	Transformador SSAA (incluido repuestos)	Equipo	1	3.000,00	3.000,00	0,00	3.630,00	
<b>3</b>	<b>EQUIPOS PC&amp;C</b>				<b>85.000,00</b>		<b>102.850,00</b>	<b>4%</b>
3,1	SCADA , PPC, Estacion meteorologica, SMEC, Medicion APE, SOTR, CCTV, RTU	Global	1	85.000,00	85.000,00	0,04	102.850,00	
<b>4</b>	<b>BOS</b>				<b>418.800,00</b>		<b>506.748,00</b>	<b>20%</b>
4,1	Ingenieria de Detalle Apta para Construir y Planos Conforme a Obra	Global	1	50.000,00	50.000,00	0,02	60.500,00	
<b>4.2</b>	<b>OBRA CIVIL</b>	Global						
4.2.1	Limpieza y Nivelacion del Terreno	Global	1	18.000,00	18.000,00	0,01	21.780,00	
4.2.2	Camino de Acceso y Calles Interiores	Global	1	15.200,00	15.200,00	0,01	18.392,00	
4.2.3	Canalizaciones de de Baja y Media Tension	Global	1	27.600,00	27.600,00	0,01	33.396,00	
4.2.4	Fundaciones	Global	1	64.000,00	64.000,00	0,03	77.440,00	
4.2.5	Edificio de Control y Almacen	Global	1	89.000,00	89.000,00	0,04	107.690,00	
4.2.6	Portones, Jardineria, Red de Tierra, Cerco, Casilla de Vigilancia	Global	1	44.000,00	44.000,00	0,02	53.240,00	
4,3	Montaje Componentes Principales	Global	1	22.000,00	22.000,00	0,01	26.620,00	
4,4	Tendido, Montaje Y Conexionado de Equipos Y Sistemas	Global	1	30.000,00	30.000,00	0,01	36.300,00	
4,5	Sistemas de Seguridad , Medicion , Control e Iluminacion Perimetral	Global	1	44.000,00	44.000,00	0,02	53.240,00	
4,6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	5.000,00	5.000,00	0,00	6.050,00	
4,7	Estudios Electricos Etapas 2 Y 3 y Habilitacion Comercial Cammesa	Global	1	10.000,00	10.000,00	0,00	12.100,00	
<b>5</b>	<b>OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA</b>				<b>95.000,00</b>		<b>114.950,00</b>	<b>5%</b>
5,1	Estudios y Trabajos Previos	Global	1	20.000,00	20.000,00	0,01	24.200,00	
5,2	Provision y Montaje Sistema de Puesta a Tierra	Global	1	10.000,00	10.000,00	0,00	12.100,00	
5,5	LMT 33 Kv y Puesto de Seccionamiento	Global	1	60.000,00	60.000,00	0,02	72.600,00	
5,6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	5.000,00	5.000,00	0,00	6.050,00	
<b>6</b>	<b>OTROS</b>				<b>89.278,38</b>		<b>108.026,84</b>	<b>4%</b>
6,1	Completamiento del Desarrollo hasta alcanzar el FAP (Fully Aproved Project): EEEE1, EIA, Inscripciones MEM/RENPERr/Cammesa/ENRE	Global	1	39.278,38	39.278,38	0,02	47.526,84	
6,3	Poliza Cammesa, Imprevistos, Direccion de Obra, Gastos Legales, Due Diligence, Seguro de Obra, Impuestos, Contingencias	Global	1	50.000,00	50.000,00	0,02	60.500,00	
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>2.100.000,00</b>	<b>0,87</b>	<b>2.347.276,77</b>	<b>100%</b>
					sin IVA	sin IVA	IVA incl	

**2.100.000,00**  
0,00

247.276,78



## 2 MW<sub>CA</sub> – DESEMBOLSOS

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2MWCA)- CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS DEL CAPEX															
			MES												
Item	Mes	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
		U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S
1	COMPONENTES PRINCIPALES	1.317.952	922.566			263.590	131.795								1.317.952
2	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES	196.750	98.375	98.375											196.750
3	EQUIPOS PC&C	102.850	41.140	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285						102.850
4	BOS	506.748		101.350	101.350	101.350	101.350	50.675	50.675						506.748
5	OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA	114.950	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495			114.950
6	OTROS	108.027	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	108.027
		2.347.277	1.082.579	230.507	132.132	395.722	263.927	81.457	81.457	20.497	20.497	20.497	9.002	9.002	2.347.277
	ACUMULADO		1.082.579	1.313.085	1.445.217	1.840.939	2.104.867	2.186.324	2.267.781	2.288.278	2.308.775	2.329.272	2.338.275	2.347.277	

\*Los valores indicados incluyen la incidencia del IVA

2 MW<sub>CA</sub> – OPEX

PLANTA MACACHIN 2MWCA	OPEX				POTENCI A PICO MWp
		1 U\$S =	\$ 102,30	BNA Divisa Vendedor 23Dic21	2,408
	Cant	Unidad	Costo Mensual	Costo Anual	
			U\$S	U\$S	
<b>Mano de Obra de Terceros</b>					
Seguridad	3	c/u	2.955,33	35.464,01	
Maestranza y Limpieza	1	c/u	985,11	11.821,34	
				<b>47.285,35</b>	29%
<b>Mano de Obra Propia</b>					
Mantenimiento de Instalaciones	1	c/u	985,11	11.821,34	
Operadores de Planta	1	c/u	985,11	11.821,34	
Vehiculo y Combustible	1	c/u	500,00	6.000,00	
				<b>29.642,67</b>	20%
Repuestos	1	global	500,00	6.000,00	16%
Gastos Bancarios	1,20%	Global	180.000,00	25.920,00	
Seguros	1,00%	Global	2.100.000,00	21.000,00	
				<b>46.920,00</b>	20%
<b>Gastos de Operación</b>					
Conectividad Internet	1	global	300,00	3.600,00	
Servicio Transmision de datos del SMEC	1	global	300,00	3.600,00	
Garantia extendida de inversores y trackers	1	global	500,00	6.000,00	
				<b>13.200,00</b>	13%
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>143.048,02</b>	100%
Costo por KWp instalados/año				<b>59,41</b>	

2 MW<sub>CA</sub> – CASH FLOW

Flujo de Fondos - Plan Financiero

SUPUESTOS PROYECTO

Factor de carga	%	22,51%
Potencia nominal (MWCA)	MWCA	2,4
CAPEX Componentes Principales	USD	1.215.172
CAPEX BoP	USD	884.828
IVA CAPEX	USD	247.277
periodo depreciaciòn	años	12,5
OPEX	USD/año	143.048
Indexación OPEX	%	1,0%

SUPUESTOS DEL PPA

PPA duración	años	25
Precio	USD/MWh	80,0
Indexación	%	1,0%

ESTRUCTURA FINANCIERA

%deuda	%	0%
tasa interes	%	10%
periodo deuda	años	-
periodo gracia	años	
DSCR limite		1,20

SUPUESTOS IMPUESTOS Y TASAS

Ganancias	%	0%
Otros impuestos	%	1,2%

Tasa Descuento	Percent	6%
----------------	---------	----

RESULTADOS

TIR (ECF)	%	10,1%
VAN (ECF)	KUSD	572
TIR (FCF)	%	10,1%
TIR (CCF)	%	10,1%

EQUITY CASH FLOW

EQUITY CASH FLOW

FREE CASH FLOW

CAPITAL CASH FLOW

SUPUESTOS DEGRADACION

Annual	%	0,40%
Factor	%	99,600%

0,908

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
INGRESOS																										
Produccion	MWh/año	4.749	4.730	4.711	4.692	4.673	4.655	4.636	4.618	4.599	4.581	4.562	4.544	4.526	4.508	4.490	4.472	4.454	4.436	4.418	4.401	4.383	4.366	4.348	4.331	4.313
Precio Venta	USD	80	81	82	82	83	84	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ingresos	USD	379.920	382.184	384.462	386.754	389.059	391.377	393.710	396.056	398.417	400.792	403.180	405.583	408.001	410.432	412.878	415.339	417.815	420.305	422.810	425.330	427.865	430.415	432.980	435.561	438.156
IVA	USD	79.783	80.259	80.737	81.218	81.702	82.189	82.679	83.172	83.668	84.166	84.668	85.172	85.680	86.191	86.704	87.221	87.741	88.264	88.790	89.319	89.852	90.387	90.926	91.468	92.013
GASTOS																										
OPEX	USD	143.048	144.479	145.923	147.383	148.856	150.345	151.848	153.367	154.901	156.450	158.014	159.594	161.190	162.802	164.430	166.074	167.735	169.412	171.107	172.818	174.546	176.291	178.054	179.835	181.633
Otros impuestos	USD	4.559	4.586	4.614	4.641	4.669	4.697	4.725	4.753	4.781	4.809	4.838	4.867	4.896	4.925	4.955	4.984	5.014	5.044	5.074	5.104	5.134	5.165	5.196	5.227	5.258
TOTAL	USD	147.607	149.065	150.537	152.024	153.525	155.041	156.573	158.120	159.682	161.259	162.852	164.461	166.086	167.727	169.385	171.058	172.749	174.456	176.180	177.922	179.680	181.456	183.250	185.061	186.891
EBITDA / BAIDA	USD	232.313	233.120	233.925	234.730	235.534	236.336	237.137	237.937	238.735	239.533	240.328	241.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
Depreciacion	USD	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	168.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EBIT / BAI	USD	64.313	65.120	65.925	66.730	67.534	68.336	69.137	69.937	70.735	71.533	72.328	73.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
Intereses Deuda	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EBT / BAI	USD	64.313	65.120	65.925	66.730	67.534	68.336	69.137	69.937	70.735	71.533	72.328	73.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
Impuesto a la ganancia teórico	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loss carried forward (max 5 yr)	USD	64.313	129.433	195.358	262.088	329.621	333.644	337.662	341.674	345.679	349.678	353.670	357.655	529.633	701.602	873.563	1.045.516	1.217.460	1.221.394	1.225.318	1.229.233	1.233.136	1.237.029	1.240.911	1.244.780	1.248.638
Impuesto a la ganancia aplicado	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficio neto	USD	64.313	65.120	65.925	66.730	67.534	68.336	69.137	69.937	70.735	71.533	72.328	73.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
Cuenta IVA		-247.277	79.783	80.259	80.737	6.498	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CASH FLOW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
+ EBITDA	-	232.313	233.120	233.925	234.730	235.534	236.336	237.137	237.937	238.735	239.533	240.328	241.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
- TAX (no Interest)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Cuenta de IVA	-247.277	79.783	80.259	80.737	6.498	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- CAPEX	-2.100.000																									
FREE CASH FLOW	-2.347.277	312.096	313.378	314.662	241.228	235.534	236.336	237.137	237.937	238.735	239.533	240.328	241.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
+ TAX SHIELD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPITAL CASHFLOW	-2.347.277	312.096	313.378	314.662	241.228	235.534	236.336	237.137	237.937	238.735	239.533	240.328	241.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
Cuenta de deuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EQUITY CASHFLOW	-2.347.277	312.096	313.378	314.662	241.228	235.534	236.336	237.137	237.937	238.735	239.533	240.328	241.122	241.914	242.705	243.494	244.281	245.066	245.849	246.629	247.408	248.184	248.959	249.730	250.499	251.266
TIR	10,1%																									
VAN	572.412																									

2 MW<sub>CA</sub> – LCOE

U\$S

r	10%
plazo PPA solar	25 años

PLANTA FOTOVOLTAICA	Potencia instalada (MWp)	Superficie de terreno ocupado (m2/kW)	Superficie de terreno ocupado (ha)	Radiacion Diaria Promedio Anual en el Plano Horizontal (KWh/m2/dia)	Ganancia por inclinación - Tracker Polar Horizontal	Radiación Diaria Promedio Anual con Tracker Polar Horizontal (KWh/m2/día)	Performance Rate de la Planta	FC neto	Factor de despacho	Factor de capacidad efectivo	Horas plena carga	Produccion Neta de Energia de la Planta (Mwh/año)	CAPEX USD/kW	CAPEX kUSD	OPEX USD/kW	CoE (\$/MWh)
Macachin, La Pampa	2,41	30,00	7,22	4,75	36,0%	6,23	83,57%	22,5%	100%	22,5%	1.972	4.749	872	2.100	59,41	80,0

## 5 MW<sub>CA</sub> – CAPEX

Proyecto : MACACHIN 5 MW<sub>CA</sub>

Potencia MWp 6,019

Proponente : BINTEL INGENIERIA SRL

Fecha: 02/08/2022

Cliente CFI

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)	USD/Wp	PRECIO TOTAL CON IVA (USD)	%
<b>1</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>				<b>3.204.822,61</b>		<b>3.670.584,45</b>	<b>61%</b>
1,1	Paneles CIF ( repuestos incluidos)	Panel	10.877	148,00	1.609.796,00	0,27	1.778.824,58	
1,2	Trackers CIF ( repuestos incluidos)	unidad	122	3.550,00	605.279,40	0,10	732.388,07	
1,3	String Inverter + Smart Logger + I-V Curve CIF (repuestos incluidos)	Inverter	32	7.016,32	224.522,24	0,04	248.097,08	
1,4	Power Stations CIF (repuestos ncluidos)	Equipo	2	69.750,00	139.500,00	0,02	154.147,50	
1,5	Nacionalizacion de Equipos Importados y Fleta a Obra	Global	1	625.724,97	625.724,97	0,10	757.127,22	
<b>2</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECANICOS y CABLES</b>				<b>389.250,00</b>		<b>389.250,00</b>	<b>7%</b>
2,1	Cables DC/BT y AC /B-MT	Global	1	240.000,00	240.000,00	0,04	290.400,00	
2,3	Celdas MT (incluido repuestos)	Global	5	24.250,00	121.250,00	0,02	146.712,50	
2,4	Tablero BT + Tablero SSAA + UPS (incluido repuestos)	Global	1	25.000,00	25.000,00	0,00	30.250,00	
2,5	Transformador SSAA (incluido repuestos)	Equipo	1	3.000,00	3.000,00	0,00	3.630,00	
<b>3</b>	<b>EQUIPOS PC&amp;C</b>				<b>170.000,00</b>		<b>205.700,00</b>	<b>3%</b>
3.1	SCADA , PPC, ESTACION METEOROLOGICA, SMEC, MEDICION APE, SOTR, CCTV, RTU	Global	1	170.000,00	170.000,00	0,03	205.700,00	
<b>4</b>	<b>BOS</b>				<b>845.000,00</b>		<b>1.022.450,00</b>	<b>16%</b>
4.1	INGENIERIA DE DETALLE APTA PARA CONSTRUIR Y PLANOS CONFORME A OBRA	Global	1	90.000,00	90.000,00	0,01	108.900,00	
4.2	OBRA CIVIL	Global						
4.2.1	Limpieza y Nivelacion del Terreno	Global	1	45.000,00	45.000,00	0,01	54.450,00	
4.2.2	Camino de Acceso y Calles Interiores	Global	1	38.000,00	38.000,00	0,01	45.980,00	
4.2.3	Canalizaciones de de Baja y Media Tension	Global	1	69.000,00	69.000,00	0,01	83.490,00	
4.2.4	Fundaciones	Global	1	64.000,00	64.000,00	0,01	77.440,00	
4.2.5	Edificio de Control y Almacen	Global	1	89.000,00	89.000,00	0,01	107.690,00	
4.2.6	Portones, Jardineria, Red de Tierra, Cerco, Casilla de Vigilancia	Global	1	110.000,00	110.000,00	0,02	133.100,00	
4.3	Montaje Componentes Principales	Global	1	55.000,00	55.000,00	0,01	66.550,00	
4.4	Tendido, Montaje Y Conexionado de Equipos Y Sistemas	Global	1	130.000,00	130.000,00	0,02	157.300,00	
4.5	Sistemas de Seguridad , Medicion , Control e Iluminacion Perimetral	Global	1	110.000,00	110.000,00	0,02	133.100,00	
4.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	20.000,00	20.000,00	0,00	24.200,00	
4.7	Estudios Electricos Etapas 2 Y 3 y Habilitacion Comercial Cammesa	Global	1	25.000,00	25.000,00	0,00	30.250,00	
<b>5</b>	<b>OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA</b>				<b>105.000,00</b>		<b>127.050,00</b>	<b>2%</b>
5.1	Estudios y Trabajos Previos	Global	1	20.000,00	20.000,00	0,00	24.200,00	
5.2	Provision y Montaje Sistema de Puesta a Tierra	Global	1	20.000,00	20.000,00	0,00	24.200,00	
5.5	LMT 33 Kv y Puesto de Seccionamiento	Global	1	60.000,00	60.000,00	0,01	72.600,00	
5.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	5.000,00	5.000,00	0,00	6.050,00	
<b>6</b>	<b>OTROS</b>				<b>535.927,39</b>		<b>648.472,14</b>	<b>10%</b>
6.1	Completamiento del Desarrollo hasta alcanzar el FAP (Fully Aproved Project): EEEE1, EIA, Inscripciones MEM/RENPERr/Cammesa/ENRE	Global	1	82.500,00	82.500,00	0,01	99.825,00	
6.3	Poliza Cammesa, Imprevistos, Direccion de Obra, Gastos Legales, Due Diligence, Seguro de Obra, Impuestos, Contingencias	Global	1	453.427,39	453.427,39	0,08	548.647,14	
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>5.250.000,00</b>	<b>0,87</b>	<b>6.063.506,59</b>	<b>100%</b>
					sin IVA	sin IVA	IVA incl	

**5.250.000,00**

IVA =

**813.506,59**

## 5 MW<sub>CA</sub> – DESEMBOLSOS

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA PETROSUD (30MWCA)- CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS DEL CAPEX															
Item	Mes	TOTAL	MES												TOTALES
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S
1	COMPONENTES PRINCIPALES	3.670.584	2.569.409			734.117	367.058								3.670.584
2	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES	389.250	194.625	194.625											389.250
3	EQUIPOS PC&C	205.700	82.280	20.570	20.570	20.570	20.570	20.570	20.570						205.700
4	BOS	1.022.450		204.490	204.490	204.490	204.490	102.245	102.245						1.022.450
5	OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA	127.050	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705			127.050
6	OTROS	648.472	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	54.039	648.472
		6.063.507	2.913.058	486.429	291.804	1.025.921	658.863	189.559	189.559	66.744	66.744	66.744	54.039	54.039	6.063.507
	ACUMULADO		2.913.058	3.399.488	3.691.292	4.717.213	5.376.076	5.565.636	5.755.195	5.821.939	5.888.684	5.955.428	6.009.467	6.063.507	

\*Los valores indicados incluyen la incidencia del IVA

5 MW<sub>CA</sub> – OPEX

PLANTA MACACHIN	OPEX				POTENCI A PICO MWp
		1 U\$S =	\$ 102,30	BNA Divisa Vendedor 23Dic21	6,019
	Cant	Unidad	Costo Mensual U\$S	Costo Anual U\$S	
<b>Mano de Obra de Terceros</b>					
Seguridad	3	c/u	2.955,33	35.464,01	
Maestranza y Limpieza	1	c/u	985,11	11.821,34	
				<b>47.285,35</b>	29%
<b>Mano de Obra Propia</b>					
Mantenimiento de Instalaciones	1	c/u	985,11	11.821,34	
Operadores de Planta	1	c/u	985,11	11.821,34	
Vehiculo y Combustible	1	c/u	500,00	6.000,00	
				<b>29.642,67</b>	20%
Repuestos	1	global	500,00	6.000,00	16%
Gastos Bancarios	1,20%	Global	180.000,00	25.920,00	
Seguros	1,00%	Global	5.250.000,00	52.500,00	
				<b>78.420,00</b>	20%
<b>Gastos de Operación</b>					
Conectividad Internet	1	global	300,00	3.600,00	
Servicio Transmision de datos del SMEC	1	global	300,00	3.600,00	
Garantía extendida de inversores y trackers	1	global	500,00	6.000,00	
				<b>13.200,00</b>	13%
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>174.548,02</b>	100%
Costo por KWp instalados/año				<b>29,00</b>	

5 MW<sub>CA</sub> – CASH FLOW

SUPUESTOS DEL PPA				SUPUESTOS IMPUESTOS Y TASAS			SUPUESTOS DEGRADACION		
	PPA duración	años	25,00	Ganancias	%	0%	Anual	%	0,40%
	Precio	USD/MWh	65,0	Otros impuestos	%	1,2%	Factor	%	99,600%
	Indexación	%	1,0%						
5.250.000				Tasa Descuento	Percent	6%			
15,50%	ESTRUCTURA FINANCIERA			RESULTADOS					
6.063.507	%deuda	%	0%	TIR (ECF)	%	10,2%	EQUITY CASH FLOW		
	tasa interes	%	12%	VAN (ECF)	KUSD	1.532	EQUITY CASH FLOW		
	periodo deuda	años	-	TIR (FCF)	%	10,2%	FREE CASH FLOW		
	periodo gracia	años		TIR (CCF)	%	10,2%	CAPITAL CASH FLOW		
DSCR limite									

0,908																								
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
11.837	11.790	11.743	11.696	11.649	11.603	11.556	11.510	11.464	11.418	11.372	11.327	11.282	11.236	11.192	11.147	11.102	11.058	11.014	10.969	10.926	10.882	10.838	10.795	
66	66	67	68	68	69	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	
777.129	781.761	786.420	791.107	795.822	800.565	805.337	810.137	814.965	819.822	824.708	829.624	834.568	839.542	844.546	849.579	854.643	859.736	864.861	870.015	875.200	880.417	885.664	890.942	
163.197	164.170	165.148	166.133	167.123	168.119	169.121	170.129	171.143	172.163	173.189	174.221	175.259	176.304	177.355	178.412	179.475	180.545	181.621	182.703	183.792	184.887	185.989	187.098	
176.294	178.056	179.837	181.635	183.452	185.286	187.139	189.010	190.901	192.810	194.738	196.685	198.652	200.638	202.645	204.671	206.718	208.785	210.873	212.982	215.112	217.263	219.435	221.630	
9.326	9.381	9.437	9.493	9.550	9.607	9.664	9.722	9.780	9.838	9.896	9.955	10.015	10.075	10.135	10.195	10.256	10.317	10.378	10.440	10.502	10.565	10.628	10.691	
185.619	187.438	189.274	191.129	193.002	194.893	196.803	198.732	200.680	202.647	204.634	206.641	208.667	210.713	212.779	214.866	216.974	219.102	221.251	223.422	225.614	227.828	230.063	232.321	
591.510	594.323	597.146	599.979	602.821	605.672	608.534	611.404	614.285	617.175	620.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621	
420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
171.510	174.323	177.146	179.979	182.821	185.672	188.534	191.404	194.285	197.175	200.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
171.510	174.323	177.146	179.979	182.821	185.672	188.534	191.404	194.285	197.175	200.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
340.217	514.540	691.686	871.665	885.779	899.941	914.152	928.410	942.716	957.070	971.472	1.405.921	1.840.418	2.274.962	2.709.554	3.144.193	3.158.879	3.173.612	3.188.392	3.203.219	3.218.092	3.233.012	3.247.978	3.262.990	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
171.510	174.323	177.146	179.979	182.821	185.672	188.534	191.404	194.285	197.175	200.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621	
163.197	164.170	165.148	158.761	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
591.510	594.323	597.146	599.979	602.821	605.672	608.534	611.404	614.285	617.175	620.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
163.197	164.170	165.148	158.761	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
754.707	758.493	762.294	758.740	602.821	605.672	608.534	611.404	614.285	617.175	620.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
754.707	758.493	762.294	758.740	602.821	605.672	608.534	611.404	614.285	617.175	620.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
754.707	758.493	762.294	758.740	602.821	605.672	608.534	611.404	614.285	617.175	620.074	622.983	625.901	628.829	631.766	634.713	637.669	640.634	643.609	646.593	649.586	652.589	655.601	658.621



5 MW<sub>CA</sub> – LCOE

r	10%
plazo PPA solar	25 años

PLANTA FOTOVOLTAICA	Potencia instalada (MWp)	Superficie de terreno ocupado (m2/kW)	Superficie de terreno ocupado (ha)	Radiacion Diaria Promedio Anual en el Plano Horizontal (KWh/m2/dia)	Ganancia por inclinación - Tracker Polar Horizontal	Radiación Diaria Promedio Anual con Tracker Polar Horizontal (KWh/m2/día)	Performance Rate de la Planta	FC neto	Factor de despacho	Factor de capacidad efectivo	Horas plena carga	Produccion Neta de Energia de la Planta (Mwh/año)	CAPEX USD/kW	CAPEX kUSD	OPEX USD/kW	CoE (\$/MWh)
Macachin, La Pampa	6,02	30,00	18,06	4,75	36,0%	6,23	83,66%	22,5%	100%	22,5%	1.975	11.885	872	5.250	29,00	65,0

## 2 MA<sub>CA</sub> – CAPEX – TRANSF. DE 5 mw

**Proyecto : MACACHIN 2 MW<sub>CA</sub> equipado con Transformador de 5 MW CA**  
2,408

**Fecha:** 28/07/2022  
**Cliente** CFI

Proponente : BINTEL INGENIERIA SRL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL SIN IVA (USD)	USD/Wp	PRECIO TOTAL CON IVA (USD)	%
<b>1</b>	<b>COMPONENTES PRINCIPALES</b>				<b>1.319.297,12</b>		<b>1.430.176,08</b>	<b>60%</b>
1.1	Modulos Fotovoltaicos CIF ( repuestos incluidos)	Panel	4.351	148,00	643.948,00	0,27	711.562,54	
1.2	Rastreadores (Trackers) CIF ( repuestos incluidos)	unidad	49	3.550,00	173.950,00	0,07	192.214,75	
1.3	String Inverter + Smart Logger + I-V Curve CIF (repuestos incluidos)	Inverter	13	7.016,32	91.212,16	0,04	100.789,44	
1.4	Power Stations 5 MW <sub>CA</sub> CIF (repuestos incluidos)	Equipo	1	146.880,00	146.880,00	0,06	162.302,40	
1.5	Nacionalizacion de Equipos Importados y Flete a Obra	Global	1	263.306,96	263.306,96	0,11	263.306,96	
<b>2</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES</b>				<b>196.750,00</b>		<b>196.750,00</b>	<b>9%</b>
2.1	Cables DC/BT y AC /B-MT	Global	1	96.000,00	96.000,00	0,04	116.160,00	
2.3	Celdas MT (incluido repuestos)	Global	3	24.250,00	72.750,00	0,03	88.027,50	
2.4	Tablero BT + Tablero SSAA + UPS (incluido repuestos)	Global	1	25.000,00	25.000,00	0,01	30.250,00	
2.5	Transformador SSAA (incluido repuestos)	Equipo	1	3.000,00	3.000,00	0,00	3.630,00	
<b>3</b>	<b>EQUIPOS PC&amp;C</b>				<b>85.000,00</b>		<b>102.850,00</b>	<b>4%</b>
3.1	SCADA , PPC, Estacion meteorologica, SMEC, Medicion APE, SOTR, CCTV, RTU	Global	1	85.000,00	85.000,00	0,04	102.850,00	
<b>4</b>	<b>BOS</b>				<b>418.800,00</b>		<b>506.748,00</b>	<b>19%</b>
4.1	Ingenieria de Detalle Apta para Construir y Planos Conforme a Obra	Global	1	50.000,00	50.000,00	0,02	60.500,00	
4.2	<b>OBRA CIVIL</b>	Global						
4.2.1	Limpieza y Nivelacion del Terreno	Global	1	18.000,00	18.000,00	0,01	21.780,00	
4.2.2	Camino de Acceso y Calles Interiores	Global	1	15.200,00	15.200,00	0,01	18.392,00	
4.2.3	Canalizaciones de de Baja y Media Tension	Global	1	27.600,00	27.600,00	0,01	33.396,00	
4.2.4	Fundaciones	Global	1	64.000,00	64.000,00	0,03	77.440,00	
4.2.5	Edificio de Control y Almacen	Global	1	89.000,00	89.000,00	0,04	107.690,00	
4.2.6	Portones, Jardinera, Red de Tierra, Cerco, Casilla de Vigilancia	Global	1	44.000,00	44.000,00	0,02	53.240,00	
4.3	Montaje Componentes Principales	Global	1	22.000,00	22.000,00	0,01	26.620,00	
4.4	Tendido, Montaje Y Conexionado de Equipos Y Sistemas	Global	1	30.000,00	30.000,00	0,01	36.300,00	
4.5	Sistemas de Seguridad , Medicion , Control e Iluminacion Perimetral	Global	1	44.000,00	44.000,00	0,02	53.240,00	
4.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	5.000,00	5.000,00	0,00	6.050,00	
4.7	Estudios Electricos Etapas 2 Y 3 y Habilitacion Comercial Cammesa	Global	1	10.000,00	10.000,00	0,00	12.100,00	
<b>5</b>	<b>OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA</b>				<b>95.000,00</b>		<b>114.950,00</b>	<b>4%</b>
5.1	Estudios y Trabajos Previos	Global	1	20.000,00	20.000,00	0,01	24.200,00	
5.2	Provision y Montaje Sistema de Puesta a Tierra	Global	1	10.000,00	10.000,00	0,00	12.100,00	
5.5	LMT 33 Kv y Puesto de Seccionamiento	Global	1	60.000,00	60.000,00	0,02	72.600,00	
5.6	Comisionamiento y Puesta en Marcha	Global	1	5.000,00	5.000,00	0,00	6.050,00	
<b>6</b>	<b>OTROS</b>				<b>89.278,38</b>		<b>108.026,84</b>	<b>4%</b>
6.1	Completaamiento del Desarrollo hasta alcanzar el FAP (Fully Aproved Project): EEEE1, EIA, Inscripciones MEM/RENPER/Cammesa/ENRE	Global	1	39.278,38	39.278,38	0,02	47.526,84	
6.3	Poliza Cammesa, Imprevistos, Direccion de Obra, Gastos Legales, Due Diligence, Seguro de Obra, Impuestos, Contingencias	Global	1	50.000,00	50.000,00	0,02	60.500,00	
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>2.204.125,50</b>	<b>0,92</b>	<b>2.459.500,92</b>	<b>100%</b>
					sin IVA	sin IVA	IVA incl	

## 2 MW<sub>CA</sub> – DESEMBOLSOS – TRANSF. DE 5 MW

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2MWCA)- CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS DEL CAPEX															
Item	Mes	TOTAL	MES												TOTALES
		U\$S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	COMPONENTES PRINCIPALES	1.430.176	1.001.123			286.035	143.018								1.430.176
2	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES	196.750	98.375	98.375											196.750
3	EQUIPOS PC&C	102.850	41.140	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285						102.850
4	BOS	506.748		101.350	101.350	101.350	101.350	50.675	50.675						506.748
5	OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA	114.950	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495			114.950
6	OTROS	108.027	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	9.002	108.027
		2.459.501	1.161.135	230.507	132.132	418.167	275.149	81.457	81.457	20.497	20.497	20.497	9.002	9.002	2.459.501
	ACUMULADO		1.161.135	1.391.642	1.523.774	1.941.941	2.217.091	2.298.548	2.380.005	2.400.502	2.420.999	2.441.496	2.450.499	2.459.501	

\*Los valores indicados incluyen la incidencia del IVA

2 MW<sub>CA</sub> – OPEX – TRANSF. DE 5 MW

PLANTA MACACHIN 2MWCA	OPEX				POTENCIA PICO MWp
		1 U\$S =	\$ 102,30	BNA Divisa Vendedor 23Dic21	2,408
	Cant	Unidad	Costo Mensual	Costo Anual	
			U\$S	U\$S	
<b>Mano de Obra de Terceros</b>					
Seguridad	3	c/u	2.955,33	35.464,01	
Maestranza y Limpieza	1	c/u	985,11	11.821,34	
				<b>47.285,35</b>	29%
<b>Mano de Obra Propia</b>					
Mantenimiento de Instalaciones	1	c/u	985,11	11.821,34	
Operadores de Planta	1	c/u	985,11	11.821,34	
Vehiculo y Combustible	1	c/u	500,00	6.000,00	
				<b>29.642,67</b>	20%
Repuestos	1	global	500,00	6.000,00	16%
Gastos Bancarios	1,20%	Global	180.000,00	25.920,00	
Seguros	1,00%	Global	2.204.125,50	22.041,25	
				<b>47.961,25</b>	20%
<b>Gastos de Operación</b>					
Conectividad Internet	1	global	300,00	3.600,00	
Servicio Transmision de datos del SMEC	1	global	300,00	3.600,00	
Garantia extendida de inversores y trackers	1	global	500,00	6.000,00	
				<b>13.200,00</b>	13%
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>144.089,28</b>	100%
Costo por KWp instalados/año				<b>59,84</b>	

2 MW<sub>CA</sub> – CASH FLOW – TRANSF. DE 5 MW

Flujo de Fondos - Plan Financiero

SUPUESTOS PROYECTO		
Factor de carga	%	22,51%
Potencia nominal (MWCA)	MWCA	2,4
CAPEX Componentes Principales	USD	1.319.297
CAPEX BoP	USD	884.828
IVA CAPEX	USD	255.375
periodo depreciaciòn	años	12,5
OPEX	USD/año	144.089
Indexación OPEX	%	1,0%

SUPUESTOS DEL PPA		
PPA duración	años	25
Precio	USD/MWh	80,0
Indexación	%	1,0%

ESTRUCTURA FINANCIERA		
%deuda	%	0%
tasa interes	%	10%
periodo deuda	años	-
periodo gracia	años	
DSCR limite		1,20

SUPUESTOS IMPUESTOS Y TASAS		
Ganancias	%	0%
Otros impuestos	%	1,2%

Tasa Descuento	Percent	6%
----------------	---------	----

RESULTADOS		
TIR (ECF)	%	9,5%
VAN (ECF)	KUSD	460
TIR (FCF)	%	9,5%
TIR (CCF)	%	9,5%

SUPUESTOS DEGRADACION		
Anual	%	0,40%
Factor	%	99,600%

EQUITY CASH FLOW  
EQUITY CASH FLOW  
FREE CASH FLOW  
CAPITAL CASH FLOW

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
INGRESOS																										
Produccion	MWh/año	4.749	4.730	4.711	4.692	4.673	4.655	4.636	4.618	4.599	4.581	4.562	4.544	4.526	4.508	4.490	4.472	4.454	4.436	4.418	4.401	4.383	4.366	4.348	4.331	4.313
Precio Venta	USD	80	81	82	82	83	84	85	86	87	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ingresos	USD	379.920	382.184	384.462	386.754	389.059	391.377	393.710	396.056	398.417	400.792	403.180	405.583	408.001	410.432	412.878	415.339	417.815	420.305	422.810	425.330	427.865	430.415	432.980	435.561	438.156
IVA	USD	79.783	80.259	80.737	81.218	81.702	82.189	82.679	83.172	83.668	84.166	84.668	85.172	85.680	86.191	86.704	87.221	87.741	88.264	88.790	89.319	89.852	90.387	90.926	91.468	92.013
GASTOS																										
OPEX	USD	144.089	145.530	146.985	148.455	149.940	151.439	152.954	154.483	156.028	157.588	159.164	160.756	162.363	163.987	165.627	167.283	168.956	170.646	172.352	174.076	175.816	177.574	179.350	181.144	182.955
Otros impuestos	USD	4.559	4.586	4.614	4.641	4.669	4.697	4.725	4.753	4.781	4.809	4.838	4.867	4.896	4.925	4.955	4.984	5.014	5.044	5.074	5.104	5.134	5.165	5.196	5.227	5.258
TOTAL	USD	148.648	150.116	151.599	153.096	154.609	156.136	157.678	159.236	160.809	162.398	164.002	165.623	167.259	168.912	170.581	172.267	173.970	175.689	177.426	179.180	180.951	182.739	184.546	186.370	188.213
EBITDA / BAIDA	USD	231.272	232.068	232.863	233.657	234.450	235.242	236.032	236.821	237.608	238.394	239.178	239.960	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
Depreciacion	USD	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	176.330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EBIT / BAI	USD	54.942	55.738	56.533	57.327	58.120	58.912	59.702	60.491	61.278	62.064	62.848	63.630	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
Intereses Deuda	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EBT / BAI	USD	54.942	55.738	56.533	57.327	58.120	58.912	59.702	60.491	61.278	62.064	62.848	63.630	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
Impuesto a la ganancia teórico	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loss carried forward (max 5 yr)	USD	54.942	110.680	167.213	224.540	282.660	286.630	290.593	294.551	298.502	302.445	306.382	310.310	490.561	670.803	851.036	1.031.260	1.211.475	1.215.349	1.219.213	1.223.066	1.226.908	1.230.739	1.234.557	1.238.364	1.242.157
Impuesto a la ganancia aplicado	USD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beneficio neto	USD	54.942	55.738	56.533	57.327	58.120	58.912	59.702	60.491	61.278	62.064	62.848	63.630	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
Cuenta IVA		-255.375	79.783	80.259	80.737	14.596	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CASH FLOW																										
+ EBITDA	-	231.272	232.068	232.863	233.657	234.450	235.242	236.032	236.821	237.608	238.394	239.178	239.960	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
- TAX (no Interest)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Cuenta de IVA	-255.375	79.783	80.259	80.737	14.596	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- CAPEX	-2.204.125																									
FREE CASH FLOW	-2.459.501	311.055	312.327	313.600	248.254	234.450	235.242	236.032	236.821	237.608	238.394	239.178	239.960	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
+ TAX SHIELD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPITAL CASHFLOW	-2.459.501	311.055	312.327	313.600	248.254	234.450	235.242	236.032	236.821	237.608	238.394	239.178	239.960	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
Cuenta de deuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EQUITY CASHFLOW	-2.459.501	311.055	312.327	313.600	248.254	234.450	235.242	236.032	236.821	237.608	238.394	239.178	239.960	240.741	241.520	242.297	243.072	243.845	244.615	245.384	246.150	246.914	247.675	248.434	249.190	249.943
TIR	9,5%																									
VAN	460.420																									

0,908

2 MW<sub>CA</sub> – LCOE -TRANSF. DE 5 MW

U\$S

r	10%
plazo PPA solar	25 años

PLANTA FOTOVOLTAICA	Potencia instalada (MWp)	Superficie de terreno ocupado (m2/kW)	Superficie de terreno ocupado (ha)	Radiacion Diaria Promedio Anual en el Plano Horizontal (KWh/m2/dia)	Ganancia por inclinación - Tracker Polar Horizontal	Radiación Diaria Promedio Anual con Tracker Polar Horizontal (KWh/m2/día)	Performance Rate de la Planta	FC neto	Factor de despacho	Factor de capacidad efectivo	Horas plena carga	Produccion Neta de Energia de la Planta (Mwh/año)	CAPEX USD/k W	CAPEX kUSD	OPEX USD/kW	CoE (\$/MWh)
Macachin, La Pampa	2,41	30,00	7,22	4,75	36,0%	6,23	83,57%	22,5%	100%	22,5%	1.972	4.749	915	2.204	59,84	82,7

2 MW<sub>CA</sub> – COMPARATINA DE COSTOS -TRANSF. DE 5 MW

VARIANTE	CAPEX (sin IVA)		LCoE
	U\$S	u\$S/MWp	U\$S/MWh
2MWca	2.100.000,00	0,87	79,97
2MWca equipado con Trafo de 5 Mwca	2.204.125,50	0,92	82,66
5MWca	5.250.000,00	0,87	65,04

## ANEXO 7

PLAN DE TRABAJO, CURVA DE INVERSIÓN, PUESTOS DE TRABAJO

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2 MWp)- PLAN DE TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION																	
Item	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Actividades de Desarrollo																
2	Contrato de Construccion																
5	Proyecto Ejecutivo																
6	Provision de Paneles Solares																
7	Provision de Inversores																
8	Provision de Estructuras de Soporte																
9	Provision de Tableros y Cables																
10	Limpieza del Terreno, Nivelacion, Cercado Perimetral, Instalacion del obrador																
11	Construccion de Viales Internos																
12	Fundaciones de las Estructuras de Soporte																
13	Montaje de las Estructuras de Soporte																
14	Montaje de los Paneles																
15	Construccion de Ductos y Montaje de cables																
16	Construccion de Bases y Montaje de Inversores																
17	Conexionado Electrico de Inversores y Paneles																
18	Equipamiento de Medición y Control																
19	Pruebas y Ensayos de conexionado a la red del SADI																
20	Autorizacion Interconexion																



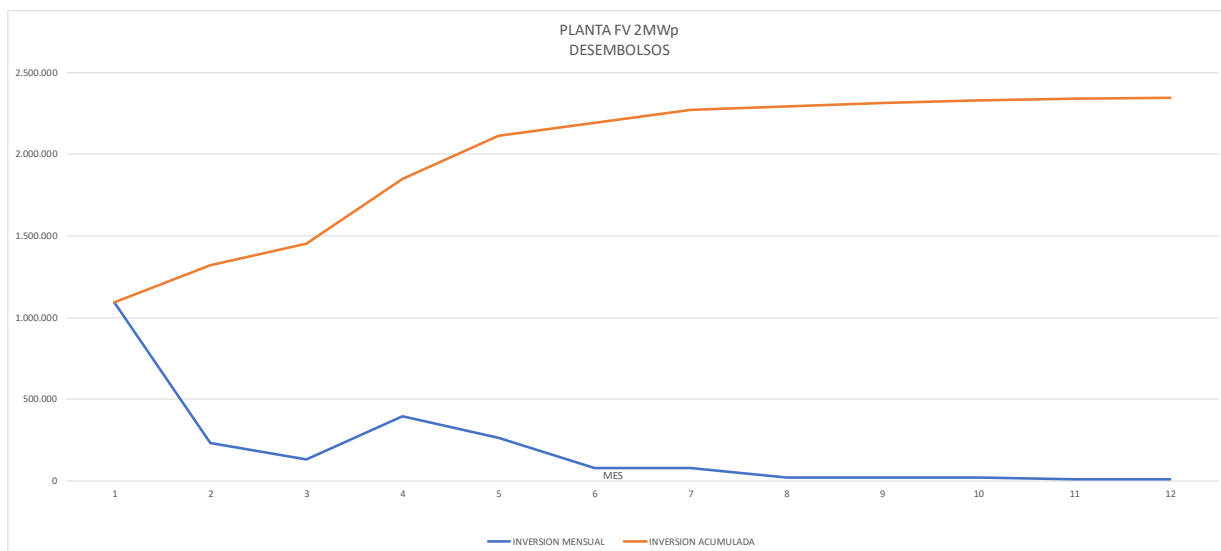
## 2 MW<sub>CA</sub> – TABLA DE INVERSIONES

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2MWCA)- CURVA DE INVERSIONES															
			MES												
Item	Mes	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
		U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S
1	COMPONENTES PRINCIPALES	1.333.326	933.328			266.665	133.333								1.333.326
2	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES	196.750	98.375	98.375											196.750
3	EQUIPOS PC&C	102.850	41.140	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285	10.285						102.850
4	BOS	506.748		101.350	101.350	101.350	101.350	50.675	50.675						506.748
5	OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA	114.950	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495	11.495			114.950
6	OTROS	90.750	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	7.563	90.750
	MENSUAL	2.345.374	1.091.901	229.067	130.692	397.357	264.025	80.017	80.017	19.058	19.058	19.058	7.563	7.563	2.345.374
	ACUMULADO		1.091.901	1.320.968	1.451.660	1.849.017	2.113.042	2.193.059	2.273.076	2.292.134	2.311.191	2.330.249	2.337.811	2.345.374	

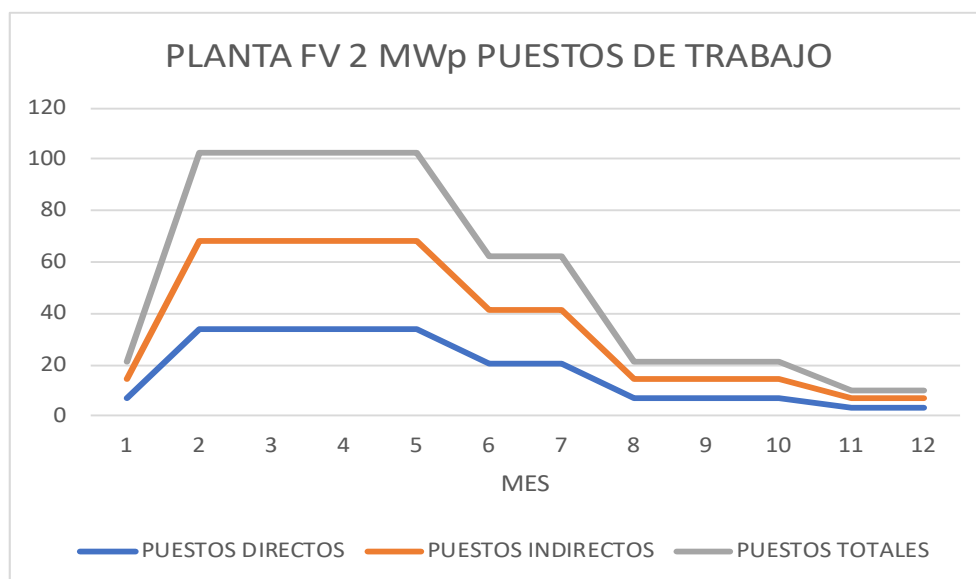
\*Los valores indicados incluyen la incidencia del IVA

PUESTOS DE TRABAJO															
PUESTOS DIRECTOS (QTY)		7	34	34	34	34	21	21	7	7	7	3	3		
PUESTOS INDIRECTOS (QTY)		14	68	68	68	68	41	41	14	14	14	7	7		
PUESTOS TOTALES		21	103	103	103	103	62	62	21	21	21	10	10		

## 2 MW<sub>CA</sub> – CURVA DE INVERSIONES



## 2 MW<sub>CA</sub> – PUESTOS DE TRABAJO



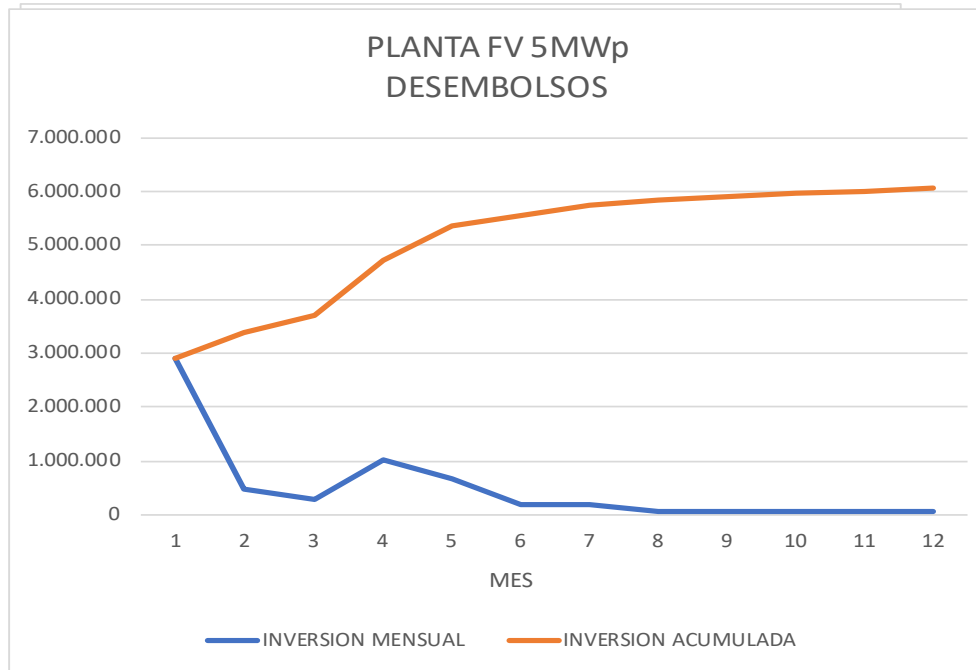
### 5 MW<sub>CA</sub> – TABLA DE INVERSIONES

PROYECTO DE GENERACION FOTOVOLTAICA MACACHIN (2MWCA)- CURVA DE INVERSIONES															
			MES												
Item	Mes	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTALES
		U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S	U\$S
1	COMPONENTES PRINCIPALES	3.663.243	2.564.270			732.649	366.324								3.663.243
2	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS y CABLES	389.250	194.625	194.625											389.250
3	EQUIPOS PC&C	205.700	82.280	20.570	20.570	20.570	20.570	20.570	20.570						205.700
4	BOS	1.022.450		204.490	204.490	204.490	204.490	102.245	102.245						1.022.450
5	OBRAS DE EVACUACION DE ENERGIA	127.050	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705	12.705			127.050
6	OTROS	658.894	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	54.908	658.894
	MENSUAL	6.066.587	2.908.788	487.298	292.673	1.025.321	658.997	190.428	190.428	67.613	67.613	67.613	54.908	54.908	6.066.587
	ACUMULADO		2.908.788	3.396.086	3.688.758	4.714.080	5.373.077	5.563.505	5.753.933	5.821.545	5.889.158	5.956.771	6.011.679	6.066.587	

\*Los valores indicados incluyen la incidencia del IVA

PUESTOS DE TRABAJO															
PUESTOS DIRECTOS (QTY)		28	83	83	83	83	56	56	28	28	28	24	24		
PUESTOS INDIRECTOS (QTY)		57	166	166	166	166	111	111	57	57	57	48	48		
PUESTOS TOTALES		85	249	249	249	249	167	167	85	85	85	72	72		

### 5 MW<sub>CA</sub> – CURVA DE INVERSIONES



### 5 MW<sub>CA</sub> – PUESTOS DE TRABAJO

