

# SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

**FECHA:** diciembre de 2022

**AUTOR:**  
**Robert Aliana Nicolau**  
*Ingeniero Técnico Industrial  
colegiado 09166*



ENGINYERES CATALUNYA CENTRAL  
ENGINYERS

COL·LEGI PROFESSIONAL ASSOCIACIÓ  
ENGINYERS TÈCNICS INDUSTRIALS GRADUATS  
MANRESA CATALUNYA CENTRAL

Robert Aliana Nicolau

Núm. Col·legiat: 09166

Núm. VISAT: **23004708 - 24/05/2023**



**VISAT**

## MEMORIA TÉCNICA Y ANEXOS

## CONTENIDO

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6 -</b>
1.1.- ANTECEDENTES .....	6 -
1.2.- OBJETIVO .....	6 -
1.3.- UBICACIÓN .....	6 -
<b>2.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b> .....	<b>8 -</b>
2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL .....	8 -
2.2.- ESTRUCTURA SOPORTES PANELES FOTOVOLTAICOS.....	8 -
2.3.- PANELES FOTOVOLTAICOS.....	9 -
2.4.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS.....	10 -
2.5.- PROTECCIONES DC.....	13 -
2.6.- PROTECCIONES AC.....	13 -
2.7.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	14 -
2.8.- ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y AUTOCONSUMO .....	14 -
ANEXO 1: CUADRO RESUMEN DATOS PRINCIPALES .....	16 -
ANEXO 2: JUSTIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	18 -
2.8.2.- <i>PARAMETROS QUE AFECTAN AL COMPORTAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</i> .....	19 -
2.8.3.- <i>DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO</i> .....	21 -
2.8.4.- <i>CÁLCULO DEL CABLEADO</i> .....	22 -
2.8.5.- <i>CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA</i> .....	25 -
2.8.6.- <i>CÁLCULOS DE CORRIENTE ALTERNA</i> .....	27 -
2.8.7.- <i>CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES</i> .....	28 -
2.8.8.- <i>CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA</i> .....	29 -
ANEXO 3: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA .....	30 -
ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MÓDULOS .....	31 -
ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INVERSORES .....	32 -
<b>3.- GRUPO ELECTRÓGENO</b> .....	<b>33 -</b>
3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL .....	33 -
3.2.- DATOS BÁSICOS .....	33 -
3.2.1.- <i>Características generales de la instalación a realizar</i> .....	33 -
3.3.- PROGRAMA DE NECESIDADES .....	34 -
ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GRUPO ELECTRÓGENO .....	35 -
3.4.- DESCRIPCIÓN AMPLIADA DE LA INSTALACIÓN.....	42 -
3.4.1.- <i>Instalación Obra Civil</i> .....	42 -
3.4.2.- <i>Instalación eléctrica</i> .....	42 -
ANEXO 7: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS ELÉCTRICOS GRUPO ELECTRÓGENO.....	43 -
3.5.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD .....	43 -
3.6.- SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	43 -
3.7.- CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN .....	44 -
3.8.- CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO. ....	44 -
3.9.- CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS.....	46 -
3.10.- JUSTIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	47 -

ANEXO 8: CÁLCULOS OBRA CIVIL .....	- 48 -
3.11.- DIMENSIONADO DE LOSA FIJA DE HORMIGÓN .....	- 48 -
<b>4.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO .....</b>	<b>- 49 -</b>
ANEXO 9: DATOS TÉCNICOS EQUIPOS DE ALMACENAJE.....	- 50 -
<b>5.- RED DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>- 51 -</b>
5.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL .....	- 51 -
5.2.- TRAZADO DE LAS LÍNEAS.....	- 51 -
5.3.- ARMARIOS DE MEDIDA DIRECTA Y CONTADORES.....	- 52 -
5.4.- CONTADORES .....	- 52 -
5.5.- CONDUCTORES.....	- 52 -
5.6.- APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS.....	- 53 -
5.7.- EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES.....	- 53 -
5.8.- CIMENTACIONES.....	- 53 -
ANEXO 10: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	- 54 -
ANEXO 11: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS MECÁNICOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	- 61 -
ANEXO 12: MEDICIONES RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA .....	- 95 -
ANEXO 13: PLANOS .....	- 100 -
ANEXO 14: PRESUPUESTO .....	- 101 -
ANEXO 15: FICHAS ADICIONALES.....	- 103 -





# MEMORIA TÉCNICA Y ANEXOS

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto de “Suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico y una red de distribución eléctrica en los pueblos de Diatamine Safere y Daharatou”

La asociación Kawral Sukabe apuesta fuertemente por la generación energética de origen renovable como fuente principal de energía eléctrica en el pueblo de Diatamine Safere y Daharatou, situados en el sur de Senegal.

### 1.2.- OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es realizar una instalación fotovoltaica y una red de distribución eléctrica para ofrecer uno de los servicios básicos no disponibles actualmente y cubrir así las necesidades eléctricas básicas requeridas por la población.

En este caso, está previsto que parte de la energía eléctrica generada por la instalación fotovoltaica sea consumida de manera instantánea por la población y, la energía excedente, se almacene en baterías para poder hacer uso de esta en horas que no haya producción solar. En el caso de que se tenga una demanda eléctrica superior a la suministrada por la instalación fotovoltaica y energía almacenada en baterías, se plantea añadir un grupo electrógeno como equipo de refuerzo a la instalación solar. Para permitir que la población tenga acceso a la electricidad generada, se requiere realizar una red de distribución eléctrica a lo largo de las dos poblaciones.

Con el diseño de este proyecto, es posible realizar la siguiente instalación en diversas fases, si se requiere, hasta realizar el proyecto al completo.

### 1.3.- UBICACIÓN

Las instalaciones objeto del presente proyecto se realizarán en los pueblos de Diatamine Safere y Daharatou, situados al sur de Senegal.



UBICACIÓN	Diatamine Safere y Daharatou (Senegal)
COORDENADAS	Daharatou: 12°47'17.8"N 13°52'42.1"W Diatamine Safere: 12°47'04.2"N 13°52'26.6"W



Ubicación proyecto

## 2.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

La instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto estará formada por **308 paneles de 570Wp** siendo la potencia pico total de **175,56 kWp**. La instalación también dispondrá de **3 inversores de 50 kW**, siendo la potencia nominal de la instalación de **150 kW**.

Esta instalación producirá anualmente aproximadamente unos 313.255,62 kWh que serán autoconsumidos por la población.

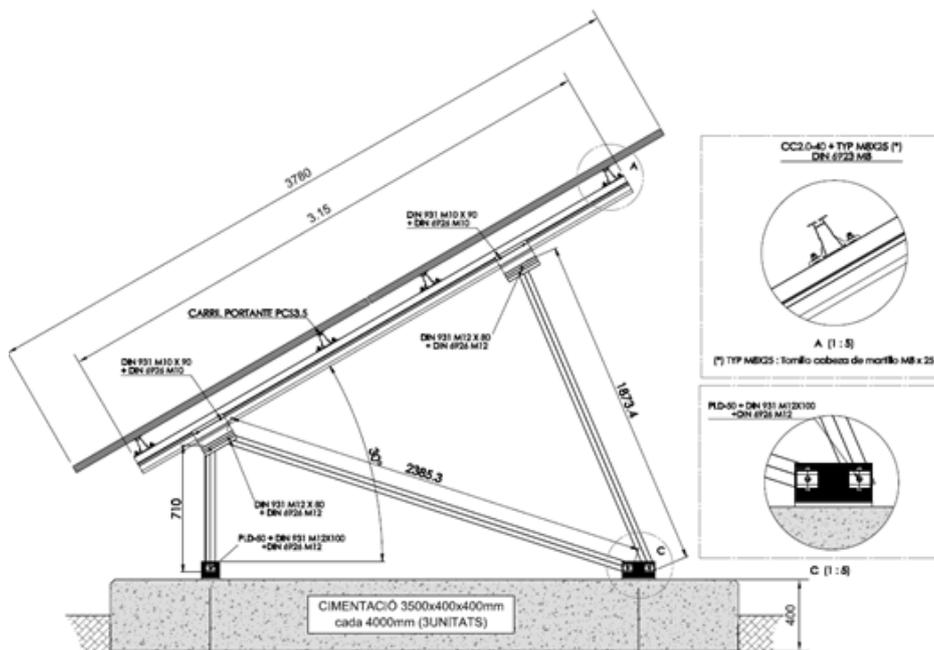
A nivel de protecciones, se dispondrá de las de corriente continua para cada una de las series de paneles fotovoltaicos. Las protecciones de corriente alterna se situarán en el cuadro de protección del inversor.

### 2.2.- ESTRUCTURA SOPORTES PANELES FOTOVOLTAICOS

Para la instalación de los paneles se ha previsto utilizar la orientación sur para aprovechar más horas de radiación, con una inclinación en los paneles de 7°.

**La superficie total de paneles fotovoltaicos a instalar será de 795 m<sup>2</sup>.**

La estructura prevista para esta instalación será el sistema CSLand de la empresa CSolar. Este sistema es un soporte para instalaciones de paneles fotovoltaicos situados sobre terreno. Esta estructura se instalará sobre unas cimentaciones de hormigón que se realizarán directamente sobre el terreno. Esta estructura será de aluminio con tornillería de acero inoxidable.



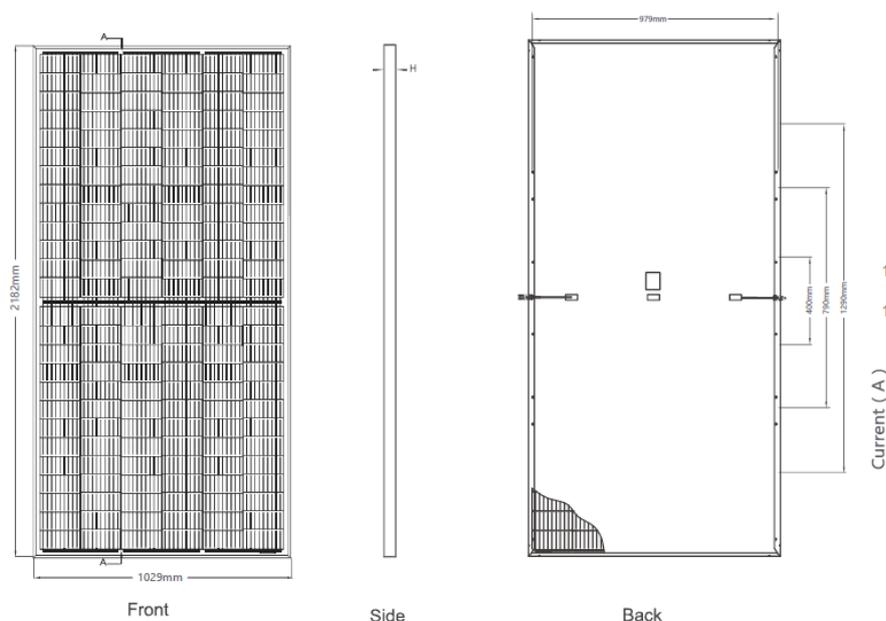
Detalle estructura propuesta

### 2.3.- PANELES FOTOVOLTAICOS

La instalación estará formada por 308 paneles fotovoltaicos de la Marca Jinko modelo Tiger Neo N-type 72HL4-V de 570 Wp. La potencia pico total de la instalación será de 175,56 kWp.

A continuación, se muestran las principales características de los paneles Tiger Neo N-type 72HL4-V de 570 Wp a instalar:

Panell Tiger Neo N-Type 72HL4-(V) de 570 Wp			
Característiques elèctriques STC		Característiques generals	
Potència nominal - $P_{MPP}$ (W <sub>p</sub> )	570	Llarg (mm)	2278
Tensió nominal - $V_{MPP}$ (V)	42,07	Ample (mm)	1134
Intensitat nominal - $I_{MPP}$ (A)	13,55	Gruix (mm)	35
Tensió en circuit obert- $V_{OC}$ (V)	50,74	Tipus	Mono-Crystalline
Intensitat de curtcircuit - $I_{sc}$ (A)	14,31	Pes (kg)	28



La caja de conexiones está situada en la parte posterior del módulo e incorpora diodos de derivación para evitar una posible avería y optimizar el comportamiento del módulo ante sombreados parciales. Presenta una protección IP67.

## 2.4.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS

El inversor fotovoltaico escogido para realizar la conversión de corriente continua (CC) a alterno (CA) es el inversor trifásico **Huawei SUN2000 50KTL** de 50 kW de potencia nominal.

Este inversor dispone de 4 seguidores del punto de máxima potencia que permiten, en cada situación de radiación solar, variar la tensión de trabajo del campo fotovoltaico con el fin de extraer la máxima energía posible.

Además, se ajustan a las exigencias en relación al aislamiento galvánico entre la parte de continua y alterna, a la emisión de armónicos y perturbaciones radioeléctricas, incorporan vigilando de aislamiento en la parte de corriente continua y permiten una desconexión automática en los siguientes casos:

- *Fallo de la red eléctrica:* en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará. En ningún caso funcionará en isla, y se volverá a conectar cuando se haya restablecido la tensión a la red.
- *Tensión fuera de rango:* si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener las condiciones más favorables de funcionamiento.
- *Frecuencia fuera de rango:* si la frecuencia de la red está fuera del rango admisible, el inversor se parará de manera inmediata.

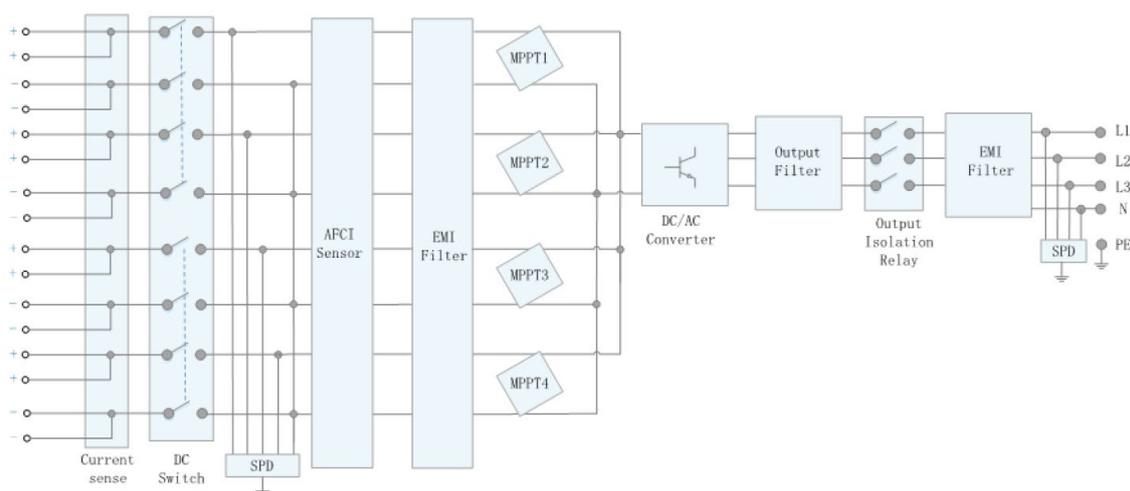
Las principales características de estos inversores se muestran a continuación:

INVERSOR TRIFÁSICO 50 kW			
Datos de entrada (CC)		Datos de salida (CA)	
Pot. máxima (kW):	50	Pot. máxima (kW):	50
Vcc máxima (V):	1.100	Imáx. (A):	79.8
Vcc mínima (V):	200	Tensión nominal (V):	400
Vcc inicio (V):	600	Frecuencia (Hz):	50
Rango MPP (V):	200-1000	Rango tensión (V):	230/400



El inversor dispone, además, de las siguientes protecciones integradas:

- Seccionador en carga de DC en el lado de entrada.
- Monitorización de la presa de tierra y de red.
- Protección contra polarización inversa de DC.
- Resistencia al cortocircuito de AC.
- Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal.
- Descargador de sobretensiones.



*Esquema del inversor*

Los paneles se conectarán a los inversores con las siguientes configuraciones:

INVERSOR 1 de 50kW						
Inversor	MPPT	Series	N ° de módulos	Potencia Módulo Wp	Potencia Pico Serie Wp	Potencia Pico Wp
50 kW	1	1	15	570	8.550	17.100
		2	15	570	8.550	
	2	3	15	570	8.550	17.100
		4	15	570	8.550	
	3	5	15	570	8.550	8.550
		6				
	4	7	15	570	8.550	8.550
		8				
TOTAL			90			51.300

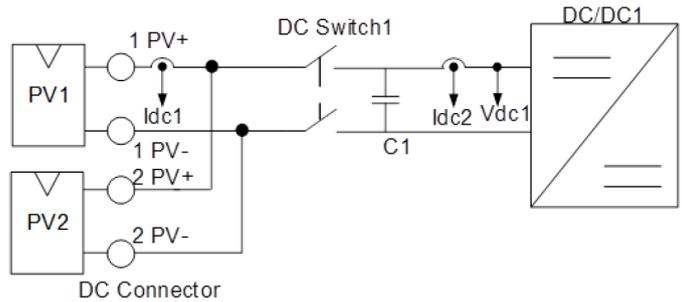
INVERSOR 2 de 50kW						
Inversor	MPPT	Series	N ° de módulos	Potencia Módulo Wp	Potencia Pico Serie Wp	Potencia Pico Wp
50 kW	1	1	16	570	9.120	18.240
		2	16	570	9.120	
	2	3	16	570	9.120	18.240
		4	16	570	9.120	
	3	5	16	570	9.120	9.120
		6				
	4	7	16	570	9.120	9.120
		8				
TOTAL			96			54.720

INVERSOR 3 de 50kW						
Inversor	MPPT	Series	N ° de módulos	Potencia Módulo Wp	Potencia Pico Serie Wp	Potencia Pico Wp
50 kW	1	1	16	570	9.120	18.240
		2	16	570	9.120	
	2	3	15	570	8.550	17.100
		4	15	570	8.550	
	3	5	15	570	8.550	17.100
		6	15	570	8.550	
	4	7	15	570	8.550	17.100
		8	15	570	8.550	
TOTAL			122			69.540

**2.5.- PROTECCIONES DC**

La instalación fotovoltaica dispondrá de protecciones de corriente continua y sobretensiones integradas en el propio equipo (inversor) para proteger los elementos y cableados de corriente continua.

El inversor Huawei SUN2000 realiza agrupaciones de hasta dos Strings en paralelo por cada MPPT. De esta manera en caso de falla en uno de ellos, la máxima corriente de cortocircuito que podría circular para el caso de paneles de 570Wp es de 14,31 A como máximo.



A su vez, por normativa IEC62548, los módulos deben ser capaces de soportar el paso de una corriente de cortocircuito al menos igual de la que son capaces de generar. Los fabricantes definen que la corriente inversa que soportan los módulos es de 25A, por este motivo la conexión de dos Strings en paralelo sin protecciones adicionales es segura, ya que la máxima intensidad que va a circular por el String será siempre inferior a 25A.

**2.6.- PROTECCIONES AC**

En la salida del inversor se instalará un cuadro de protecciones de corriente AC, encargado de proteger el cableado hasta el punto de conexión a la red interior. La finalidad de estas protecciones será la de proteger las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos, así como los contactos indirectos. A tal efecto, se dispondrá de los siguientes elementos de protección:

Cuadro	Elementos de protección
Protección Inv. 1	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>
Protección Inv. 2	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>
Protección Inv. 3	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>

## 2.7.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Las conexiones en la red de puesta a tierra de todas las masas metálicas tienen por objeto limitar la tensión que, con respecto a tierra, podrían presentar estas masas en caso de un contacto accidental de una parte activa de la instalación.

Se conectarán a un único sistema de puesta a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto las de la parte de corriente continua como las de corriente alterna.

Se colocará un electrodo de puesta a tierra que se constituirá a base de picas clavadas verticalmente en el terreno. La composición del material será inalterable a la humedad y a la acción química del terreno. La pica de tierra tendrá una salida al exterior mediante cable desnudo de cobre de 35mm<sup>2</sup>, anclado mediante brida de cobre. La profundidad nunca será inferior a 0,5m. Si es necesario, por encontrarse la caja seccionadora lejos, se dispondrá de una caja de registro (punto de puesta a tierra).

## 2.8.- ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y AUTOCONSUMO

Para la instalación fotovoltaica propuesta, se ha realizado un estudio energético para evaluar la producción de energía eléctrica prevista. Para realizar este estudio, se han utilizado los datos de radiación para la ubicación de la instalación y se han realizado las siguientes simulaciones teniendo en cuenta la producción cada uno de los módulos de paneles y teniendo en cuenta los datos de radiación y afectación de las sombras:

- Producción prevista por la instalación fotovoltaica
- Resumen producción total instalación
- Estudio económico

### 2.8.1.- PRODUCCIÓN PREVISTA

#### *Datos Producción anual*

A continuación, se muestran los datos técnicos y de producción de la instalación

DATOS DEL PROYECTO		PERDIDAS POR:		Mes	Irradiacion en superficie horizontal: (wh/m2/dia)	Irradiacion en superficie inclinada: (wh/m2/dia)	Energia generada: (Kwh/dia)	Energia generada: (Kwh)
CIUDAD	Diatamine Safere y Daharatou	Polvo y suciedad %	2,50%	<b>Enero</b>	5.135	5.753	848,37	26.299,40
LATITUD	12° 47' 15.1" Norte	Temperatura %	8,00%	<b>Febrero</b>	5.054	6.411	945,40	26.471,29
LONGITUD	13° 52' 34.1" Oeste	Sombras %	0,00%	<b>Marzo</b>	6.528	6.740	993,92	30.811,55
AZIMUT	Sud 0°	En corriente continu %	1,50%	<b>Abril</b>	6.121	6.824	1.006,40	30.191,91
HORAS SOL ANUALES	1784	En inversor %	2,50%	<b>Mayo</b>	6.340	6.251	921,84	28.576,96
FIJA O SEGUIDORES	Fija	En corriente alterna %	1,50%	<b>Junio</b>	5.155	5.602	826,19	24.785,65
INCLINACION	7°	<b>PR</b>	<b>84,00%</b>	<b>Julio</b>	5.104	5.151	759,65	23.549,14
NUMERO DE PANELES	308	<b>REDUCCION ANUAL DE LA EMISION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b> CO2                      122,80      Tm SO2                        684,68      Kg NOx                        456,46      Kg		<b>Agosto</b>	4.770	4.869	718,06	22.259,95
POTENCIA PANEL (Wp)	570			<b>Septiembre</b>	4.726	5.273	777,67	23.330,11
MODELO DE INVERSOR	Huawei 50kW			<b>Octubre</b>	5.486	5.678	837,28	25.955,62
kW POT. NOMINAL (EN INVERSORES)	150			<b>Noviembre</b>	5.044	5.725	844,21	25.326,27
RELACION POTENCIA PICO / NOMINAL	1,170			<b>Diciembre</b>	5.141	5.621	828,96	25.697,78
kWp DE LA INSTAL-LACION	175,56			<b>Promedio</b>	<b>5.388</b>	<b>5.820</b>	<b>858,23</b>	<b>313.255,62</b>



**ANEXO 1: CUADRO RESUMEN DATOS PRINCIPALES**

<b>DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>	
<b>Potencia nominal del inversor (kW)</b>	3 x 50 = 150 kW
<b>Potencia total FV instalada (kWp)</b>	175,56 kWp
<b>Tipo de instalación</b>	Autoconsumo
<b>Tipo estructura</b>	Sobre terreno
<b>Producción estimada</b>	313.255 kWh/año
<b>Producción específica pico</b>	1784 kWh/kWp/any
<b>Módulo Fotovoltaico propuesto</b>	Tiger Neo N-Type 72HL4-V de 570Wp
<b>Cantidad total de módulos</b>	308
<b>Superficie total módulos FV (m<sup>2</sup>)</b>	795 m <sup>2</sup>
<b>Inversores</b>	Huawei SUN2000 50KTL
<b>Cantidad total de inversores</b>	3
<b>Tensión nominal inversor</b>	230/400
<b>Coordenadas instalación FV</b>	12°47'14.8"N 13°52'34.0"W



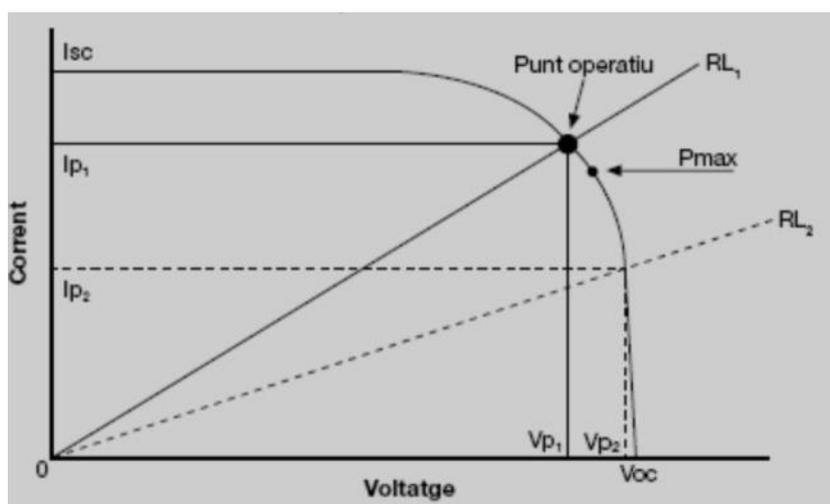
## ANEXO 2: JUSTIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## JUSTIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS

### 2.8.2.- PARAMETROS QUE AFECTAN AL COMPORTAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

#### 2.8.2.1.- Parámetros de funcionamiento de un módulo fotovoltaico

Para mostrar el comportamiento de un módulo fotovoltaico se acostumbra a expresar en una gráfica la corriente generada (a una radiación determinada) versus la tensión a la cual permite trabajar a la carga.



Gráfica I-V de un módulo fotovoltaico

Esta gráfica permite describir los siguientes puntos característicos de funcionamiento:

- **Intensidad de cortocircuito (Isc):** Es la intensidad de corriente eléctrica que se obtiene del módulo cuando se cortocircuitan sus terminales y la tensión entre bornes es nula. Esta intensidad es próxima a la intensidad de trabajo y por tanto es perfectamente soportable tanto por el material como por las conexiones. Se puede ver la Isc al corte de la curva I-V con el eje de las ordenadas.
- **Tensión en circuito abierto (Voc):** Es la tensión que se produce cuando el módulo no tiene ninguna carga para alimentar y la corriente producida es nula. Constituye la máxima tensión que se puede producir y, por tanto, es un factor decisivo a la hora de dimensionar una instalación.
- **Punto de máxima potencia (Mpp):** La potencia eléctrica liberada por el módulo fotovoltaico se puede definir como el producto de la tensión por corriente. Geométricamente cada valor de potencia representa la superficie del rectángulo formado por las dimensiones Y-V. El punto de trabajo de máxima potencia es aquel que forma el rectángulo de mayor superficie, y tiene asociados unos valores de corriente y tensión específicos (Impp y Vmpp).

- **Factor de forma (FF):** Concepto teórico utilizado para medir la forma de la curva del panel.  $FF = \text{Potencia máxima} / (I_{sc} \cdot V_{oc})$ .
- **Eficiencia:** Relación entre la potencia eléctrica producida y la potencia de radiación incidente al módulo.

### 2.8.2.2.- Efectos de la irradiancia

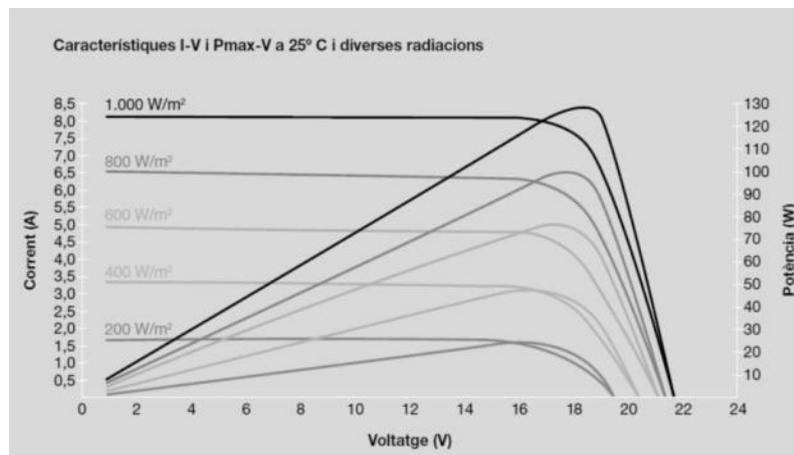
Para un amplio rango de radiación solar, los paneles fotovoltaicos generan una corriente eléctrica proporcional a la irradiación. De este modo, se puede considerar que la variación de la intensidad de cortocircuito en función de la irradiación sigue la siguiente ecuación:

$$I_{sc}(E_2) = I_{sc}(E_1) \cdot \frac{E_2}{E_1}$$

Dónde:

- $I_{sc}(E_1)$  = Intensidad de cortocircuito a una irradiación  $E_1$  (A)
- $I_{sc}(E_2)$  = Intensidad de cortocircuito a una irradiación  $E_2$  (A)

La figura siguiente muestra un ejemplo de la influencia de la irradiación a temperatura constante.



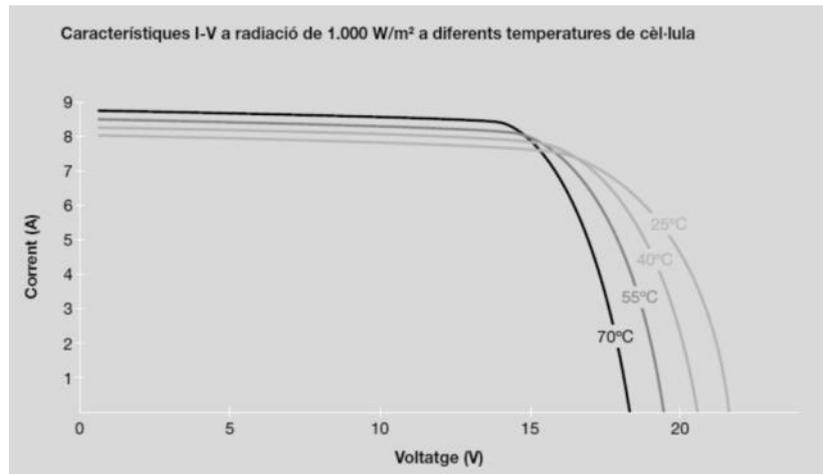
Gráfica I-V y P-V de un módulo fotovoltaico en función de la irradiación

### 2.8.2.3.- Efectos de temperatura

La temperatura es la medida de la actividad o agitación molecular de los cuerpos: cuanto más temperatura más movilidad de partículas y, por lo tanto, más facilidad de liberación de los electrones. Esto se traduce en una menor energía de valencia y, por lo tanto, en una generación de portadores más grande cuando aumenta la temperatura. Esta excitación también afecta la zona de unión del material P a la N. De hecho, este ensanchamiento de la zona de unión comporta que el voltaje en circuito abierto disminuya proporcionalmente. La temperatura, también modifica los valores del punto de máxima potencia y, aunque ligeramente, el valor de la intensidad  $I_{sc}$ .

Existen tres coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  que representan la variación de los parámetros mencionados con la temperatura. Así,  $\alpha$  expresa la variación de la corriente de cortocircuito,  $\beta$  la variación del voltaje de circuito abierto y  $\gamma$  la variación de la potencia máxima. En general, los valores de estos parámetros son facilidades por los fabricantes de generadores fotovoltaicos.

La siguiente figura muestra la variación de la curva característica I-V de un generador fotovoltaico al variar la temperatura manteniendo la irradiancia constante.



*Gráfica I-V en función de la temperatura*

### 2.8.3.- DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

La conexión de los módulos fotovoltaicos tiene que permitir que el inversor pueda funcionar siguiendo los requerimientos marcados por el fabricante.

Aplicando los coeficientes de temperatura anteriores y la ecuación 1, las características eléctricas de las diferentes series a las diferentes temperaturas de diseño son las siguientes:

**1)  $V_{mpp}$  (Condiciones STC) < Tensión máxima mppt**

En condiciones estándares, la tensión en el punto de máxima potencia es inferior a la máxima tensión de seguimiento del punto de máxima potencia.

**2)  $V_{mpp}$  (Temperatura máxima de 60°C) > Tensión mínima mppt**

En pleno funcionamiento, las células acostumbran a incrementar su temperatura. Por regla general, se acostumbra a fijar esta temperatura a 60 °C. Se observa que, a esta temperatura, la tensión en el punto de máxima potencia sea superior a las mínimas tensiones de seguimiento del punto de máxima potencia de los diferentes inversores.

**3)  $V_{mpp}$  (Temperatura mínima de -10°C) < Tensión máxima mppt**

La tensión en el punto de máxima potencia por la temperatura extrema invernal considerada de - 10 °C es inferior a la máxima tensión de seguimiento del punto de máxima potencia.

**4)  $V_{oc}$  (Temperatura mínima de -10°C) < Tensión máxima entrada**

La tensión en vacío a -10 °C es la máxima tensión que se puede dar al campo fotovoltaico. Es importante asegurar que esta tensión es inferior a la máxima tensión de entrada de los inversores, y en este caso, así es.

### 2.8.4.- CÁLCULO DEL CABLEADO

Para la determinación de la sección de los cables de fase, neutro y protección de cada línea, se tendrá en cuenta la intensidad máxima que puede soportar los conductores según la tabla de la Instrucción ITC BT-19 (o con mayor detalle en la norma UNE 20460 / 5-523), o las tablas de las Instrucciones ITC BT-06 y 07, según Aislamiento para una tensión nominal de 1000V.

#### 2.8.4.1.- Intensidad Máxima Admisible

En el cálculo de la intensidad máxima admisible se ha introducido un factor de corrección por agrupación de los conductores en bandeja y por la temperatura ambiente. Además de dimensionar los conductores para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Se elegirá una sección tal que su intensidad máxima admisible sea mayor a la que circula por este conductor, que será;

- Para corriente continua:

$$I = \frac{P}{V} \quad (A)$$

- Para corriente alterna monofásica:

$$I = \frac{P}{V * \cos\varphi} \quad (A)$$

- Para corriente alterna trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi} \quad (A)$$

Siendo:

P: Potencia activa en Vatios.

cos  $\varphi$ : Factor de potencia. (Cos  $\varphi$  del inversor es 1)

V: Tension en Voltios.

#### 2.8.4.2.- *Caída de Tensión*

Se calcula la sección en base al caso más desfavorable, que se da al lograr la tensión mínima de trabajo, la cual se produce cuando hay altos niveles de irradiancia y una temperatura ambiente elevada.

La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión es la que se muestra a la ecuación

- Para corriente continua:

$$S = \frac{2 * L * I}{cdt * \gamma} \text{ (mm}^2\text{)}$$

- Para corriente alterna monofásica:

$$S = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{cdt * \gamma} \text{ (mm}^2\text{)}$$

- Para corriente alterna trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{cdt * \gamma} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Siendo;

L: longitud del conductor en m.

I: Intensidad nominal que circula por el conductor (A).

cdt: Caída de tensión en voltios (tanto por 1 permitido \* V nominal)

$\gamma$  Conductividad del material (cobre), en m / mm<sup>2</sup>  $\Omega$  = 56.

#### 2.8.4.3.- *Corrientes de cortocircuito*

La corriente de cortocircuito se calculará por la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{Z + Z_t}$$

Siendo:

I<sub>cc</sub>: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado en A

U: Tensión de alimentación fase neutro (230 V) en V

Z: Impedancia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación en  $\Omega$

Z<sub>t</sub>: Impedancia del transformador de compañía en  $\Omega$

La impedancia Z está formada por una resistencia y una inductancia ( $Z=R+X$ ), que por su valor la podemos despreciar en los cálculos, quedando una impedancia formada solo por los valores de resistencia, quedando finalmente la formula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R + Z_t}$$

Tomando como valor de la resistencia:

$$R = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L}{S}$$

Siendo:

R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación ( $\Omega$ )

P: Resistividad del aluminio en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

L: Longitud de la línea en m

S: Sección en  $\text{mm}^2$

La impedancia total en el punto del cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito.

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ : Resistencia total en el punto del cortocircuito.

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ : Reactancia total en el punto de ensayo circuito.

## 2.8.5.- CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA

### 2.8.5.1.- Inversor 1

Voltaje panel	42,07						
Voltaje serie 15 paneles	631,05						
Voltaje serie 16 paneles	673,12	Material	Cu		Coef Cond	51	
<b>Caída de tensión Series Paneles - Inversor 1 50kW</b>							
Descripción	Intensidad (I)	Tensión (V)	Long. (m)	Mat.	Cable (mm2)	Caída de Tensión (V)	Caída de Tensión (%)
MPPT 1 - Serie 1.1	13,55	631,05	65,00	Cu	4,00	8,63	1,37%
MPPT 1 - Serie 1.2	13,55	631,05	63,00	Cu	4,00	8,37	1,33%
MPPT 2 - Serie 2.3	13,55	631,05	59,00	Cu	4,00	7,84	1,24%
MPPT 2 - Serie 2.4	13,55	631,05	57,00	Cu	4,00	7,57	1,20%
MPPT 3 - Serie 3.5	13,55	631,05	53,00	Cu	4,00	7,04	1,12%
MPPT 3 - Serie 3.6							
MPPT 4- Serie 4.7	13,55	631,05	51,00	Cu	4,00	6,78	1,07%
MPPT 4 - Serie 4.8							
<b>Caída de Tensión Paneles - Inversor</b>							<b>1,22%</b>

### 2.8.5.2.- Inversor 2

Voltaje panel	42,07						
Voltaje serie 15 paneles	631,05						
Voltaje serie 16 paneles	673,12	Material	Cu		Coef Cond	51	
<b>Caída de tensión Series Paneles - Inversor 2 50kW</b>							
Descripción	Intensidad (I)	Tensión (V)	Long. (m)	Mat.	Cable (mm2)	Caída de Tensión (V)	Caída de Tensión (%)
MPPT 1 - Serie 1.1	13,55	673,12	47,00	Cu	4,00	6,24	0,93%
MPPT 1 - Serie 1.2	13,55	673,12	45,00	Cu	4,00	5,98	0,89%
MPPT 2 - Serie 2.3	13,55	673,12	41,00	Cu	4,00	5,45	0,81%
MPPT 2 - Serie 2.4	13,55	673,12	39,00	Cu	4,00	5,18	0,77%
MPPT 3 - Serie 3.5	13,55	673,12	35,00	Cu	4,00	4,65	0,69%
MPPT 3 - Serie 3.6							
MPPT 4- Serie 4.7	13,55	673,12	33,00	Cu	4,00	4,38	0,65%
MPPT 4 - Serie 4.8							
<b>Caída de Tensión Paneles - Inversor</b>							<b>0,79%</b>

**2.8.5.3.- Inversor 3**

<b>Voltaje panel</b>	<b>42,07</b>				
<b>Voltaje serie 15 paneles</b>	<b>631,05</b>				
<b>Voltaje serie 16 paneles</b>	<b>673,12</b>		<b>Material</b>	<b>Cu</b>	<b>Coef Cond</b> <b>51</b>

<b>Caída de tensión Series Paneles - Inversor 3 50kW</b>							
Descripción	Intensidad (I)	Tensión (V)	Long. (m)	Mat.	Cable (mm2)	Caída de Tensión (V)	Caída de Tensión (%)
MPPT 1 - Serie 1.1	13,55	673,12	29,00	Cu	4,00	3,85	0,57%
MPPT 1 - Serie 1.2	13,55	673,12	27,00	Cu	4,00	3,59	0,53%
MPPT 2 - Serie 2.3	13,55	631,05	23,00	Cu	4,00	3,06	0,48%
MPPT 2 - Serie 2.4	13,55	631,05	21,00	Cu	4,00	3,06	0,48%
MPPT 3 - Serie 3.5	13,55	631,05	18,00	Cu	4,00	2,79	0,44%
MPPT 3 - Serie 3.6	13,55	631,05	16,00	Cu	4,00	2,39	0,38%
MPPT 4- Serie 4.7	13,55	631,05	12,00	Cu	4,00	2,13	0,34%
MPPT 4 - Serie 4.8	13,55	631,05	10,00	Cu	4,00	1,59	0,25%
<b>Caída de Tensión Paneles - Inversor</b>							<b>0,47%</b>

**2.8.6.- CÁLCULOS DE CORRIENTE ALTERNA**

REF	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	POTENCIA UNIT (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	COEF SIM	POTENCIA (KW)	COEF CALCUL	POTENCIA CALCULOS (KW)
L1	Inversor 1 - Protecciones AC FV-1	1	50,000	50,000	1,0	50,000	1,00	50,000
L2	Inversor 2- Protecciones AC FV-2	1	50,000	50,000	1,0	50,000	1,00	50,000
L3	Inversor 3- Protecciones AC FV-3	1	50,000	50,000	1,0	50,000	1,00	50,000

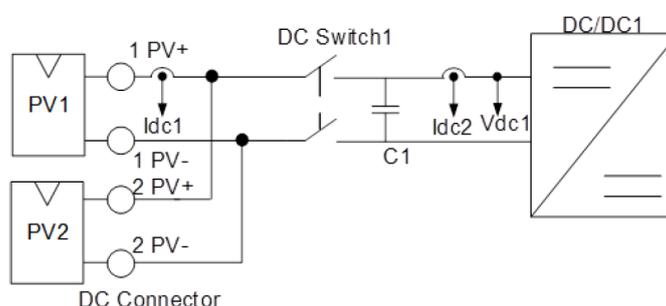
Ref.	Descripción	Consumo	Tensión (V)	Pot. Cálcul (kW)	Long. (m)	Mat.	Tipo	Instalación	Cable (mm2)	T	F.P.	Int. (A)	Int.MáxCable (A)	Coef. Instal.	Icc (KA)	Parcial (%)	Acumul. (%)	Tensión Final (V)	PIA Inst. (A)
		(1)		(2)		(4)			(6)			(3)	(7)	(5)		(8)			
L1	Inversor 1 - Protecciones AC FV-1	TRIFASIC	400	50,000	1	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x25+25+T	C	0,90	80,2	110,0	1	14,13	0,02	0,02	399,9	100
L2	Inversor 2- Protecciones AC FV-2	TRIFASIC	400	50,000	1	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x25+25+T	C	0,90	80,2	110,0	1	14,13	0,02	0,02	399,9	100
L3	Inversor 3- Protecciones AC FV-3	TRIFASIC	400	50,000	1	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x25+25+T	C	0,90	80,2	110,0	1	14,13	0,02	0,02	399,9	100

## 2.8.7.- CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES

### 2.8.7.1.- Protecciones en el tramo CC

La instalación fotovoltaica dispondrá de protecciones de corriente continua y sobretensiones integradas en el propio equipo (inversor) para proteger los elementos y cableados de corriente continua.

El inversor Huawei SUN2000 realiza agrupaciones de hasta dos Strings en paralelo por cada MPPT. De esta manera en caso de falla en uno de ellos, la máxima corriente de cortocircuito que podría circular para el caso de paneles de 570Wp es de 14,31 A como máximo.



A su vez, por normativa IEC62548, los módulos deben ser capaces de soportar el paso de una corriente de cortocircuito al menos igual de la que son capaces de generar. Los fabricantes definen que la corriente inversa que soportan los módulos es de 25 A, por este motivo la conexión de dos Strings en paralelo sin protecciones adicionales es segura, ya que la máxima intensidad que va a circular por el String será siempre inferior a 25 A.

### 2.8.7.2.- Protecciones en el tramo CA

Por otra parte, a la salida del inversor se instalará un cuadro de protecciones de corriente AC, encargado de proteger el cableado. La finalidad de estas protecciones será la de proteger las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos, así como los contactos indirectos. A tal efecto, se dispondrá de los siguientes elementos de protección.

Cuadro	Elementos de protección
Protección Inv. 1	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>
Protección Inv. 2	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>
Protección Inv. 3	<b>Inversor 50kW: Int. Magnetotérmico 4P/100A + diferencial 4P/100A/300mA</b>

### 2.8.8.-CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA

Siguiendo la normativa vigente, el valor de la resistencia de tierras a instalar será como máximo de:

$$R < 50 / I_s \text{ en locales secos}$$
$$R < 24 / I_s \text{ en locales húmedos}$$

$I_s$  es la sensibilidad del interruptor diferencial.

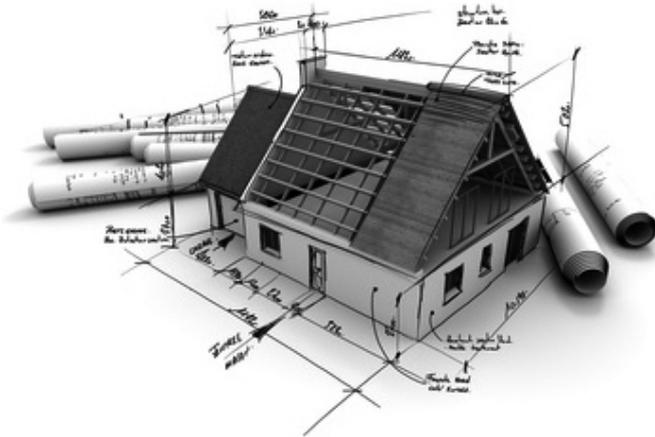
Para el cálculo de la resistencia de tierra necesaria, consideraremos la sensibilidad más alta, de forma que la resistencia será la menor posible, en nuestro caso:

$$R < 24 / 0,3 \text{ A} = 80 \Omega$$

La Red de Tierras se realizará de forma que se garantice una resistencia de  $15 \Omega$  como máximo. Considerando una resistividad del terreno de  $100 \Omega\text{m}$  y picas de 2 metros.



### ANEXO 3: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ESTRUCTURA



## PRINCIPALES PUNTOS A DESTACAR MAIN POINTS

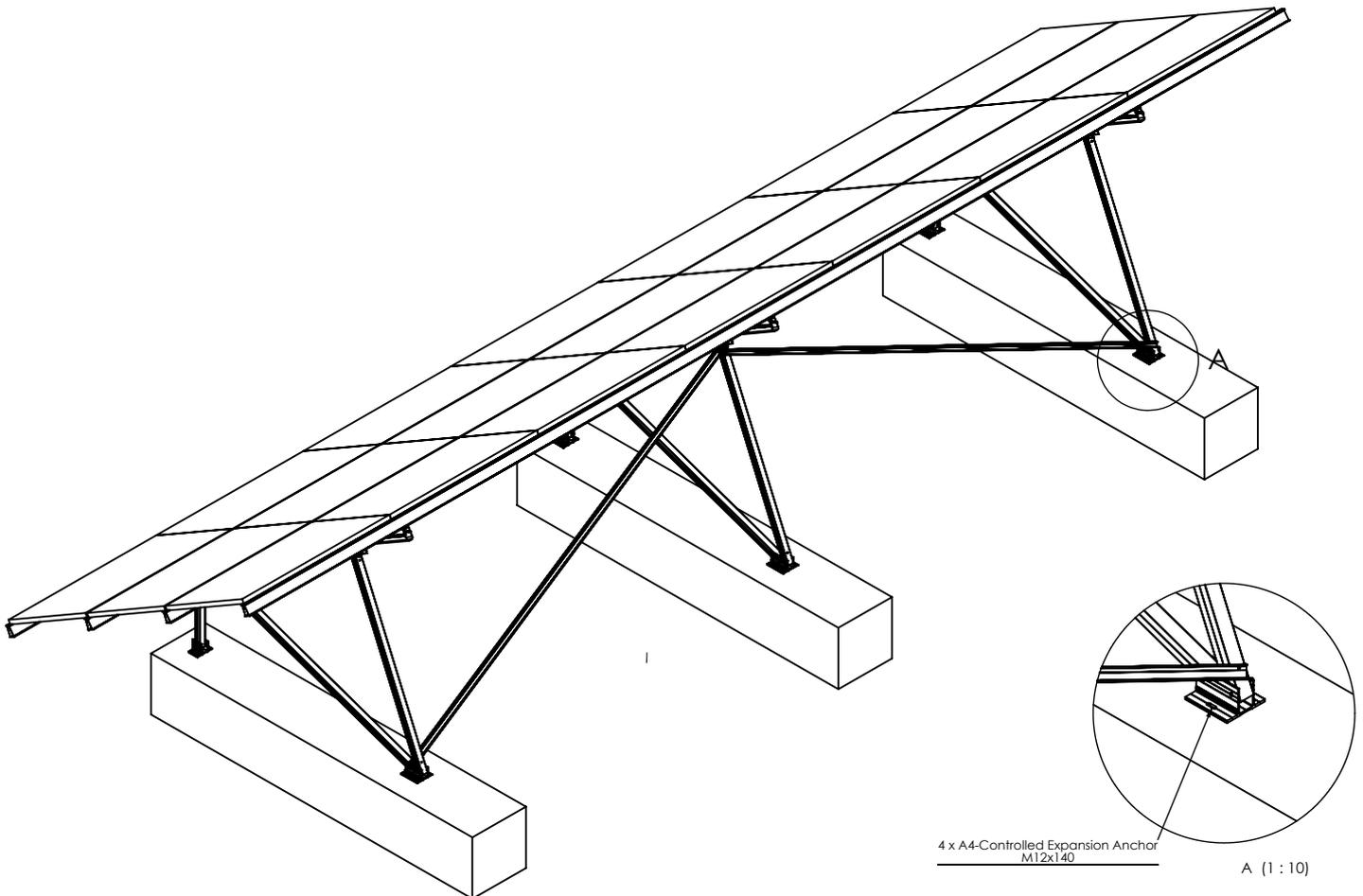
GESTION INTEGRAL  
MANAGEMENT

CERTIFICADOS DE SOLIDEZ  
STRUCTURAL STABILITY CERTIFICATES

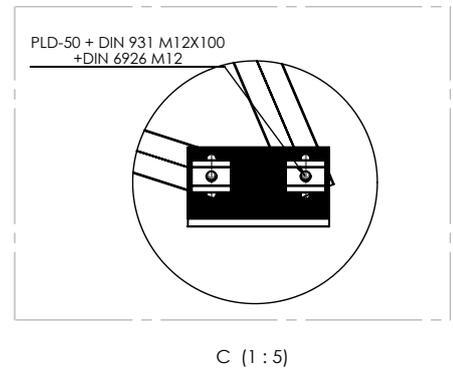
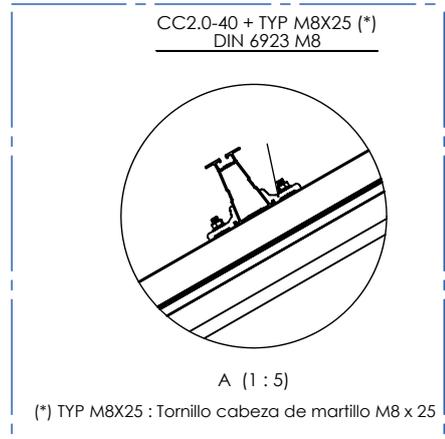
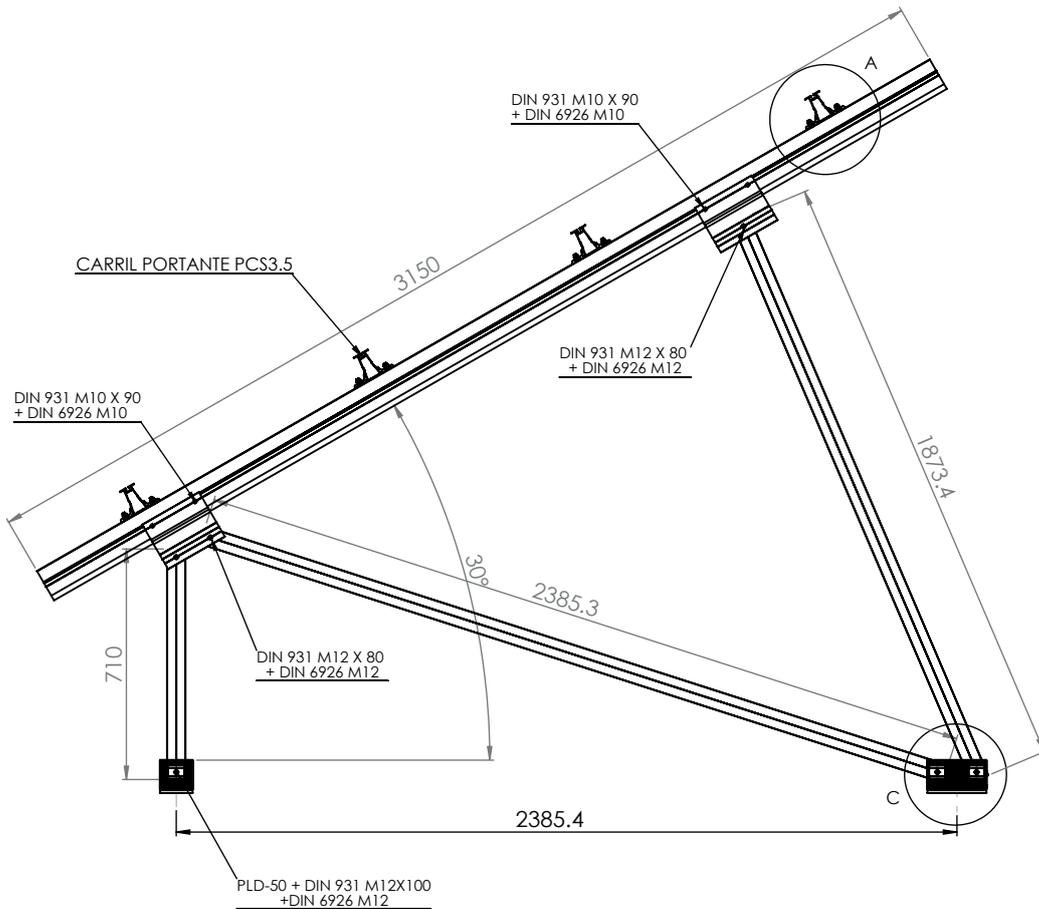
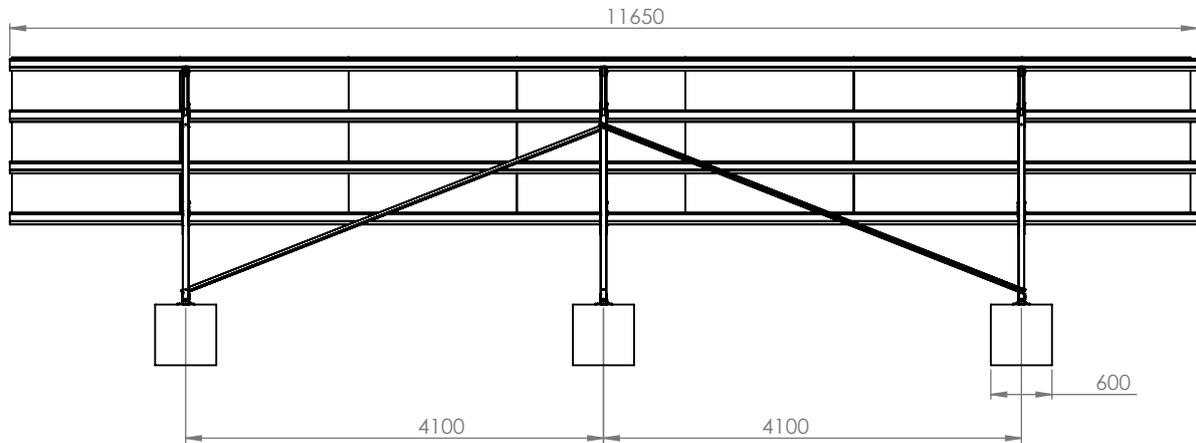
INFORMES DE VERIFICACION ESTRUCTURAL  
VERIFICATION REPORTS

DIRECCIÓN DE OBRA  
PROJECT EJECTION MANAGEMENT

ESTUDIO DE CARGAS DE VIENTO POR MEDIO DE SIMULACIONES DE TÚNEL DE VIENTO  
WIND LOADING STUDY WITH COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SIMULATIONS



ANÁLISIS MECÁNICO A TRAVÉS DE SIMULACIONES POR ELEMENTOS FINITOS  
 MECHANICAL BEHAVIOUR WITH FINITE ELEMENT SIMULATIONS





#### ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MÓDULOS

# Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 555-575 Watt MONO-FACIAL MODULE

## N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

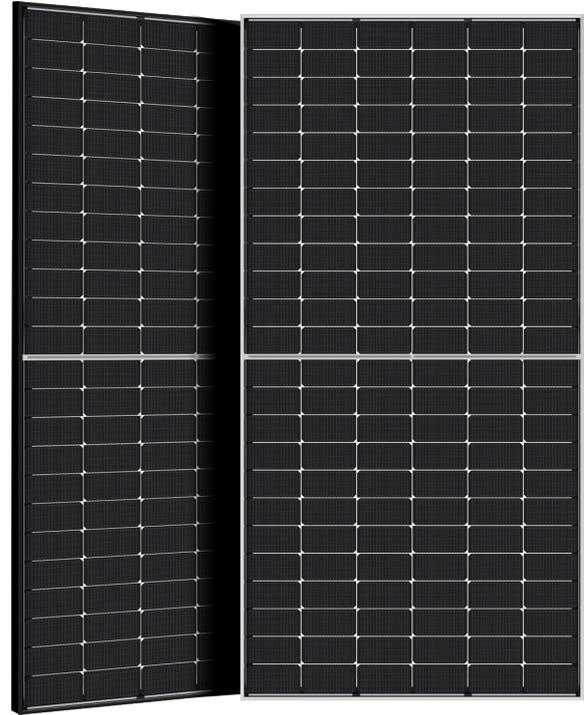
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.

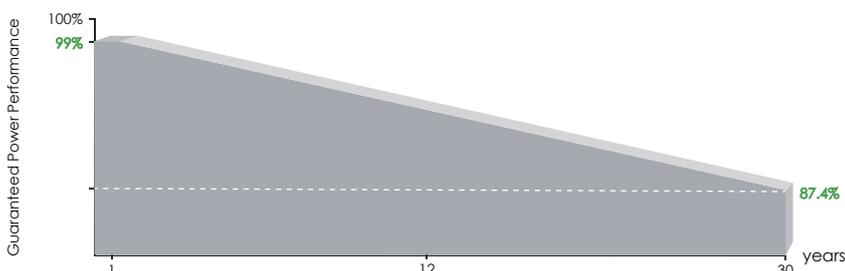


### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

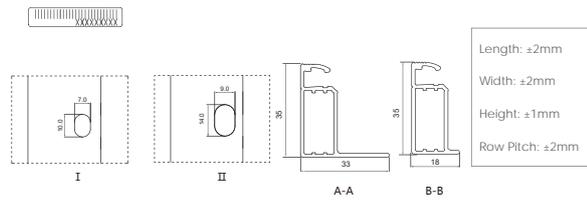
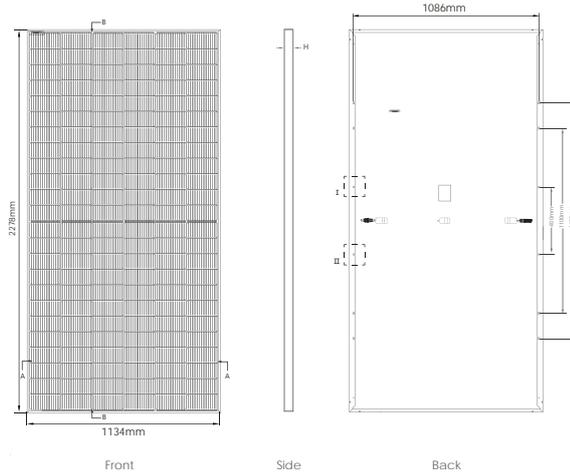


12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

## Engineering Drawings



## Packaging Configuration

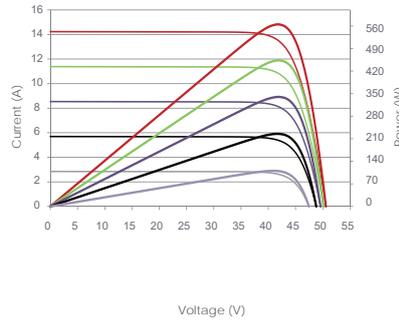
(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

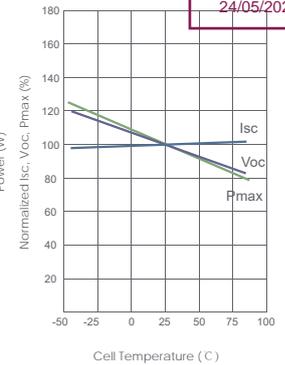
## Electrical Performance & Temperature Dependence



Current-Voltage & Power-Voltage Curves (565W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×35mm (89.69×44.65×1.38 inch)
Weight	28 kg (61.73 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> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM555N-72HL4 JKM555N-72HL4-V		JKM560N-72HL4 JKM560N-72HL4-V		JKM565N-72HL4 JKM565N-72HL4-V		JKM570N-72HL4 JKM570N-72HL4-V		JKM575N-72HL4 JKM575N-72HL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	555Wp	417Wp	560Wp	421Wp	565Wp	425Wp	570Wp	429Wp	575Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.64V	39.12V	41.77V	39.25V	41.92V	39.38V	42.07V	39.51V	42.22V	39.60V
Maximum Power Current (Imp)	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.48A	10.79A	13.55A	10.85A	13.62A	10.92A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.34V	47.82V	50.47V	47.94V	50.60V	48.06V	50.74V	48.20V	50.88V	48.33V
Short-circuit Current (Isc)	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A	14.39A	11.62A
Module Efficiency STC (%)	21.48%		21.68%		21.87%		22.07%		22.26%	
Operating Temperature(°C)	-40°C ~ +85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0 ~ +3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°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



## ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INVERSORES

# SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



## Higher Yields

Up to 30% More Energy  
with Optimizer



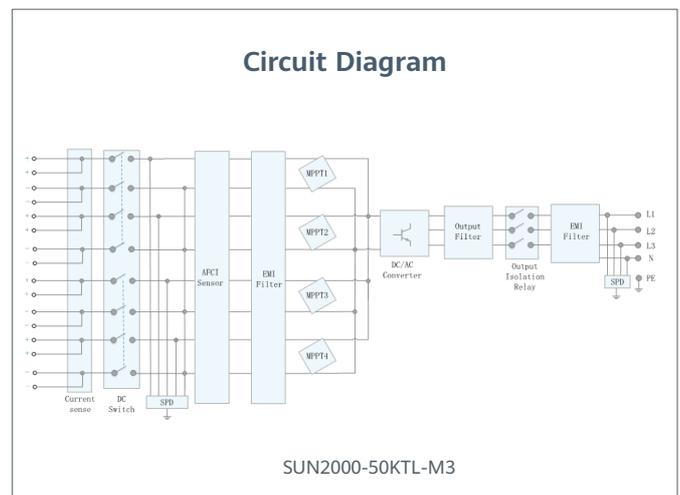
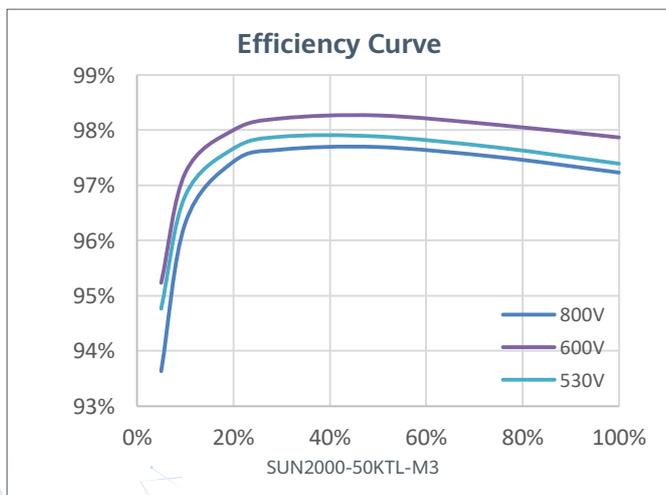
## Active Safety

AI Powered  
Active Arcing Protection



## Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G  
Communication Supported





**Technical Specification** **SUN2000-50KTL-M3**

Efficiency	
Max. Efficiency	98.5%
European Efficiency	98.0%

Input	
Max. Input Voltage <sup>1</sup>	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range <sup>2</sup>	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output	
Rated AC Active Power	50,000 W
Max. AC Apparent Power	55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55,000 W
Rated Output Voltage	400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current	79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
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
Arc Fault Protection	Yes
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery <sup>3</sup>	Yes

Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)

Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	MERC-1100/1300W-P

General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.  
 2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.  
 3. SUN2000-30-50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT)

### 3.- GRUPO ELECTRÓGENO

#### 3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

Este apartado tiene por objeto definir las características de los trabajos de instalación de un grupo electrógeno como equipo auxiliar de una instalación fotovoltaica con baterías, a fin de justificar y valorar los materiales empleados en el mismo, y especificar las condiciones técnicas y de ejecución.

Los trabajos objeto del presente proyecto contemplan las siguientes tareas:

- Adecuación del terreno y construcción con obra civil, de plataforma de hormigón para la ubicación del grupo electrógeno.
- Instalación de red de suelos para la conexión de los diferentes elementos del grupo.
- Suministro e Instalación del Grupo Electrónico.
- Extendido del Cableado eléctrico de Baja Tensión.
- Conexión de los cables al cuadro eléctrico.
- Configuración y puesta en marcha.

#### 3.2.- DATOS BÁSICOS

##### 3.2.1.- Características generales de la instalación a realizar

Obra civil:

Adecuación del terreno, y construcción de una plataforma de hormigón, para la ubicación del grupo electrógeno.

Realización de una zanja, para la conducción mediante tubo de tipo corrugado, de la nueva toma de suelos de neutro (con caja de registro), hasta el grupo electrógeno.

Baja tensión:

Extendido de cables eléctricos.

Realización de una red de suelos, exclusiva para el neutro del grupo electrógeno.

Extendido de cable, por conducción subterránea, desde el grupo electrógeno hasta el cuadro eléctrico.



### 3.3.- PROGRAMA DE NECESIDADES

La presente instalación comporta el montaje de un grupo electrógeno de potencia máxima 173kVA/139kW, para realizar el suministro eléctrico auxiliar en la población de Diatamine Safere y Daharatou en la situación que la instalación fotovoltaica y baterías no cubran la demanda solicitada.

El equipo propuesto es el modelo BGCS 175 ST 400/230-50HZ, del fabricante DAGARTECH, que dispone de una capacidad de generación máxima de 250 A, y un depósito de gasoil integrado de 344 Litros.

## ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GRUPO ELECTRÓGENO



400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UCI274F

### BGCS 175 ST Gama Balance Emergencia



Ideal para...



INDUSTRIA



RESIDENCIAL



EQUIPAMIENTO

Peso con líquidos  
sin combustible:  
2010 kg

Dimensiones  
Plat DK1B:  
L: 3450 mm  
W: 1100 mm  
H: 1850 mm

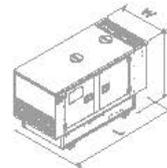


Imagen orientativa. DagarTech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso. El peso del equipo puede variar en función del equipamiento.



Diésel



EU Stage 0



Refrigeración por agua



Insonorizado



Certificado CE

## 1. Datos técnicos generales

Datos técnicos generales	Motor	CUMMINS 6BTA5.9-G7
	Alternador	STAMFORD UCI274F
	Clase de ejecución	G2
	Frecuencia	50Hz
	Tensión	400/230V
	Cuadro de control	DSE 6020 MKII
	Depósito (l)	344
	Nivel sonoro-Lp(A) (dB(A)@7m)	68
	Potencia acústica-LW(A) (dB(A))	96

Potencias <sup>1</sup> (p.f. cos φ 0,8)	PRP (kVA / kW)	156 / 125
	ESP (kVA / kW)	173 / 139

<sup>1</sup>PRP: Potencia continua ("Prime Power"). ESP: Potencia de emergencia ("Emergency Standby Power") según la norma ISO 8528-1. Tolerancia de la potencia activa máxima (MW) ±5%

Tensión	PRP (KVA/KW)	ESP (KVA/KW)	Amperaje (A)
400/230V	156 / 125	173 / 139	250

### Directivas y Normativas

CONDICIONES AMBIENTALES NORMA ISO 8528-1:2018: 25°C, 100kPa y 30% humedad relativa:

- **Prime Power (PRP):** Datos de potencia eléctrica disponible a carga variable sin límite de horas por año. Está permitida una sobrecarga del 10% durante 1h de cada 12. De acuerdo a ISO 8528-1:2018.
- **Emergency Standby Power (ESP):** Datos de potencia eléctrica disponible a carga variable en caso de emergencia de acuerdo a ISO 8528-1:2018.

El Grupo Electrónico DAGARTECH dispone de marcado CE que incluye las siguientes directivas:

- 2006/42/CE. Directiva de seguridad de máquinas.
- EN ISO 8528-13:2016. Parte 13: Seguridad. Grupos eléctricos de corriente alterna accionados por motores alternativos de combustión interna.
- 2014/30/UE. Directiva de Compatibilidad Electro magnética.
- 2000/14/CE. Directiva de Emisiones Sonoras. Niveles de potencia acústica y requisitos de conformidad a procedimiento establecido según directiva.
- Directiva 2011/65/UE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS 2).



BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UC1274F

## 2. Especificaciones del motor

<b>2.1. Datos técnicos generales del motor</b>	<b>Marca y modelo</b>	<b>CUMMINS 6BTA5.9-G7</b>			
	r.p.m.	1500			
	Potencia máxima ESP (kWm)	150			
	Potencia PRP (kWm)	135			
	Combustible	Diésel			
	Nº de cilindros	6 cilindros			
	Cilindrada (c.c.)	5900			
	Relación de compresión	16,5:1			
	Sistema de refrigeración	Refrigeración por agua			
	Tipo de regulación	electrónica			
Tipo de motor/inyección/aspiración	Diésel/directa/turbo-alimentada				
<b>2.2. Combustible</b>	Tipo de carburante	Diésel			
	Capacidad del depósito	344			
<b>2.3. Consumos y autonomía</b>	<b>Consumo (l/h)</b>		<b>Autonomía (h)</b>		
		<b>PRP</b>	<b>ESP</b>	<b>PRP</b>	<b>ESP</b>
	<b>50%</b>	19	-	18,1	-
	<b>75%</b>	29	-	11,9	-
	<b>100%</b>	37	41	9,3	8,4
<b>2.4. Sistema de refrigeración</b>	Flujo del ventilador (m³/s)	3,7			
	Potencia consum. ventilador (kW)	10			
	Contrapresión radiador (in H2O)	15			
	Capacidad total de refrigerante (l)	21,4			
<b>2.5. Sistema de lubricación</b>	Capacidad de aceite (l)	16,4			
<b>2.6. Sistema de admisión</b>	Flujo de aire aspirado combustión (l/s)	207			
<b>2.7. Sistema de arranque</b>	Nº de baterías	1			
	Características de la batería	12V 60Ah			
	Voltaje de arranque (V)	12V			
<b>2.8. Sistema de escape</b>	Caudal de gases escape (l/s)	520 [PRP]	541 [ESP]		
	Tª de gases escape (°C)	517º [PRP]	533º [ESP]		
	Diámetro exterior escape	3,5" - Ø88,9mm			
	Máx. contrapresión escape (kPa)	10,3			

- **Motor Diésel de 6 cilindros** en línea, **4 tiempos** con regulación electrónica mediante bomba de combustible, original del fabricante.

 Cumplimiento de emisiones EU Stage 0

- **Sistema de inyección directa y aspiración turbo-alimentada.** Filtro separador de partículas original del fabricante.

- **Refrigeración mediante líquido refrigerante** totalmente distribuido en el circuito cerrado impulsado por una bomba accionada por el motor, radiador tropicalizado, originales del fabricante del motor.

- **Sistema de lubricación por bomba impulsada por cigüeñal,** filtro en la parte superior con cartucho insertado de flujo total, cárter frontal, originales del fabricante del motor.

- **Sistema de admisión de aire para la combustión turboalimentado** con filtro de dos etapas, originales del fabricante del motor.

- **Sistema de arranque mediante motor eléctrico, batería** (sin mantenimiento) **con desconector y alternador de carga accionado por el motor de arranque** 12V, elementos originales del fabricante del motor.

Nivel de atenuación del escape **-35dB(A)**

Imagen orientativa. Dagartech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso.



BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UCI274F

### 3. Especificaciones del alternador

3.1. Datos técnicos generales alternador	Marca y modelo	STAMFORD UCI274F		
	Nº de polos	4		
	Clase de aislamiento	H		
	Nº de hilos	12		
	Índice de protección mecánica	IP23		
	Regulador de tensión (AVR)	SX460		
	Regulación de voltaje	±1%		
	Potencia ESP 27°C (kVA)	175		
	Potencia PRP 40°C (kVA)	160		
	Nº de fases	3		
	Factor de potencia (cos φ)	0,8		
Rendimiento η (%)				
	50%	75%	100%	110%
	93,2%	93,0%	92,1%	92,0%

- **Alternador de 4 polos, brushless.** Estructura mecánica robusta con fácil acceso a conexiones y componentes. Aislamiento clase H, paso de bobina 2/3 y AVR autoexcitado.
- **Protección con resinas epoxy Premium.** Las partes de alto voltaje se impregnan en vacío, lo que implica siempre un muy buen aislamiento.

#### Normativa estándar que cumple el alternador:

AS 1359 | IEC 34-1-1 | BS EN 60034-1 | VDE 0530  
| BS 5000 | CAN/CSA-C22.2-100 | NEMA MG 1-3.2.

#### Baja distorsión de onda:

- THD (100% carga) = 2%
- THF = 2%

Cumple: EN61000-6-3, EN61000-6-2 respecto interferencias de radio.

Imagen orientativa. DagarTech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso.

### 4. Especificaciones de la bancada

- **Grupo montado sobre bancada electro-soldada de acero de alta resistencia,** pintada con pintura electrostática a base de polvo de epoxi-poliéster.
- Unión del conjunto a la bancada mediante amortiguadores anti vibratorios.
- **Depósito de combustible ubicado en la propia bancada,** provista de aforador de medición e instalación de combustible al motor.
- **Testada en cámara de niebla salina según norma ASTM B-117-09,** resistencia 500h.



### 5. Especificaciones de la cabina insonorizada

- **Cabina electro-soldada de acero galvanizado de alta resistencia** pintada con pintura electrostática a base de polvo de epoxi-poliéster.
- Insonorización interior mediante **revestimiento con material aislante de ruidos** (espuma de poliuretano con velo exterior).
- **Eficiente silenciador de atenuación de -35dB(A)** para la evacuación de gases al exterior con tapa de protección.
- **Testada en cámara de niebla salina según norma ASTM B-117-09,** resistencia 720H. Grado de protección mecánica IP44.





BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UCI274F

## 6. Cuadro de control

### 6.1. Elementos principales del cuadro de control

- Cuadro de protección, distribución con **módulo de control automático** que permite trabajar en modo manual, automático o por señal.
- Pulsador de paro de emergencia.
- Cargador de batería Deep Sea Electronics, diseñado para estar conectado permanentemente a la batería y mantener el 100% de la carga. El cargador pasa a modo flotante cuando la carga se ha completado:

**Modelo** DSE 9150 12V, 3A

- **Protecciones:**
  - Protección magnetotérmica de 4 polos contra sobrecargas y cortocircuitos.
  - Fusibles de protección para el conjunto de control.



### 6.2. Interruptor protección

**Modelo** Chint 250A 4P

### 6.3. Módulo de control



**Modelo** DSE 6020 MKII

- 1 = Indicador de alarma
- 2 = Transferencia al generador (modo manual)
- 3 = Iniciar motor (modo manual)
- 4 = Silenciar alarma
- 5 = Modo automático
- 6 = Modo test
- 7 = Modo manual
- 8 = Parada de grupo
- 9 = Transferencia RED PRINCIPAL (modo manual)
- 10 = Teclado navegación
- 11 = Display principal de estado e instrumentación

Placa de control DEEP SEA, DSE 6020 MKII, realiza de manera automática la puesta en marcha del grupo electrógeno al detectar fallo del suministro eléctrico de la red y se desactiva, también automáticamente, al reestablecerse el suministro.

También puede funcionar en modo manual y por señal. Permite monitorizar un amplio número de parámetros del motor y mostrar alertas de información, estado y a las rmas.

El módulo incluye puertos de comunicación USB, 4 entradas digitales configurables, 3 entradas analógicas, 6 salidas configurables, pulsador de emergencia, cargador de batería 8-35 V.

Dispone de pantalla iluminada LCD de 132x64 píxeles con 4 líneas de texto, 8 teclas de navegación por los diferentes menús, relojes y alarmas programables, lectura y visualización de parámetros con valores RMS.

Todo el módulo es fácilmente configurable mediante PC utilizando el software específico de configuración DSE.

Diferentes modos de funcionamiento: modo AUTOMÁTICO, modo MANUAL, modo SEÑAL y modo TEST.

Otras configuraciones alternativas bajo petición que amplían las posibilidades del régimen de trabajo.

### Ensayos ambientales que cumple el módulo:

BS EN 61000-6-2 (compatibilidad electromagnética) | BS EN 61000-6-4 (compatibilidad electromagnética) | BS EN 60950 (seguridad eléctrica) | BS EN 61000-6-2 (temperatura) | BS EN 60068-2-6 (vibraciones) | BS EN 60068-2-27 (choque).



BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UC1274F

## 6. Cuadro de control

	(Estándar)	(Opcional)
<b>6.3. Módulo de control</b>		
<b>Modelo</b>	DSE 6020 MKII	DSE 7320 MKII
<b>Modos de funcionamiento</b>		
Modo STOP	✓	✓
Modo MANUAL	✓	✓
Modo TEST	✓	✓
Modo AUTO	✓	✓
<b>Opciones de configuración del módulo</b>		
PC	✓	✓
<b>Lecturas del grupo</b>		
Voltaje del generador (F-F)	✓	✓
Voltaje del generador (F-N)	✓	✓
Corriente del generador (A)	✓	✓
Frecuencia del generador	✓	✓
Carga del generador F-N (kW / kVA / kVAR)	✓	✓
Carga total del generador (kW / kVA / kVAR)	✓	✓
Factor de potencia del generador promedio	✓	✓
Carga acumulada del generador (kW, kWh, kWh, kWh)	✓	✓
<b>Lecturas de red</b>		
Voltajes de red (ph-N)	✓	✓
Voltajes de red (ph-ph)	✓	✓
Frecuencia de red	✓	✓
Corriente de red (A)	■	■
Carga de red ph-N (kW / kVA / kVAR)	■	■
Carga total de la red (kW / kVA / kVAR)	■	■
<b>Lecturas del motor</b>		
Temperatura del refrigerante	✓	✓
Presión del aceite	✓	✓
Nivel de combustible de motor	✓	✓
Vóltios de la batería del motor	✓	✓
Velocidad del motor	✓	✓
Tiempo de ejecución del motor	✓	✓

Imagen orientativa. Dagartech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso.

¿Quieres un módulo de control de prestaciones superiores?

Ponte en contacto con nosotros y díenos qué necesitas.



**Pregúntanos por lecturas adicionales** en grupos electrógenos equipados con motores de gestión electrónica y módulo de control DSE 7320MKII.



✓ Incluido      ■ Opcional  
✗ No disponible      ⓘ Consultar

Lecturas disponibles a nivel de módulo de control.

**Confirma la disponibilidad de estas lecturas para este generador y motor.**



BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTAA5.9-G7 | STAMFORD UC1274F

## 6. Cuadro de control

### 6.3. Módulo de control

(Estándar)



(Opcional)



Modelo	DSE 6020 MKII	DSE 7320 MKII
<b>Protecciones de motor</b>		
Alta temperatura de agua	✓	✓
Baja presión de aceite	✓	✓
Bajo nivel de agua	✓	✓
Reserva de combustible por sensor	✓	✓
Control segundo depósito de combustible	✓	✓
Fallo de parada	✓	✓
Fallo de tensión de batería	✓	✓
Fallo alternador carga batería	✓	✓
Sobrevelocidad	✓	✓
Subfrecuencia	✓	✓
Fallo de arranque	✓	✓
Parada de emergencia	✓	✓
Aviso de mantenimiento	✓	✓
Alerta de mantenimiento	✓	✓
<b>Protecciones de alternador</b>		
Alta frecuencia	✓	✓
Baja frecuencia	✓	✓
Alta tensión	✓	✓
Baja tensión	✓	✓
Cortocircuito	✗	✓
Asimetría entre fases	✗	■
Secuencia incorrecta de fases	✗	✓
Potencia inversa	✗	✓
Disparo interruptor 4 polos	■	■
Alarma de sobrepresión	✓	✓
<b>Contadores</b>		
Cuentahoras	✓	✓
Kilowatímetro	✓	✓
Contador de arranques	✓	✓

Imagen orientativa. Dagartech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso.

¿Quieres un módulo de control de prestaciones superiores?



Ponte en contacto con nosotros y díenos qué necesitas.



✓ Incluido      ■ Opcional  
✗ No disponible      ⓘ Consultar

Lecturas disponibles a nivel de módulo de control.

Confirma la disponibilidad de estas lecturas para este generador y motor.



**Pregúntanos por lecturas adicionales** en grupos electrógenos equipados con motores de gestión electrónica y módulo de control DSE 7320MKII.

Polígono Centrovía · C/ Panamá, 12. C.P. 50.195. La Muela, Zaragoza (Spain)  
T: +34 976 141 655 · info@dagartech.com

V.0-2022. Última actualización: 10/01/2022  
www.dagartech.com

6



BGCS 175 ST · Gama Balance Emergencia

400/230V · 50Hz (1500 rpm)

CUMMINS 6BTA5.9-G7 | STAMFORD UCI274F

## 6. Cuadro de control

	(Estándar)	(Opcional)
<b>6.3. Módulo de control</b>		
<b>Modelo</b>	DSE 6020 MKII	DSE 7320 MKII
<b>Comunicaciones</b>		
RS232	✗	✓
RS485	✗	✓
Puerto de comunicación USB	✓	✓
Modbus IP	■ DSE 855/890/891	■ DSE 855/890/891
Modbus RS 485	■ DSE 855/890/891	✓
Software para PC (Mimic)	✓	✓
MÓDEM GSM/GRPS	■ DSE 890	■ DSE 890
Pantalla remota < 1km	✗	■ DSE 2520
Monitorización remota	■ DSE 855/890	■ DSE 855/890
Expansión entradas	✗	■ DSE 2130 8 inputs
Expansión salidas	✗	■ DSE 2157 8 inputs
Protocolo SNMP	■ DSE 892	■ DSE 892
<b>Prestaciones</b>		
<b>Histórico de alarmas configurables</b>	50	250
Arranque externo	✓	✓
Inhibición de arranque	■	■
Arranque por fallo de red	✓	✓
Activación de contador de grupo	✓	✓
Activación de contador de red y grupo	✓	✓
Control del trasiego de combustible	✓	✓
Control de temperatura de motor	✓	✓
Marcha forzada de grupo	✓	✓
Alarmas libres programables	✓	✓
Función de arranque de grupo en modo test	✓	✓
Salidas libres programables	✓	✓
Multilingüe	Símbolos	✓
<b>Aplicaciones especiales</b>		
Localización GPS	■ DSE 890	■ DSE 890
Calendario programador	✓	✓
<b>Suite configuración DSE mediante PC</b>	✓	✓
<b>Módulo panel frontal configuración con PIN</b>	✓	✓
Trabajo alternativo	✗	✓
PLC programable	✗	✓
Power save mode	✓	✓
<b>Configuraciones alternativas</b>	✓	✓
<b>Control carga ficticia / Desconexión de carga</b>	✗	✓ 5 Stage dummy load

Imagen orientativa. Dagarotech se reserva el derecho a modificar los datos de esta ficha técnica sin previo aviso.

¿Quieres un módulo de control de prestaciones superiores?

Ponte en contacto con nosotros y díenos qué necesitas.

**Pregúntanos por lecturas adicionales** en grupos electrógenos equipados con motores de gestión electrónica y módulo de control DSE 7320MKII.

✓ Incluido      ■ Opcional  
✗ No disponible      ⓘ Consultar

Lecturas disponibles a nivel de módulo de control.

**CONFIRMA LA DISPONIBILIDAD DE ESTAS LECTURAS PARA ESTE GENERADOR Y MOTOR.**

### **3.4.- DESCRIPCIÓN AMPLIADA DE LA INSTALACIÓN**

#### **3.4.1.- Instalación Obra Civil**

##### **3.4.1.1.- Características de la obra civil**

La obra civil consiste en realización de una excavación, y posterior colocación de una losa de hormigón, con mallazo, para la ubicación del grupo electrógeno, y facilitar los futuros trabajos de mantenimiento, que se ubicará en la zona cercana a los inversores fotovoltaicos.

La losa será de hormigón capaz de soportar un peso máximo de 6500 Kg.

La posición final del grupo electrógeno será totalmente plana y a nivel, con los bornes de conexión situados lo más cerca posible del cuadro eléctrico.

Para las conducciones eléctricas, se realizará con una bandeja cerrada, protegiendo el cableado y fuera de alcance de la población.

Para la instalación de la nueva conexión a tierras del neutro del grupo, se realizará una zanja, desde la losa, con final en caja de registro, para el paso de un tubo corrugado de 60mm.

#### **3.4.2.- Instalación eléctrica**

##### **3.4.2.1.- Características instalación eléctrica**

Una vez colocado el grupo electrógeno, se conectará a los bornes de salida, un juego de cables de Baja Tensión, de sección y material 120mm<sup>2</sup> Cu RZ1 (XLPE) sin armadura, y todos los accesorios necesarios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1 x fase + 1 x neutro.

También se conectarán los cables de maniobra auxiliar del grupo electrógeno (Línea Calentador Carter y Línea Carga Baterías) al cuadro eléctrico.

##### **3.4.2.2.- Puesta a tierra**

Deberá realizarse la puesta a tierra desde el chasis del grupo electrógeno hasta el cuadro eléctrico, formado por un único cable de Baja Tensión, de sección y material de 50mm<sup>2</sup> Cu (XLPE) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión.

Se realizará la instalación de una nueva red de tierras, conectada al neutro del grupo electrógeno, formada por un cable RZ1 de 50mm<sup>2</sup> entubado, (sin contacto con el chasis del grupo), con conexión final a un pozo de tierras con registro, y seccionamiento. Por tanto, se deberá disponer de una caja de registro accesible, y de un sistema de seccionamiento, para facilitar las operaciones de medida y mantenimiento.

La red de tierras del neutro del grupo, una vez realizada, se medirá y se comprobará que se obtiene un valor inferior a 15 Ohms.

## ANEXO 7: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS ELÉCTRICOS GRUPO ELECTRÓGENO

### 3.5.- CÁLCULO DE LA INTENSIDAD

#### 3.5.1.- Líneas monofásicas

Para el cálculo de las líneas monofásicas se han utilizado las siguientes fórmulas:

$$P=U I \cos \phi$$

P=Potencia que consume la línea en W.

U =Tensión eficaz en V.

I = Intensidad eficaz en A.

Cos  $\phi$  = Factor de potencia.

de dónde:

$$I=P / (U. \cos \phi)$$

#### 3.5.2.- Líneas trifásicas

Para calcular la intensidad se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$P=\sqrt{3}.U I \cos \phi$$

siendo:

U = Tensión de servicio en V.

I = Intensidad en A.

Cos  $\phi$ =Factor de potencia.

de dónde:

$$I=P/(\sqrt{3}.U.\cos \phi)$$

### 3.6.- SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Para la determinación de la sección de los cables de fase, neutro y protección de cada línea, se tendrá en cuenta la intensidad máxima que pueden soportar los conductores.

### 3.7.- CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

#### 3.7.1.- Caída de tensión entre fase y neutro

La caída de tensión entre fase y neutro se calculará por la fórmula:

$$e = r_o \cdot 2 \cdot L \cdot \cos \phi / s$$

siendo:

e = Caída de tensión en V.

r<sub>o</sub> = Resistividad del cobre.

L = Longitud de la línea en m.

I = Intensidad eficaz en A.

Cuerpo fino = Factor de potencia.

s = Sección en mm<sup>2</sup>.

#### 3.7.2.- Caída de tensión entre fases.

La caída de tensión entre fases se calculará por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot r_o \cdot L \cdot \cos \phi / s$$

siendo:

e = Caída de tensión en V.

r<sub>o</sub> = Resistividad del cobre.

L = Longitud de la línea en m.

I = Intensidad eficaz en A.

Cuerpo fino = Factor de potencia.

s = Sección en mm<sup>2</sup>.

Conocido el valor de la caída de tensión respecto a la tensión nominal deberá verificarse que se cumpla:

-La caída de tensión en la línea de derivación no podrá ser superior al 1%.

-La caída de tensión en las líneas interiores teniendo en cuenta la caída de tensión de en la línea de la derivación no podrán ser superior al 3% en alumbrado y el 5% en fuerza.

### 3.8.- CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

La corriente de cortocircuito se calculará por la fórmula:

$$I_{cc} = 0.8 \cdot U / (Z + Z_t)$$

siendo:

I<sub>cc</sub>=Intensidad de cortocircuito máximo en el punto considerado en A.

U=Tensión de alimentación fase neutro (230 V) en V.

Z=Impedancia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

Z<sub>t</sub>=Impedancia del transformador.

La Z está formada por una resistencia y una inductancia (Z=R+X), que por su valor podemos despreciarla en los cálculos, quedando una impedancia, formada sólo por los valores de resistencia, quedando finalmente la fórmula:

$$I_{cc} = 0.8 * U / (l + Z_t)$$

Tomando como el valor de resistencia:

$$R = r_o \cdot 2 \cdot L / s$$

siendo:

R=Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

r<sub>o</sub>=Resistividad del cobre.

L=Longitud de la línea en m.

s=Sección en mm<sup>2</sup>.

La impedancia total en el punto del cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito.

$$Z_1 = \sqrt{(R^2 + X^2)}$$

Siendo:

R<sub>t</sub> = R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + ... + R<sub>n</sub>: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X<sub>t</sub> = X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + ... + X<sub>n</sub>: Reactancia total en el punto del cortocircuito.

Los dispositivos de protección tendrán un poder de corte superior o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de la instalación y tendrán que actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima admitida por el conductor.

Para que esta condición se cumpla, la curva de actuación de los interruptores automáticos, deberá estar por debajo de la curva térmica del conductor.

$$I^2_x \leq C_x \Delta T_x S^2$$

Por  $0,01 \leq 0,1s$ , donde:

I=Intensidad permanente de cortocircuito en A.

t=Tiempo de desconexión en s.

C=Constante según el material del cable

$\Delta T$ =Sobretensión máxima del cable del en °C

S=Sección en mm<sup>2</sup>

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase-neutro y al final de la línea.

Es necesario este valor para determinar si un conductor está protegido en toda su longitud de cortocircuito, puesto que es imprescindible que esta intensidad sea mayor o igual a la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de utilizar fusibles para la protección de cortocircuito, su intensidad de fusión será menor que la intensidad soportada por el cable, sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En cualquier caso, este tiempo siempre será inferior a 5 segundos.

### 3.9.- CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

El valor de la resistencia de tierras a instalar será como máximo de:

$R < 50/Is$  en locales secos

$R < 24/Is$  en locales húmedos

Is es la sensibilidad del interruptor diferencial.

Para el cálculo de la resistencia de tierra necesaria, consideraremos la sensibilidad más alta, de modo que la resistencia será la menor posible, en nuestro caso:

$$R < 24/0,3 A = 80\Omega$$

La Red de Tierras se realizará de forma que se garantice una resistencia de 15 $\Omega$  (como máximo).

Considerando una resistividad del terreno de 100 $\Omega$ mí picas de 2 metros.

$$\text{Resistencia por fregadero} = 100/2 = 50\Omega$$

Con cinco picas, o sistema equivalente tipo pozo de suelos, se puede asegurar un valor de resistencia <15 $\Omega$ . No obstante, se verificará su valor una vez construido, instalando más fregaderos si es necesario para obtener el valor específico.

### 3.10.- JUSTIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

Según se justifica en la siguiente tabla, se han utilizado unos cables de cobre de sección 1x120mm<sup>2</sup>, formando un grupo de cables en la cantidad de 1 x fase + 1 x neutro.

Como la intensidad en la salida, a tensiones 1x230/400 V, de este grupo electrógeno puede llegar a un valor de 250 A, se ha seleccionado el material y la sección siguiendo el reglamento de Baja Tensión.

Datos del suministro								
Tensión entre fases (V):	400							
Tensión simple (V):	230							
REF	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	POTENCIA UNIT (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	COEF SIM	POTENCIA (KW)	COEF CALCUL	POTENCIA CALCULOS (KW)
L4	Línea alimentación grupo electrógeno	1	139,000	139,000	1,0	139,000	1,25	173,750

Ref.	Descripción	Consumo	Tensión (V)	Pot. Cálcul (kW)	Long (m)	Mat.	Tipo	Instalación	Cable (mm2)	T	F.P.	Int. (A)	Int. Má xCable (A)	Coef. Instal.	Icc (KA)	Parcial (%)	Acumul. (%)	Tensión Final (V)	PIA Inst. (A)
		(1)		(2)		(4)			(6)			(3)	(7)	(5)	(8)				
L4	Línea alimentación grupo electrógeno	MOTOR TRIFASIC	400	173,750	7	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	4x120+T	C	0,95	264,0	299,0	1	13,45	0,11	0,11	399,5	300

## ANEXO 8: CÁLCULOS OBRA CIVIL

### 3.11.- DIMENSIONADO DE LOSA FIJA DE HORMIGÓN

La losa o bloque fijo de hormigón, con mallazo, es un método probado y muy útil, en estos casos, que sirve como base sólida para la ubicación de un grupo electrógeno, que se colocará sobre material o soportes anti-vibratorios.

La altura de la losa será calculada con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{W}{d \cdot B \cdot L}$$

Donde:

D = Altura de la losa de hormigón, [m]

W = Peso total del Grupo Electrógeno, [Kg]

d = Densidad de hormigón, [kg/m³]

B = Ancho de la losa de hormigón, [m]

L = Longitud de la losa de hormigón, [m].

Con los datos que se disponen del grupo electrógeno seleccionado y las dimensiones de la losa que se han diseñado, se realiza el cálculo para definir su grosor mínimo.

W grupo = 5.400 Kg

W gasoil= 350 Kg

W total= W grupo + W gasoil= 5.400+350 =5.750 kg

W diseño =5.750 \* 1,5= 8.625 Kg

B= 4,5 m

L= 6,5 m

d= 2300 Kg/m<sup>3</sup>

D= 8.625 Kg/(2300 Kg/m<sup>3</sup> x 4,5m x 6,5m) = 0,128 m

Por tanto, realizará una losa de hormigón de altura mínima:

D= 128 mm

Para normalizar la altura la losa propuesta dispondrá de un grosor mínimo de 180mm.

#### 4.- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO

La energía generada por el grupo electrógeno y la instalación fotovoltaica que no sea consumida de manera instantánea por la población, será almacenada en baterías para así poder utilizar la electricidad excedente cuando sea necesaria.

Las baterías son acumuladores eléctricos, encargadas de almacenar la energía para suministrarla posteriormente, en momentos de producción solar escasa o nula, en las que no se llegue a cubrir la totalidad de la demanda energética.

En esta instalación, las baterías serán alimentadas por la instalación fotovoltaica y/o grupo electrógeno.

Las baterías se ubicarán en el cerramiento de obra civil destinado a los equipos empleados en este proyecto, en una zona cercana a la instalación fotovoltaica.

Las baterías que se prevén instalar son del fabricante Huawei, modelo LUNA2000-200KWH-2H0 de 200 kWh/unidad. En este caso se van a emplear 3 unidades, formando un total de 600 kWh en baterías.

Datos del suministro			
Tensión entre fases (V):		400	
Tensión simple (V):		230	

REF	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	POTENCIA UNIT (KW)	POTENCIA INSTALADA (KW)	COEF SIM	POTENCIA (KW)	COEF CALCUL	POTENCIA CALCULOS (KW)
L5	Batería 1	1	100,000	100,000	1,0	100,000	1,00	100,000
L6	Batería 2	1	100,000	100,000	1,0	100,000	1,00	100,000
L7	Batería 3	1	100,000	100,000	1,0	100,000	1,00	100,000

Ref.	Descripción	Consumo	Tensión (V)	Pot. Cálcul (kW)	Long. (m)	Mat.	Tipo	Instalación	Cable (mm2)	T	F.P.	Int. (A)	Int. Má xCable (A)	Coef. Instal.	Icc (KA)	Parcial (%)	Acumul. (%)	Tensión Final (V)	PIA Inst. (A)
		(1)		(2)		(4)			(6)			(3)	(7)	(5)		(8)			
L5	Batería 1	TRIFASIC	400	100,000	7	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x70+70+T	C	0,90	160,4	213,0	1	12,12	0,11	0,11	399,6	200
L6	Batería 2	TRIFASIC	400	100,000	7	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x70+70+T	C	0,90	160,4	213,0	1	12,12	0,11	0,11	399,6	200
L7	Batería 3	TRIFASIC	400	100,000	7	Cu	XLPE	SAFATA NO FORADADA	3x70+70+T	C	0,90	160,4	213,0	1	12,12	0,11	0,11	399,6	200





## ANEXO 9: DATOS TÉCNICOS EQUIPOS DE ALMACENAJE

# LUNA2000-200KWH-2H1 Smart String ESS



More Energy



Simple O&M



Safe & Reliable

## Energy Storage System Parameters

Battery Configuration	12S1P
Maximum battery capacity of the energy storage system	193.5 kWh
Rated Power	100 kW
Dimensions (W x H x D), including DC/DC and PCS	2570mm×2135mm×1200mm
Dimensions (W x H x D)	1810mm×2135mm×1200mm
Weight (including the battery module)	≤2950kg
Weight (without the battery module)	≤1070kg
Operating temperature range	-30 °C ~ 55 °C
Storage temperature range	-40 °C ~ 60 °C
Operating humidity range	0 ~ 100% (non-condensing)
Maximum operating altitude	4,000 m
Battery temperature control mode	Industrial-grade air conditioner
Fire suppression of energy storage system	YES
Auxiliary Power Supply	220Vac, ≤4.2kVA
Communication port	Ethernet / SFP
Communication protocol	Modbus TCP
Protection degree	IP55
EMC Protection Rating	Class
DC Lightning Protection	Type II
<b>Standards</b>	
Environment	RoHS6
Certification Standards	GBT 36276-2018 IEC62619; UL9540A;UN38.3

# Battery Pack & Smart Rack Controller

## Smart String ESS



Battery Pack	
General	
Cell Material	LFP
Rated Voltage	57.6 V
Nominal Capacity	16.13kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤0.5 C
Weight	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 308 x 660 mm



Smart Rack Controller	
Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
Battery Side	
Rated Voltage	691.2@280Ah
Operating Voltage Range	40 V ~ 1,050 V
Min. Start Voltage	350 V
Bus Side	
Max. DC Voltage	1,100 V
Rated Voltage	665 V
Rated Current	76.3 A
General	
Dimensions (W x H x D)	600 x 270 x 820 mm
Weight	≤ 90 kg
Cooling Method	Smart Air Cooling
Protection Degree	IP66



## 5.- RED DE DISTRIBUCIÓN

### 5.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

La red de distribución objeto del presente proyecto será empleada para distribuir a lo largo de los pueblos de Diatamine Safere y Daharatou la energía producida por la instalación fotovoltaica y/o grupo electrógeno, para que, de esta manera, la población pueda hacer uso de la electricidad generada.

### 5.2.- TRAZADO DE LAS LÍNEAS.

Las líneas de baja tensión empleadas para distribuir la electricidad a lo largo de los pueblos serán aéreas, con posters metálicos y circulares.

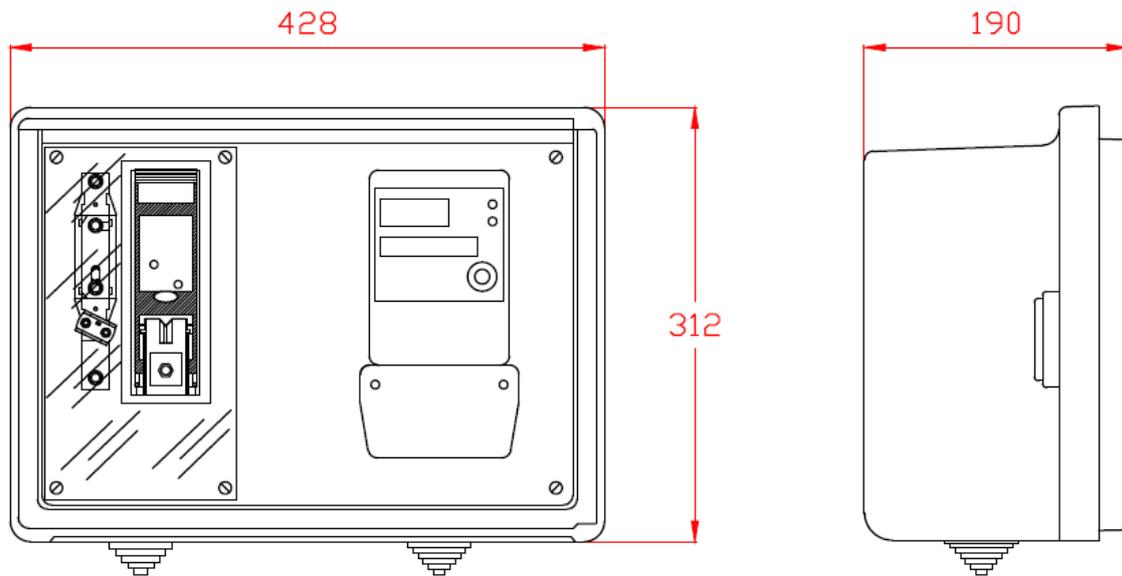
Las líneas eléctricas planteadas para el presente proyecto son las siguientes:



### 5.1.- ARMARIOS DE MEDIDA DIRECTA Y CONTADORES

Los armarios de medida directa exteriores serán de poliéster y estarán preparados para alojar un contador monofásico en cada uno de ellos. Se ubicarán en las zonas cercanas a los posters utilizados en las líneas de distribución aérea.

Se instalarán contadores de consumo monofásicos para así tener registrado cuál es el consumo de energía que hay en cada vivienda.



### 5.2.- CONDUCTORES.

Los conductores utilizados en las redes aéreas serán de aluminio, del tipo aislados. Estos serán de tensión asignada 0,6/1 kV y tendrán un aislamiento apropiado que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Las secciones empleadas en los conductores de aluminio de este proyecto son de 95 mm<sup>2</sup> y 150 mm<sup>2</sup>.

Los conductores irán tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, con una tensión mecánica adecuada. Los conductores trenzados autoportantes dispondrán de neutro fiador de almelec (54,6 mm<sup>2</sup> para secciones de fase hasta 95 mm<sup>2</sup> y 80 mm<sup>2</sup> para secciones de fase de 150 mm<sup>2</sup>), con una carga de rotura de 1554 y 2000 kg respectivamente.

La tensión máxima de este tipo de conductores se suele trabajar en dos valores recomendados: 500 y 315 kg. Cuando los conductores no soporten por sí solos la tensión mecánica deseada, se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado de 6 mm de diámetro (21,6 mm<sup>2</sup>) con una resistencia a la rotura de 2740 kg, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados. La tensión máxima de este tipo de conductores se suele trabajar en dos valores recomendados: 900 y 500 kg

### **5.3.- APOYOS, TIRANTES Y TORNAPUNTAS.**

Los apoyos serán metálicos y se dimensionarán de acuerdo con las hipótesis de cálculo establecidas en el apdo. 2 de la ITC-BT-06. Deberán presentar una resistencia elevada a las acciones de la intemperie.

Estarán consolidados por fundaciones adecuadas para dejar asegurada la estabilidad frente a las sollicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo.

Los postes serán cimentados en macizos de hormigón, que deberán sobresalir del suelo, como mínimo, 0,15 m, con una forma tal que facilite el deslizamiento del agua.

Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión, fijados sobre el suelo o sobre edificios y provistos de tensores para poder regular su tensión. Tendrán una carga de rotura mínima de 1.400 daN. Su empleo como complemento de resistencia de los apoyos, debe ser reservado para los casos en que los esfuerzos actuantes conduzcan a apoyos de coste muy elevado o en los que por ampliación de las instalaciones dé lugar a un aumento de esfuerzos sobre apoyos ya instalados.

Los tornapuntas serán metálicos o de hormigón, debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie, fijados al suelo o edificios.

Deberá restringirse el empleo de tirantes y tornapuntas.

### **5.4.- EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES.**

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que, en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por 100 de su carga de rotura, no siendo admisible en estos empalmes su realización por soldadura o por torsión directa de los conductores.

### **5.5.- CIMENTACIONES.**

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos.

## ANEXO 10: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS ELÉCTRICOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### Fórmulas Generales

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos j / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin j / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos j = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos j / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin j / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos j$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$n$  = Nº de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{mW/m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$C_u = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$A_l = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$a$  = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.003929$$

$$A_l = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

## Red Baja Tensión 1

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 7

Cos  $\phi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

### Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m $\Omega$ /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
3	3	4	61	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	156,07	3x150/80	305/1
4	4	5	56	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	40,59	3x95/54,6	230/1
5	5	6	60	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	27,06	3x95/54,6	230/1
6	6	7	61	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	13,53	3x95/54,6	230/1
8	8	9	57	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	29,77	3x95/54,6	230/1
20	4	21	43	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	45,11	3x150/80	305/1
10	10	11	67	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	7,22	3x95/54,6	230/1
9	9	10	69	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,24	3x95/54,6	230/1
20	2	22	56	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	214,7	3x150/80	305/1
21	3	22	48	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-169,6	3x150/80	305/1
21	4	23	37	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	56,83	3x150/80	305/1
22	8	23	29	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-43,3	3x150/80	305/1
30	22	31	48	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	36,08	3x150/80	305/1
31	31	32	44	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	27,06	3x150/80	305/1
32	32	33	39	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	13,53	3x150/80	305/1
29	29	30	67	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	9,02	3x150/80	305/1
19	29	21	42	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-18,04	3x150/80	305/1
20	21	21	47	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-31,57	3x150/80	305/1
19	2	21	45	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-223,72	3x150/80	305/1
20	21	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-223,72	3x150/80	305/1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
2	5,006		1,252	-9,02 A(-5 kW)
3	13,237		3,309	-13,53 A(-7,5 kW)
4	17,044		4,261	-13,53 A(-7,5 kW)
5	18,298		4,575	-13,53 A(-7,5 kW)
6	19,192		4,798	-13,53 A(-7,5 kW)
7	19,646		4,912	-13,53 A(-7,5 kW)
8	18,345		4,586	-13,53 A(-7,5 kW)
9	19,28		4,82	-13,53 A(-7,5 kW)
11	20,162		5,04*	-7,22 A(-4 kW)
21	0	400	0	223,723(124 kW)
21	17,795		4,449	-13,53 A(-7,5 kW)
10	19,896		4,974	-9,02 A(-5 kW)
22	9,962		2,49	-9,02 A(-5 kW)
23	17,859		4,465	-13,53 A(-7,5 kW)
30	18,894		4,724	-9,02 A(-5 kW)
31	10,632		2,658	-9,02 A(-5 kW)
32	11,092		2,773	-13,53 A(-7,5 kW)
33	11,296		2,824	-13,53 A(-7,5 kW)
29	18,661		4,665	-9,02 A(-5 kW)
21	18,368		4,592	-13,53 A(-7,5 kW)
21	0,834		0,209	0 A(0 kW)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$
3	3	4	0,952
4	4	5	0,09
5	5	6	0,042
6	6	7	0,011
8	8	9	0,049
20	4	21	0,054
10	10	11	0,003
9	9	10	0,018
20	2	22	1,723
21	3	22	0,892
21	4	23	0,073
22	8	23	0,033
30	22	31	0,038
31	31	32	0,02
32	32	33	0,004
29	29	30	0,003
19	29	21	0,008
20	21	21	0,029
19	2	21	1,514
20	21	21	0,303

Pérdida Potencia Activa Total = 5,859 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios. $3RI^2(kW)$ :

21-21-2-22-3-4-5-6-7 = 5,526 kW

21-21-2-22-3-4-23-8-9-10-11 = 5,56 kW

21-21-2-22-3-4-21-21-29-30 = 5,477 kW

21-21-2-22-31-32-33 = 3,602 kW

**Caída de tensión total en los distintos itinerarios:**

21-21-2-22-3-4-5-6-7 = 4,91 %

21-21-2-22-3-4-23-8-9-10-11 = 5,04 %

21-21-2-22-3-4-21-21-29-30 = 4,72 %

21-21-2-22-31-32-33 = 2,82 %

## Red Baja Tensión 2

**Las características generales de la red son:**

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 7

Cos  $\varphi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1



**Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
20	1	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-133,51	2(3x95/54,6)	460/1
2	1	3	52	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	2(3x95/54,6)	460/1
3	3	4	35	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	115,47	3x150/80	305/1
4	4	5	46	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	106,45	3x150/80	305/1
14	15	13	65	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	10,83	3x95/54,6	230/1
13	12	15	37	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	21,65	3x95/54,6	230/1
13	7	14	36	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-79,39	3x95/54,6	230/1
12	6	14	44	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	88,41	3x150/80	305/1
11	11	12	52	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	32,48	3x95/54,6	230/1
10	10	11	62	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	43,3	3x95/54,6	230/1
9	9	10	51	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	52,32	3x95/54,6	230/1
8	8	9	61	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	61,34	3x95/54,6	230/1
7	7	8	50	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	70,36	3x95/54,6	230/1
5	5	6	48	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	97,43	3x150/80	305/1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0,334		0,084	-9,02 A(-5 kW)
21	0	400	0	133,512(74 kW)
3	2,132		0,533	-9,02 A(-5 kW)
4	3,723		0,931	-9,02 A(-5 kW)
5	5,645		1,411	-9,02 A(-5 kW)
15	18,963		4,741	-10,83 A(-6 kW)
14	8,995		2,249	-9,02 A(-5 kW)
13	19,35		4,837*	-10,83 A(-6 kW)
12	18,522		4,631	-10,83 A(-6 kW)
11	17,592		4,398	-10,83 A(-6 kW)
10	16,109		4,027	-9,02 A(-5 kW)
9	14,631		3,658	-9,02 A(-5 kW)
8	12,553		3,138	-9,02 A(-5 kW)
7	10,593		2,648	-9,02 A(-5 kW)
6	7,476		1,869	-9,02 A(-5 kW)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW)
20	1	21	0,079
2	1	3	0,394
3	3	4	0,293
4	4	5	0,326
14	15	13	0,007
13	12	15	0,017
13	7	14	0,224
12	6	14	0,213
11	11	12	0,053
10	10	11	0,113
9	9	10	0,136
8	8	9	0,224
7	7	8	0,243
5	5	6	0,284

Pérdida Potencia Activa Total = 2,605 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI<sup>2</sup>(kW):

21-1-3-4-5-6-14-7-8-9-10-11-12-15-13 = 2,605 kW

**Caida de tensión total en los distintos itinerarios:**

21-1-3-4-5-6-14-7-8-9-10-11-12-15-13 = 4,84 %

## Red Baja Tensión 3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 7

Cos  $\phi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
3	3	4	61	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	194,86	2(3x95/54,6)	460/1
12	8	13	51	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	158,77	2(3x95/54,6)	460/1
17	17	18	68	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	19,85	3x150/80	305/1
18	18	19	49	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	9,02	3x150/80	305/1
20	1	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-230,94	2(3x95/54,6)	460/1
19	1	2	45	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	221,92	2(3x95/54,6)	460/1
20	2	22	56	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	212,9	2(3x95/54,6)	460/1
21	3	22	48	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-203,88	2(3x95/54,6)	460/1
21	4	23	37	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	182,23	2(3x95/54,6)	460/1
22	8	23	43	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-171,4	2(3x95/54,6)	460/1
20	13	24	49	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	54,13	3x150/80	305/1
21	24	14	40	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	45,11	3x150/80	305/1
22	14	25	58	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	36,08	3x150/80	305/1
23	25	15	47	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	27,06	3x95/54,6	230/1
24	15	26	53	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	18,04	3x95/54,6	230/1
25	26	16	50	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	9,02	3x95/54,6	230/1
25	13	27	45	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	93,82	3x150/80	305/1
26	27	17	42	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	305/1
26	17	28	44	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	52,32	3x150/80	305/1
27	28	20	38	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	43,3	3x150/80	305/1
33	20	34	55	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	34,28	3x150/80	305/1
34	34	35	57	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	9,02	3x95/54,6	230/1
35	34	36	64	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,24	3x95/54,6	230/1
36	36	37	62	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	7,22	3x95/54,6	230/1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0,593		0,148	-9,02 A(-5 kW)
2	3,433		0,858	-9,02 A(-5 kW)
3	9,582		2,396	-9,02 A(-5 kW)
4	12,936		3,234	-12,63 A(-7 kW)
8	16,899		4,225	-12,63 A(-7 kW)
13	19,164		4,791	-10,83 A(-6 kW)
14	20,891		5,223	-9,02 A(-5 kW)
15	22,401		5,6	-9,02 A(-5 kW)
16	23,174		5,794	-9,02 A(-5 kW)
17	22,174		5,544	-10,83 A(-6 kW)
18	22,695		5,674	-10,83 A(-6 kW)
19	22,866		5,717	-9,02 A(-5 kW)
20	23,703		5,926	-9,02 A(-5 kW)
21	0	400	0	230,94(128 kW)
22	6,814		1,703	-9,02 A(-5 kW)
23	14,832		3,708	-10,83 A(-6 kW)
24	20,192		5,048	-9,02 A(-5 kW)
25	21,7		5,425	-9,02 A(-5 kW)
26	22,927		5,732	-9,02 A(-5 kW)
27	20,815		5,204	-10,83 A(-6 kW)
28	23,066		5,767	-9,02 A(-5 kW)
34	24,433		6,108	-9,02 A(-5 kW)
35	24,715		6,179	-9,02 A(-5 kW)
36	25,004		6,251	-9,02 A(-5 kW)
37	25,25		6,312*	-7,22 A(-4 kW)

NOTA:  
- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW)
3	3	4	1,154
12	8	13	0,634
17	17	18	0,016
18	18	19	0,002
20	1	21	0,242
19	1	2	1,115
20	2	22	1,273
21	3	22	0,997
21	4	23	0,61
22	8	23	0,625
20	13	24	0,088
21	24	14	0,05
22	14	25	0,046
23	25	15	0,033
24	15	26	0,017
25	26	16	0,004
25	13	27	0,246
26	27	17	0,179
26	17	28	0,074
27	28	20	0,044
33	20	34	0,04
34	34	35	0,004
35	34	36	0,016
36	36	37	0,003

Pérdida Potencia Activa Total = 7,515 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI<sup>2</sup>(kW):

21-1-2-22-3-4-23-8-13-24-14-25-15-26-16 = 6,889 kW

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-18-19 = 7,095 kW

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-28-20-34-35 = 7,238 kW

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-28-20-34-36-37 = 7,253 kW

**Caida de tensión total en los distintos itinerarios:**

21-1-2-22-3-4-23-8-13-24-14-25-15-26-16 = 5,79 %

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-18-19 = 5,72 %

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-28-20-34-35 = 6,18 %

21-1-2-22-3-4-23-8-13-27-17-28-20-34-36-37 = 6,31 %

## Red Baja Tensión 4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 7

Cos  $\varphi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m $\Omega$ /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc
20	1	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	-144,34	3x95/54,6	230/1
2	1	3	52	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	126,3	3x95/54,6	230/1
3	3	4	35	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	108,25	3x95/54,6	230/1
4	4	5	40	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	86,6	3x95/54,6	230/1
5	5	6	63	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	64,95	3x95/54,6	230/1
6	6	7	44	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	43,3	3x95/54,6	230/1
7	7	8	50	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	21,65	3x95/54,6	230/1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0,756		0,189	-18,04 A(-10 kW)
21	0	400	0	144,338(80 kW)
3	4,529		1,132	-18,04 A(-10 kW)
4	6,68		1,67	-21,65 A(-12 kW)
5	8,624		2,156	-21,65 A(-12 kW)
6	10,9		2,725	-21,65 A(-12 kW)
7	11,952		2,988	-21,65 A(-12 kW)
8	12,548		3,137*	-21,65 A(-12 kW)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW)
20	1	21	0,194
2	1	3	0,845
3	3	4	0,412
4	4	5	0,297
5	5	6	0,26
6	6	7	0,08
7	7	8	0,023

Pérdida Potencia Activa Total = 2,111 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI<sup>2</sup>(kW):

21-1-3-4-5-6-7-8 = 2,111 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

21-1-3-4-5-6-7-8 = 3,14 %

## ANEXO 11: JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS MECÁNICOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 5.6.- TENSION MAXIMA EN UN VANO

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$$

$$P_0 = \ddot{O} (P_p^2 + P_v^2) = \ddot{O} [P_p^2 + (K \cdot d / 1000)^2] \quad \text{Zona A} \quad K=50 \text{ daN/m}^2$$

$$P_0 = \ddot{O} (P_p^2 + P_{v/3}^2) = \ddot{O} [P_p^2 + (K \cdot d / 3000)^2] \quad \text{Zona A} \quad K=50 \text{ daN/m}^2$$

$$P_0 = P_p + P_h = P_p + [(K \cdot \ddot{O}d) / 1000] \quad \text{Zonas B y C} \quad K=180 \text{ ó } K=60 \text{ ( Zona B )}$$
$$K=360 \text{ ó } K=120 \text{ ( Zona C )}$$

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln [z + \ddot{O}(1+z^2)]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

$T_A$  = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

$T_B$  = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

$P_0$  = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables daN/m).

$P_p$  = Peso propio del conductor (daN/m).

$P_v$  = Sobrecarga de viento (daN/m).

$P_{v/3}$  = Sobrecarga de viento dividida por 3 (daN/m).

$P_h$  = Sobrecarga de hielo (daN/m).

$d$  = diámetro del conductor (mm).

$Y = c \cdot \cosh (x/c)$  = Ecuación de la catenaria.

$c$  = constante de la catenaria.

$Y_A$  = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$Y_B$  = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_A$  = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

$X_B$  = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

$X_m$  = Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

$a$  = Proyección horizontal del vano (m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$T_{0h}$  = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

### 5.7.- VANO DE REGULACION.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con disposición amarrada, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\sum a^3 / \sum a)}$$

### 5.8.- TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal ( $T_{0h}$ ), se puede obtener una tensión horizontal final ( $T_h$ ) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha ( $F$ ) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h}/P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \sinh[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \sinh[(X_m - a/2) / c]$$

$$c = T_h/P ; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

$d$  = Coeficiente de dilatación lineal del elemento fiador.

$L_0$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

$L$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

$t_0$  = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

$t$  = Temperatura en las condiciones finales (°C).

$S$  = Sección del elemento fiador(mm<sup>2</sup>).

$E$  = Módulo de elasticidad del elemento fiador(daN/mm<sup>2</sup>).

$T_{0h}$  = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

$T_h$  = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

$a$  =  $a_r$  (vano de regulación, m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$ , para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{1+(h/a)^2}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$$

Siendo:

$Y_B$  = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$X_B$  = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$Y_{fm}$  = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$X_{fm}$  = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$a$  = Proyección horizontal del vano (m).

### 1.3.1. Tensión máxima (Apdo. 2.2.1 ITC-BT-06).

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A , B y C.

- Tracción máxima viento.

$t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_V$ ).

b) Zona A.

- Tracción máxima viento/3.

$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: viento/3 ( $P_{V/3}$ ).

c) Zonas B y C.

- Tracción máxima hielo.

$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

### 1.3.2. Flecha máxima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de temperatura.

$t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

b) Hipótesis de viento.

$t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_V$ ).

c) Hipótesis de viento/3.

$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: viento/3 ( $P_{V/3}$ ).

d) Hipótesis de hielo.

$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

Zona A: Se considera la hipótesis a), b) y c).  
Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y d).

### 1.3.3. Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a)  
 $t = 15\text{ °C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.

b)  
 $t = 0\text{ °C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.

### 1.3.4. Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = 0\text{ °C}$ .  
 $t = + 5\text{ °C}$ .  
 $t = + 10\text{ °C}$ .  
 $t = + 15\text{ °C}$ .  
 $t = + 20\text{ °C}$ .  
 $t = + 25\text{ °C}$ .  
 $t = + 30\text{ °C}$ .  
 $t = + 35\text{ °C}$ .  
 $t = + 40\text{ °C}$ .  
 $t = + 45\text{ °C}$ .  
 $t = + 50\text{ °C}$ .  
Sobrecarga: ninguna.

**5.9.- HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 2.3 ITC-BT-06).**

Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Viento/3)
Alineación	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Viento/3. $V = P_{cv3}$
	T	Viento. $T = F_{vc}$	Viento/3. $T = F_{v3c}$
	L		Des. Tracc. $L = D_{tv3}$
Angulo	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Viento/3. $V = P_{cv3}$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + R_{avT}$	Viento/3. Res. Angulo $T = F_{v3c} + R_{av3T}$
	L	Res. Angulo $L = R_{avL}$	Res. Angulo $L = R_{av3L}$
Estrellam.	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Viento/3. $V = P_{cv3}$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + (2/3 \cdot R_{avT})$	Viento/3. Res. Angulo $T = F_{v3c} + R_{av3T}$
	L	Res. Angulo $L = 2/3 \cdot R_{avL}$	Res. Angulo $L = R_{av3L}$
Fin de línea	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Viento/3. $V = P_{cv3}$
	T	Viento. $T = F_{vc}$	Viento/3. $T = F_{v3c}$
	L	Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Des. Tracc. $L = D_{tv3}$

V = Esfuerzo vertical      T = Esfuerzo transversal      L = Esfuerzo longitudinal

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:  
Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 2.1) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de 15 °C.  
Hipótesis 2ª : Sometidos a una sobrecarga de viento/3 (apdo. 2.1) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de 0 °C.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 3ª (Hielo)
Alineación	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch}$
	T	Viento. $T = F_{vc}$	
	L		Des. Tracc. $L = D_{th}$
Angulo	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch}$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + R_{avT}$	Res. Angulo $T = R_{ahT}$
	L	Res. Angulo $L = R_{avL}$	Res. Angulo $L = R_{ahL}$
Estrellam.	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch}$
	T	Viento. Res. Angulo $T = F_{vc} + (2/3 \cdot R_{avT})$	Res. Angulo $T = R_{ahT}$
	L	Res. Angulo $L = 2/3 \cdot R_{avL}$	Res. Angulo $L = R_{ahL}$
Fin de línea	V	Cargas perm. Viento. $V = P_{cv}$	Cargas perm. Hielo. $V = P_{ch}$
	T	Viento. $T = F_{vc}$	
	L	Des. Tracc. $L = D_{tv}$	Des. Tracc. $L = D_{th}$

V = Esfuerzo vertical      T = Esfuerzo transversal      L = Esfuerzo longitudinal

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:  
 Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 2.1) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de 15 °C.  
 Hipótesis 3ª : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 2.1) y a la temperatura de 0 °C.

### 5.9.1.- Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores y herrajes.

En la 1ª hipótesis, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$L_v$  = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de 15 °C con sobrecarga de viento (m).

$P_{pv}$  = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

$n$  = número de haces de conductores.

En la 2ª hipótesis en zona A, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv3" será:

$$P_{cv3} = L_{v3} \cdot P_{pv3} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$L_{v3}$  = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de viento/3 (m).

$P_{pv3}$  = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento/3 (daN/m).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

$n$  = número de haces de conductores.

En la 3ª hipótesis en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$L_h$  = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de hielo (m).

$P_{ph}$  = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

$n$  = número de haces de conductores

### 5.9.2.- Esfuerzos del viento

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª se obtiene de la siguiente forma:

#### Apoyos alineación

$$F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

#### Apoyos fin de línea

$$F_{vc} = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

#### Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$F_{vc} = \sum a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

- El esfuerzo del viento/3 sobre los conductores "Fv3c" en la hipótesis 2ª en zona A, se obtiene de la siguiente forma:

#### Apoyos alineación

$$F_{v3c} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 6 \cdot k \text{ (daN)}$$

#### Apoyos fin de línea

$$F_{v3c} = a / 6 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

#### Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$F_{v3c} = \sum a_p / 6 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

Siendo:

$a_1$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

$a_2$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

$a$  = Proyección horizontal del conductor (m).

$a_p$  = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

$d, d_1, d_2, d_p$  = Diámetro del conductor (m).

$n, n_1, n_2, n_p$  = nº de haces de conductores.

$v$  = Velocidad del viento (Km/h).

$K = 50 \cdot (v/120)^2$  daN/m<sup>2</sup> y  $v \geq 120$  Km/h

### 5.9.3.- Resultante de ángulo

(apoyos de ángulo y estrellamiento).

- En la hipótesis 1ª, la resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores, se obtiene:

$$Rav = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot T_{h1} \cdot n_1 \cdot T_{h2} \cdot n_2 \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de haces de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de 15 °C con sobrecarga de viento (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

- En la hipótesis 2ª en zona A, la resultante de ángulo "Rav3" de las tracciones de los conductores, se obtiene:

$$Rav3 = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot T_{h1} \cdot n_1 \cdot T_{h2} \cdot n_2 \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav3" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "Rav3L" y otro en dirección transversal a la línea "Rav3T".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de haces de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de viento/3 (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

- En la hipótesis 3ª en zonas B y C, la resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores, se obtiene:

$$Rah = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot T_{h1} \cdot n_1 \cdot T_{h2} \cdot n_2 \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de haces de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de hielo (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

\*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

#### 5.9.4.- Diferencia de tiros

- En la hipótesis 1ª (apoyos fin de línea), la diferencia de tiros "Dtv" se obtiene:

Apoyos fin de línea

$$Dtv = T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

n = número de haces de conductores.

$T_h$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de 15 °C y sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (apoyos fin de línea y alineación) en zona A, la diferencia de tiros "Dtv3" se obtiene:

Apoyos fin de línea

$$Dtv3 = T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación

$$Dtv3 = \text{Abs}(T_{h1} \cdot n_1 - T_{h2} \cdot n_2) \text{ (daN)}$$

Siendo:

n,  $n_1$ ,  $n_2$  = número de haces de conductores.

$T_h, T_{h1}, T_{h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de viento/3 (daN).

- En la hipótesis 3ª (fin de línea y alineación) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos fin de línea

$$D_{th} = T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación

$$D_{th} = \text{Abs}(T_{h1} \cdot n_1 - T_{h2} \cdot n_2) \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2$  = número de haces de conductores.

$T_h, T_{h1}, T_{h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de 0 °C con sobrecarga de hielo (daN).

### 5.9.5.- Esfuerzos equivalentes

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (H_S + 4,6)$$

Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (H_S + 5,25)$$

Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (H_S + 4,85)$$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = RU \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + RN \cdot L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

$H_{En}$  = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

$H_S$  = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

$H_F$  = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

$H_v$  = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

EvaRed = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$$EvaRed = Eva \cdot H_v / H_{En}$$

RU = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – EvaRed).

RN = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

Tc = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

Lc = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

### 5.9.6.- Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

$E_n$  = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

$V_n$  = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

### 5.10.- CIMENTACIONES .

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$$

Siendo:

$M_f$  = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

$M_{ep}$  = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

$M_{ev}$  = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Obtenido cada uno de la siguiente manera:

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación " $M_f$ " se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

$C_2$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm<sup>3</sup>).

a = Anchura del cimiento (m).

h = profundidad del cimiento (m).

#### Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$$M_{ep} = E_p \cdot H_L$$

Siendo:

$E_p$  = Esfuerzo en punta (daN).

$H_L$  = Altura libre del apoyo (m).

#### Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$$M_{ev} = E_{va} \cdot H_v$$

Siendo:

$E_{va}$  = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

$E_{va} = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S$  (apoyos de celosía).

$E_{va} = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S$  (apoyos con superficies planas).

$E_{va} = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S$  (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m<sup>2</sup>).

$\eta$  = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

$H_v$  = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

$d_1$  = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

$d_2$  = anchura del apoyo en la cogolla (m).

## 5.11.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

### 5.11.1.- Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D = 4 \text{ m.}$$

## 5.12.- DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$d_H = z \cdot \text{sena} \alpha$$

Siendo:

$d_H$  = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

$z$  = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

## Línea Baja Tensión 1

### **2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.**

Tensión de la línea: 0,4 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: B.

#### **CONDUCTOR.**

Denominación: 3x95 Al/54.6 Alm.

Sección Fiador: 54.6 mm<sup>2</sup>.

Diámetro haz: 44 mm.

Carga de Rotura Fiador: 1660 daN.

Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup>.

Coefficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$ .

Peso propio: 1.24 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 2,525 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,441 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,638 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,036 daN/m.

Denominación: 3x150 Al/80 Alm.

Sección Fiador: 80 mm<sup>2</sup>.

Diámetro haz: 51 mm.

Carga de Rotura Fiador: 2000 daN.

Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup>.

Coefficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$ .

Peso propio: 1.67 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 3,048 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,874 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 2,098 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,527 daN/m.

### **3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.**

#### **3.1. Distancia de los conductores al terreno**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst = 4 m.

**5. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima							
					15°C+V Toh(daN)	0°C+V/3 Toh(daN)	0°C+H Toh(daN)	15°C+V		0°C+V/3		0°C+H		50°C	
								Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	57,25	0	57,25	494,7		360,7	494,7	2,1			360,7	1,86	241	2,11
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	57,64	0	57,64	494,6		360	494,6	2,12			360	1,89	241	2,14
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	47,12	0	47,12	496,4		381,2	496,4	1,41			381,2	1,19	241,2	1,43
4-5	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	594,4		443	594,4	2,6			443	2,4	317	2,67
5-6	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	598,4		480,9	598,4	1,29			480,9	1,1	312	1,35
8-9	3x150 Al/80 Alm	59,01	0	59,01	595,5		449,6	595,5	2,23			449,6	2,04	316,3	2,3
4-10	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	599,4		504,8	599,4	0,95			504,8	0,78	308,3	1,02
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	53,77	0	53,77	495,3		366,6	495,3	1,85			366,6	1,62	241,1	1,86
6-15	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	596,6		458,1	596,6	1,88			458,1	1,68	315,3	1,94
15-16	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	597,7		469,6	597,7	1,53			469,6	1,34	313,7	1,6
6-17	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	598,1		475	598,1	1,41			475	1,22	313	1,48
17-18	3x150 Al/80 Alm	44,88	0	44,88	598,4		481,3	598,4	1,28			481,3	1,1	312	1,35
18-19	3x150 Al/80 Alm	42,98	0	42,98	598,8		487,7	598,8	1,18			487,7	0,99	311	1,24
19-13	3x95 Al/54.6 Alm	62,67	0	62,67	493,6		353,1	493,6	2,52			353,1	2,28	240,7	2,53
10-19	3x150 Al/80 Alm	31,48	0	31,48	600,4		546,1	600,4	0,63			546,1	0,48	301,5	0,69
19-19	3x95 Al/54.6 Alm	47,35	0	47,35	496,3		380,5	496,3	1,43			380,5	1,21	241,1	1,44
4-19	3x150 Al/80 Alm	50,84	0	50,84	597,3		465,1	597,3	1,65			465,1	1,46	314,4	1,72
19-20	3x150 Al/80 Alm	43	0	43	598,8		487,6	598,8	1,18			487,6	1	311	1,24
20-8	3x150 Al/80 Alm	46,87	0	46,87	598,1		475,3	598,1	1,4			475,3	1,21	312,9	1,47

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Flecha Mínima		Hipót. de Cálculo de Apoyos		
					15°C F(m)	0°C F(m)	15°C+V Th(daN)	0°C+V/3 Th(daN)	0°C+H Th(daN)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	57,25	0	57,25	1,89	1,79	494,7		360,7
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	57,64	0	57,64	1,92	1,82	494,6		360
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	47,12	0	47,12	1,21	1,12	496,4		381,2
4-5	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	2,45	2,35	594,4		443
5-6	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	1,14	1,05	598,4		480,9
8-9	3x150 Al/80 Alm	59,01	0	59,01	2,08	1,98	595,5		449,6
4-10	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	0,82	0,72	599,4		504,8
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	53,77	0	53,77	1,64	1,54	495,3		366,6
6-15	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	1,73	1,63	596,6		458,1
15-16	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	1,39	1,29	597,7		469,6
6-17	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	1,26	1,17	598,1		475
17-18	3x150 Al/80 Alm	44,88	0	44,88	1,14	1,04	598,4		481,3
18-19	3x150 Al/80 Alm	42,98	0	42,98	1,03	0,94	598,8		487,7
19-13	3x95 Al/54.6 Alm	62,67	0	62,67	2,31	2,21	493,6		353,1
10-19	3x150 Al/80 Alm	31,48	0	31,48	0,5	0,43	600,4		546,1
19-19	3x95 Al/54.6 Alm	47,35	0	47,35	1,23	1,13	496,3		380,5
4-19	3x150 Al/80 Alm	50,84	0	50,84	1,5	1,4	597,3		465,1
19-20	3x150 Al/80 Alm	43	0	43	1,03	0,94	598,8		487,6
20-8	3x150 Al/80 Alm	46,87	0	46,87	1,26	1,16	598,1		475,3

**6. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.**

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					Th(daN)	F(m)										
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	57,25	0	57,25	284,6	1,79	279,3	1,82	274,3	1,85	269,4	1,89	264,8	1,92	260,4	1,95
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	57,64	0	57,64	283,9	1,82	278,7	1,85	273,7	1,88	269	1,92	264,5	1,95	260,1	1,98
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	47,12	0	47,12	308,6	1,12	299,8	1,15	291,6	1,18	283,8	1,21	276,6	1,25	269,8	1,28
4-5	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	360,6	2,35	355,5	2,38	350,6	2,42	345,8	2,45	341,2	2,48	336,8	2,51
5-6	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	403	1,05	391	1,08	379,7	1,11	369,2	1,14	359,4	1,18	350,2	1,21
8-9	3x150 Al/80 Alm	59,01	0	59,01	367,5	1,98	361,4	2,01	355,5	2,05	349,9	2,08	344,5	2,11	339,3	2,15
4-10	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	432,1	0,72	414,7	0,76	398,8	0,79	384,1	0,82	370,6	0,85	358,1	0,87
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	53,77	0	53,77	291,3	1,54	285,1	1,57	279,1	1,61	273,5	1,64	268,2	1,67	263,1	1,71
6-15	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	376,8	1,63	369,2	1,66	362	1,69	355,1	1,73	348,6	1,76	342,4	1,79
15-16	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	389,7	1,29	380	1,32	370,8	1,35	362,2	1,39	354,1	1,42	346,4	1,45
6-17	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	395,9	1,17	385,1	1,2	375	1,23	365,5	1,26	356,6	1,29	348,3	1,33
17-18	3x150 Al/80 Alm	44,88	0	44,88	403,4	1,04	391,2	1,08	379,9	1,11	369,4	1,14	359,5	1,17	350,3	1,2
18-19	3x150 Al/80 Alm	42,98	0	42,98	411,1	0,94	397,5	0,97	385	1	373,4	1,03	362,5	1,06	352,5	1,1
19-13	3x95 Al/54.6 Alm	62,67	0	62,67	276,3	2,21	272,1	2,24	268,1	2,27	264,2	2,31	260,5	2,34	256,9	2,37
10-19	3x150 Al/80 Alm	31,48	0	31,48	485,8	0,43	458,5	0,45	433,6	0,48	410,9	0,5	390,3	0,53	371,8	0,56
19-19	3x95 Al/54.6 Alm	47,35	0	47,35	307,8	1,13	299,1	1,16	291	1,2	283,4	1,23	276,2	1,26	269,5	1,29
4-19	3x150 Al/80 Alm	50,84	0	50,84	384,7	1,4	375,8	1,44	367,4	1,47	359,4	1,5	352	1,54	344,9	1,57
19-20	3x150 Al/80 Alm	43	0	43	411	0,94	397,5	0,97	385	1	373,3	1,03	362,5	1,07	352,5	1,1
20-8	3x150 Al/80 Alm	46,87	0	46,87	396,4	1,16	385,4	1,19	375,3	1,22	365,7	1,26	356,8	1,29	348,3	1,32

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Th(daN)	F(m)								
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	57,25	0	57,25	256,2	1,99	252,2	2,02	248,3	2,05	244,6	2,08	241	2,11
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	57,64	0	57,64	256	2,02	252	2,05	248,2	2,08	244,5	2,11	241	2,14
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	47,12	0	47,12	263,4	1,31	257,3	1,34	251,6	1,37	246,3	1,4	241,2	1,43
4-5	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	332,6	2,55	328,5	2,58	324,5	2,61	320,7	2,64	317	2,67
5-6	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	341,6	1,24	333,5	1,27	325,9	1,3	318,8	1,33	312	1,35
8-9	3x150 Al/80 Alm	59,01	0	59,01	334,3	2,18	329,6	2,21	325	2,24	320,6	2,27	316,3	2,3
4-10	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	346,6	0,9	335,9	0,93	326	0,96	316,8	0,99	308,3	1,02
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	53,77	0	53,77	258,3	1,74	253,7	1,77	249,3	1,8	245,1	1,83	241,1	1,86
6-15	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	336,5	1,82	330,8	1,85	325,4	1,88	320,2	1,91	315,3	1,94
15-16	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	339,1	1,48	332,3	1,51	325,8	1,54	319,6	1,57	313,7	1,6
6-17	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	340,4	1,36	332,9	1,39	325,9	1,42	319,2	1,45	313	1,48
17-18	3x150 Al/80 Alm	44,88	0	44,88	341,7	1,23	333,6	1,26	325,9	1,29	318,7	1,32	312	1,35
18-19	3x150 Al/80 Alm	42,98	0	42,98	343,1	1,13	334,3	1,16	326	1,18	318,3	1,21	311	1,24
19-13	3x95 Al/54.6 Alm	62,67	0	62,67	253,4	2,41	250,1	2,44	246,8	2,47	243,7	2,5	240,7	2,53
10-19	3x150 Al/80 Alm	31,48	0	31,48	355	0,58	339,6	0,61	325,7	0,64	313,1	0,66	301,5	0,69
19-19	3x95 Al/54.6 Alm	47,35	0	47,35	263,1	1,32	257,2	1,35	251,5	1,38	246,2	1,41	241,1	1,44
4-19	3x150 Al/80 Alm	50,84	0	50,84	338,1	1,6	331,7	1,63	325,7	1,66	319,9	1,69	314,4	1,72
19-20	3x150 Al/80 Alm	43	0	43	343,1	1,13	334,3	1,16	326	1,19	318,3	1,21	311	1,24
20-8	3x150 Al/80 Alm	46,87	0	46,87	340,4	1,35	332,9	1,38	325,9	1,41	319,2	1,44	312,9	1,47

**7. CALCULO DE APOYOS.**

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.a.	Hipótesis 1ª (Viento) 15°C+V			Hipótesis 3ª (Hielo) 0°C+H		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)
1	Fin Línea		35,6	63,2	494,7	47		360,7
2	Angulo	68,2°; apo.3	71,5	484,6	0,1	94,4	267,2	0,6
3	Angulo	83,5°; apo.2	65,2	227,8	1,8	86	84,5	21
4	Estrellam.	47,2°; apo.3	157,6	227,1		199,8	54	16,2
5	Angulo	76,7°; apo.4	91	408,9	3,9	114,3	212	36,9
6	Estrellam.	56,1°; apo.17	122,3	482,9		153,6	463,3	12,1
8	Angulo	89,3°; apo.20	88,7	150,2	2,6	111,4	11,5	25,7
9	Fin Línea		49,5	75,5	595,5	62,1		449,6
10	Angulo	75,8°; apo.19	58,7	380,4	1	73,7	257,1	40,1
13	Angulo	86°; apo.14	72,5	196,7	1,7	95,7	49,8	13,5
14	Fin Línea		33,4	59,3	495,3	44,1		366,6
15	Angulo	83,4°; apo.16	86,4	269,3	1,1	108,5	107,4	11,4
16	Fin Línea		41	62,6	597,7	51,5		469,6
17	Angulo	86,3°; apo.18	76,9	194,2	0,3	96,6	61,6	6,3
18	Angulo	85,7°; apo.19	73,5	202,1	0,4	92,3	73	6,4
19	Fin Línea		36	54,9	598,8	45,2		487,7
19	Angulo	87,7°; apo.19	68,4	161,5	2,7	90,4	29,8	27,4
19	Angulo	65,4°; apo.19	55,7	539,8	94,7	71,9	385,1	150,6
19	Angulo	86,8°; apo.4	78,6	187,3	1,5	98,6	53,8	22,5
20	Angulo	88,6°; apo.8	75,2	143,3	0,7	94,5	22,9	12,4

**8. APOYOS ADOPTADOS.**

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.a.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)
1	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630		750
2	Angulo	Chapa met. circ.	N	136,5°	7	630		750
3	Angulo	Chapa met. circ.	N	166,9°	7	250		700
4	Estrellam.	Chapa met. circ.	N		7	250		700
5	Angulo	Chapa met. circ.	N	153,5°	7	630		750
6	Estrellam.	Chapa met. circ.	N		7	630		750
8	Angulo	Chapa met. circ.	N	178,6°	7	160		500
9	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	800		800
10	Angulo	Chapa met. circ.	N	151,7°	7	400		700
13	Angulo	Chapa met. circ.	N	172,1°	7	250		700
14	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630		750
15	Angulo	Chapa met. circ.	N	166,7°	7	400		700
16	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	800		800
17	Angulo	Chapa met. circ.	N	172,6°	7	250		700
18	Angulo	Chapa met. circ.	N	171,4°	7	250		700
19	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	800		800
19	Angulo	Chapa met. circ.	N	175,3°	7	250		700
19	Angulo	Chapa met. circ.	N	130,9°	7	800		800
19	Angulo	Chapa met. circ.	N	173,5°	7	250		700
20	Angulo	Chapa met. circ.	N	177,3°	7	160		500

**9. CALCULO DE CIMENTACIONES.**

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)	Coefic. Comp. (daN/m³)	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
2	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
3	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
4	Est.rel.lam.	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
5	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
6	Est.rel.lam.	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
8	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
9	Fin Línea	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
10	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
13	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
14	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
15	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
16	Fin Línea	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
17	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
18	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
19	Fin Línea	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
19	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
19	Angulo	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
19	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
20	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98

### 10. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. 0°C (daN)
1	Fin Línea	35,6
2	Angulo	71,4
3	Angulo	65,1
4	Estrellam.	157,5
5	Angulo	90,9
6	Estrellam.	122,2
8	Angulo	88,6
9	Fin Línea	49,4
10	Angulo	58,7
13	Angulo	72,4
14	Fin Línea	33,4
15	Angulo	86,3
16	Fin Línea	41
17	Angulo	76,8
18	Angulo	73,5
19	Fin Línea	35,9
19	Angulo	68,4
19	Angulo	55,7
19	Angulo	78,5
20	Angulo	75,2

### 11. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima		
					15°C+V F(m)	0°C+V/3 F(m)	0°C+H F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	57,25	0	57,25	2,1		1,86
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	57,64	0	57,64	2,12		1,89
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	47,12	0	47,12	1,41		1,19
4-5	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	2,6		2,4
5-6	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	1,29		1,1
8-9	3x150 Al/80 Alm	59,01	0	59,01	2,23		2,04
4-10	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	0,95		0,78
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	53,77	0	53,77	1,85		1,62
6-15	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	1,88		1,68
15-16	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	1,53		1,34
6-17	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	1,41		1,22
17-18	3x150 Al/80 Alm	44,88	0	44,88	1,28		1,1
18-19	3x150 Al/80 Alm	42,98	0	42,98	1,18		0,99
19-13	3x95 Al/54.6 Alm	62,67	0	62,67	2,52		2,28
10-19	3x150 Al/80 Alm	31,48	0	31,48	0,63		0,48
19-19	3x95 Al/54.6 Alm	47,35	0	47,35	1,43		1,21
4-19	3x150 Al/80 Alm	50,84	0	50,84	1,65		1,46
19-20	3x150 Al/80 Alm	43	0	43	1,18		1
20-8	3x150 Al/80 Alm	46,87	0	46,87	1,4		1,21

## Línea Baja Tensión 2

### **2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.**

Tensión de la línea: 0,4 kV.  
Velocidad del viento: 120 km/h.  
Zonas: B.

#### **CONDUCTOR.**

Denominación: 3x95 Al/54.6 Alm.  
Sección Fiador: 54.6 mm<sup>2</sup> .  
Diámetro haz: 44 mm.  
Carga de Rotura Fiador: 1660 daN.  
Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup> .  
Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$  .  
Peso propio: 1.24 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de viento: 2,525 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,441 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,638 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,036 daN/m.

### **3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.**

#### **3.1. Distancia de los conductores al terreno**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst = 4 m.

**5. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima							
					15°C+V	0°C+V/3	0°C+H	15°C+V		0°C+V/3		0°C+H		50°C	
					Toh(daN)	Toh(daN)	Toh(daN)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	52,53	0	52,53	495,5		368,9	495,5	1,76			368,9	1,53	241,1	1,78
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	40,88	0	40,88	497,3		400,6	497,3	1,06			400,6	0,85	241	1,08
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	39,92	0	39,92	497,4		404,2	497,4	1,01			404,2	0,81	240,9	1,03
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	51	0	51	495,8		372,1	495,8	1,66			372,1	1,43	241,2	1,67
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	40,61	0	40,61	497,3		401,5	497,3	1,05			401,5	0,84	240,9	1,06
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	37,39	0	37,39	497,7		414,6	497,7	0,89			414,6	0,69	240,7	0,9
7-8	3x95 Al/54.6 Alm	53,19	0	53,19	495,4		367,7	495,4	1,81			367,7	1,58	241,1	1,82
8-9	3x95 Al/54.6 Alm	60,31	0	60,31	494,1		356,2	494,1	2,33			356,2	2,09	240,9	2,35
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	52,1	0	52,1	495,6		369,8	495,6	1,73			369,8	1,5	241,2	1,75
10-11	3x95 Al/54.6 Alm	56,46	0	56,46	494,8		361,9	494,8	2,04			361,9	1,81	241	2,05
11-12	3x95 Al/54.6 Alm	40,11	0	40,11	497,4		403,4	497,4	1,02			403,4	0,82	240,9	1,04
12-13	3x95 Al/54.6 Alm	41,6	0	41,6	497,2		397,9	497,2	1,1			397,9	0,89	241	1,11
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	57,45	0	57,45	494,6		360,3	494,6	2,11			360,3	1,88	241	2,13

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Flecha Mínima		Hipót. de Cálculo de Apoyos		
					15°C F(m)	0°C F(m)	15°C+V Th(daN)	0°C+V/3 Th(daN)	0°C+H Th(daN)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	52,53	0	52,53	1,56	1,46	495,5		368,9
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	40,88	0	40,88	0,87	0,78	497,3		400,6
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	39,92	0	39,92	0,82	0,73	497,4		404,2
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	51	0	51	1,45	1,36	495,8		372,1
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	40,61	0	40,61	0,86	0,76	497,3		401,5
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	37,39	0	37,39	0,7	0,62	497,7		414,6
7-8	3x95 Al/54.6 Alm	53,19	0	53,19	1,6	1,5	495,4		367,7
8-9	3x95 Al/54.6 Alm	60,31	0	60,31	2,12	2,02	494,1		356,2
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	52,1	0	52,1	1,53	1,43	495,6		369,8
10-11	3x95 Al/54.6 Alm	56,46	0	56,46	1,83	1,73	494,8		361,9
11-12	3x95 Al/54.6 Alm	40,11	0	40,11	0,83	0,74	497,4		403,4
12-13	3x95 Al/54.6 Alm	41,6	0	41,6	0,91	0,81	497,2		397,9
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	57,45	0	57,45	1,9	1,8	494,6		360,3

**6. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.**

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					Th(daN)	F(m)										
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	52,53	0	52,53	294	1,46	287,4	1,49	281,1	1,52	275,2	1,56	269,5	1,59	264,2	1,62
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	40,88	0	40,88	333,1	0,78	320,5	0,81	308,8	0,84	297,9	0,87	287,9	0,9	278,6	0,93
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	39,92	0	39,92	337,8	0,73	324,4	0,76	312,1	0,79	300,6	0,82	290	0,85	280,2	0,88
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	51	0	51	297,7	1,36	290,5	1,39	283,8	1,42	277,4	1,45	271,4	1,49	265,6	1,52
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	40,61	0	40,61	334,4	0,76	321,5	0,8	309,6	0,83	298,6	0,86	288,5	0,89	279	0,92
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	37,39	0	37,39	351,9	0,62	336,3	0,64	321,8	0,67	308,6	0,7	296,4	0,73	285,1	0,76
7-8	3x95 Al/54.6 Alm	53,19	0	53,19	292,6	1,5	286,1	1,53	280,1	1,57	274,3	1,6	268,8	1,63	263,6	1,67
8-9	3x95 Al/54.6 Alm	60,31	0	60,31	279,7	2,02	275	2,05	270,6	2,09	266,3	2,12	262,3	2,15	258,3	2,19
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	52,1	0	52,1	295,1	1,43	288,3	1,46	281,9	1,49	275,8	1,53	270,1	1,56	264,6	1,59
10-11	3x95 Al/54.6 Alm	56,46	0	56,46	286	1,73	280,5	1,76	275,3	1,8	270,3	1,83	265,5	1,86	261	1,9
11-12	3x95 Al/54.6 Alm	40,11	0	40,11	336,9	0,74	323,6	0,77	311,4	0,8	300,1	0,83	289,6	0,86	279,9	0,89
12-13	3x95 Al/54.6 Alm	41,6	0	41,6	329,7	0,81	317,6	0,85	306,4	0,88	296	0,91	286,3	0,94	277,4	0,97
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	57,45	0	57,45	284,2	1,8	279	1,84	274	1,87	269,2	1,9	264,6	1,94	260,2	1,97

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Th(daN)	F(m)								
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	52,53	0	52,53	259,1	1,65	254,3	1,68	249,7	1,72	245,3	1,75	241,1	1,78
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	40,88	0	40,88	270	0,96	261,9	0,99	254,5	1,02	247,5	1,05	241	1,08
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	39,92	0	39,92	271,2	0,91	262,8	0,94	255	0,97	247,7	1	240,9	1,03
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	51	0	51	260,2	1,55	255,1	1,58	250,2	1,61	245,6	1,64	241,2	1,67
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	40,61	0	40,61	270,3	0,95	262,2	0,98	254,6	1	247,5	1,03	240,9	1,06
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	37,39	0	37,39	274,8	0,79	265,2	0,82	256,4	0,85	248,3	0,87	240,7	0,9
7-8	3x95 Al/54.6 Alm	53,19	0	53,19	258,7	1,7	254	1,73	249,5	1,76	245,2	1,79	241,1	1,82
8-9	3x95 Al/54.6 Alm	60,31	0	60,31	254,6	2,22	250,9	2,25	247,5	2,28	244,1	2,31	240,9	2,35
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	52,1	0	52,1	259,4	1,62	254,5	1,65	249,9	1,69	245,4	1,72	241,2	1,75
10-11	3x95 Al/54.6 Alm	56,46	0	56,46	256,6	1,93	252,5	1,96	248,5	1,99	244,7	2,02	241	2,05
11-12	3x95 Al/54.6 Alm	40,11	0	40,11	271	0,92	262,6	0,95	254,9	0,98	247,7	1,01	240,9	1,04
12-13	3x95 Al/54.6 Alm	41,6	0	41,6	269,1	1	261,3	1,03	254,1	1,06	247,3	1,09	241	1,11
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	57,45	0	57,45	256,1	2	252,1	2,03	248,2	2,06	244,5	2,1	241	2,13

**7. CALCULO DE APOYOS.**

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) 15°C+V			Hipótesis 3ª (Hielo) 0°C+H		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)
1	Fin Línea		32,7	58	495,5	43,1		368,9
2	Angulo	61,3°; apo.3	58,1	567,6	1,6	76,6	369,9	27,8
3	Angulo	88,8°; apo.2	50,2	110	0,1	66,2	17	3,6
4	Angulo	67,4°; apo.3	56,5	473,9	1,5	74,6	298,1	29,6
5	Angulo	89,1°; apo.4	56,9	117,1	1,5	75,2	12,5	29,4
6	Angulo	87,5°; apo.5	48,4	129,5	0,4	63,9	35,8	13,1
7	Angulo	87,9°; apo.6	56,3	136,4	2,3	74,3	28,8	46,9
8	Angulo	62,2°; apo.9	70,6	572,4	1,1	93,2	337,7	10,2
9	Angulo	69,3°; apo.8	69,9	466,4	1,4	92,3	257	12,7
10	Angulo	84,3°; apo.9	67,5	217,1	0,8	89,1	72,3	7,9
11	Angulo	65,3°; apo.12	60	511,4	2,4	79,3	319,8	37,8
12	Angulo	60,7°; apo.13	50,8	564,8	0,2	67	391,8	4,8
13	Angulo	62,5°; apo.14	61,6	555,4	2,3	81,3	350,5	33,4
14	Fin Línea		35,7	63,4	494,6	47,2		360,3

## 8. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Secur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)
1	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750
2	Angulo	Chapa met. circ.	N	122,5°	7	630	750
3	Angulo	Chapa met. circ.	N	177,6°	7	160	500
4	Angulo	Chapa met. circ.	N	134,8°	7	630	750
5	Angulo	Chapa met. circ.	N	178,1°	7	160	500
6	Angulo	Chapa met. circ.	N	175°	7	160	500
7	Angulo	Chapa met. circ.	N	175,8°	7	160	500
8	Angulo	Chapa met. circ.	N	124,4°	7	630	750
9	Angulo	Chapa met. circ.	N	138,5°	7	630	750
10	Angulo	Chapa met. circ.	N	168,7°	7	250	700
11	Angulo	Chapa met. circ.	N	130,6°	7	630	750
12	Angulo	Chapa met. circ.	N	121,5°	7	630	750
13	Angulo	Chapa met. circ.	N	124,9°	7	630	750
14	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750

## 9. CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)	Coefic. Comp. (daN/m <sup>3</sup> )	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
2	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
3	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
4	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
5	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
6	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
7	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
8	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
9	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
10	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
11	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
12	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
13	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
14	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66

## 10. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. 0°C (daN)
1	Fin Línea	32,6
2	Angulo	58
3	Angulo	50,1
4	Angulo	56,5
5	Angulo	56,9
6	Angulo	48,4
7	Angulo	56,2
8	Angulo	70,5
9	Angulo	69,9
10	Angulo	67,5
11	Angulo	60
12	Angulo	50,7
13	Angulo	61,5
14	Fin Línea	35,7

**11. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima		
					15°C+V F(m)	0°C+V/3 F(m)	0°C+H F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	52,53	0	52,53	1,76		1,53
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	40,88	0	40,88	1,06		0,85
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	39,92	0	39,92	1,01		0,81
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	51	0	51	1,66		1,43
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	40,61	0	40,61	1,05		0,84
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	37,39	0	37,39	0,89		0,69
7-8	3x95 Al/54.6 Alm	53,19	0	53,19	1,81		1,58
8-9	3x95 Al/54.6 Alm	60,31	0	60,31	2,33		2,09
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	52,1	0	52,1	1,73		1,5
10-11	3x95 Al/54.6 Alm	56,46	0	56,46	2,04		1,81
11-12	3x95 Al/54.6 Alm	40,11	0	40,11	1,02		0,82
12-13	3x95 Al/54.6 Alm	41,6	0	41,6	1,1		0,89
13-14	3x95 Al/54.6 Alm	57,45	0	57,45	2,11		1,88

## Línea Baja Tensión 3

### **2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.**

Tensión de la línea: 0,4 kV.  
Velocidad del viento: 120 km/h.  
Zonas: B.

#### **CONDUCTOR.**

Denominación: 3x150 Al/80 Alm.  
Sección Fiador: 80 mm<sup>2</sup> .  
Diámetro haz: 51 mm.  
Carga de Rotura Fiador: 2000 daN.  
Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup> .  
Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$  .  
Peso propio: 1.67 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de viento: 3,048 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,874 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 2,098 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,527 daN/m.

Denominación: 3x95 Al/54.6 Alm.  
Sección Fiador: 54.6 mm<sup>2</sup> .  
Diámetro haz: 44 mm.  
Carga de Rotura Fiador: 1660 daN.  
Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup> .  
Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$  .  
Peso propio: 1.24 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de viento: 2,525 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,441 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,638 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,036 daN/m.

### **3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.**

#### **3.1. Distancia de los conductores al terreno**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst = 4 m.

**5. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima							
					15°C+V Toh(daN)	0°C+V/3 Toh(daN)	0°C+H Toh(daN)	15°C+V		0°C+V/3		0°C+H		50°C	
								Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x150 Al/80 Alm	53,96	0	53,96	596,7		458,5	596,7	1,86			458,5	1,67	315,3	1,93
2-3	3x150 Al/80 Alm	64,21	0	64,21	594,3		442,3	594,3	2,65			442,3	2,45	317,1	2,72
3-4	3x150 Al/80 Alm	50,18	0	50,18	597,4		466,6	597,4	1,61			466,6	1,42	314,1	1,68
4-5	3x150 Al/80 Alm	35	0	35	600		524	600	0,78			524	0,61	305,2	0,84
5-6	3x150 Al/80 Alm	54,64	0	54,64	596,5		457,1	596,5	1,91			457,1	1,72	315,4	1,98
3-7	3x150 Al/80 Alm	41,99	0	41,99	598,9		491,2	598,9	1,12			491,2	0,94	310,4	1,19
7-8	3x150 Al/80 Alm	45	0	45	598,4		480,9	598,4	1,29			480,9	1,11	312	1,36
6-9	3x95 Al/54.6 Alm	63	0	63	493,5		352,6	493,5	2,54			352,6	2,31	240,7	2,56
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	65	0	65	493,1		350,3	493,1	2,71			350,3	2,47	240,6	2,73
6-11	3x95 Al/54.6 Alm	68	0	68	492,4		347,1	492,4	2,97			347,1	2,73	240,3	2,99
8-12	3x150 Al/80 Alm	55,11	0	55,11	596,4		456,3	596,4	1,94			456,3	1,75	315,5	2,01
12-13	3x150 Al/80 Alm	41	0	41	599,1		495,1	599,1	1,07			495,1	0,89	309,8	1,13
13-14	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	599,4		504,8	599,4	0,95			504,8	0,78	308,3	1,02
14-15	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	594,4		443	594,4	2,6			443	2,4	317	2,67
15-16	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	598,4		480,9	598,4	1,29			480,9	1,1	312	1,35
16-17	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	596,6		458,1	596,6	1,88			458,1	1,68	315,3	1,94
17-18	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	597,7		469,6	597,7	1,53			469,6	1,34	313,7	1,6
8-19	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	597,1		462,8	597,1	1,72			462,8	1,53	314,7	1,79
19-20	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	597,1		462,8	597,1	1,72			462,8	1,53	314,7	1,79
20-21	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	598,1		475	598,1	1,41			475	1,22	313	1,48
21-22	3x95 Al/54.6 Alm	46,44	0	46,44	496,5		383	496,5	1,37			383	1,15	241,2	1,39
22-23	3x95 Al/54.6 Alm	57	0	57	494,7		361	494,7	2,08			361	1,85	241	2,09
23-24	3x95 Al/54.6 Alm	45	0	45	496,7		387	496,7	1,29			387	1,07	241,1	1,3

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Flecha Mínima		Hipót. de Cálculo de Apoyos		
					15°C F(m)	0°C F(m)	15°C+V Th(daN)	0°C+V/3 Th(daN)	0°C+H Th(daN)
1-2	3x150 Al/80 Alm	53,96	0	53,96	1,71	1,61	596,7		458,5
2-3	3x150 Al/80 Alm	64,21	0	64,21	2,5	2,4	594,3		442,3
3-4	3x150 Al/80 Alm	50,18	0	50,18	1,46	1,36	597,4		466,6
4-5	3x150 Al/80 Alm	35	0	35	0,65	0,56	600		524
5-6	3x150 Al/80 Alm	54,64	0	54,64	1,76	1,66	596,5		457,1
3-7	3x150 Al/80 Alm	41,99	0	41,99	0,98	0,89	598,9		491,2
7-8	3x150 Al/80 Alm	45	0	45	1,15	1,05	598,4		480,9
6-9	3x95 Al/54.6 Alm	63	0	63	2,34	2,23	493,5		352,6
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	65	0	65	2,5	2,4	493,1		350,3
6-11	3x95 Al/54.6 Alm	68	0	68	2,76	2,66	492,4		347,1
8-12	3x150 Al/80 Alm	55,11	0	55,11	1,79	1,69	596,4		456,3
12-13	3x150 Al/80 Alm	41	0	41	0,93	0,84	599,1		495,1
13-14	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	0,82	0,72	599,4		504,8
14-15	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	2,45	2,35	594,4		443

15-16	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	1,14	1,05	598,4		480,9
16-17	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	1,73	1,63	596,6		458,1
17-18	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	1,39	1,29	597,7		469,6
8-19	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	1,57	1,47	597,1		462,8
19-20	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	1,57	1,47	597,1		462,8
20-21	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	1,26	1,17	598,1		475
21-22	3x95 Al/54.6 Alm	46,44	0	46,44	1,17	1,08	496,5		383
22-23	3x95 Al/54.6 Alm	57	0	57	1,87	1,77	494,7		361
23-24	3x95 Al/54.6 Alm	45	0	45	1,09	0,99	496,7		387

## 6. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					Th(daN)	F(m)										
1-2	3x150 Al/80 Alm	53,96	0	53,96	377,3	1,61	369,6	1,65	362,3	1,68	355,4	1,71	348,8	1,75	342,6	1,78
2-3	3x150 Al/80 Alm	64,21	0	64,21	359,9	2,4	354,9	2,43	350	2,46	345,4	2,5	340,9	2,53	336,6	2,56
3-4	3x150 Al/80 Alm	50,18	0	50,18	386,4	1,36	377,2	1,39	368,5	1,43	360,4	1,46	352,7	1,49	345,4	1,52
4-5	3x150 Al/80 Alm	35	0	35	456,5	0,56	434,6	0,59	414,5	0,62	396,3	0,65	379,6	0,67	364,4	0,7
5-6	3x150 Al/80 Alm	54,64	0	54,64	375,8	1,66	368,3	1,69	361,3	1,73	354,5	1,76	348,2	1,79	342,1	1,82
3-7	3x150 Al/80 Alm	41,99	0	41,99	415,4	0,89	401,1	0,92	387,9	0,95	375,6	0,98	364,2	1,01	353,6	1,04
7-8	3x150 Al/80 Alm	45	0	45	402,9	1,05	390,9	1,08	379,6	1,11	369,2	1,15	359,4	1,18	350,2	1,21
6-9	3x95 Al/54.6 Alm	63	0	63	275,9	2,23	271,7	2,27	267,7	2,3	263,9	2,34	260,2	2,37	256,7	2,4
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	65	0	65	273,4	2,4	269,6	2,43	265,9	2,47	262,3	2,5	258,9	2,53	255,5	2,57
6-11	3x95 Al/54.6 Alm	68	0	68	270	2,66	266,6	2,69	263,3	2,73	260,1	2,76	257	2,8	254	2,83
8-12	3x150 Al/80 Alm	55,11	0	55,11	374,8	1,69	367,5	1,73	360,6	1,76	354	1,79	347,7	1,83	341,8	1,86
12-13	3x150 Al/80 Alm	41	0	41	420,1	0,84	404,9	0,87	391	0,9	378	0,93	366,1	0,96	354,9	0,99
13-14	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	432,1	0,72	414,7	0,76	398,8	0,79	384,1	0,82	370,6	0,85	358,1	0,87
14-15	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	360,6	2,35	355,5	2,38	350,6	2,42	345,8	2,45	341,2	2,48	336,8	2,51
15-16	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	403	1,05	391	1,08	379,7	1,11	369,2	1,14	359,4	1,18	350,2	1,21
16-17	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	376,8	1,63	369,2	1,66	362	1,69	355,1	1,73	348,6	1,76	342,4	1,79
17-18	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	389,7	1,29	380	1,32	370,8	1,35	362,2	1,39	354,1	1,42	346,4	1,45
8-19	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	382,1	1,47	373,6	1,5	365,6	1,54	358,1	1,57	350,9	1,6	344,1	1,63
19-20	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	382,1	1,47	373,6	1,5	365,6	1,54	358,1	1,57	350,9	1,6	344,1	1,63
20-21	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	395,9	1,17	385,1	1,2	375	1,23	365,5	1,26	356,6	1,29	348,3	1,33
21-22	3x95 Al/54.6 Alm	46,44	0	46,44	310,8	1,08	301,7	1,11	293,1	1,14	285,1	1,17	277,6	1,21	270,6	1,24
22-23	3x95 Al/54.6 Alm	57	0	57	285	1,77	279,7	1,8	274,6	1,84	269,7	1,87	265	1,9	260,6	1,94
23-24	3x95 Al/54.6 Alm	45	0	45	315,8	0,99	305,9	1,03	296,6	1,06	288	1,09	279,9	1,12	272,4	1,15

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Th(daN)	F(m)								
1-2	3x150 Al/80 Alm	53,96	0	53,96	336,6	1,81	330,9	1,84	325,5	1,87	320,3	1,9	315,3	1,93
2-3	3x150 Al/80 Alm	64,21	0	64,21	332,4	2,59	328,4	2,63	324,5	2,66	320,7	2,69	317,1	2,72
3-4	3x150 Al/80 Alm	50,18	0	50,18	338,5	1,56	331,9	1,59	325,7	1,62	319,7	1,65	314,1	1,68
4-5	3x150 Al/80 Alm	35	0	35	350,5	0,73	337,6	0,76	325,9	0,79	315,1	0,81	305,2	0,84
5-6	3x150 Al/80 Alm	54,64	0	54,64	336,3	1,86	330,7	1,89	325,4	1,92	320,3	1,95	315,4	1,98
3-7	3x150 Al/80 Alm	41,99	0	41,99	343,8	1,07	334,6	1,1	326	1,13	318	1,16	310,4	1,19
7-8	3x150 Al/80 Alm	45	0	45	341,6	1,24	333,5	1,27	325,9	1,3	318,8	1,33	312	1,36
6-9	3x95 Al/54.6 Alm	63	0	63	253,2	2,43	249,9	2,47	246,7	2,5	243,7	2,53	240,7	2,56
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	65	0	65	252,4	2,6	249,3	2,63	246,3	2,67	243,4	2,7	240,6	2,73
6-11	3x95 Al/54.6 Alm	68	0	68	251,1	2,86	248,3	2,89	245,5	2,93	242,9	2,96	240,3	2,99
8-12	3x150 Al/80 Alm	55,11	0	55,11	336	1,89	330,6	1,92	325,4	1,95	320,3	1,98	315,5	2,01
12-13	3x150 Al/80 Alm	41	0	41	344,6	1,02	335	1,05	326	1,08	317,7	1,11	309,8	1,13
13-14	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	346,6	0,9	335,9	0,93	326	0,96	316,8	0,99	308,3	1,02
14-15	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	332,6	2,55	328,5	2,58	324,5	2,61	320,7	2,64	317	2,67
15-16	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	341,6	1,24	333,5	1,27	325,9	1,3	318,8	1,33	312	1,35
16-17	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	336,5	1,82	330,8	1,85	325,4	1,88	320,2	1,91	315,3	1,94
17-18	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	339,1	1,48	332,3	1,51	325,8	1,54	319,6	1,57	313,7	1,6
8-19	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	337,6	1,67	331,5	1,7	325,6	1,73	320	1,76	314,7	1,79
19-20	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	337,6	1,67	331,5	1,7	325,6	1,73	320	1,76	314,7	1,79
20-21	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	340,4	1,36	332,9	1,39	325,9	1,42	319,2	1,45	313	1,48
21-22	3x95 Al/54.6 Alm	46,44	0	46,44	264	1,27	257,8	1,3	251,9	1,33	246,4	1,36	241,2	1,39
22-23	3x95 Al/54.6 Alm	57	0	57	256,3	1,97	252,3	2	248,3	2,03	244,6	2,06	241	2,09
23-24	3x95 Al/54.6 Alm	45	0	45	265,4	1,18	258,7	1,21	252,5	1,24	246,6	1,27	241,1	1,3

**7. CALCULO DE APOYOS.**

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) 15°C+V			Hipótesis 3ª (Hielo) 0°C+H		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)
1	Fin Línea		45,2	69	596,7	56,8		458,5
2	Angulo	87,8°; apo.3	99,1	196,7	2,4	124,4	34,5	16,2
3	Estrellam.	93°; apo.7	131	531,1		164,5	460,5	45,3
4	Angulo	88°; apo.3	71,3	151,3	2,6	89,5	35,2	57,3
5	Angulo	79,3°; apo.6	75	334,8	3,4	94,2	182,2	65,7
6	Estrellam.	62,2°; apo.9	127,4	308,8		165,2	182,2	21,3
7	Angulo	87,1°; apo.3	72,8	171	0,5	91,4	48,7	10,3
8	Estrellam.	0,1°; apo.19	127,3	510,2		159,8	443,3	23,1
9	Angulo	82,7°; apo.6	79,7	266,4	0,4	105,2	89,9	2,3
10	Fin Línea		40,5	71,8	493,1	53,4		350,3
11	Fin Línea		42,4	75,2	492,4	55,9		347,1
12	Angulo	87,2°; apo.13	80,5	181,6	2,7	101	46,8	38,8
13	Angulo	88,8°; apo.14	66,7	127,2	0,3	83,8	21,2	9,7
14	Angulo	81°; apo.13	85,8	316,5	4,9	107,7	148,6	61
15	Angulo	76,7°; apo.14	91	408,9	3,9	114,3	212	36,9
16	Angulo	62,8°; apo.15	83	659,6	1,6	104,2	429,8	20,3
17	Angulo	83,4°; apo.18	86,4	269,3	1,1	108,5	107,4	11,4
18	Fin Línea		41	62,6	597,7	51,5		469,6
19	Alineación		86,9	133,8		109,1	0,9	
20	Angulo	88,3°; apo.19	82,8	162,5	1	103,9	28,3	12,1
21	Angulo	89,1°; apo.22	68,2	128,7	101,6	87,5	13,7	92
22	Angulo	89,5°; apo.21	64,3	123,1	1,8	84,9	6,8	22
23	Angulo	88,4°; apo.22	63,4	139,4	2	83,7	20,3	26
24	Fin Línea		28	49,6	496,7	36,9		387

## 8. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)
1	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	800	800
2	Angulo	Chapa met. circ.	N	175,6°	7	250	700
3	Estrellam.	Chapa met. circ.	N		7	630	750
4	Angulo	Chapa met. circ.	N	175,9°	7	160	500
5	Angulo	Chapa met. circ.	N	158,6°	7	400	700
6	Estrellam.	Chapa met. circ.	N		7	400	700
7	Angulo	Chapa met. circ.	N	174,3°	7	250	700
8	Estrellam.	Chapa met. circ.	N		7	630	750
9	Angulo	Chapa met. circ.	N	165,3°	7	400	700
10	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750
11	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750
12	Angulo	Chapa met. circ.	N	174,4°	7	250	700
13	Angulo	Chapa met. circ.	N	177,6°	7	160	500
14	Angulo	Chapa met. circ.	N	162°	7	400	700
15	Angulo	Chapa met. circ.	N	153,5°	7	630	750
16	Angulo	Chapa met. circ.	N	125,5°	7	800	800
17	Angulo	Chapa met. circ.	N	166,7°	7	400	700
18	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	800	800
19	Alineación	Chapa met. circ.	N		7	160	500
20	Angulo	Chapa met. circ.	N	176,5°	7	250	700
21	Angulo	Chapa met. circ.	N	178,2°	7	250	700
22	Angulo	Chapa met. circ.	N	179°	7	160	500
23	Angulo	Chapa met. circ.	N	176,9°	7	160	500
24	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750

## 9. CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)	Coefic. Comp. (daN/m³)	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
2	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
3	Est.rel.lam.	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
4	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
5	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
6	Est.rel.lam.	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
7	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
8	Est.rel.lam.	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
9	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
10	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
11	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
12	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
13	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
14	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
15	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
16	Angulo	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
17	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
18	Fin Línea	800	7	5.600	134	3,19	427	6.027	10	0,6	1,85	10.118,06
19	Alineación	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
20	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
21	Angulo	250	7	1.750	79,6	3,12	248,7	1.998,7	10	0,45	1,5	3.346,34
22	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
23	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
24	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66

### 10. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. 0°C (daN)
1	Fin Línea	45,2
2	Angulo	99
3	Estrellam.	130,9
4	Angulo	71,2
5	Angulo	75
6	Estrellam.	127,3
7	Angulo	72,7
8	Estrellam.	127,2
9	Angulo	79,6
10	Fin Línea	40,4
11	Fin Línea	42,3
12	Angulo	80,4
13	Angulo	66,6
14	Angulo	85,7
15	Angulo	90,9
16	Angulo	82,9
17	Angulo	86,3
18	Fin Línea	41
19	Alineación	86,8
20	Angulo	82,7
21	Angulo	68,1
22	Angulo	64,3
23	Angulo	63,4
24	Fin Línea	27,9

### 11. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima		
					15°C+V F(m)	0°C+V/3 F(m)	0°C+H F(m)
1-2	3x150 Al/80 Alm	53,96	0	53,96	1,86		1,67
2-3	3x150 Al/80 Alm	64,21	0	64,21	2,65		2,45
3-4	3x150 Al/80 Alm	50,18	0	50,18	1,61		1,42
4-5	3x150 Al/80 Alm	35	0	35	0,78		0,61
5-6	3x150 Al/80 Alm	54,64	0	54,64	1,91		1,72
3-7	3x150 Al/80 Alm	41,99	0	41,99	1,12		0,94
7-8	3x150 Al/80 Alm	45	0	45	1,29		1,11
6-9	3x95 Al/54.6 Alm	63	0	63	2,54		2,31
9-10	3x95 Al/54.6 Alm	65	0	65	2,71		2,47
6-11	3x95 Al/54.6 Alm	68	0	68	2,97		2,73
8-12	3x150 Al/80 Alm	55,11	0	55,11	1,94		1,75
12-13	3x150 Al/80 Alm	41	0	41	1,07		0,89
13-14	3x150 Al/80 Alm	38,73	0	38,73	0,95		0,78
14-15	3x150 Al/80 Alm	63,62	0	63,62	2,6		2,4
15-16	3x150 Al/80 Alm	44,97	0	44,97	1,29		1,1
16-17	3x150 Al/80 Alm	54,15	0	54,15	1,88		1,68
17-18	3x150 Al/80 Alm	49	0	49	1,53		1,34
8-19	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	1,72		1,53
19-20	3x150 Al/80 Alm	51,86	0	51,86	1,72		1,53
20-21	3x150 Al/80 Alm	47	0	47	1,41		1,22
21-22	3x95 Al/54.6 Alm	46,44	0	46,44	1,37		1,15
22-23	3x95 Al/54.6 Alm	57	0	57	2,08		1,85
23-24	3x95 Al/54.6 Alm	45	0	45	1,29		1,07

## Línea Baja Tensión 4

### **2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.**

Tensión de la línea: 0,4 kV.  
Velocidad del viento: 120 km/h.  
Zonas: B.

#### CONDUCTOR.

Denominación: 3x95 Al/54.6 Alm.  
Sección Fiador: 54.6 mm<sup>2</sup> .  
Diámetro haz: 44 mm.  
Carga de Rotura Fiador: 1660 daN.  
Módulo de elasticidad: 6200 daN/mm<sup>2</sup> .  
Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \cdot 10^{-6}$  .  
Peso propio: 1.24 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de viento: 2,525 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga con un tercio del viento: 1,441 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,638 daN/m.  
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 2,036 daN/m.

### **3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.**

#### 3.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst = 4 m.

**5. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima			Hipótesis de Flecha Máxima							
					15°C+V Toh(daN)	0°C+V/3 Toh(daN)	0°C+H Toh(daN)	15°C+V		0°C+V/3		0°C+H		50°C	
								Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	45,16	0	45,16	496,7		386,6	496,7	1,3			386,6	1,08	241,1	1,31
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	38,53	0	38,53	497,6		409,8	497,6	0,94			409,8	0,74	240,8	0,96
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	38,09	0	38,09	497,6		411,6	497,6	0,92			411,6	0,72	240,8	0,93
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	55,32	0	55,32	495		363,8	495	1,96			363,8	1,72	241,1	1,97
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	47,3	0	47,3	496,4		380,7	496,4	1,42			380,7	1,2	241,2	1,44
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	48	0	48	496,2		378,9	496,2	1,47			378,9	1,25	241,2	1,48

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Flecha Mínima		Hipót. de Cálculo de Apoyos		
					15°C F(m)	0°C F(m)	15°C+V Th(daN)	0°C+V/3 Th(daN)	0°C+H Th(daN)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	45,16	0	45,16	1,1	1	496,7		386,6
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	38,53	0	38,53	0,76	0,67	497,6		409,8
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	38,09	0	38,09	0,73	0,65	497,6		411,6
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	55,32	0	55,32	1,75	1,65	495		363,8
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	47,3	0	47,3	1,22	1,13	496,4		380,7
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	48	0	48	1,27	1,17	496,2		378,9

**6. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.**

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					Th(daN)	F(m)										
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	45,16	0	45,16	315,3	1	305,4	1,04	296,3	1,07	287,7	1,1	279,7	1,13	272,2	1,16
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	38,53	0	38,53	345,3	0,67	330,7	0,7	317,3	0,73	304,9	0,76	293,4	0,78	282,9	0,81
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	38,09	0	38,09	347,8	0,65	332,8	0,68	318,9	0,71	306,2	0,73	294,5	0,76	283,7	0,79
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	55,32	0	55,32	288,1	1,65	282,3	1,68	276,8	1,72	271,6	1,75	266,6	1,78	261,8	1,81
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	47,3	0	47,3	308,1	1,13	299,3	1,16	291,2	1,19	283,5	1,22	276,3	1,26	269,6	1,29
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	48	0	48	305,8	1,17	297,4	1,2	289,6	1,23	282,2	1,27	275,3	1,3	268,7	1,33

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Th(daN)	F(m)								
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	45,16	0	45,16	265,2	1,19	258,6	1,22	252,5	1,25	246,6	1,28	241,1	1,31
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	38,53	0	38,53	273,2	0,84	264,1	0,87	255,8	0,9	248	0,93	240,8	0,96
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	38,09	0	38,09	273,8	0,82	264,5	0,85	256	0,88	248,1	0,91	240,8	0,93
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	55,32	0	55,32	257,3	1,85	253	1,88	248,8	1,91	244,9	1,94	241,1	1,97
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	47,3	0	47,3	263,2	1,32	257,2	1,35	251,6	1,38	246,3	1,41	241,2	1,44
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	48	0	48	262,6	1,36	256,8	1,39	251,3	1,42	246,1	1,45	241,2	1,48

## 7. CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.a.	Hipótesis 1ª (Viento) 15°C+V			Hipótesis 3ª (Hielo) 0°C+H		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)
1	Fin Línea		28,1	49,8	496,7	37		386,6
2	Angulo	70,6°; apo.3	52	417,4	0,8	68,6	264,6	21,9
3	Angulo	74,1°; apo.4	47,6	354,6		62,8	225,7	1,8
4	Angulo	79°; apo.5	58,1	290,7	2,6	76,7	148,1	46,9
5	Angulo	88,1°; apo.6	63,8	146,8	1,4	84,2	25,3	17
6	Angulo	88,5°; apo.7	59,2	131,1	0,2	78,2	20	1,9
7	Fin Línea		29,8	52,9	496,2	39,4		378,9

## 8. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Secur.	Angulo gr.sex.a.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)
1	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750
2	Angulo	Chapa met. circ.	N	141,2°	7	630	750
3	Angulo	Chapa met. circ.	N	148,1°	7	400	700
4	Angulo	Chapa met. circ.	N	158°	7	400	700
5	Angulo	Chapa met. circ.	N	176,1°	7	160	500
6	Angulo	Chapa met. circ.	N	177°	7	160	500
7	Fin Línea	Chapa met. circ.	N		7	630	750

## 9. CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)	Coefic. Comp. (daN/m³)	Ancho Cimen. (m)	Alto Cimen. (m)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
2	Angulo	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66
3	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
4	Angulo	400	7	2.800	107,1	3,11	332,7	3.132,7	10	0,54	1,6	5.200,8
5	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
6	Angulo	160	7	1.120	72,8	3,2	232,7	1.352,7	10	0,41	1,4	2.269,98
7	Fin Línea	630	7	4.410	107,1	3,11	332,7	4.742,7	10	0,52	1,8	7.871,66

## 10. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. 0°C (daN)
1	Fin Línea	28
2	Angulo	51,9
3	Angulo	47,5
4	Angulo	58
5	Angulo	63,8
6	Angulo	59,2
7	Fin Línea	29,8

## 11. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima		
					15°C+V F(m)	0°C+V/3 F(m)	0°C+H F(m)
1-2	3x95 Al/54.6 Alm	45,16	0	45,16	1,3		1,08
2-3	3x95 Al/54.6 Alm	38,53	0	38,53	0,94		0,74
3-4	3x95 Al/54.6 Alm	38,09	0	38,09	0,92		0,72
4-5	3x95 Al/54.6 Alm	55,32	0	55,32	1,96		1,72
5-6	3x95 Al/54.6 Alm	47,3	0	47,3	1,42		1,2
6-7	3x95 Al/54.6 Alm	48	0	48	1,47		1,25

## ANEXO 12: MEDICIONES RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

### Línea Baja Tensión 1

#### MEDICION DE CONDUCTORES

<u>Designación(mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Metal</u>	<u>Tipo</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>
3x95 Al/54.6 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	326.69
3x150 Al/80 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	617.96

#### MEDICION DE APOYOS

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Util</u>	<u>Altura Total</u>	<u>Total(ud.)</u>
Chapa met.circ.	630	7	5
Chapa met.circ.	250	7	7
Chapa met.circ.	160	7	2
Chapa met.circ.	800	7	4
Chapa met.circ.	400	7	2

#### MEDICION DE CIMENTACIONES

##### EXCAVACION

<u>Apoyo</u>	<u>Excav.Pozo(m<sup>3</sup>)</u>
1	0.49
2	0.49
3	0.31
4	0.31
5	0.49
6	0.49
8	0.23
9	0.66
10	0.47
13	0.31
14	0.49
15	0.47
16	0.66
17	0.31
18	0.31
19	0.66
19	0.31
19	0.66
19	0.31
20	0.23

HORMIGON

<u>Apoyo</u>	<u>Vol.Horm.(m³)</u>
1	0.57
2	0.57
3	0.37
4	0.37
5	0.57
6	0.57
8	0.28
9	0.76
10	0.55
13	0.37
14	0.57
15	0.55
16	0.76
17	0.37
18	0.37
19	0.76
19	0.37
19	0.76
19	0.37
20	0.28

**Línea Baja Tensión 2**

**MEDICION DE CONDUCTORES**

<u>Designación(mm²)</u>	<u>Metal</u>	<u>Tipo</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>
3x95 Al/54.6 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	624.89

**MEDICION DE APOYOS**

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Util</u>	<u>Altura Total</u>	<u>Total(ud.)</u>
Chapa met.circ.	630	7	9
Chapa met.circ.	160	7	4
Chapa met.circ.	250	7	1

**MEDICION DE CIMENTACIONES**

EXCAVACION

<u>Apoyo</u>	<u>Excav.Pozo(m³)</u>
1	0.49
2	0.49
3	0.23
4	0.49
5	0.23
6	0.23
7	0.23
8	0.49
9	0.49
10	0.31
11	0.49
12	0.49
13	0.49
14	0.49

### HORMIGON

<u>Apoyo</u>	<u>Vol.Horm.(m<sup>3</sup>)</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
1	0.57		
2	0.57		
3	0.28		
4	0.57		
5	0.28		
6	0.28		
7	0.28		
8	0.57		
9	0.57		
10	0.37		
11	0.57		
12	0.57		
13	0.57		
14	0.57		

### Línea Baja Tensión 3

#### MEDICION DE CONDUCTORES

<u>Designación(mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Metal</u>	<u>Tipo</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>
3x150 Al/80 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	844.38
3x95 Al/54.6 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	345.57

#### MEDICION DE APOYOS

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Util</u>	<u>Altura Total</u>	<u>Total(ud.)</u>
Chapa met.circ.	800	7	3
Chapa met.circ.	250	7	5
Chapa met.circ.	630	7	6
Chapa met.circ.	160	7	5
Chapa met.circ.	400	7	5

## MEDICION DE CIMENTACIONES

### EXCAVACION

<u>Apoyo</u>	<u>Excav.Pozo(m³)</u>
1	0.66
2	0.31
3	0.49
4	0.23
5	0.47
6	0.47
7	0.31
8	0.49
9	0.47
10	0.49
11	0.49
12	0.31
13	0.23
14	0.47
15	0.49
16	0.66
17	0.47
18	0.66
19	0.23
20	0.31
21	0.31
22	0.23
23	0.23
24	0.49

### HORMIGON

<u>Apoyo</u>	<u>Vol.Horm.(m³)</u>
1	0.76
2	0.37
3	0.57
4	0.28
5	0.55
6	0.55
7	0.37
8	0.57
9	0.55
10	0.57
11	0.57
12	0.37
13	0.28
14	0.55
15	0.57
16	0.76
17	0.55
18	0.76
19	0.28
20	0.37
21	0.37
22	0.28
23	0.28
24	0.57

## Línea Baja Tensión 4

### MEDICION DE CONDUCTORES

<u>Designación(mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Metal</u>	<u>Tipo</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>
3x95 Al/54.6 Alm	Al	Trenza. Auto.	Tetrapolar	272.89

### MEDICION DE APOYOS

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Util</u>	<u>Altura Total</u>	<u>Total(ud.)</u>
Chapa met.circ.	630	7	3
Chapa met.circ.	400	7	2
Chapa met.circ.	160	7	2

### MEDICION DE CIMENTACIONES

#### EXCAVACION

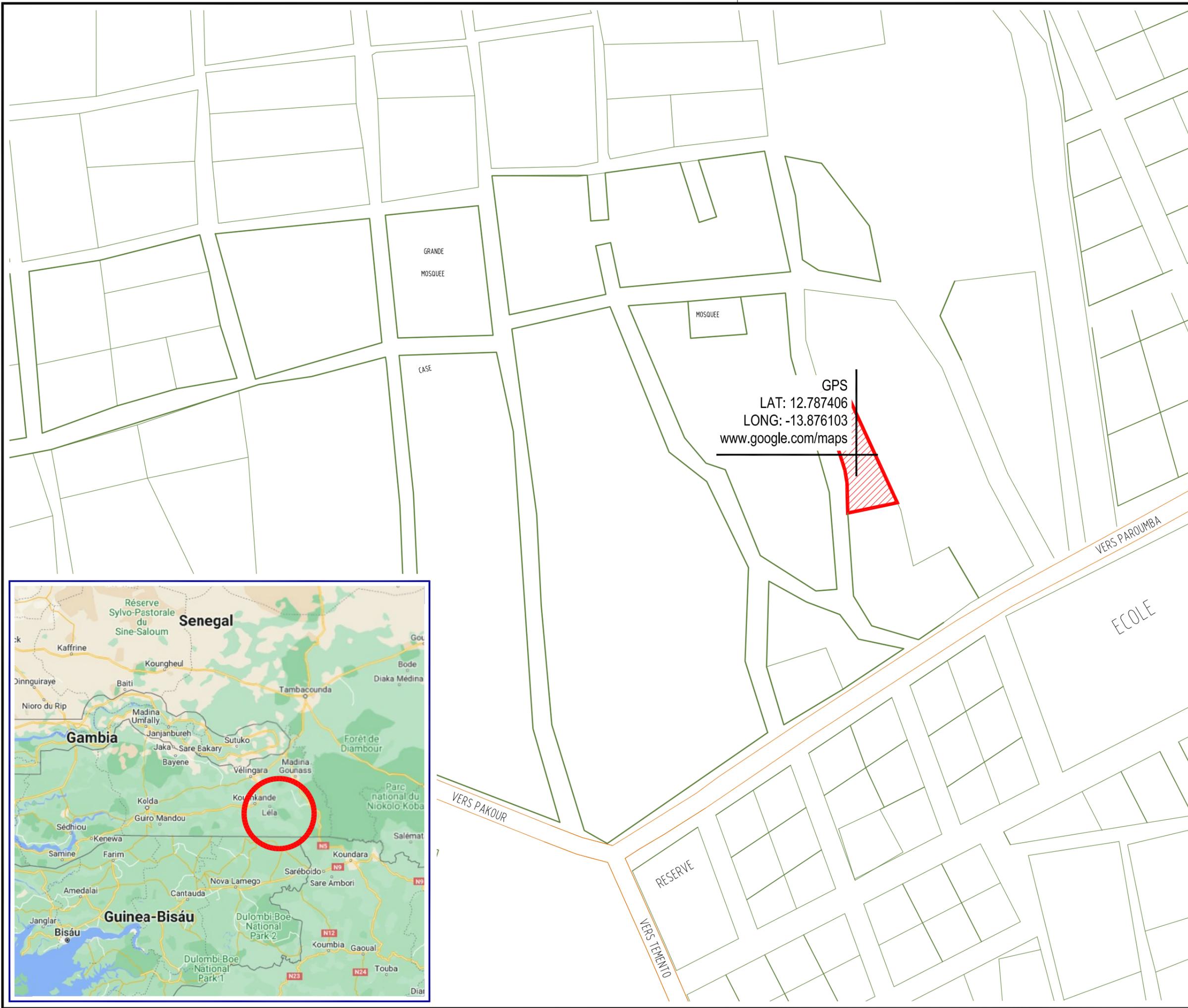
<u>Apoyo</u>	<u>Excav.Pozo(m<sup>3</sup>)</u>
1	0.49
2	0.49
3	0.47
4	0.47
5	0.23
6	0.23
7	0.49

#### HORMIGON

<u>Apoyo</u>	<u>Vol.Horm.(m<sup>3</sup>)</u>
1	0.57
2	0.57
3	0.55
4	0.55
5	0.28
6	0.28
7	0.57



**ANEXO 13: PLANOS**



www.aecagroup.co.23004708  
 Av. Barcelona, nº 219 (Local) | 08222 | Terrassa | 08192 | Spain  
 Tel: (+34) 93 731 26 06 | Fax: (+34) 93 785 42 35 | info@aecagroup.com

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN: Diatamine Safere y Daharatou  
SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 01_pfv_v0_se_sgl.dwg

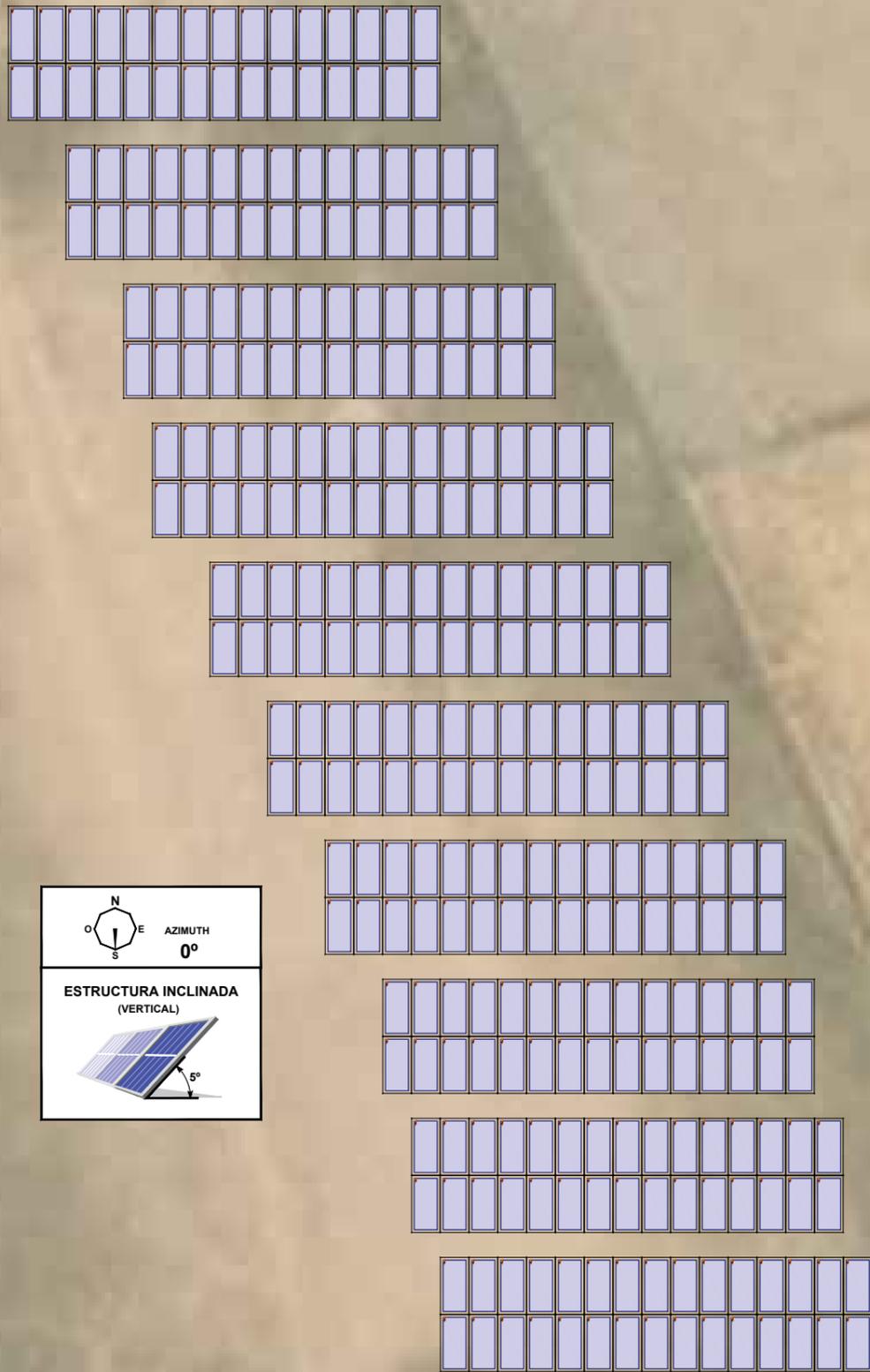


FECHA CREACIÓN: 12/04/2023  
 FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 12/04/2023

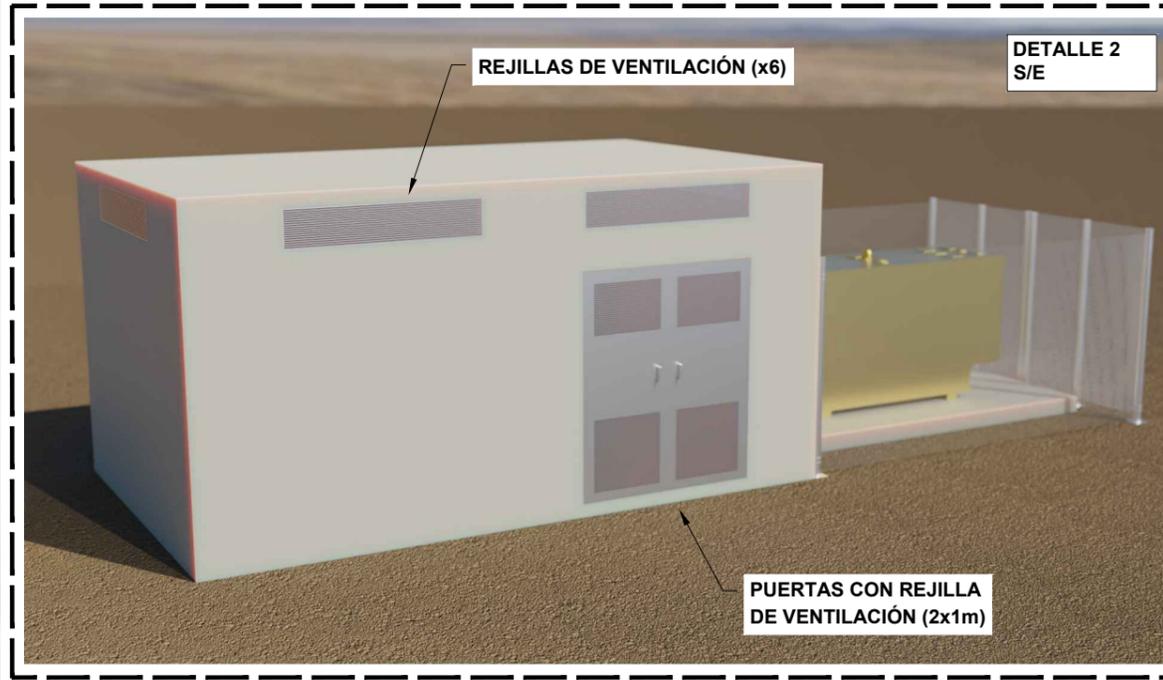
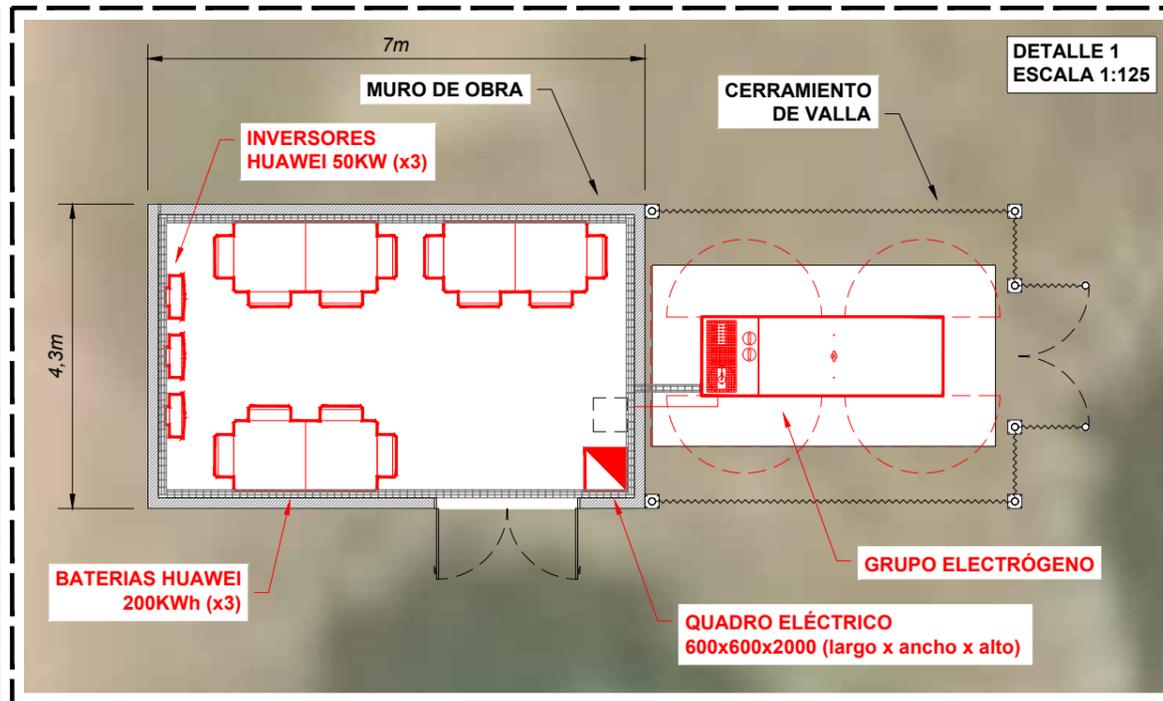
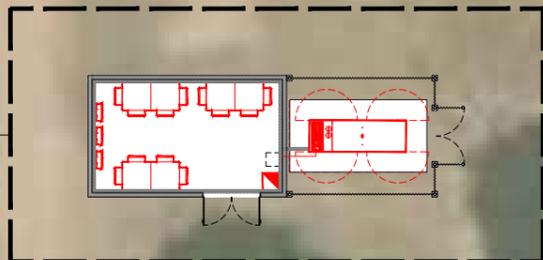


FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TÉCNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:2000  
 PLANO Nº: 01 de 01  
 ORIENTACIÓN:  
  
 COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.787406  
 LONG: -13.876103  
 www.google.com/maps



EDIFICIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS (DETALLES 1-2)



DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ		
Panells (u.)	308	Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570	
Potència Total (kWp)	175.560	
Superfície (m²)	794.24	

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:

PLANTA GENERAL

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 02_pfv_v0_pg_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 14/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 14/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:

ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:250

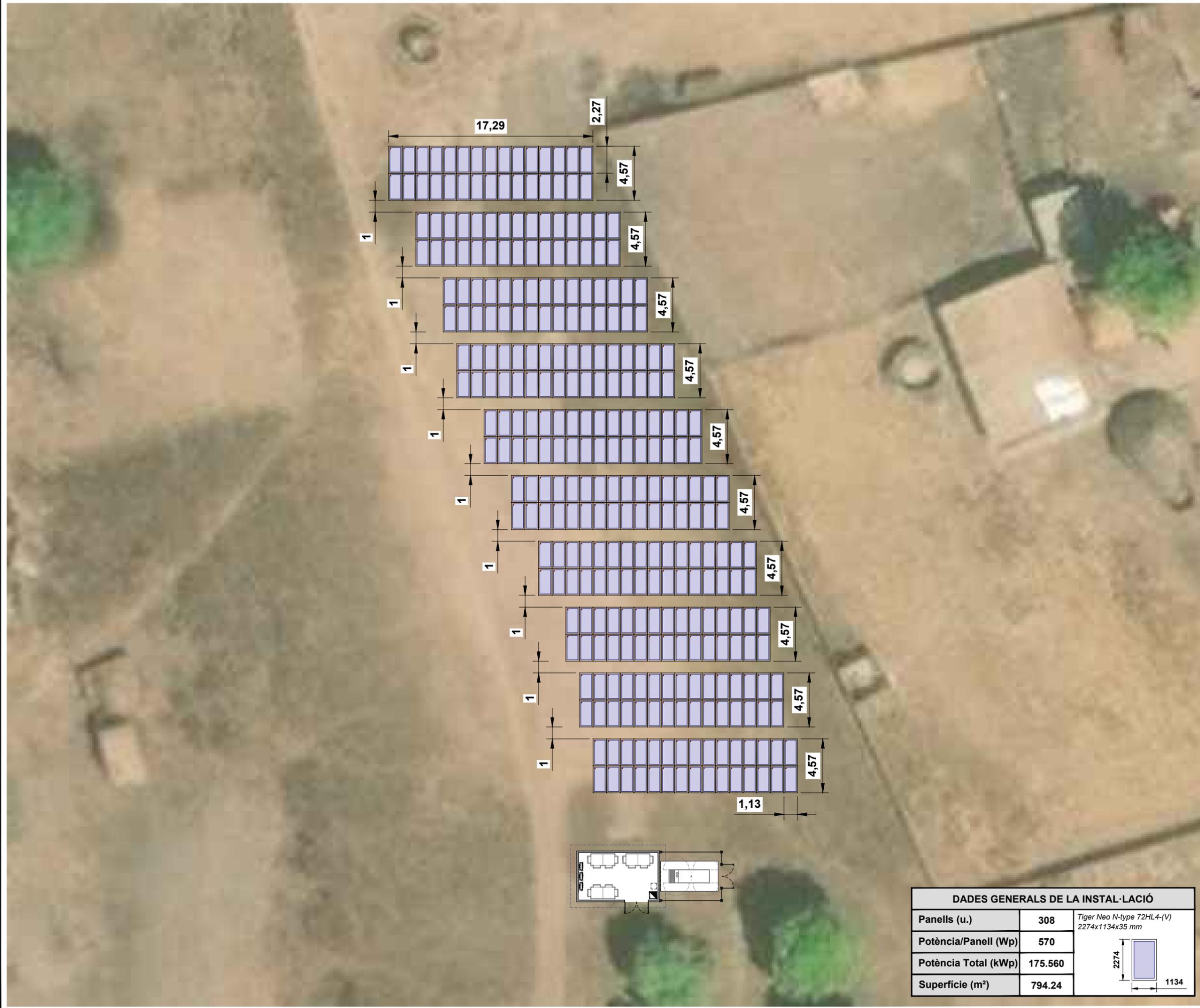
ORIENTACIÓN:

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87613  
 www.google.com/maps

PLANO 01 de 01

PLANO Nº:

2



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatu  
SENEGAL

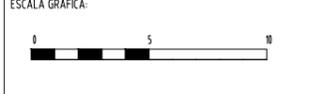
TÍTULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
FOTOVOLTAICA - DIMENSIONES GENERALES

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:  
  
ROBERT ALIANA NICOLAU  
INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ		
Panells (u.)	308	Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570	
Potència Total (kWp)	175.560	
Superfície (m²)	794.24	

ESCALA: 1:300	PLANO 01 de 13
ORIENTACIÓ: 	PLANO Nº: <b>3.1</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87618 www.google.com/maps	

XX Paneles/Serie

Polo de extremo de serie

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - CONEXIÓN DE SERIES

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg

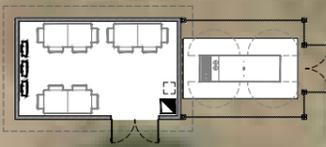
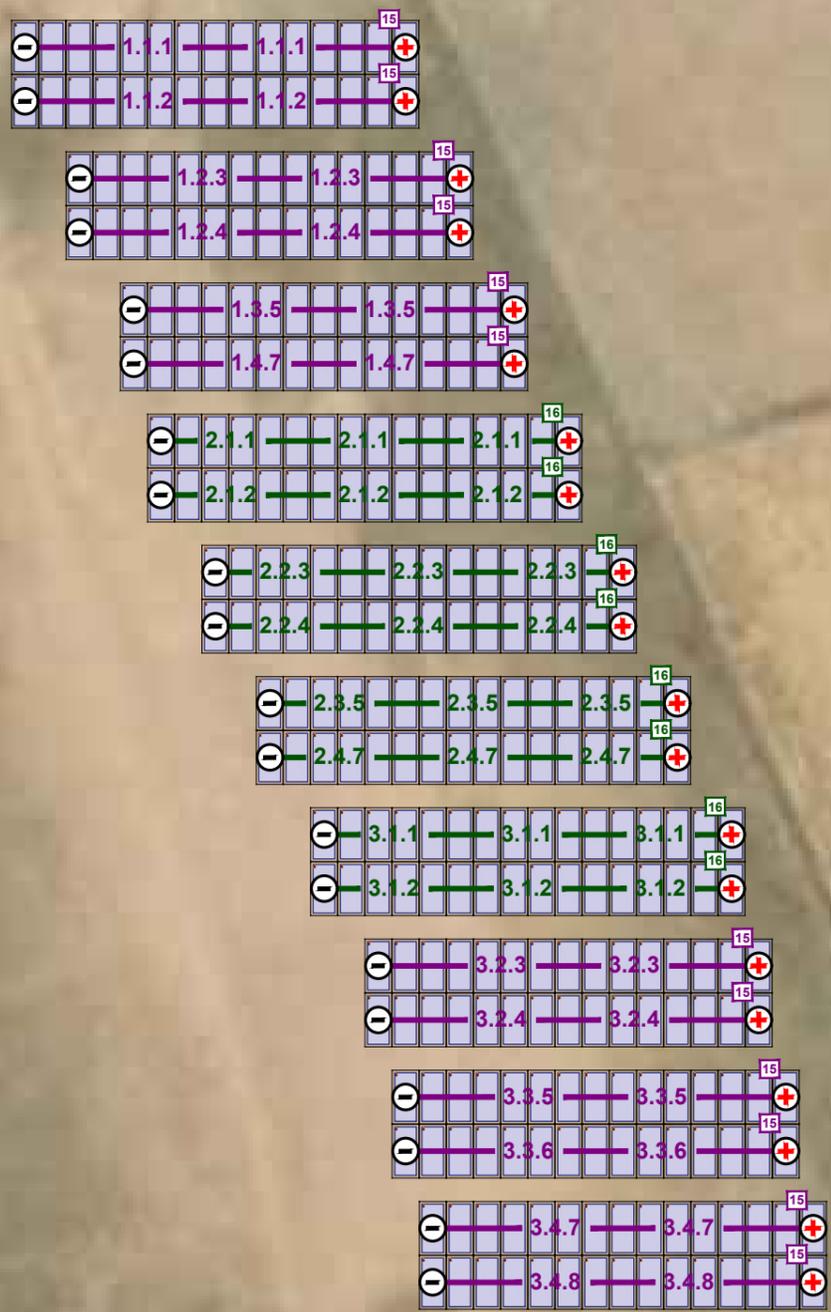


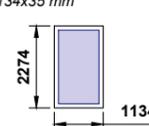
FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:300	PLANO 02 de 13
ORIENTACIÓN: 	PLANO Nº: <b>3.2</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87613 www.google.com/maps	



DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ		
Panells (u.)	308	Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570	
Potència Total (kWp)	175.560	
Superfície (m²)	794.24	

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

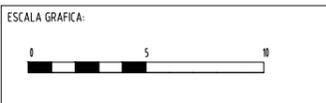
TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - ESTRUCTURA

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg

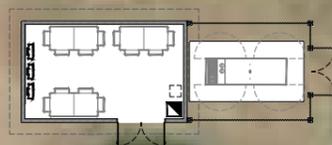
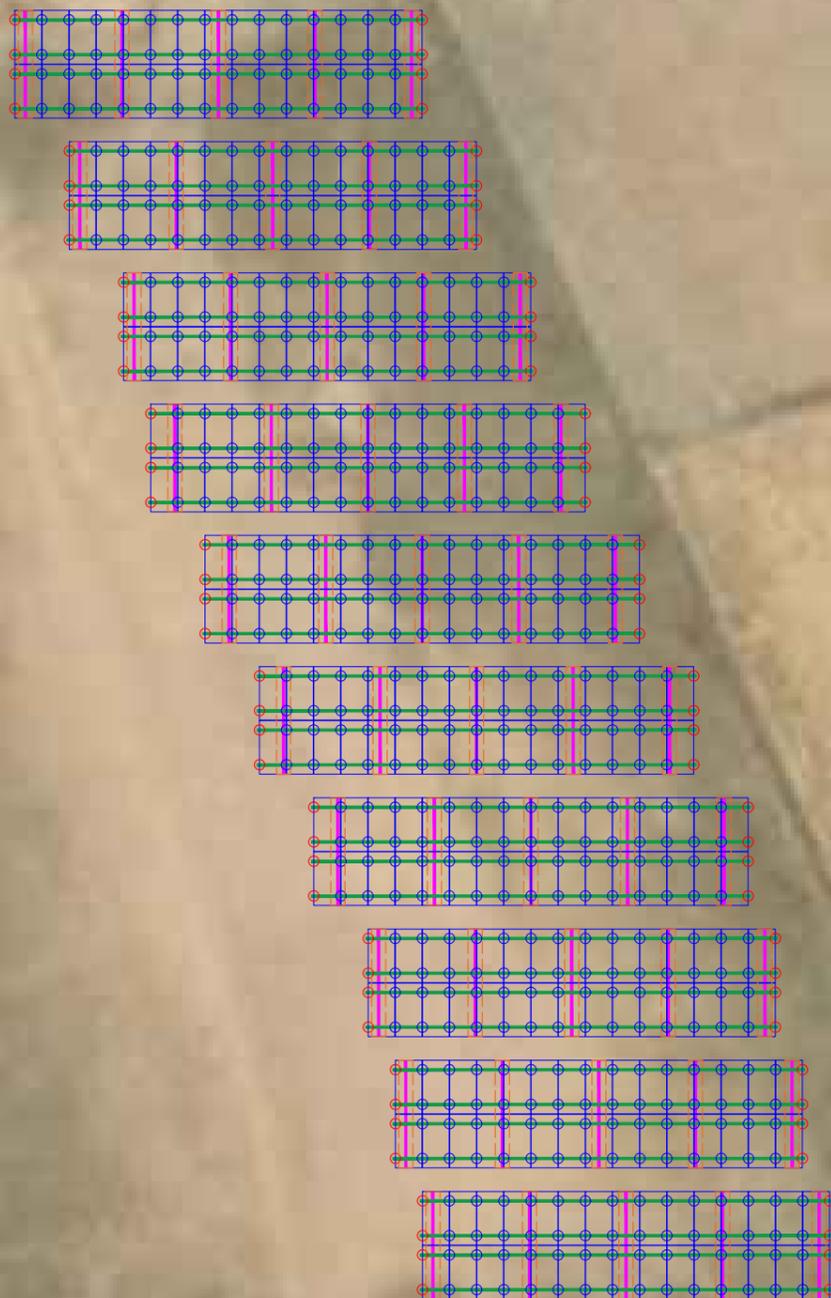


FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

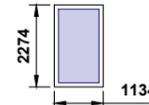
ESCALA: 1:300	PLANO 03 de 13
ORIENTACIÓN: 	PLANO Nº: <b>3.3</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.787416 LONG: -13.876183 www.google.com/maps	

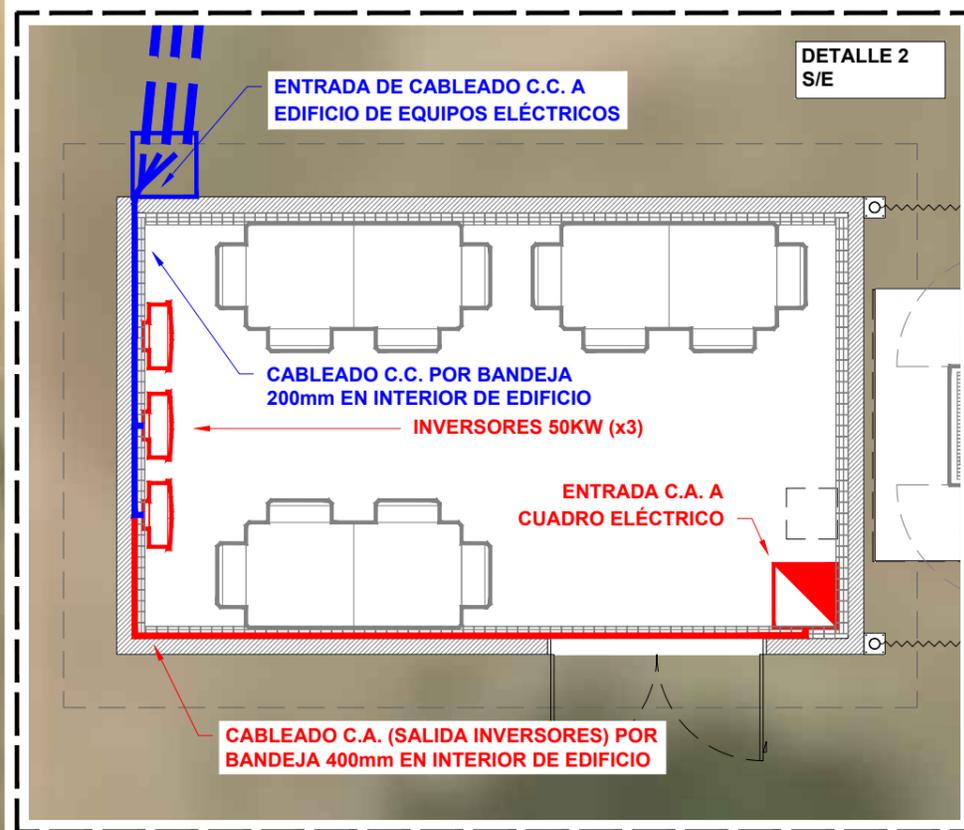
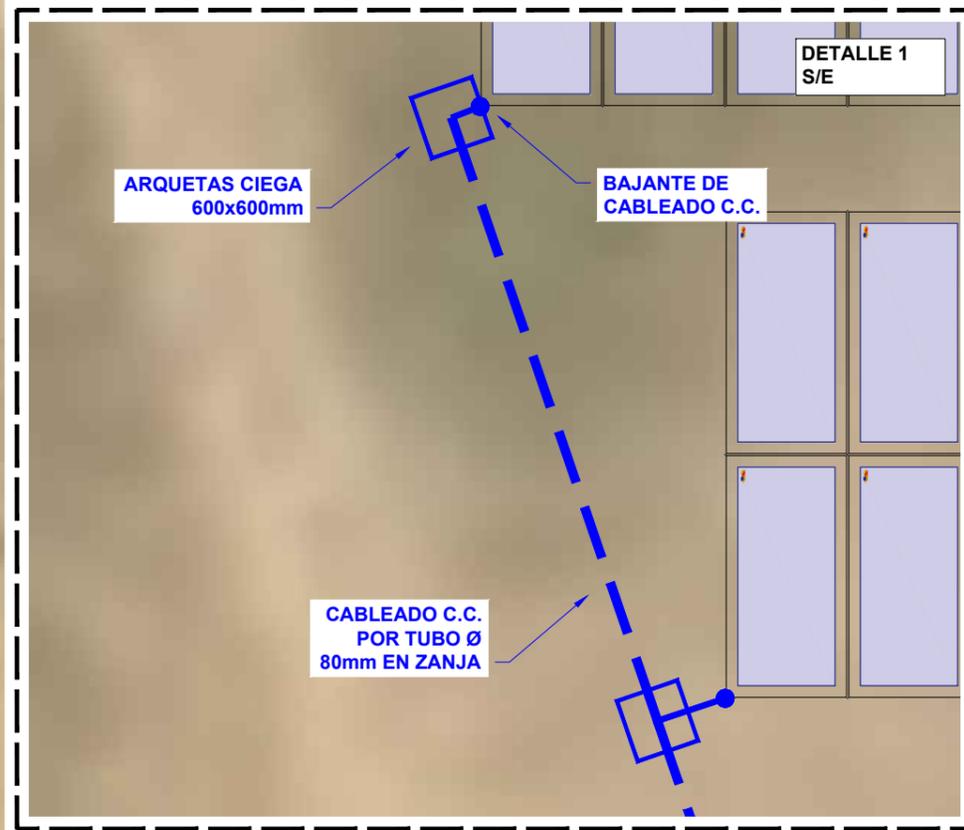
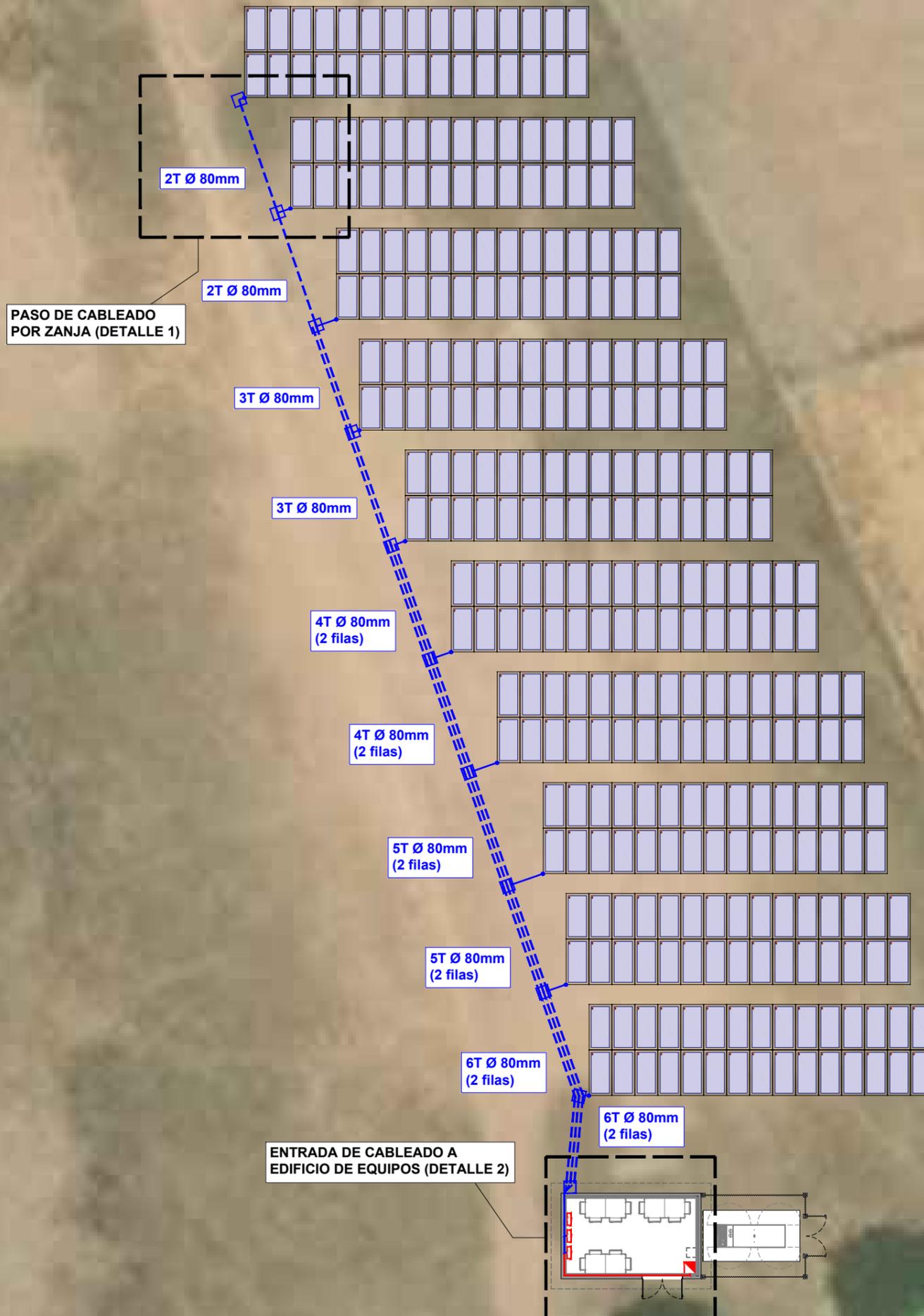


**SIMBOLOGIA**

	PERFIL LONGITUDINAL
	PERFIL TRANSVERSAL
	CIMENTACIÓN
	GRAPA FINAL
	GRAPA CENTRAL

**DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ**

Panells (u.)	308	Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570	
Potència Total (kWp)	175.560	
Superfície (m²)	794.24	



DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ		
Panells (u.)	308	Tiger Neo N-type 72HL4-(V) 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570	
Potència Total (kWp)	175.560	
Superfície (m²)	794.24	

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓ:  
Diatamine Safere y Daharatou  
SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
FOTOVOLTAICA - RECORRIDO DE CABLEADO

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓ: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓ: 19/04/2023
------------------------------	---

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TÈCNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:250	PLANO 04 de 13
ORIENTACIÓ: 	PLANO Nº: <b>3.4</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87613 www.google.com/maps	

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:

FOTOVOLTAICA - SIMULACIÓN

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:



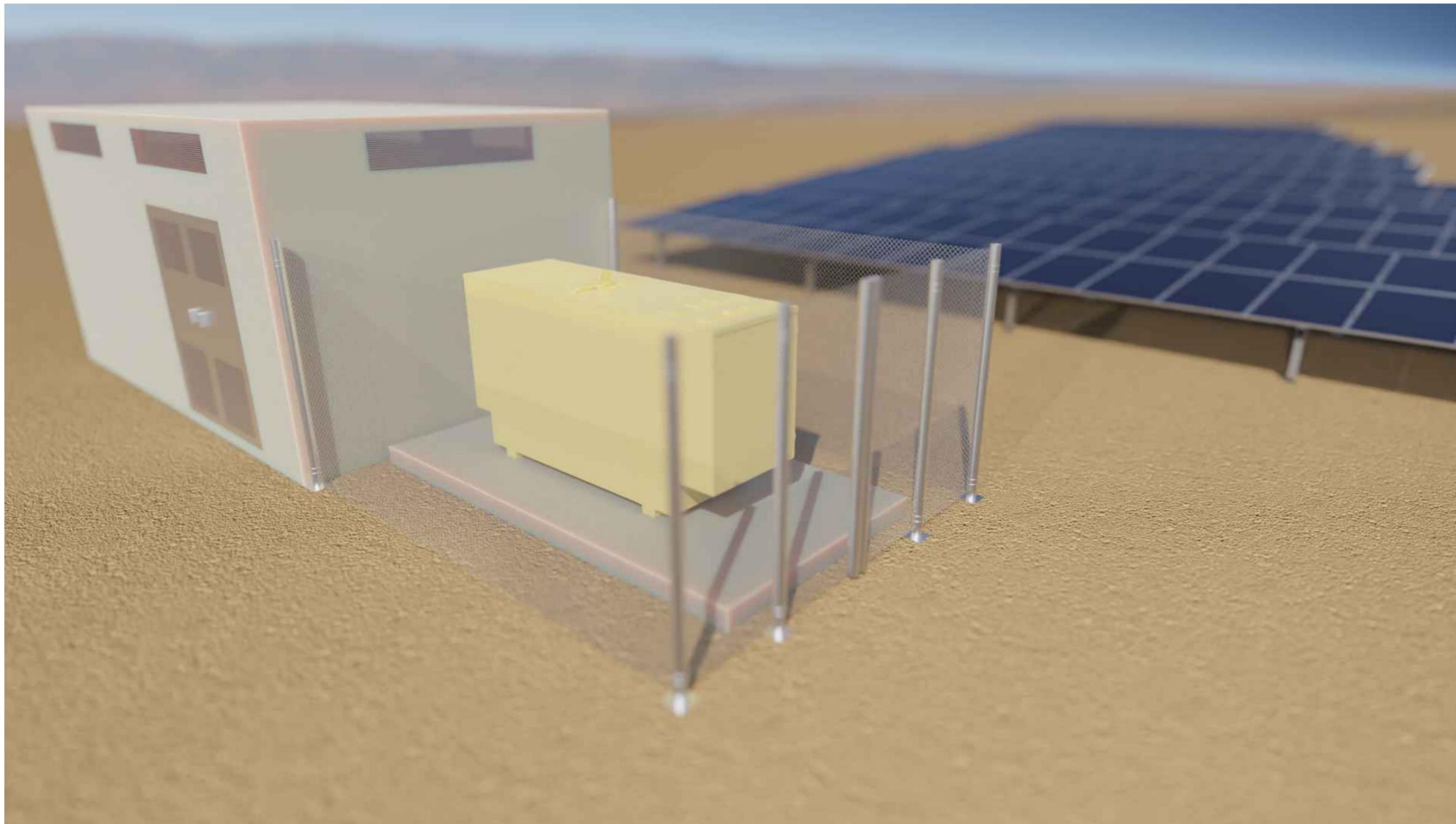
ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: S/E PLANO 05 de 13

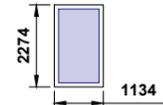
ORIENTACIÓN: PLANO Nº:

3.5

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87613  
 www.google.com/maps



DADES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ	
Panells (u.)	308 <i>Tiger Neo N-type 72HL4-(V)</i> 2274x1134x35 mm
Potència/Panell (Wp)	570
Potència Total (kWp)	175.560
Superfície (m²)	794.24



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - DETALLE DE ESTRUCTURA

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

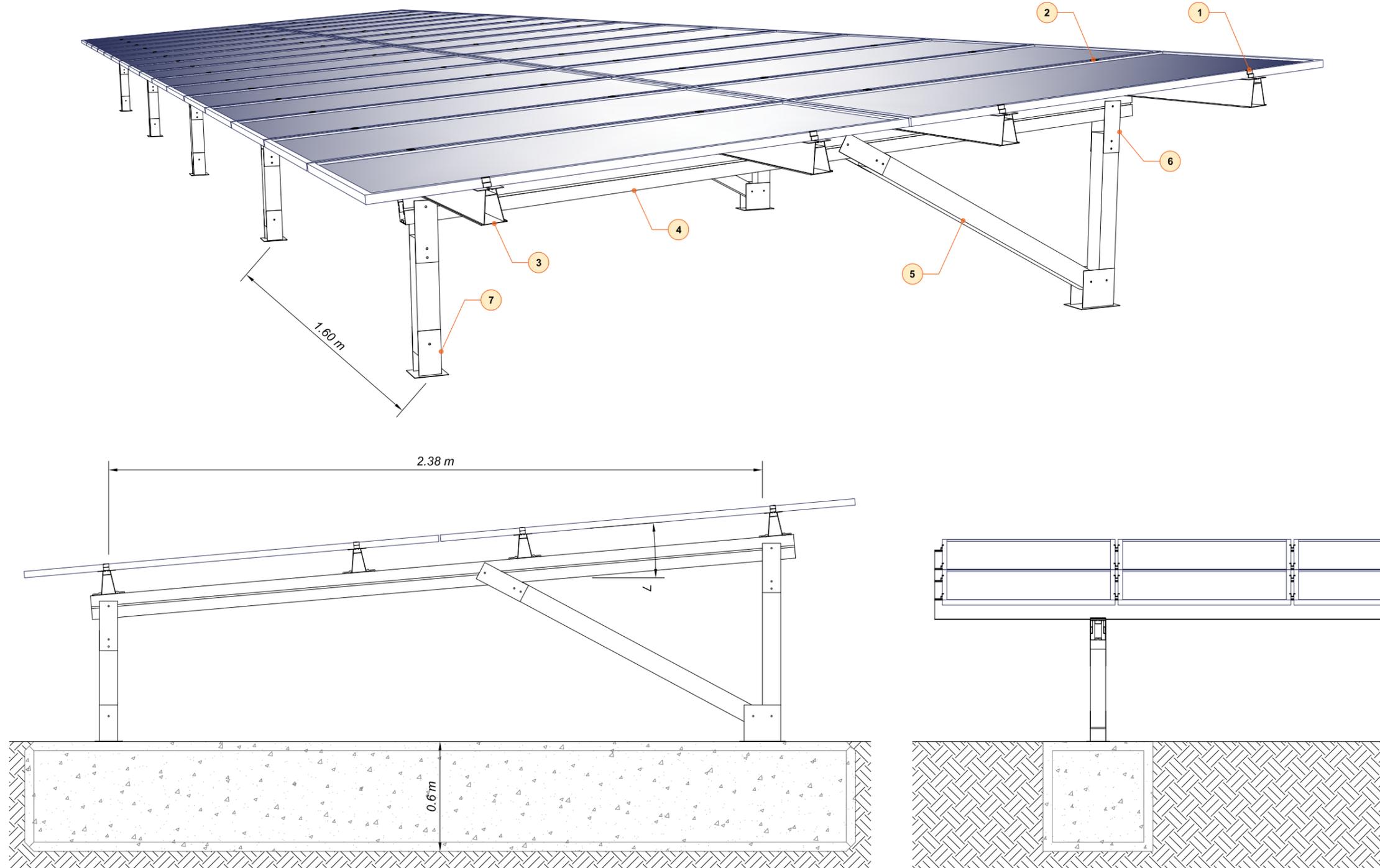
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: S/E	PLANO 06 de 13
----------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

3.6

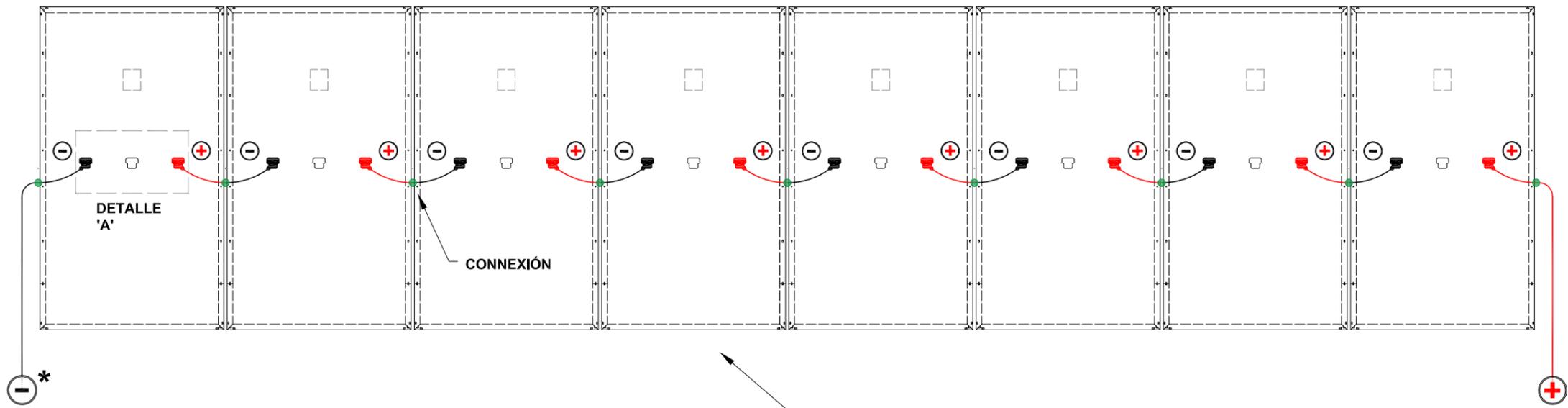
COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.787416  
 LONG: -13.876193  
 www.google.com/maps



- DESPIECE**
- 1 - Grapa de unión final
  - 2 - Grapa de unión intermedia
  - 3 - Perfil de aluminio longitudinal PCS3.5
  - 4 - Perfil de aluminio transversal PCS\_CM-3.2
  - 5 - Perfiles de aluminio cuadrados (soportes)
  - 6 - Anclajes entre perfiles
  - 7 - Anclajes a cimentaciones

DETALLE DE INTERCONEXIÓN (MÉTODO ESTÁNDAR)

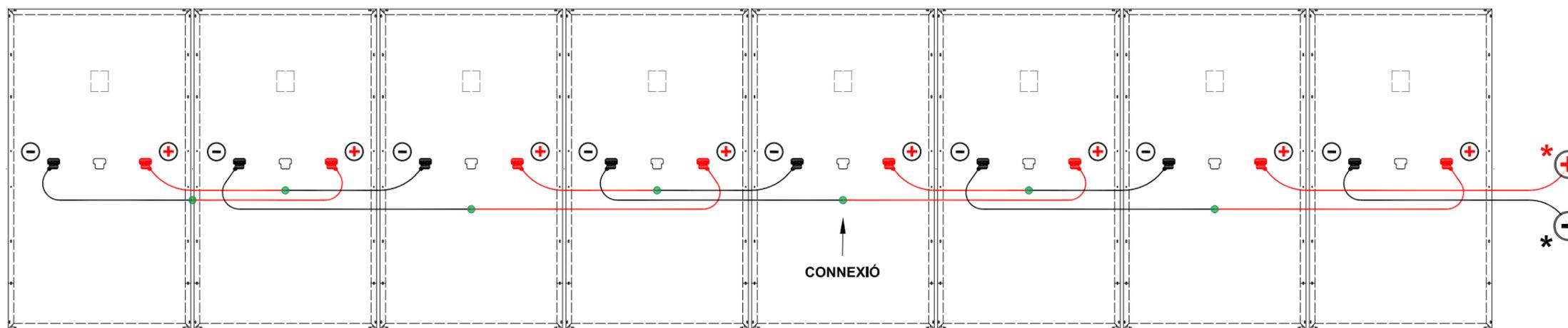
ESCALA 1:30



PANELES FOTOVOLTAICOS

DETALLE DE INTERCONEXIÓN (MÉTODO ESCALONADO)

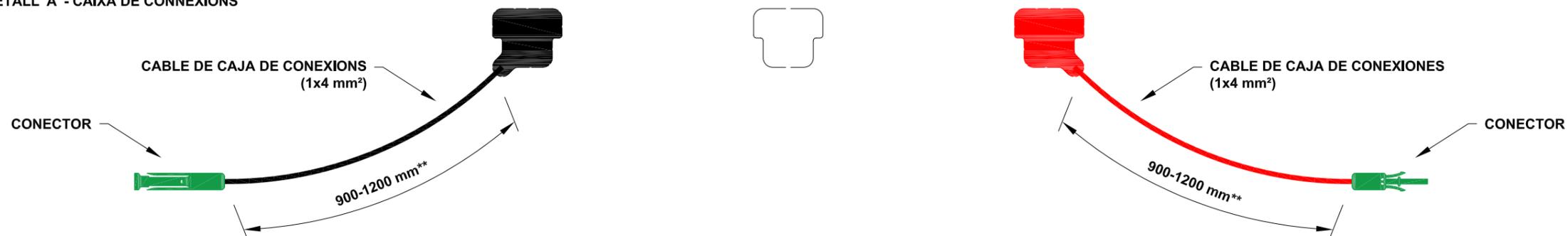
ESCALA 1:30



\* POLO NEGATIVO DE EXTREMO DE SERIE, PENDIENTE DE CONECTAR A INVERSOR.

\* POLO POSITIVO DE EXTREMO DE SERIE, PENDIENTE DE CONECTAR A INVERSOR.

DETALL 'A' - CAIXA DE CONEXIONS



\*\* EL LARGO DEL CABLE DE CONEXIONES VARIARÁ EN FUNCIÓN DEL TIPO DE PANEL.

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE  
 UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE  
 DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - DETALLE DE CONEXIÓN DE SERIES

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

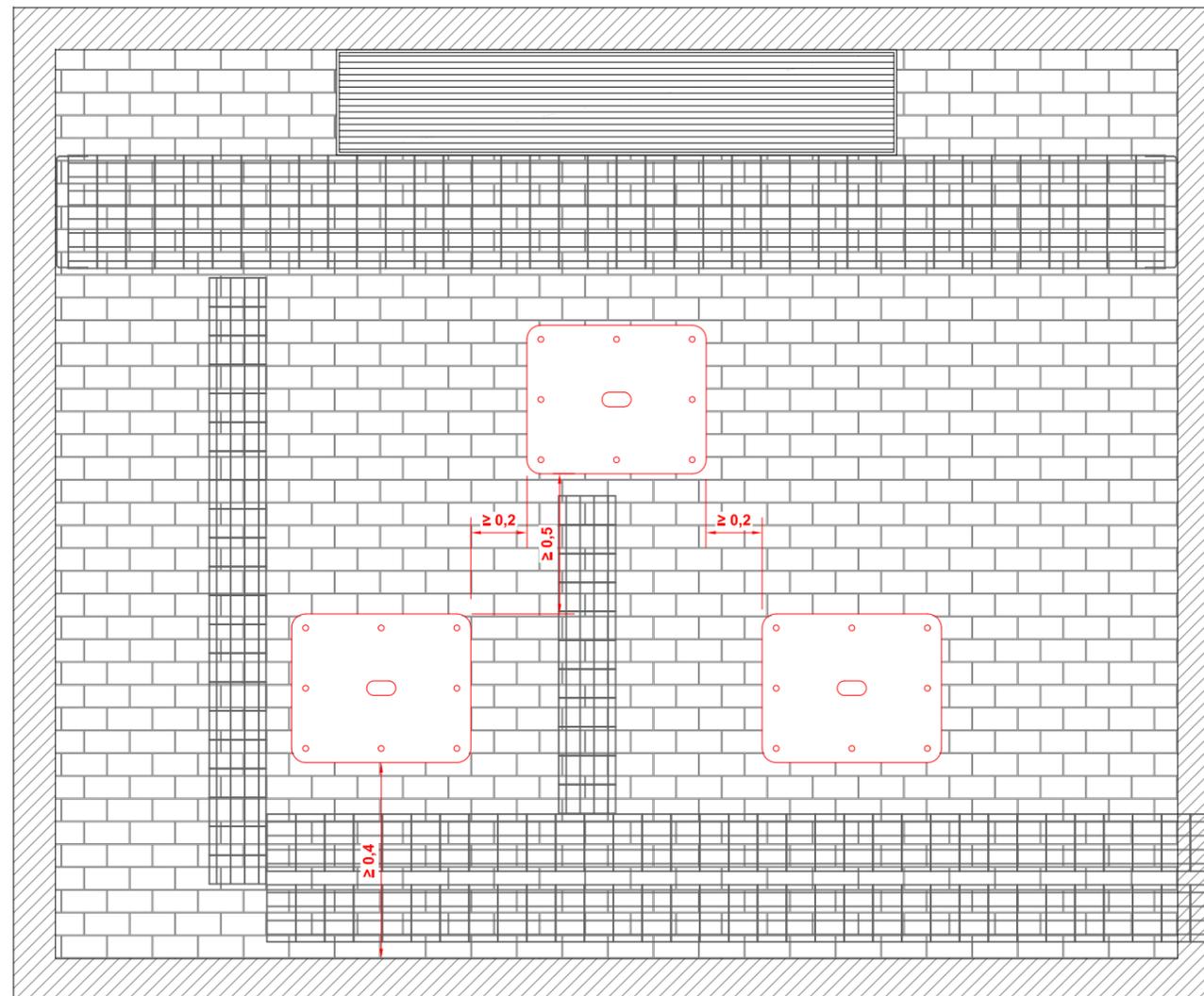
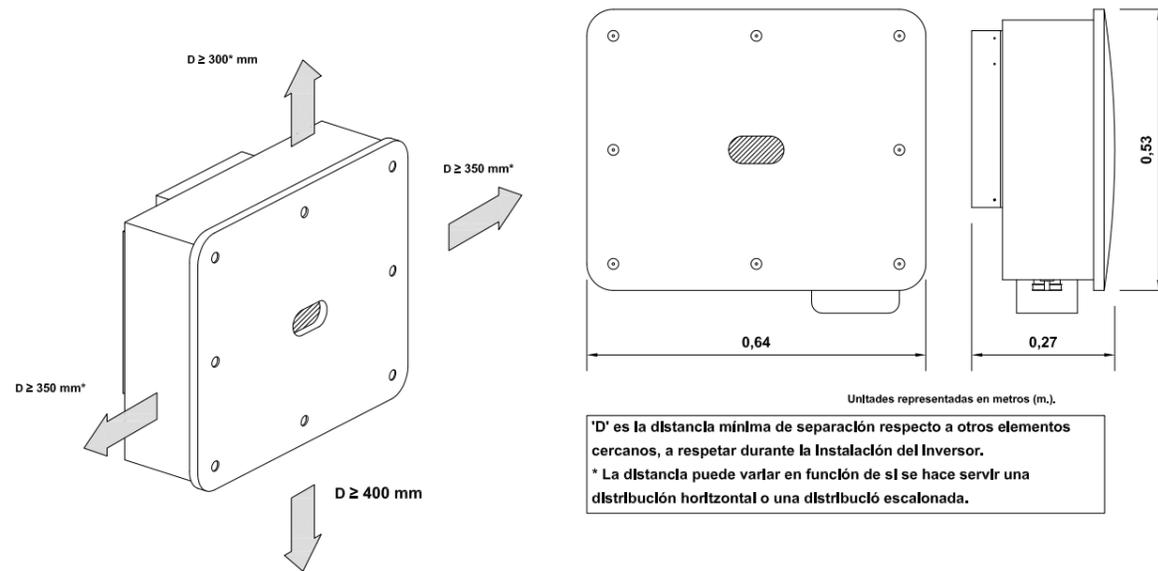
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: S/E PLANO 07 de 13

ORIENTACIÓN: PLANO Nº:

3.7

**INVERSOR SUN2000-50KTL**



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - DETALLE DE INVERSORES

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNOLÒGIC

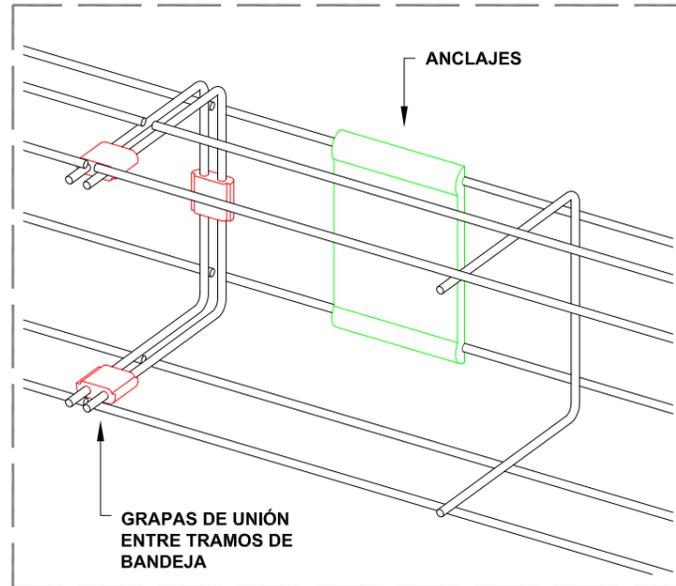
ESCALA: S/E	PLANO 08 de 13
----------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

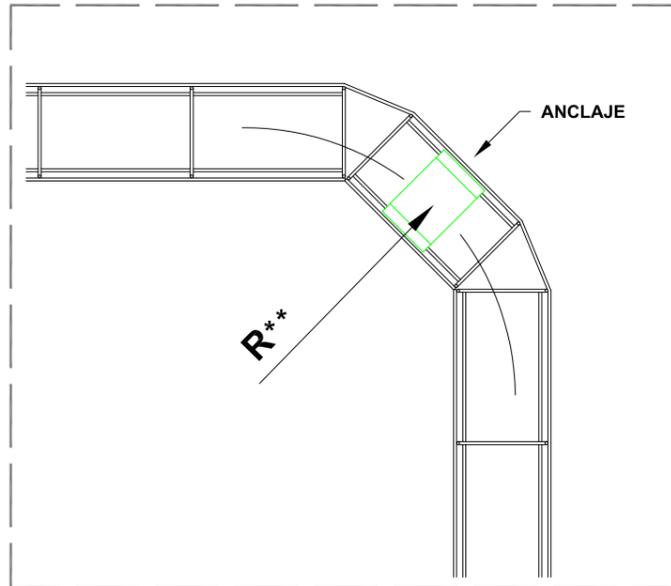
COORDENADAS GPS:  
 LAT: 32.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps

**3.8**

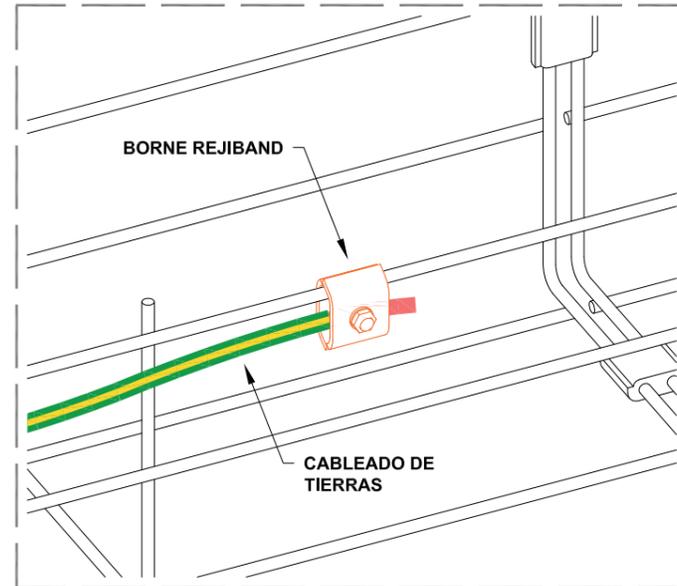
DETALLE 1 - ESCALA: S/E



DETALLE 2 - ESCALA: S/E



DETALLE CONEXIÓ DE TIERRAS - ESCALA: S/E



\* \* VARIARÁ EN FUNCIÓN DE LA SECCIÓN DE CABLE

CABLEADO C.A.  
POR BANDEJA 400mm

CABLEADO C.A.  
POR BANDEJA 200mm

CABLEADO C.C.  
POR BANDEJA 200mm

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatou  
SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
FOTOVOLTAICA - DETALLE DE BANDEJAS

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
ROBERT ALIANA NICOLAU  
INGENYER TECNOLÒGIC

ESCALA: S/E	PLANO 09 de 13
ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:

3.9

COORDENADAS GPS:  
LAT: 42.78746  
LONG: -13.87619  
www.google.com/maps

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - DETALLE DE TIERRAS

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



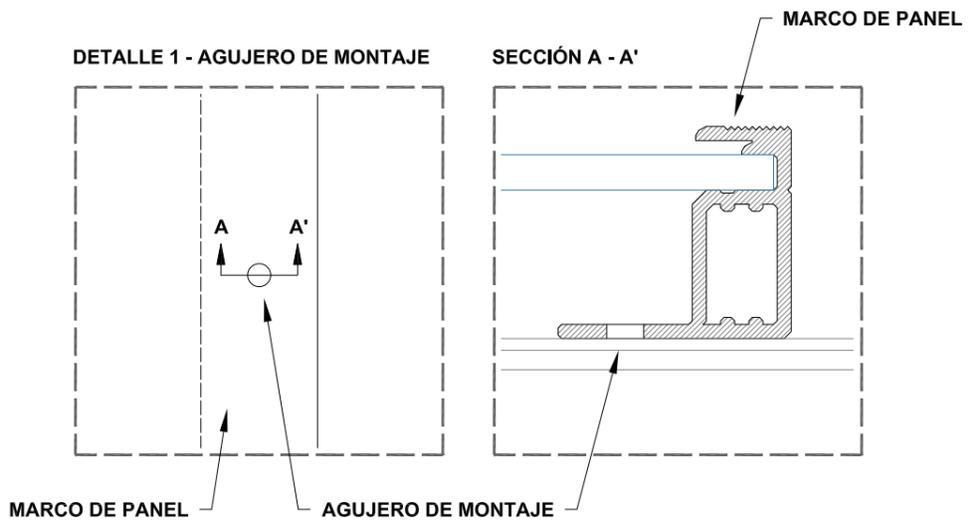
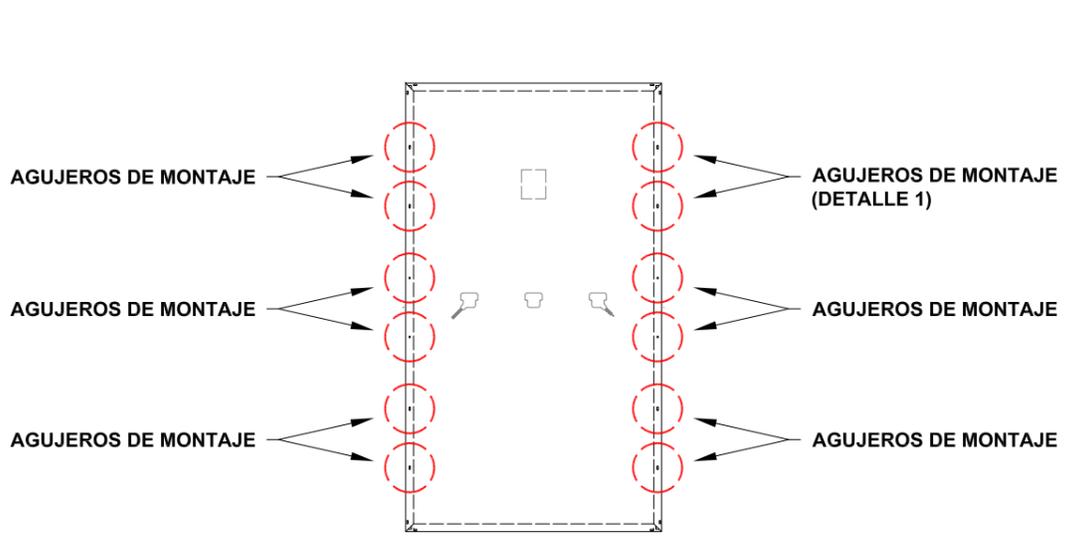
FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

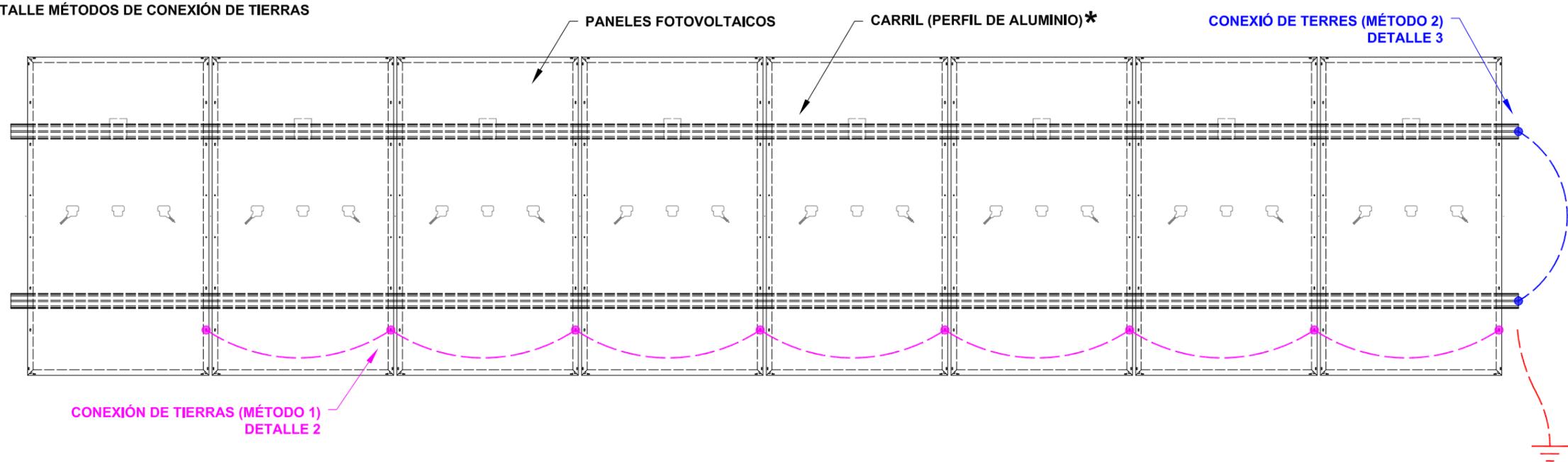
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: S/E	PLANO Nº: 10 de 13
----------------	-----------------------

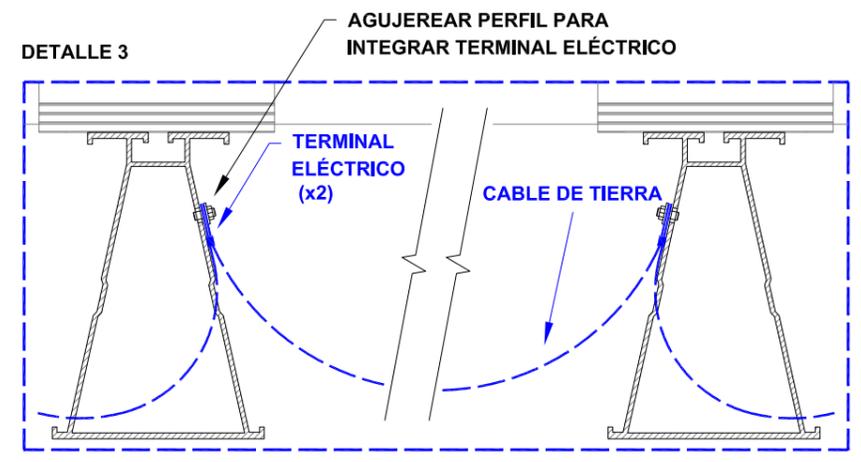
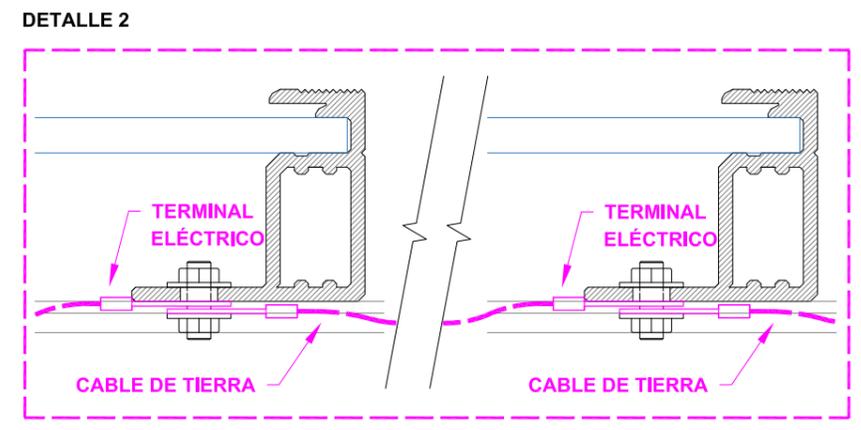
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87619 www.google.com/maps	3.10
---	------



DETALLE MÉTODOS DE CONEXIÓN DE TIERRAS



\* LA ORIENTACIÓN, MEDIDA I FORMA DEL PERFIL PUEDE VARIAR EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA.



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatau  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - ESQUEMA INVERSOR 1

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

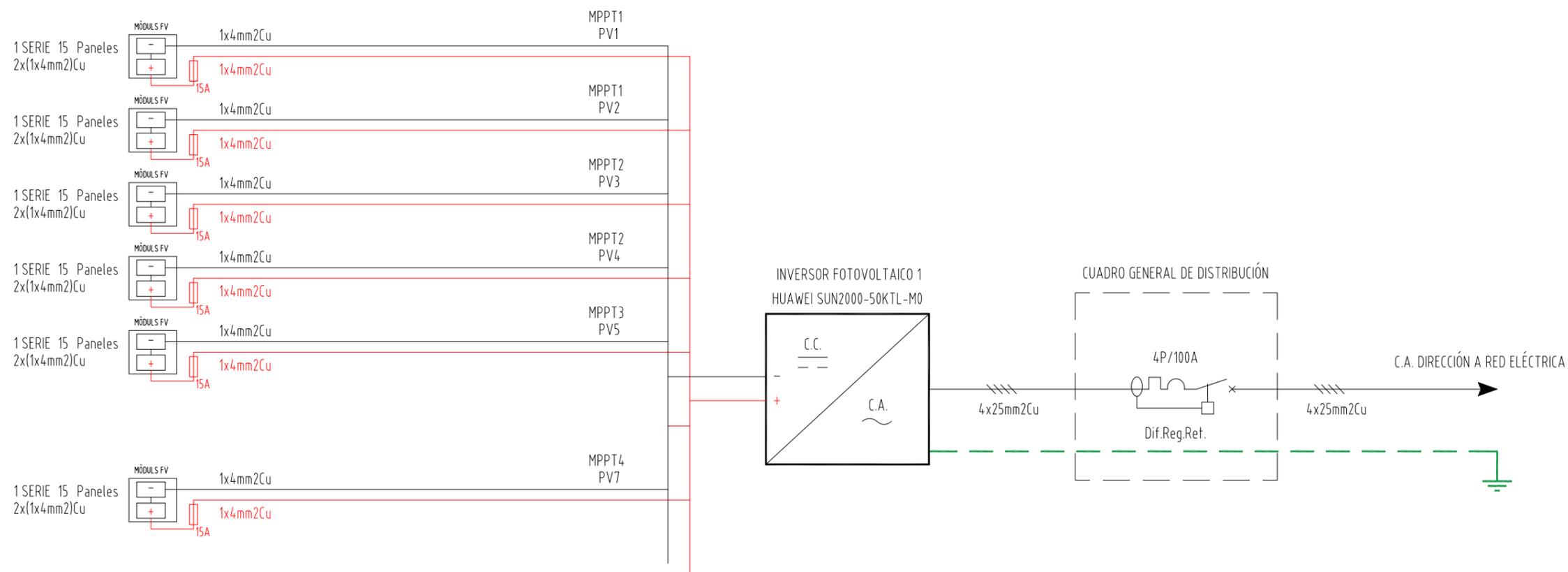
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIE INDUSTRIAL

ESCALA: S/E	PLANO 11 de 13
----------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps

# 3.11



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:

FOTOVOLTAICA - ESQUEMA INVERSOR 2

Nº DE REGISTRO:  
 220556

PROYECTO:  
 PFV

DEPARTAMENTO:  
 AP/VM

NOMBRE DEL ARCHIVO:  
 03\_pfv\_v0\_fv\_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN:  
 19/04/2023

FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN:  
 19/04/2023

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:



ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIE INDUSTRIAL

ESCALA: S/E

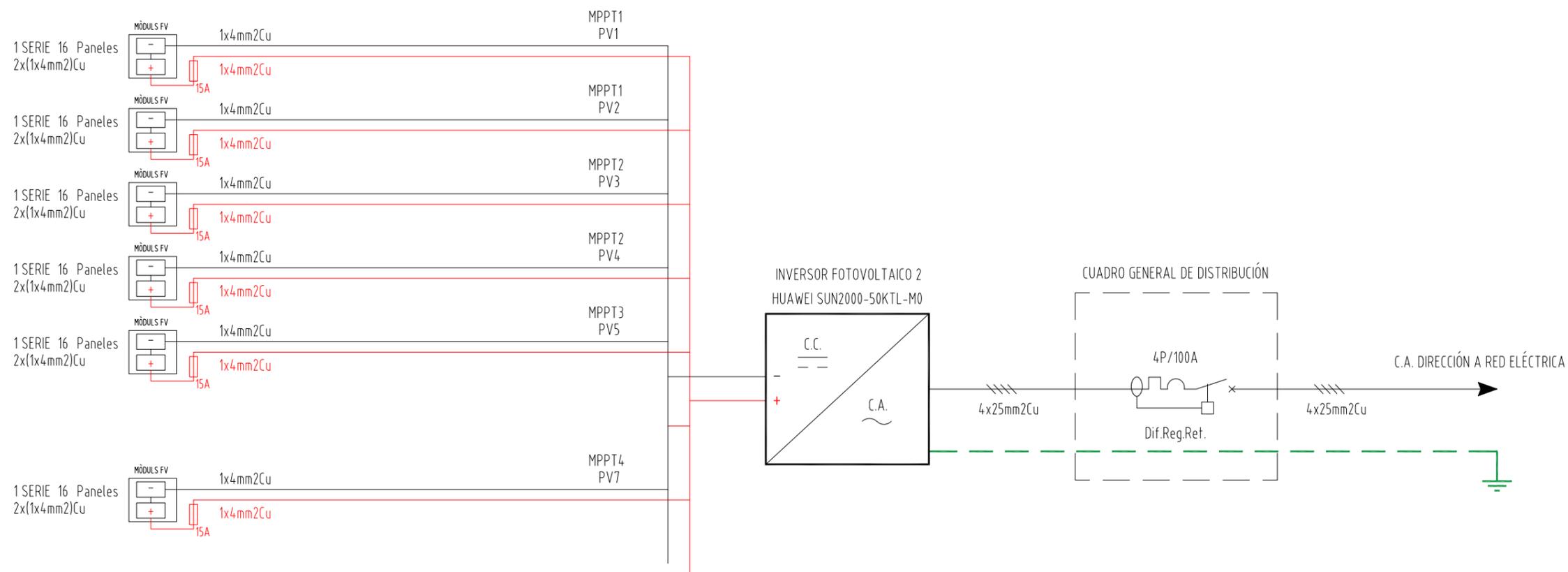
PLANO 12 de 13

ORIENTACIÓN:

PLANO Nº:

3.12

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 FOTOVOLTAICA - ESQUEMA INVERSOR 3

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 03_pfv_v0_fv_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

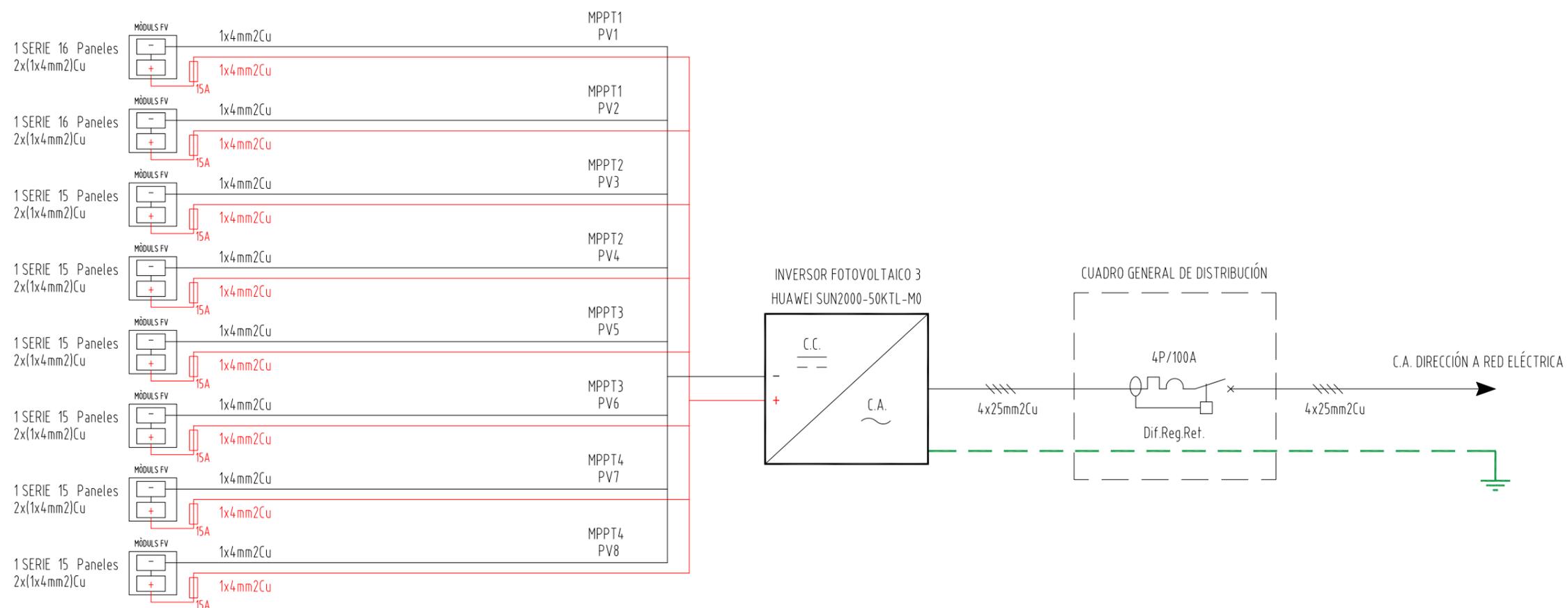
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

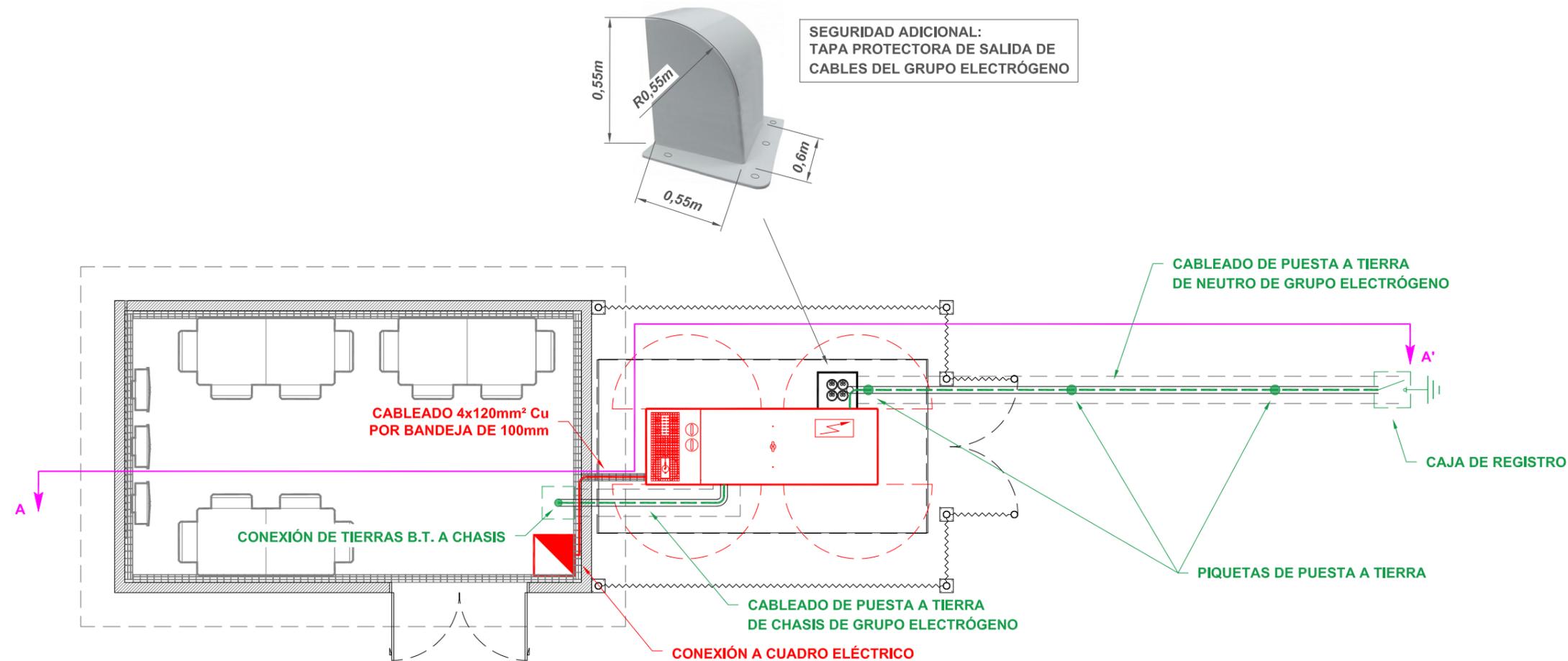
ESCALA: S/E	PLANO 13 de 13
----------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

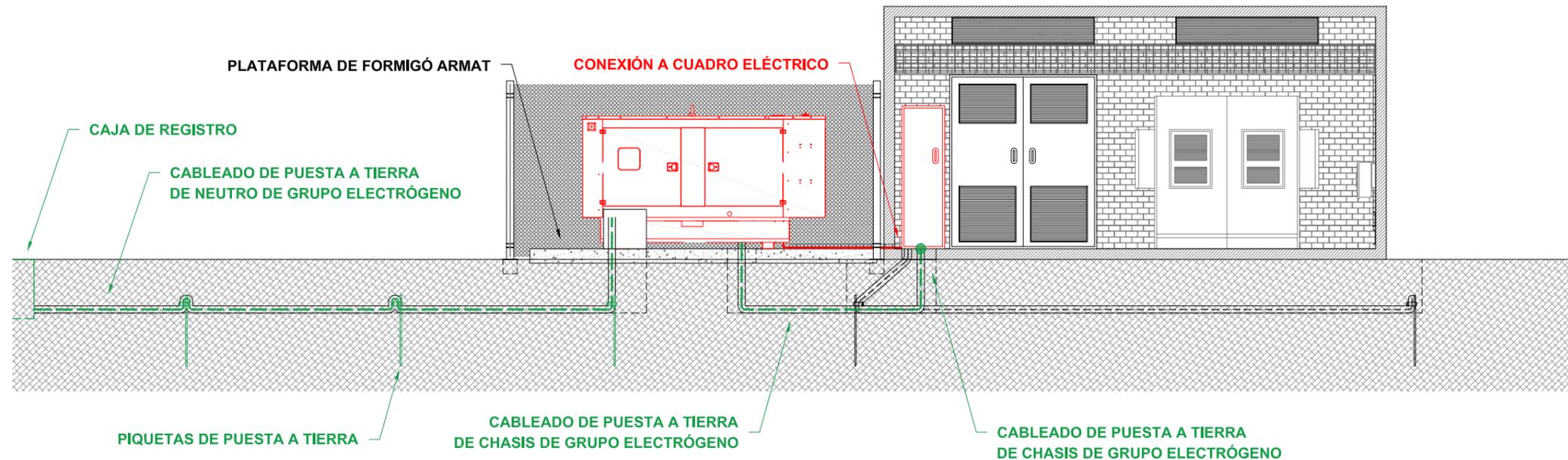
COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps

# 3.13





SECCIÓN A - A'



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE  
 UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE  
 DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 GRUPO ELECTRÓGENO - RECORRIDO DE CABLEADO

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 04_pfv_v0_ge_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ÚLTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRÁFICA:



FIRMA INGENIERO:



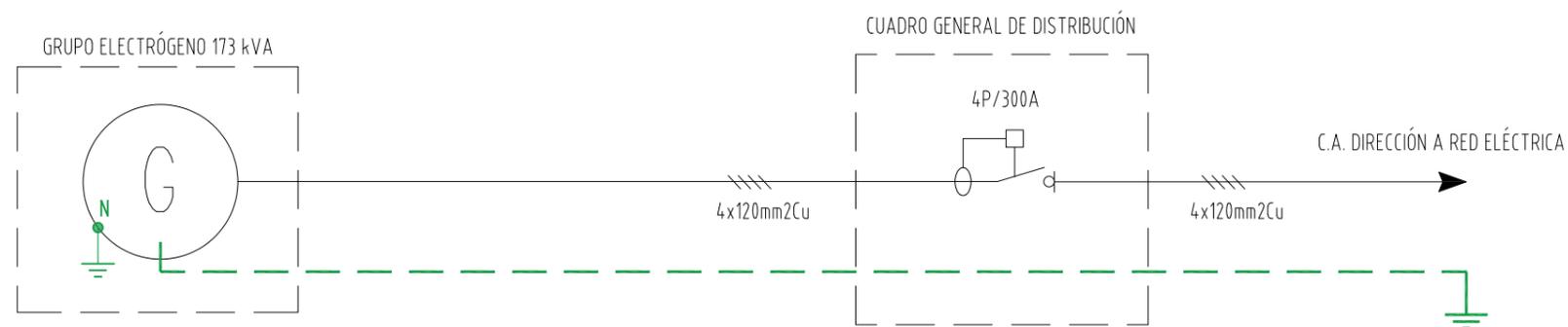
ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TÉCNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:75	PLANO 01 de 03
--------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
	<b>4.1</b>

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87613  
 www.google.com/maps





INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 GRUPO ELECTRÓGENO - ESQUEMA ELÉCTRICO

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 04_pfv_v0_ge_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIE INDUSTRIAL

ESCALA:	PLANO 03 de 03
ORIENTACIÓN:	PLANO Nº: <b>4.3</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87619 www.google.com/maps	

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:
   
 Diatamine Safere y Daharatou
   
 SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE
   
 UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE
   
 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE
   
 DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:

BATERIAS - RECORRIDO DE CABLEADO

Nº DE REGISTRO: 220556
   
 PROYECTO: PFV

DEPARTAMENTO: AP/VM
   
 NOMBRE DEL ARCHIVO: 05\_pfv\_v0\_bat\_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023
   
 FECHA ÚLTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023

ESCALA GRÁFICA:



FIRMA INGENIERO:


  
 ROBERT ALIANA NICOLAU
   
 INGENYER TÉCNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:75

ORIENTACIÓN:

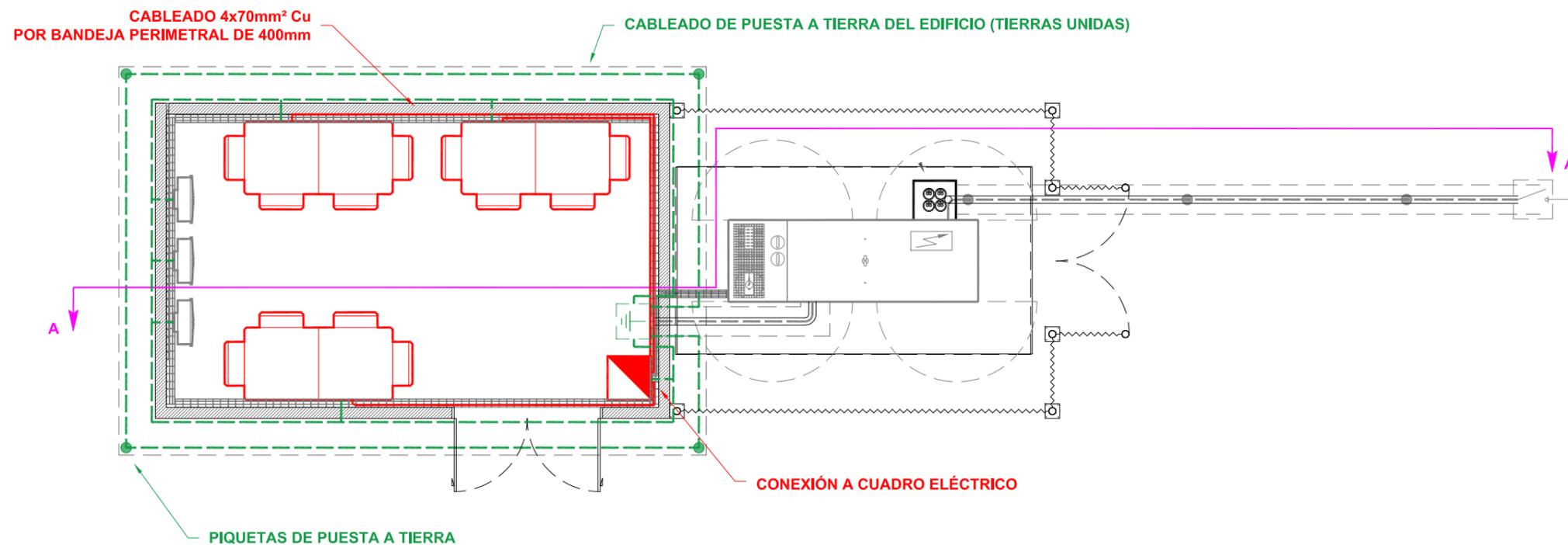


COORDENADAS GPS:
   
 LAT: 12.78746
   
 LONG: -13.87619
   
 www.google.com/maps

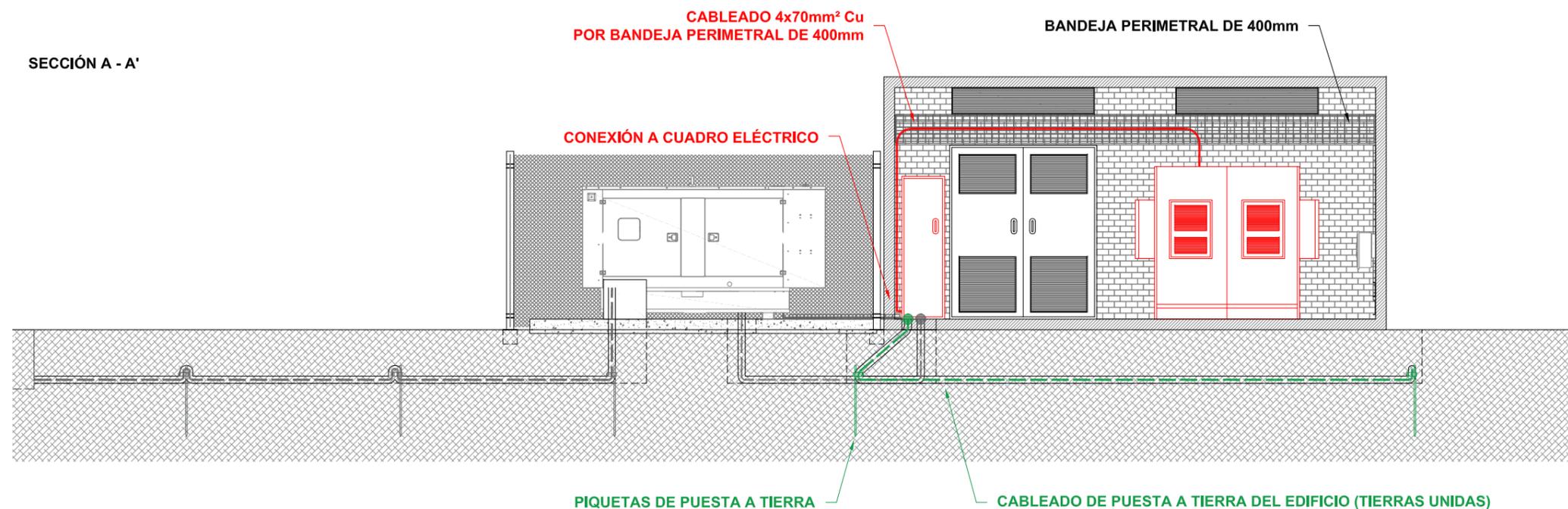
PLANO 01 de 03

PLANO Nº:

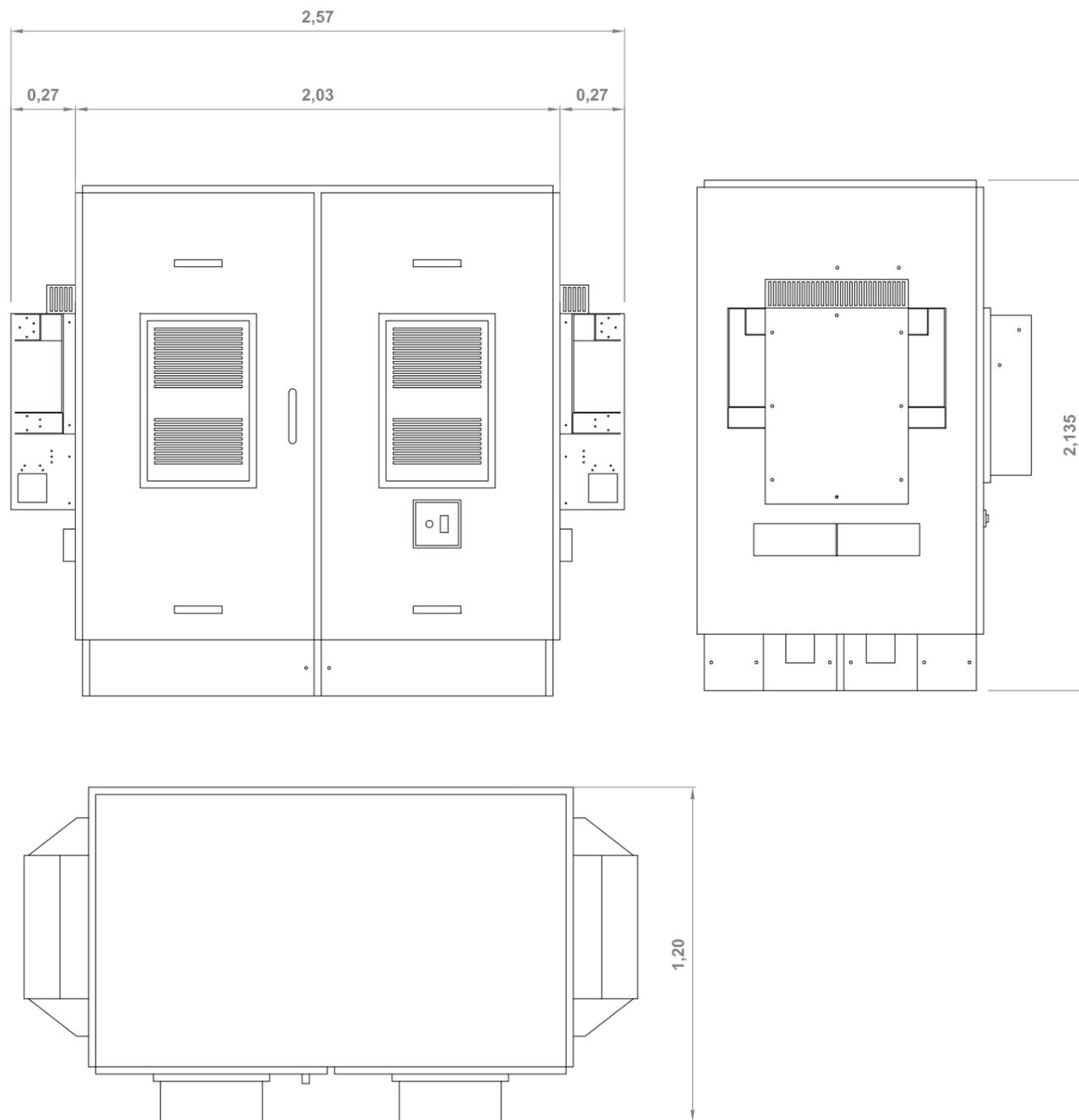
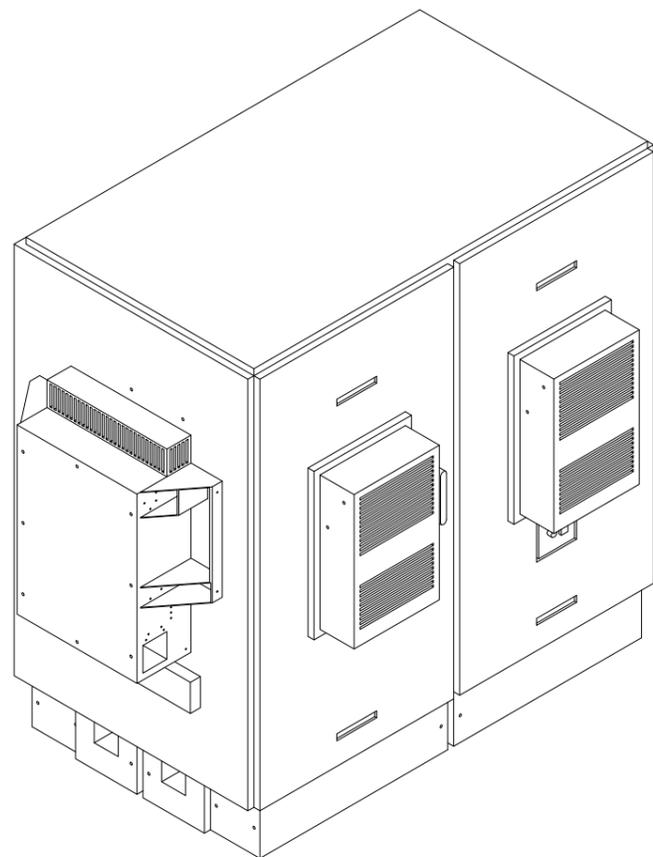
5.1



SECCIÓN A - A'



**BATERIA LUNA2000-200KWH-2H1**



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

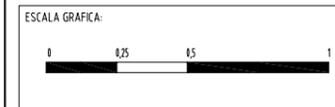
TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE  
 UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE  
 DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 BATERIAS - PLANO GENERAL

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 05_pfv_v0_bat_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:

ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:25	PLANO 02 de 03
-----------------	----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps

# 5.2

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 BATERIAS - ESQUEMA ELÉCTRICO

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 05_pfv_v0_bat_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

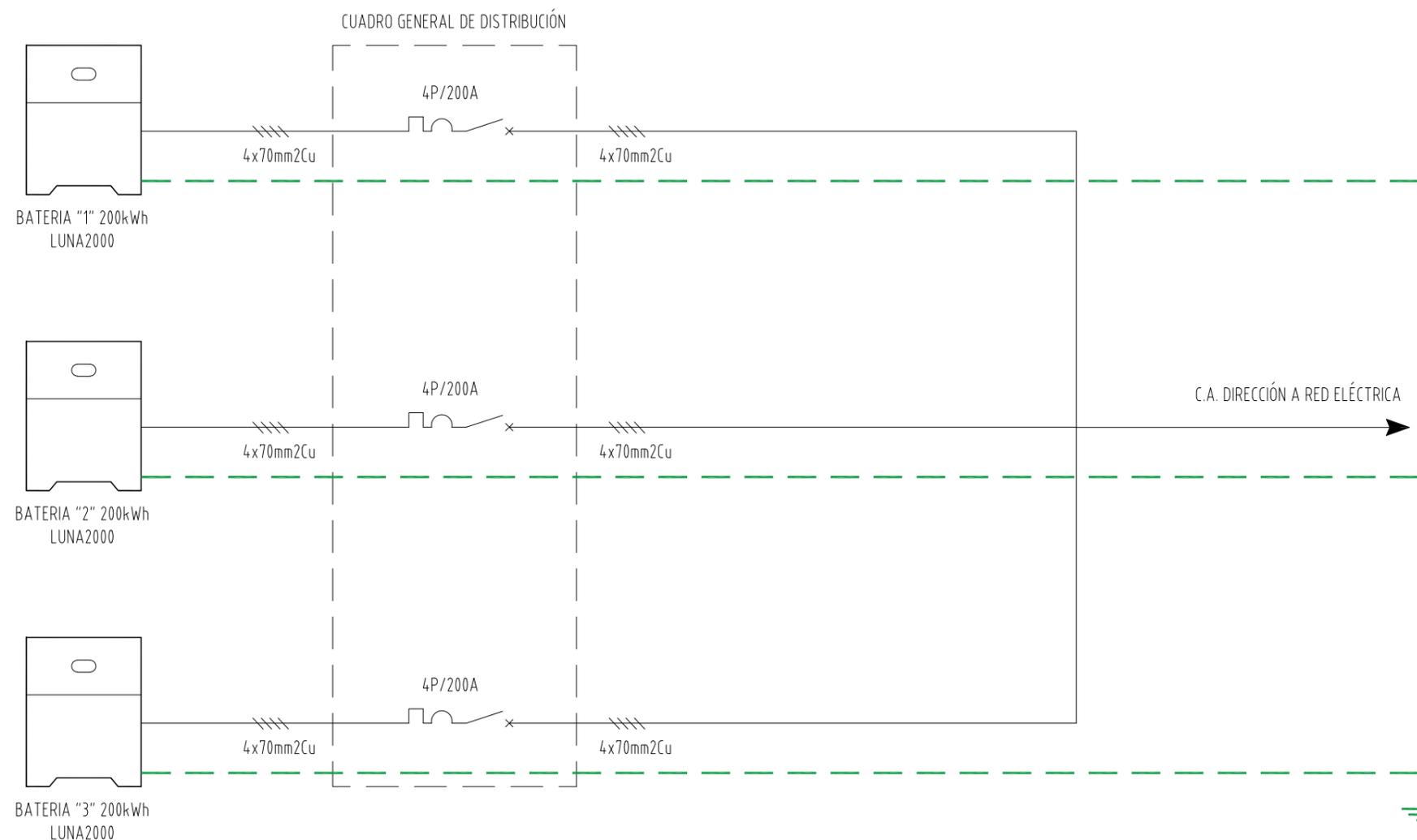
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIE INDUSTRIAL

ESCALA: PLANO 03 de 03

ORIENTACIÓN: PLANO Nº:

5.3

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps



COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87619  
 www.google.com/maps

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

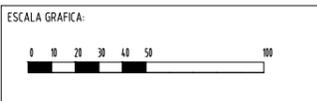
TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE  
 UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE  
 DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 RED ELÉCTRICA - LÍNEA 1

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:3000      PLANO 01 de 07

ORIENTACIÓN:  
      PLANO Nº:

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87618  
 www.google.com/maps

# 6.1



- ① POSTE 7m ALTURA 800 daN
- ② POSTE 7m ALTURA 630 daN
- ③ POSTE 7m ALTURA 400 daN
- ④ POSTE 7m ALTURA 250 daN
- ⑤ POSTE 7m ALTURA 160 daN

 POSTE ELÉCTRICO METÁLICO

 LÍNEA AÉREA

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

TÍTULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 RED ELÉCTRICA - LÍNEA 2

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--



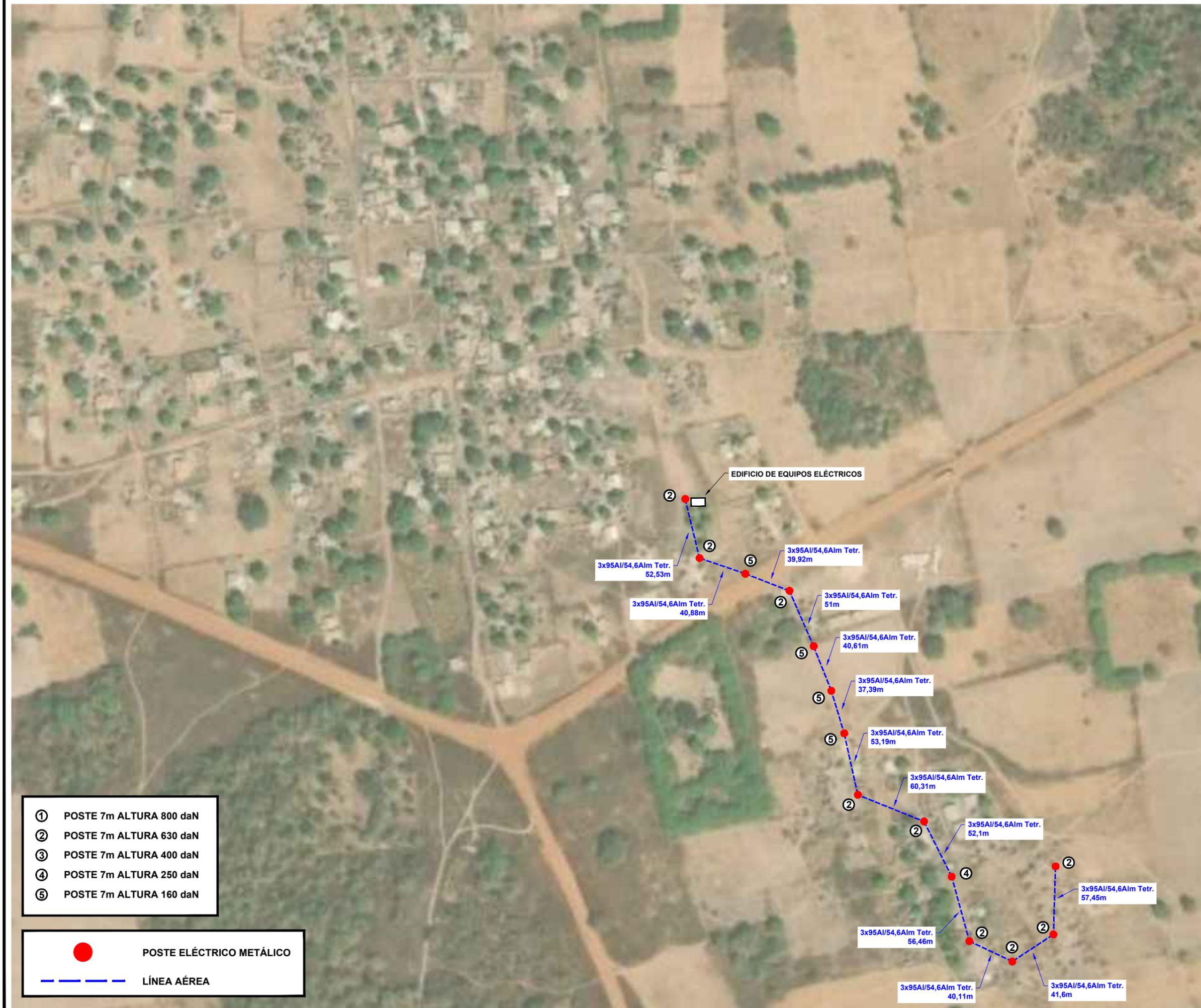
FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:3000 PLANO 02 de 07

ORIENTACIÓN: PLANO Nº:

COORDENADAS GPS:  
 LAT: 12.78746  
 LONG: -13.87618  
 www.google.com/maps

# 6.2



- ① POSTE 7m ALTURA 800 daN
- ② POSTE 7m ALTURA 630 daN
- ③ POSTE 7m ALTURA 400 daN
- ④ POSTE 7m ALTURA 250 daN
- ⑤ POSTE 7m ALTURA 160 daN

POSTE ELÉCTRICO METÁLICO

LÍNEA AÉREA

EDIFICIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

3x95Al/54,6Alm Tetr. 52,53m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 40,88m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 39,92m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 51m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 40,61m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 37,39m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 53,19m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 60,31m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 52,1m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 57,45m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 56,46m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 40,11m

3x95Al/54,6Alm Tetr. 41,6m

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatu  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 RED ELÉCTRICA - LÍNEA 3

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg



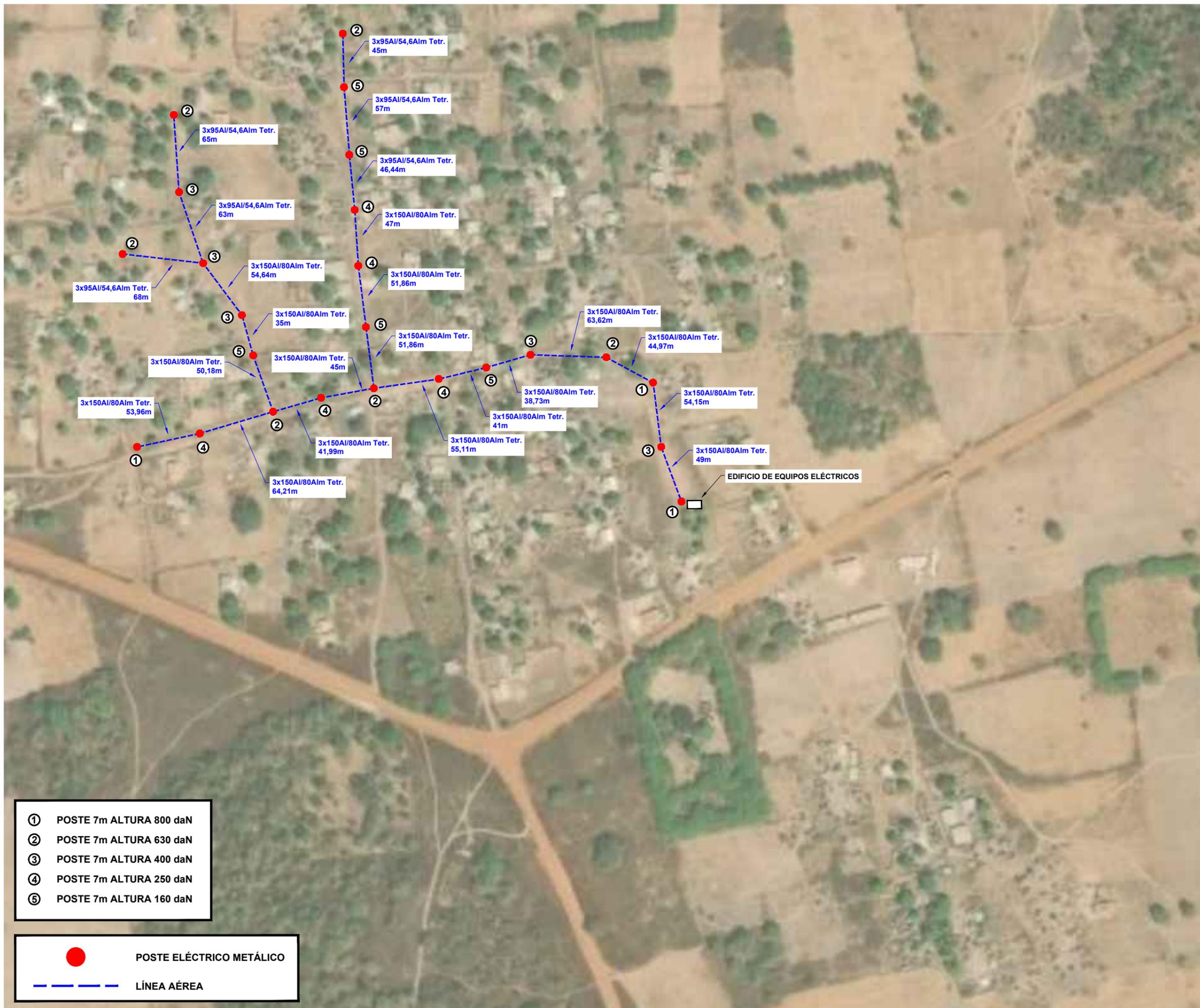
FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:  


FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

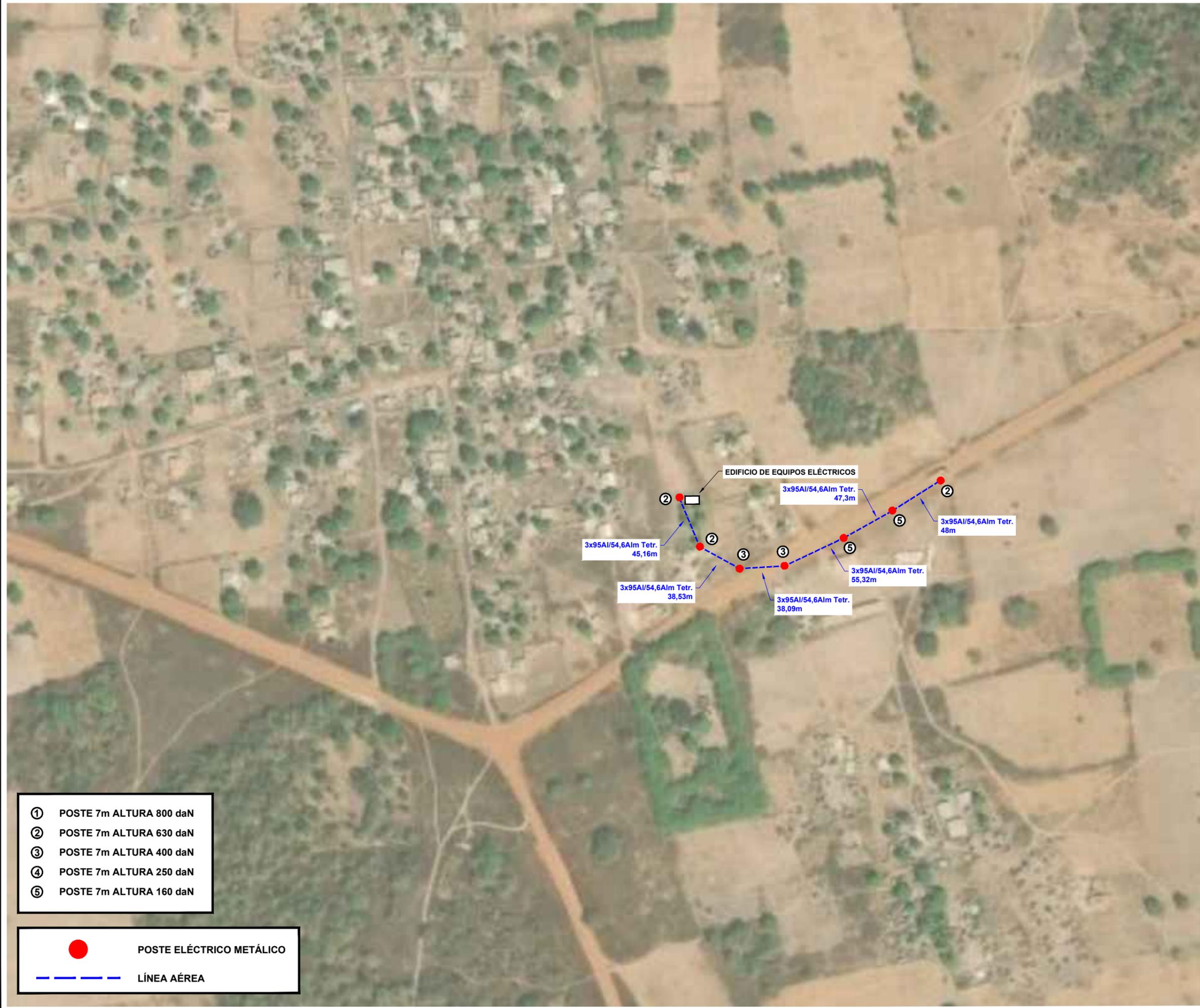
ESCALA: 1:3000	PLANO 03 de 07
----------------	----------------

ORIENTACIÓN: 	PLANO Nº: <b>6.3</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87613 www.google.com/maps	



- ① POSTE 7m ALTURA 800 daN
- ② POSTE 7m ALTURA 630 daN
- ③ POSTE 7m ALTURA 400 daN
- ④ POSTE 7m ALTURA 250 daN
- ⑤ POSTE 7m ALTURA 160 daN

 POSTE ELÉCTRICO METÁLICO  
 LÍNEA AÉREA



- ① POSTE 7m ALTURA 800 daN
- ② POSTE 7m ALTURA 630 daN
- ③ POSTE 7m ALTURA 400 daN
- ④ POSTE 7m ALTURA 250 daN
- ⑤ POSTE 7m ALTURA 160 daN

● POSTE ELÉCTRICO METÁLICO

— — — — — LÍNEA AÉREA

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatu  
SENEGAL

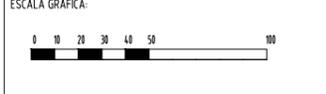
TITULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
RED ELÉCTRICA - LÍNEA 4

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:

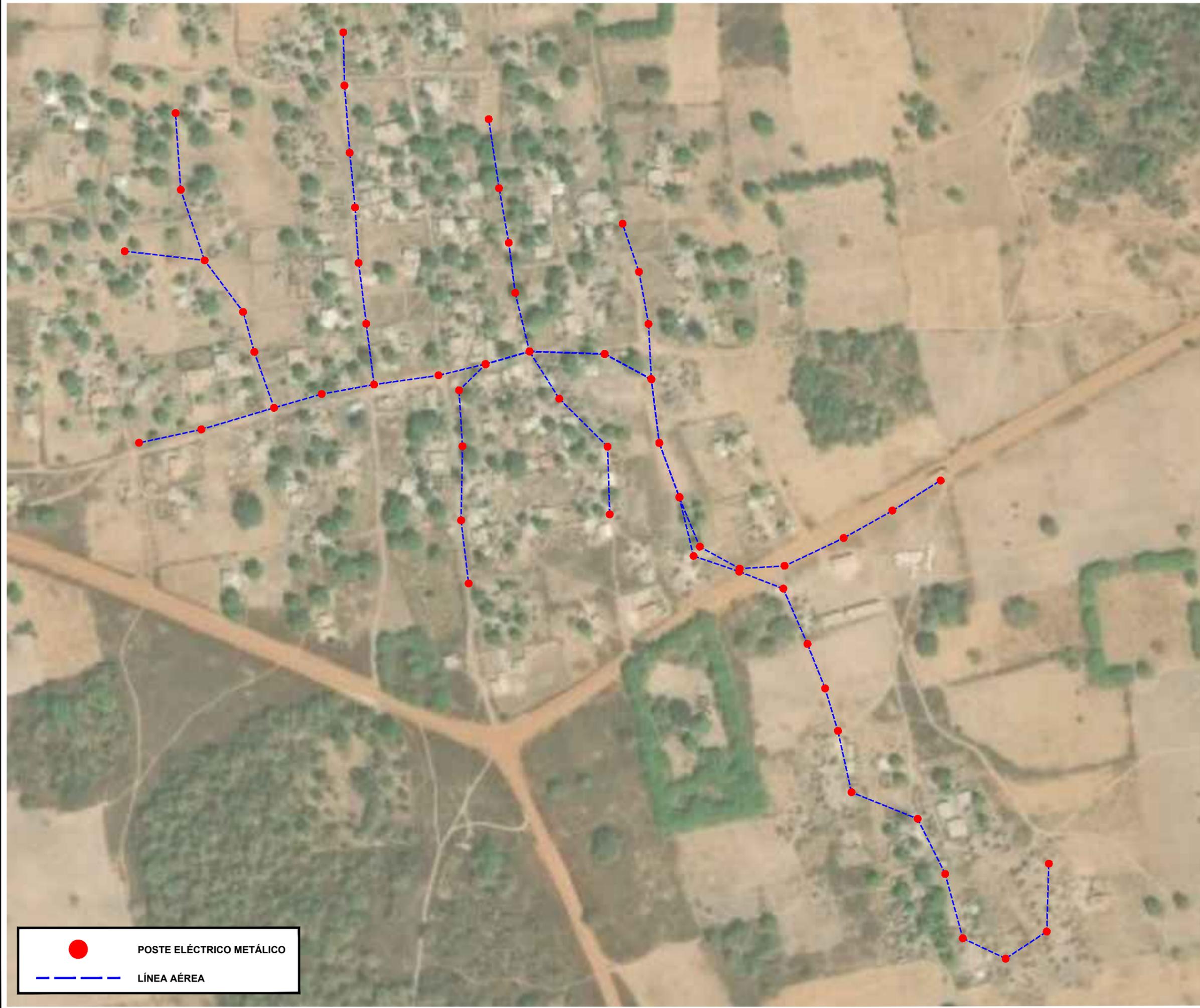
ROBERT ALIANA NICOLAU  
INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:3000	PLANO 04 de 07
-------------------	----------------

ORIENTACIÓN:

COORDENADAS GPS:  
LAT: 12.78746  
LONG: -13.87618  
www.google.com/maps

# 6.4



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatu  
SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

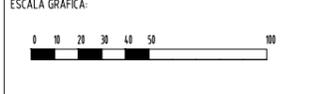
NOMBRE DEL PLANO:  
RED ELÉCTRICA - PLANO GENERAL

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN:  
18/04/2023

FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN:  
18/04/2023



FIRMA INGENIERO:



ROBERT ALIANA NICCLAU  
INGENYER TECNIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:3000

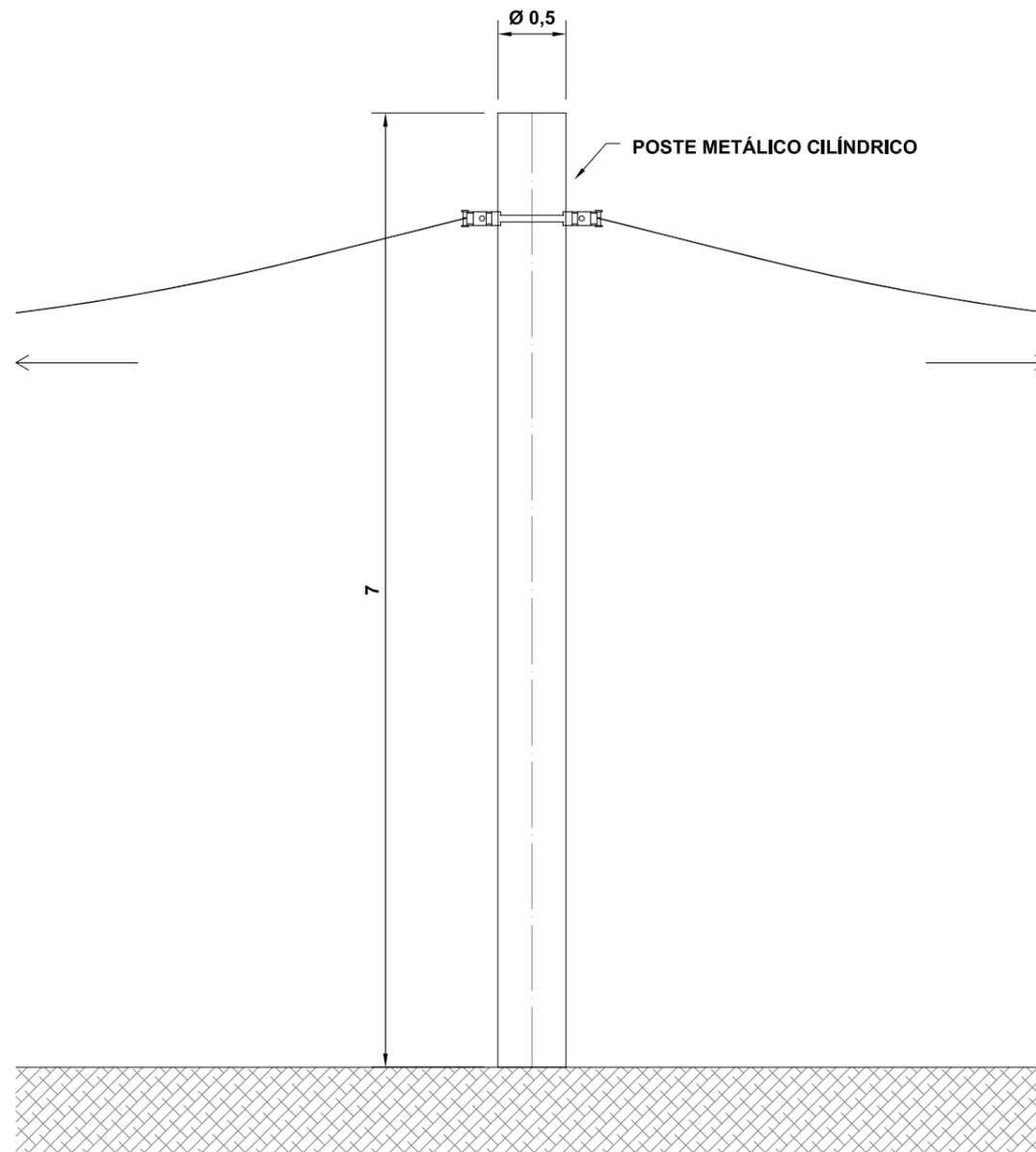
PLANO 05 de 07

ORIENTACIÓN:

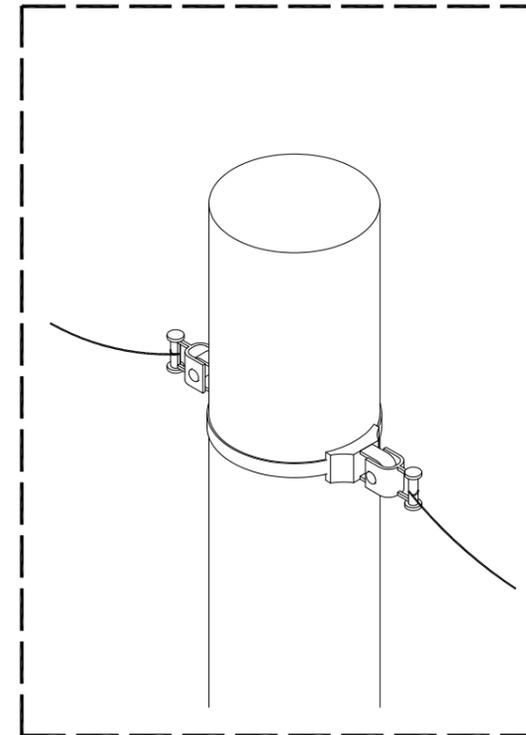


COORDENADAS GPS:  
LAT: 12.78746  
LONG: -13.87618  
www.google.com/maps

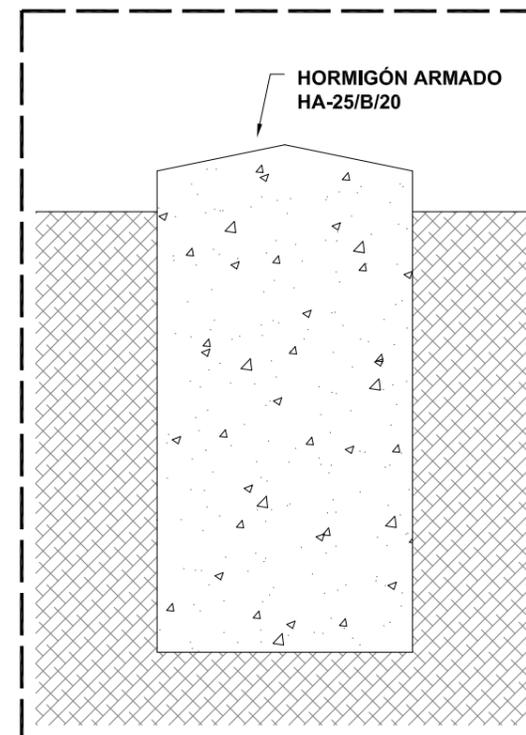
**6.5**



**DETALLE DE ANCLAJE A LÍNEA - S/E**



**DETALLE DE CIMENTACIONES - S/E**



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatou  
SENEGAL

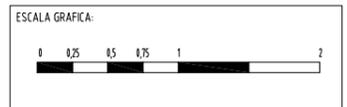
TITULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
RED ELÉCTRICA - DETALLE DE POSTE

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg

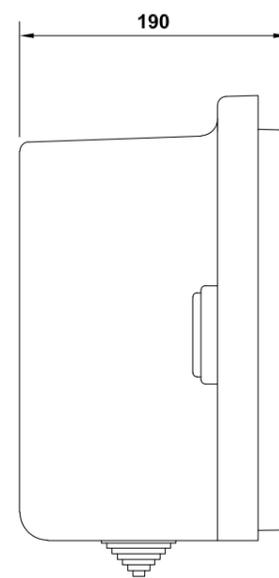
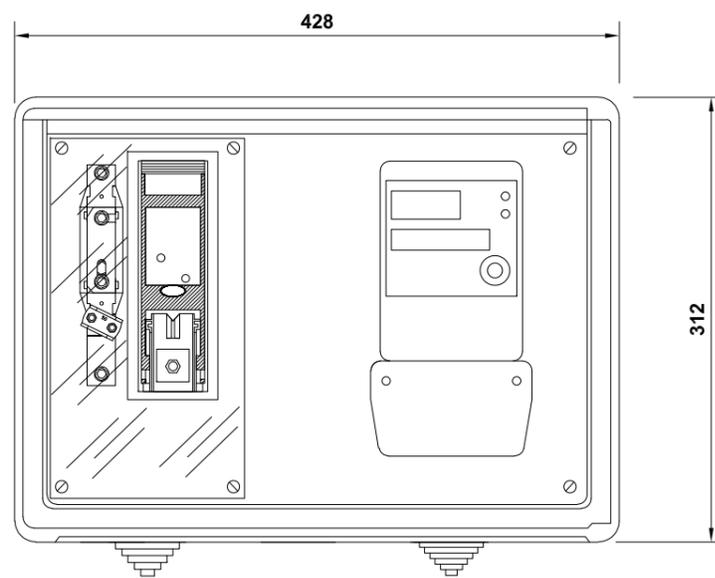


FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--



FIRMA INGENIERO:  
  
ROBERT ALIANA NICOLAU  
INGENYER TECNOLÓGIC INDUSTRIAL

ESCALA: 1:50	PLANO 06 de 07
ORIENTACIÓN:	PLANO Nº: <b>6.6</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87619 www.google.com/maps	



UNIDADES REPRESENTADAS EN MILÍMETROS (mm.)

INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
 Diatamine Safere y Daharatou  
 SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE DIATAMINE SAFERE Y DAHARATOU

NOMBRE DEL PLANO:  
 RED ELÉCTRICA - ARMARIO DE MEDIDA

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 06_pfv_v0_xa_sgl.dwg

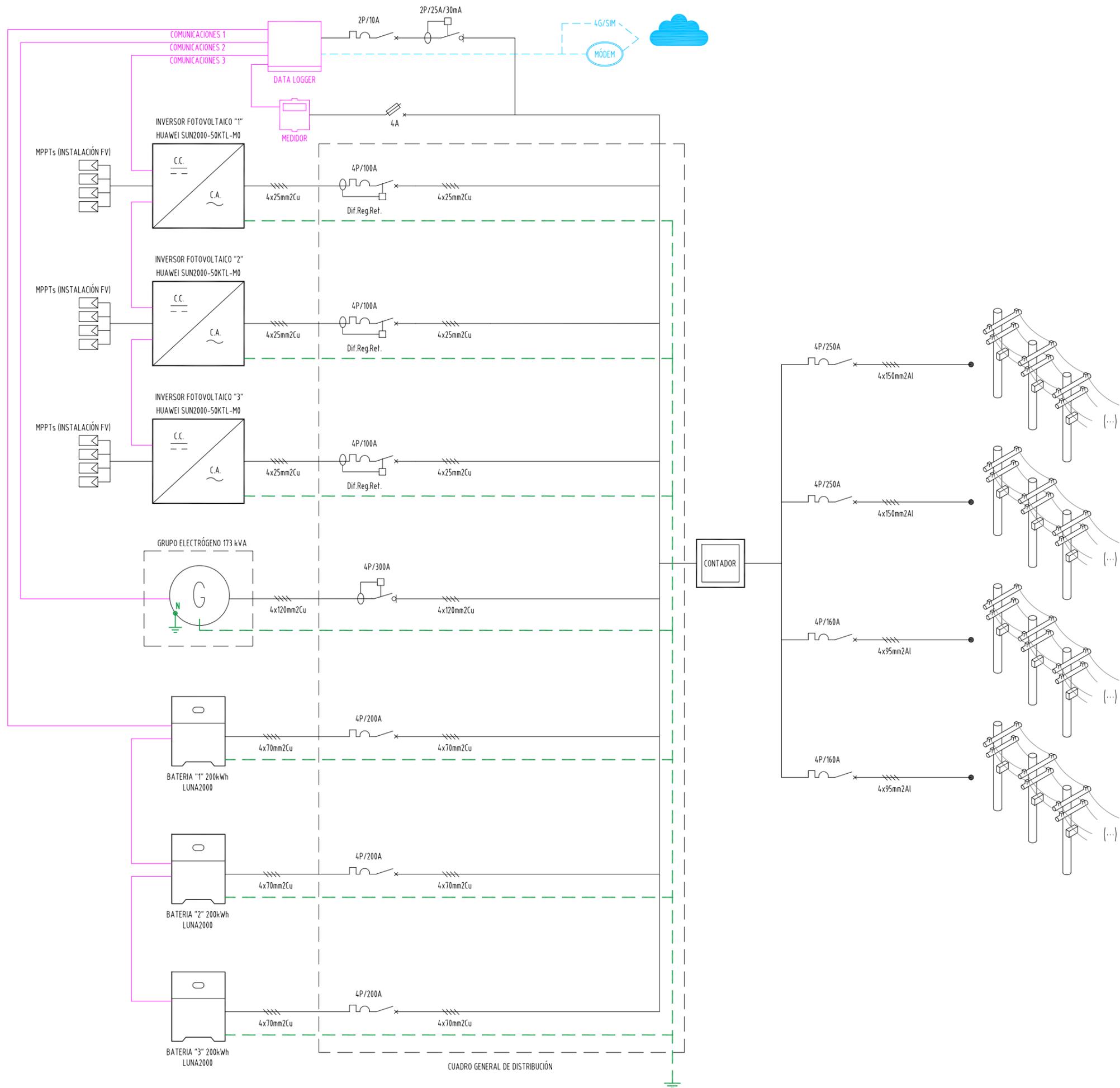


FECHA CREACIÓN: 18/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 18/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
 ROBERT ALIANA NICOLAU  
 INGENYER TECNIE INDUSTRIAL

ESCALA:	PLANO 07 de 07
ORIENTACIÓN:	PLANO Nº: <b>6.7</b>
COORDENADAS GPS: LAT: 12.78746 LONG: -13.87619 www.google.com/maps	



INSTALADOR:

LA PROPIEDAD:

DIRECCIÓN:  
Diatamine Safere y Daharatau  
SENEGAL

TITULO DEL PROYECTO:  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE  
UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UNA RED DE  
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LOS PUEBLOS DE  
DIATAMINE SAFERE Y DAHARATAU

NOMBRE DEL PLANO:  
ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Nº DE REGISTRO: 220556	PROYECTO: PFV
DEPARTAMENTO: AP/VM	NOMBRE DEL ARCHIVO: 07_pfv_v0_eq_sgl.dwg



FECHA CREACIÓN: 19/04/2023	FECHA ULTIMA MODIFICACIÓN: 19/04/2023
-------------------------------	--

ESCALA GRAFICA:

FIRMA INGENIERO:  
  
ROBERT ALIANA NICOLAU  
INGENYER TECNOLÓGIC

ESCALA: S/E	PLANOL 01 de 01
----------------	-----------------

ORIENTACIÓN:	PLANO Nº:
--------------	-----------

7

COORDENADAS GPS:  
LAT: 42.78746  
LONG: -13.87613  
www.google.com/maps



**ANEXO 14: PRESUPUESTO**

ID	DESCRIPCIÓN	Cantidad Total	Mediciones	Precio Unitario	TOTAL
<b>CAP 1</b>	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>				<b>172.964,00</b>
	Panel Jinko Tiger Neo N-type 72HL4-(V) de 570Wp	308	ud	198,00	60.984,00
	Estructura de paneles sobre terreno (doble)	154	ud	120,00	18.480,00
	Inversor fotovoltaico Huawei SUN2000-50kTL de 50 kW	3	ud	3800,00	11.400,00
	Interruptor magnetotérmico + diferencial 100A	3	ud	750,00	2.250,00
	Cable 25mm Cu	150	m	8,00	1.200,00
	Cable 4mm CU	4000	m	1,20	4.800,00
	Monitorización	1	ud	4500,00	4.500,00
	Montaje	60	jornadas	60,00	3.600,00
	Puesta en marcha y supervisión	1	ud	7000,00	7.000,00
	Cimentaciones estructura	250	ud	87,00	21.750,00
	Caseta de control	1	ud	18000,00	18.000,00
	Vallado	1	ud	15000,00	15.000,00
	Video vigilancia	1	ud	4000,00	4.000,00
<b>CAP 2</b>	<b>GRUPO ELECTRÓGENO</b>				<b>55.880,00</b>
	Grupo electrógeno DAGARTECH BGCS 175 ST	1	ud	48000,00	48.000,00
	Red de Tierras	1	ud	800,00	800,00
	Cable 120mm Cu	40	m	18,00	720,00
	Interruptor diferencial 300A	1	ud	2000,00	2.000,00
	Montaje	6	jornadas	60,00	360,00
	Puesta en marcha y supervisión	1	ud	2000,00	2.000,00
	Losa de hormigón	1	ud	2000,00	2.000,00
<b>CAP 3</b>	<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO</b>				<b>441.960,00</b>
	Batería Huawei LUNA2000-200KTL-H0	3	ud	143000,00	429.000,00
	Cable 70mm Cu	120	m	12,00	1.440,00
	Interruptor Automático 200A	3	ud	1600,00	4.800,00
	Montaje	12	jornadas	60,00	720,00
	Puesta en marcha y supervisión	1	ud	6000,00	6.000,00
<b>CAP 4</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>233.726,00</b>
	Póster Metálico Circular (7m) de 800 daN	7	ud	1400,00	9.800,00
	Póster Metálico Circular (7m) de 630 daN	23	ud	1340,00	30.820,00
	Póster Metálico Circular (7m) de 400 daN	9	ud	1250,00	11.250,00
	Póster Metálico Circular (7m) de 250 daN	13	ud	1170,00	15.210,00
	Póster Metálico Circular (7m) de 160 daN	13	ud	1100,00	14.300,00
	Tornapuntas	20	ud	600,00	12.000,00
	Cable RZ Fca 3x95 Al/54.6 Alm	1571	m	16,00	25.136,00
	Cable RZ Fca 3x150 Al/80 Alm	1463	m	20,00	29.260,00
	Protecciones electricas según esquema unifilar	1	ud	4500,00	4.500,00
	Armario de medida directa hasta 18kW 2P + contador 2P	50	ud	850,00	42.500,00
	Contador 4P	1	ud	550	550,00
	Obra civil	82	ud	400,00	32.800,00
	Montaje	60	jornadas	60,00	3.600,00
	Puesta en marcha y supervisión	1	ud	2000,00	2.000,00
<b>CAP 5</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>20.000,00</b>
	Transporte de material	1	ud	20000,00	20.000,00
	<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN</b>				<b>924.530,00</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO (SIN IVA)</b>				<b>924.530,00</b>
	<b>IVA (21 %)</b>				<b>194.151,30</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO (CON IVA)</b>				<b>1.118.681,30</b>



**ANEXO 15: FICHAS ADICIONALES**



## 212-ES7A-2EB10

212-ES7A-2EB10, Contador de energía monofásico

Código: QBMDB

- > Tarifa: 2
- > Entrada cambio tarifa: Si
- > Certificación: IEC
- > Comunicaciones: RS-485 (Modbus/RTU)
- > Clase (Activa/Reactiva): 1 / 2
- > Sistema: Monofásico
- > Medida: Directa
- > Rango medida (V): 230
- > Rango medida (A): 5 (65)
- > Cuadrantes: 4
- > Frecuencia (Hz): 50

### Especificaciones

#### Alimentación en alterna

Tolerancia	80 % ... 115 % Un
Consumo	< 2 W; < 10 VA
Frecuencia	50 / 60 Hz
Tensión nominal	230 V

#### Características mecánicas

Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	129 x 215 x 62 (mm)
Envolvente	DIN 43859

#### Características ambientales

Humedad relativa (sin condensación)	95 % max.
Temperatura de almacenamiento	-40 ... +85 °C
Temperatura de trabajo	-40 ... +70 °C

#### Circuito de medida de tensión

Conexionado	Asimétrica o Simétrica
Consumo	< 2 W; 10 VA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Tensión nominal	230 V

#### Circuito de medida de corriente

Corriente de referencia (Iref)	5 A
Corriente máxima	65 A
Corriente mínima de medida	250 mA

#### Comunicaciones

Protocolo	Modbus RTU
Tipo	RS-485



## 212-ES7A-2EB10

Contador monofásico CIRWATT B102

Código: QBMDB

### Interfaz de comunicación óptico

Protocolo	IEC 62056-21 mode C
Tipo	Serial;bi-directional

### Interface usuario

Resolución display	hasta 7 dígitos
Tipo display	LCD

### Memoria

Capacidad de memoria	Hasta 4 tarifas, perfil de carga opcional, 9600 registros para carga de perfiles
Tipo	FIFO

### Pila interna

Tipo	Lithium
Vida	> 20 years @ 30 °C

### Precisión de medidas

Medida de energía reactiva (kvarh)	IEC 62053-21 (Clase 2)
Medida de energía activa (kWh)	Clase 1 - IEC 62053-21 Clase B - EN 50470

### Prestaciones

Cierres de facturación	15
------------------------	----

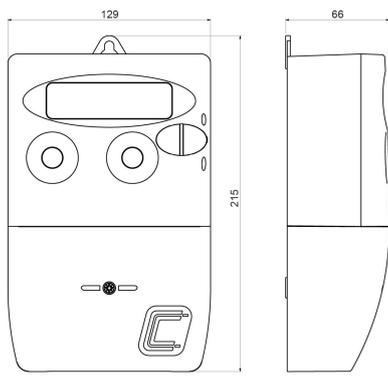


# 212-ES7A-2EB10

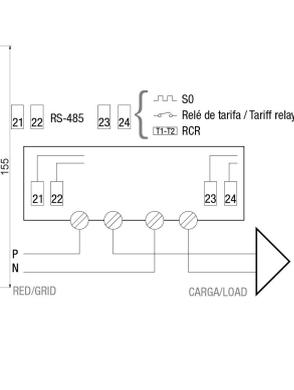
Contador monofásico CIRWATT B102

Código: QBMDB

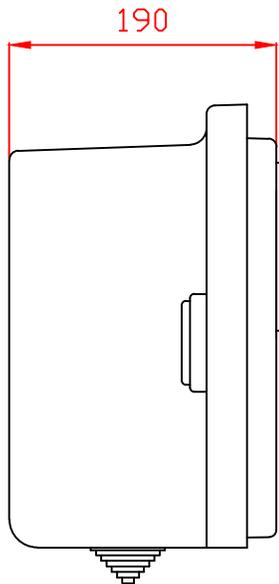
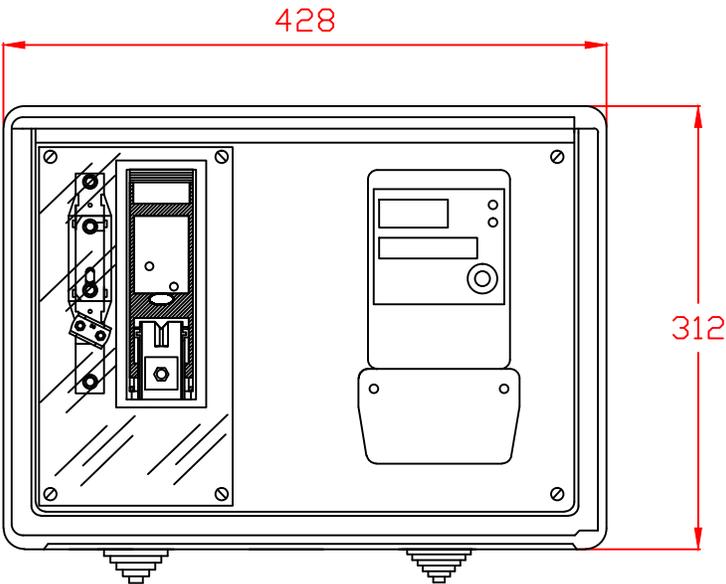
## Dimensiones



## Conexiones



ARMARIO DE MEDIDA  
 PARA CONTADOR 2P



	Fecha	Nombre	FIRMADO	Material	 <b>INDUSTRIAS ELECTRICAS</b>
Dibujado				Acabado	
Comprob.					
Id.s.normas					
Escala	Descripción			Número Plano	
Revisión	PNZ-CPM-MF 2 END			Sustituye a s/e	
	REF: 480441			Sustituido por s/e	





## 410-QD1A-70B10

410-QD1A-70B10, Contador trifásico conexión directa

Código: QB4A0

- > Tipo Consumidor: 4
- > Comunicaciones: RS-232 | RS-232
- > Clase (Activa/Reactiva): B (1) / 2
- > Sistema: Trifásico
- > Medida: Directa
- > Rango medida (V): 3x230/400
- > Rango medida (A): 10 (100)
- > Cuadrantes: 4
- > Frecuencia (Hz): 50

### Descripción

CIRWATT-B410D es un contador trifásico directo, idóneo para aplicaciones trifásicas industriales. Con clase B en energía activa según Directiva Europea MID (EN 50470) o clase 1 según IEC-62053-21, dispone de múltiples opciones de comunicación y módulos de expansión que le permiten adaptarse a cualquier tipo de instalación.

### Aplicación

CIRWATT-B410D es el equipo adecuado para aplicaciones en baja tensión (para corrientes de hasta 100 o 120 A máximas), adaptándose a las nuevas necesidades del mercado con una gran versatilidad en sus opciones de comunicación y módulos de expansión. Disponible en 2 cuadrantes para consumos de energía o 4 cuadrantes para las plantas fotovoltaicas (generación y consumo de energía).



## 410-QD1A-70B10

Contador trifásico estándar con conexión directa

Código: QB4A0

### Especificaciones

#### Alimentación en alterna

Tolerancia	80 % ... 115 % Un
Consumo	< 2 W; < 10 VA
Frecuencia	50 / 60 Hz
Tensión nominal	3 x 230 (400) V - 3 x 127 (230) V

#### Características mecánicas

Tamaño (mm) ancho x alto x fondo	172 x 255 x 67 (mm)
Envolvente	DIN 43859
Peso Neto (kg)	1,422

#### Características ambientales

Humedad relativa (sin condensación)	95 % max.
Temperatura de almacenamiento	-40 ... +85 °C
Temperatura de trabajo	-40 ... +70 °C

#### Círculo de medida de tensión

Conexionado	Asimétrico
Consumo	< 2 W; 10 VA
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Tensión nominal	3 x 230/400 V (Consultar otras configuraciones)

#### Círculo de medida de corriente

Consumo	< 0,1 V·A
Corriente de referencia (Iref)	10 A
Corriente máxima	100 A
Corriente mínima de medida	< 0,5 x Itr

#### Comunicaciones

Protocolo	REE, basado en IEC 870-5-102
Tipo	RS-232 / RS-232

#### Interfaz de comunicación óptico

Hardware	IEC 62056-21
Protocolo	REE, based on IEC 870-5-107
Tipo	Serial;bi-direccional

#### Interface usuario

Resolución display	hasta 8 dígitos (8 mm)
--------------------	------------------------



## 410-QD1A-70B10

Contador trifásico estándar con conexión directa

Código: QB4A0

Tipo display	LCD
<b>Memoria</b>	
Capacidad de memoria	Datos: memoria no-volátil, Setup y eventos: serial-flash
Tiempo registro	4000
Tipo	Serial flash
<b>Normas</b>	
Normas	UNE-EN 50470-1 (Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Parte 1: Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo. Equipos de medida - índices de clase B-) UNE-EN 50470-3 (Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Parte 3: Requisitos particulares. Contadores estáticos de energía activa - índices de clasificación B-) IEC 62052-11, IEC 62053-21, IEC 62053-22 (Normas para contadores estáticos de energía activa para corriente alterna de clase 0.2s, 0.5s) UNE-EN 55022 (Emisiones conducidas: Clase B, Emisiones radiadas: Clase B) UNE-EN 61000-4-2, UNE-EN 61000-4-3, UNE-EN 61000-4-4, UNE-EN 61000-4-5, UNE-EN 61000-4-6, UNE-EN 61000-4-8, UNE-EN 61000-4-11
<b>Pila interna</b>	
Tipo	Lithium
Vida	> 20 years @ 30 °C
<b>PLC</b>	
Hardware	CENELEC A or CENELEC B
Protocolo	CirPLC & PEP (PLC Encapsulated Protocol)
Sistema de modulación	DSCK con sistema de repetidores
<b>Precisión de medidas</b>	
Medida de energía reactiva (kvarh)	IEC 62053-23 (Clase 2)
Medida de energía activa (kWh)	EN 50470 (Clase B) IEC 62053-21 (Clase 1)
<b>Prestaciones</b>	
Cierres de facturación	12 cierres por contrato. Fecha y hora programable
Curva de carga	2 curvas de carga, tiempo de integración programable (1 ... 253 min)
Opcional	Comunicaciones: RS-232 / PLC ,RS-485 / PLC, RS-232 / RS-232 , RS-485 / RS-485, RS-232 / RS-485, RS-232 / Ethernet, R-485 / Ethernet Tarjetas de expansión: Sin entradas / salidas, 4 salidas relé (Indicador de Tarifa), 2 entradas relé / 4 salidas impulsos, 4 entradas de impulsos, Medida de corriente diferencial, 2 salidas relé / 2 salidas de impulsos, / 2 entradas de impulsos
Programación tarifas	12 jornadas 10 tipos de datos 9 tipos de tarifas 30 días festivos 12 días especiales
<b>Reloj</b>	
Fuente	Oscilador compensado en temperatura
Precisión (EN 61038)	< 0,5 s/day (23 °C)
Tipo	Calendario Gregoriano



## 410-QD1A-70B10

Contador trifásico estándar con conexión directa

Código: QB4A0

### CIRWATT BIII-D

Contador trifásico conexión directa

CÓDIGO	TIPO	Rango medida (V)	Rango medida (A)	Comunicaciones	Clase (Activa/Reactiva)	Sistema	Medida
<b>CIRWATT B 410D</b>							
QB4A0	410-QD1A-70B10	3x230/400	10 (100)	RS-232   RS-232	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4B0	410-QD1A-90B10	3x230/400	10 (100)	RS-232   RS-485	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4E0	410-QD1A-80B10	3x230/400	10 (100)	RS-485   RS-485	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4C0	410-QD1A-A0B10	3x230/400	10 (100)	RS-232   Ethernet	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4D0	410-QD1A-C0B10	3x230/400	10 (100)	RS-485   Ethernet	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4H0	410-QD1B-90B10	3x230/400	10 (100)	RS-232   RS-485	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB7A0	410-ND1A-70B10	3x127/220	10 (100)	RS-232   RS-232	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB4I0	410-QD1B-A0B10	3x230/400	10 (100)	RS-232   Ethernet	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB7B0	410-ND1A-90B10	3x127/220	10 (100)	RS-232   RS-485	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB7E0	410-ND1A-80B10	3x127/220	10 (100)	RS-485   RS-485	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB7C0	410-ND1A-A0B10	3x127/220	10 (100)	RS-232   Ethernet	B (1) / 2	Trifásico	Directa
QB7D0	410-ND1A-C0B10	3x127/220	10 (100)	RS-485   Ethernet	B (1) / 2	Trifásico	Directa

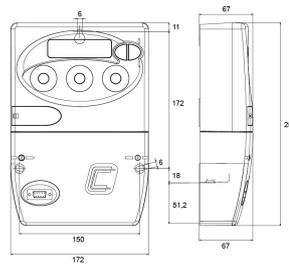
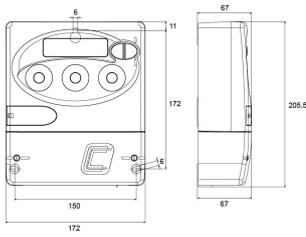


# 410-QD1A-70B10

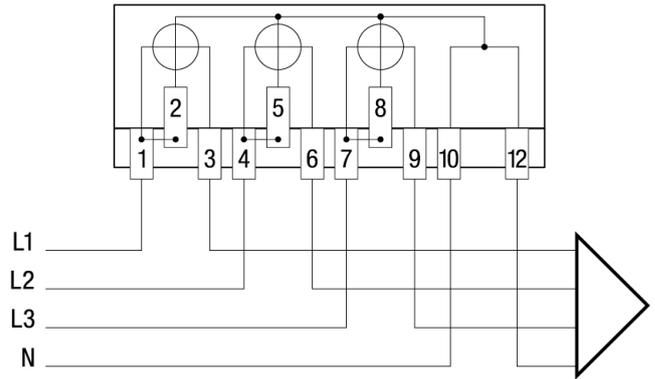
Contador trifásico estándar con conexión directa

Código: QB4A0

## Dimensiones



## Conexiones



## AL POLIRRET CPR0 - AL RZ

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
Norma diseño: UNE 21030-1  
Designación genérica: AL RZ



VISAT

INGENYERS/ES  
CAT CENTRAL



23004708

24/05/2023



Nº DoP 1003860



DESCÁRGATE la DoP  
(declaración de prestaciones)  
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



Resistencia  
a la absorción  
del agua



Resistencia  
al frío



Resistencia  
a los rayos  
ultravioleta

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

## Reacción al fuego

### Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): F<sub>ca</sub>.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575.2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

## Resistencia a la intemperie

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que, además, el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta de protección, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, el ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030, especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

## AL POLIRRET CPRO - AL RZ

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-1  
 Designación genérica: AL RZ


**VISAT**

 ENGINYERS/ES  
 CAT CENTRAL

**23004708**

24/05/2023

## Construcción

### 1. Conductor

**Metal:** aluminio en los conductores activos.

**Flexibilidad:** rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Neutro fiador:** cuando el cable dispone de neutro fiador, este está constituido por una cuerda de alambres de aleación de Al-Mg-Si (Almelec). Por sus especiales características hace la función de neutro y de cuerda portante en redes tensadas.

Las características mecánicas del fiador de Almelec (Alm) son:

- Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .
- Módulo de elasticidad:  $62000 \text{ N/mm}^2$ .

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### 2. Cubierta aislante

**Material:** mezcla de polietileno reticulado (XLPE).

Color: negro.

### 3. Reunión

Conductores aislados reunidos entre sí o en torno al neutro fiador si dispone de él.

## Aplicaciones

Especialmente adecuados para instalaciones de líneas tensadas autoportadas sobre apoyos o posadas sobre fachadas de los edificios.

- Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
- Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).

**NOTA IMPORTANTE:** no se deben utilizar instalaciones subterráneas ni empotradas

## AL POLIRRET CPRO - AL RZ

Tensión asignada: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-1  
 Designación genérica: AL RZ



### Datos técnicos

Sección de conductor (mm <sup>2</sup> )	Carga de rotura mínima (daN)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro conductor aislado (mm) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)
<b>Conductor: fase o neutro no fiador</b>				
16	190	1,2	7,9	1,91
25	300	1,4	9,6	1,2
50	600	1,6	12,3	0,641
95	1140	1,8	16,1	0,32
150	1800	2	19,3	0,206
<b>Conductor: neutro fiador ALMELEC</b>				
29,5	870	1,4	10,4	1,15
54,6	1660	1,6	13	0,63
80	2000	1,8	15,8	0,4

(1) Valores aproximados.

### Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro envolvente (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Intensidad admisible (cable expuesto al sol a 40 °C) (A)	Caída de tensión (V/A km)	
				cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
2 x 16 Al	15,8	145	72	4,88	4
2 x 25 Al	19,2	225	95	3,06	2,54
4 X 16 Al	18	285	56	4,24	3,48
4 X 25 Al	23,1	445	76	2,66	2,21
4 x 50 Al	29,6	770	115	1,62	1,22
3 x 95 / 50 Al	38	1250	185	0,71	0,65
3 x 150 / 95 Al	46,5	1875	250	0,46	0,44
1 x 16 Al / 29,5 Alm	16,8	187	72	4,88	4
1 x 25 Al / 54,6 Alm	22,6	310	95	3,06	2,54
1 x 50 Al / 54,6 Alm	25,3	385	145	1,61	1,4
2 x 16 Al / 29,5 Alm	17,5	255	72	1,88	4
3 x 16 Al / 29,5 Alm	20	320	66	4,24	3,48
3 x 25 Al / 29,5 Alm	27,1	425	76	2,66	2,21
3 x 25 Al / 54,6 Alm	31	535	76	2,66	2,21
3 x 50 Al / 29,5 Alm	32,1	640	115	1,42	1,22
3 x 50 Al / 54,6 Alm	36	765	115	1,42	1,22
3 x 95 Al / 54,6 Alm	44	1250	185	0,71	0,65
3 x 150 Al / 80 Alm	51	1700	250	0,46	0,44

(1) Valores aproximados.

Intensidades admisibles para cables expuestos al sol según UNE 211435 para cables protegidos del sol. Ver tabla A.2. de la norma.

Las características mecánicas del fiador de Almelec (Alm) son:

- Coeficiente de dilatación lineal:  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

- Módulo de elasticidad: 62000 N/mm<sup>2</sup>.

En el caso de cables con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor de sección b (el neutro).

Los cables con sección 1 x a/b son para tendidos monofásicos. a es la fase y b el neutro fiador de Almelec (Alm).

