

AUTOCONSUMO JORNADA TÉCNICA

Dimensionamiento de campo solar

Juan Carlos Pedrero Martín



ÍNDICE

1. Dimensionamiento de campo solar.
 1. Terreno y adecuación
 2. Apoyos utilizados
 3. Software
2. Cableado
 1. Panel
 2. Inversor
 3. Strings
 4. Secciones
3. Protecciones

1. Dimensionamiento de campo solar

1. Terreno y adecuación



1. Dimensionamiento de campo solar

2. Apoyos utilizados



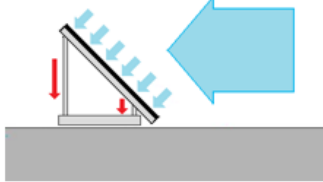
1. Dimensionamiento de campo solar


2. Apoyos utilizados

Ventajas:

- Centro de gravedad bajo
- Contrarresta el viento

CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO SOBRE SOLARBLOC®






SOLARBLOC®


Soporte de hormigón para paneles solares

fabrica@pretensadosduran.com
 Fábrica: Carretera de Valverde, Km. 5, 200 (Badajoz) Teléfono 924 244 203 - 924 268 116



Grupo Durán empresas

Las estructuras Solarbloc® H-S/18 se fabrican en cuatro grados distintos



ENTRADA DE VIENTO POR BARLOVENTO

Tipo de Solarbloc a utilizar	30°	
Número de Solarbloc	48	MÓDULOS
Número de vanos	48	
Peso total de los módulos del vano (kg)	48	

	Peso		Centro de gravedad (respecto al punto de giro)		Área de un vano completo		
	kg	x (m)	y (m)	x (m)	y (m)	m²	
Solarbloc	26950,00	0,6750	0,3470	2,10	2,10	4,41	
Paneles	2304,00	0,8207	0,9254	UN VANO ES LA SUMA DE MÓDULOS SOLARES QUE SE DISPONEN ENTRE CADA 2 SOPORTES SOLARBLOC, NORMALMENTE 2.			

Convertor (km/h) a (m/s)	Introducir velocidad en Km/h	Velocidad en m/s	Viento		
	98	27,22	m/s	kg/m²	d (m)
			27,22	46,32	d'
					0,2480
					1,1918

Angulo del Solarbloc	Angulo viento-terreno entre 0 y 60	Radianes
30	0,524	
Angulo entre viento - terreno	30	0,524



Solarbloc® H-S/18 permite hacer filas de 2 módulos en horizontal

CALCULOS SOLARBLOC			
Momento debido al viento	-3740,15	kg x m	Signos
Momento debido al peso	20082,14	kg x m	
Total momentos	16342,00	kg x m	
Reserva de seguridad al vuelco	536,93%	Seguridad cuando es > 100%	
CUMPLIMIENTO A VUELCO		CUMPLE	

PRESIÓN SOBRE EL TERRENO			
Tensión máxima sobre terreno (soporte central)	0,27	kg/cm²	
Tensión media sobre terreno (soporte central)	0,11	kg/cm²	
Tensión máxima sobre terreno (soporte extremo)	0,13	kg/cm²	
Tensión media sobre terreno (soporte extremo)	0,06	kg/cm²	

LOS RESULTADOS DE ESTA HOJA DE CÁLCULO NO IMPLICA LA GARANTÍA DEL FABRICANTE.

LOS RESULTADOS ESTÁN SUJETOS, A LA CONFIGURACIÓN QUE INTERPRETA CADA PROYECTISTA DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA A ESTUDIO, SEGUN EL CONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS, GEOGRÁFICAS Y CONSTRUCTIVAS DE LA SUPERFICIE DONDE SE ASIENTAN LOS SOPORTES SOLARBLOC.

1. Dimensionamiento de campo solar

2. Apoyos utilizados

CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO SOBRE SOLARBLOC®

ENTRADA DE VIENTO POR SOTAVENTO

SOLARBLOC®

Soporte de hormigón para paneles solares

Fabrica@pretensadosdurán.com
 Fábrica: Carretera de Valverde, Km. 5,200 (Badajoz) Teléfono 924 244 202 - 924 208 116

Grupo Durán empresas

Las estructuras Solarbloc® H-S/18 se fabrican en cuatro grados disti

Tipo de Solarbloc a utilizar 30°

f. rozamiento (estimado) 3

Número de Solarbloc 48

Número de vanos 48

Peso total de los módulos del vano (kg) 48

Datos piezas

Solarbloc

Paneles

	Peso		Centro de gravedad (respecto al punto de giro)		Área de un vano completo		Superficie m²
	kg	x (m)	y (m)	x (m)	y (m)		
Solarbloc	26950,00	0,894	0,3470	Panel	2,10	2,10	4,41
Paneles	2304,00	0,748	0,9254				

Convertor (Km/h) a (m/s)

Introducir velocidad en km/h	Velocidad en m/s
98	27,22

Yiento

Velocidad del viento

m/s	kg/m²
27,22	46,32

Distancia perpendicular eje fuerza - punto de d (m)

1,1107
0,4473

Angulo del Solarbloc

Ángulo viento-terreno entre 0 y 60	Ángulo viento-terreno en Radianes
30	0,524
30	0,524

Angulo entre viento - terreno

Ángulo viento-terreno entre 0 y 60	Ángulo viento-terreno en Radianes
30	0,524
30	0,524

Angulo del solarbloc 0,524 rad

Angulo viento-terreno 0,524 rad

Angulo viento - panel 1,047 rad

Carga de viento sobre el panel fotovoltaico 9813,42 kg

CALCULOS SOLARBLOC

Momento debido al viento -11634,25 kg x m

Momento debido al peso 25814,46 kg x m

Total momentos 14180,21 kg x m

Reserva de seguridad al vuelco 221,88%

CUMPLIMIENTO A VUELCO CUMPLE

Carga de viento horiz. sobre el panel 8498,67 kg

Carga de viento vert. sobre el panel 4906,71 kg

Peso 29254,00 kg

Fricción 73041,87 kg

Resultante 64543,20 kg

CUMPLIMIENTO A DESLIZAMIENTO CUMPLE

Signos

+	Antivuelco
-	Vuelco

Solarbloc® H-S/18 permite hacer filas de 2 módulos en horizontal

1. Dimensionamiento de campo solar

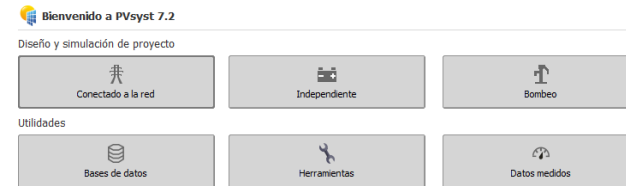
2. Apoyos utilizados

Otros apoyos como:



1. Dimensionamiento de campo solar

3. Software



Proyecto

Nombre del proyecto: Nombre del cliente: No definido

Archivo del sitio: Meteornorm 8.0 (2002-2017), Sat=89% España

Archivo meteo: Meteornorm 8.0 (2002-2017), Sat=89% Sintético

Simulación realizada (versión 7.2.6, fecha 14/09/22)

Variante

Variante n°:

Parámetros principales

- Orientación
- Sistema
- Pérdidas detalladas
- Autoconsumo
- Almacenamiento

Parámetros del campo

Inclin. 30° Azimut 0°

Resumen de resultados

Tipo de sistema Cobertizos, conjunto único

Producción del sistema: **224 MWh/año**

Producción específica: **1709 kWh/kWp/año**

Proporción de rendimiento: **0.818**

Producción normalizada: **4.68 kWh/kWp/día**

Pérdidas del conjunto: **0.97 kWh/kWp/día**

Pérdidas del sistema: **0.07 kWh/kWp/día**

Nombre	Conjuntos PV	Inclinación	Azimut
TALMA	1	30°	0°

Resumen sistema global

Num. de módulos: 288
Área del módulo: 628 m²
Num. de inversores: 1
Potencia PT nominal: 132 kWp
Potencia PT máxima: 128 MWCC
Potencia de CA nominal: 110 MWCA
Preparación: 1.91

Archivo meteo

Fuente: Meteornorm 8.0 (2002-2017), Sat=89% Tipo / año: Sintético

Sitio geográfico incluido

Nombre del sitio: País: España

Latitud: ° 'N Longitud: ° 'W Altitud: 312m Zona horaria: 1.0

Características de datos

Datos generados sintéticamente a partir de valores mens

Fecha de comienzo: 01/01/90 00h00 Hora Legal

Fecha final: 31/12/90 23h00 Datos sintéticos

Semilla inicial aleatoria: 1

Visualización de datos y verificación

Gráficos Tablas Verificar la calidad de los datos

Variables

- Global horiz.
- Difuso horiz.
- Haz horiz.
- Haz normal
- Plano inclinado global
- Índice de claridad Kt
- Temp. ambiente
- Velocidad del viento
- Columna de agua precipitable
- Humedad relativa
- Coeficiente de Linke
- Profundidad óptica de aerosol

Tipo de gráfico

- Basado en el tiempo
- Histograma
- Valores ordenados

Valores

- Cada hora
- Diarios
- Mensual

Unidades de irradiación

W/m²

Fechas gráficas

Días Desde: 01/01/1990 al: 31/12/1990

1. Dimensionamiento de campo solar

3. Software



Modelado

Proyecto Sitio Variante

Proyecto

Nombre del proyecto: Nombre del cliente: No definido

Archivo del sitio: Meteororm 8.0 (2002-2017), Sat=99% España

Archivo meteo: Meteororm 8.0 (2002-2017), Sat=99% Sintético 0

Simulación realizada (versión 7.2.6, fecha 14/09/22)

Variante

Variante n°:

Parámetros principales: Orientación, Sistema, Pérdidas detalladas, Autoconsumo, Almacenamiento

Opcional: Horizonte, Sombreados cercanos, Diseño de módulo, Gestión de la energía, Evaluación económica

Situación: Ejecutar simulación, Simulación avanzada, Informe, Resultados detallados

Resumen de resultados

Tipo de sistema: Cobertros, conjunto único

Producción del sistema	224 MWh/año
Producción específica	1709 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento	0.818
Producción normalizada	4.68 kWh/kWp/día
Pérdidas del conjunto	0.97 kWh/kWp/día
Pérdidas del sistema	0.07 kWh/kWp/día

Resumen del sistema Salida

Escena 3D de sombreados cercanos

Comentario: Ninguna escena de sombreado definida

Construcción / Perspectiva

Importar Exportar

Compatibilidad con parámetros Orientación y Sombreados

Oriente/Sistema	Sombreados
Área activa	630 m ² / 642 m ²
Inclinación de campos	30.0° / 30.0°
Azmut de campos	0.0° / 0.0°

Tabla de factores de sombreado

Tamaño de celda de red: 10.00 m Vista de perspectiva X: 34.13, Y: 82.57 m

Parámetros básicos

Tamaños de los cobertros

Definición de tamaños: Por módulos (ajustar tamaños), Por tamaños sensibles

Por módulos

Módulo FV de referencia: TSM-DE17H (11) 455W

Ancho del módulo: 1.040 m

Longitud del módulo: 2.102 m

Orientación: Paisaje

Núm. de módulos en longitud (X): 72

Núm. de módulos en altura (Y): 2

Espaciado de módulos X: 0.02 m

Espaciado de módulos Y: 0.02 m

Área sensitiva

Altura: 2.10 m

Longitud: 152.76 m

Área de la tabla: 320.8 m²

Área requerida: 629.6 m²

Marco alrededor de módulos

Izquierda/derecha: 0.00 / 0.00 m

Arriba/abajo: 0.00 / 0.00 m

Origen: Centro inferior

Tamaños de los cobertros

Parámetros básicos

Descripción

Nombre: Campo de cobertros #1

Parámetros del conjunto

Núm. de cobertros: 2

Paso N-S: 4.50 m

Desalinear: 0.00 m

Pendiente cobertros a cobertros: 0.0

Ángulo Límite: 21.4 °

GCR: 46.7%

Área sensible global

Área total: 641.6 m²

Área requerida: 629.6 m²

Definido por módulos

Número de módulos: 2cobertros x 144 mód.

Orientación

Inclinación cobertros: 30.0

Azmut: 0.0

Pendiente de la línea de base: 0.0

Posición y Orientación

Estos valores se definen al posicionarse en la escena 3D

X	0.0 m	Inclin.	30.0°
Y	0.0 m	Azim.	0.0°
Z	0.0 m		con respecto a OY

Activar proyección de sombras

Color Sombras

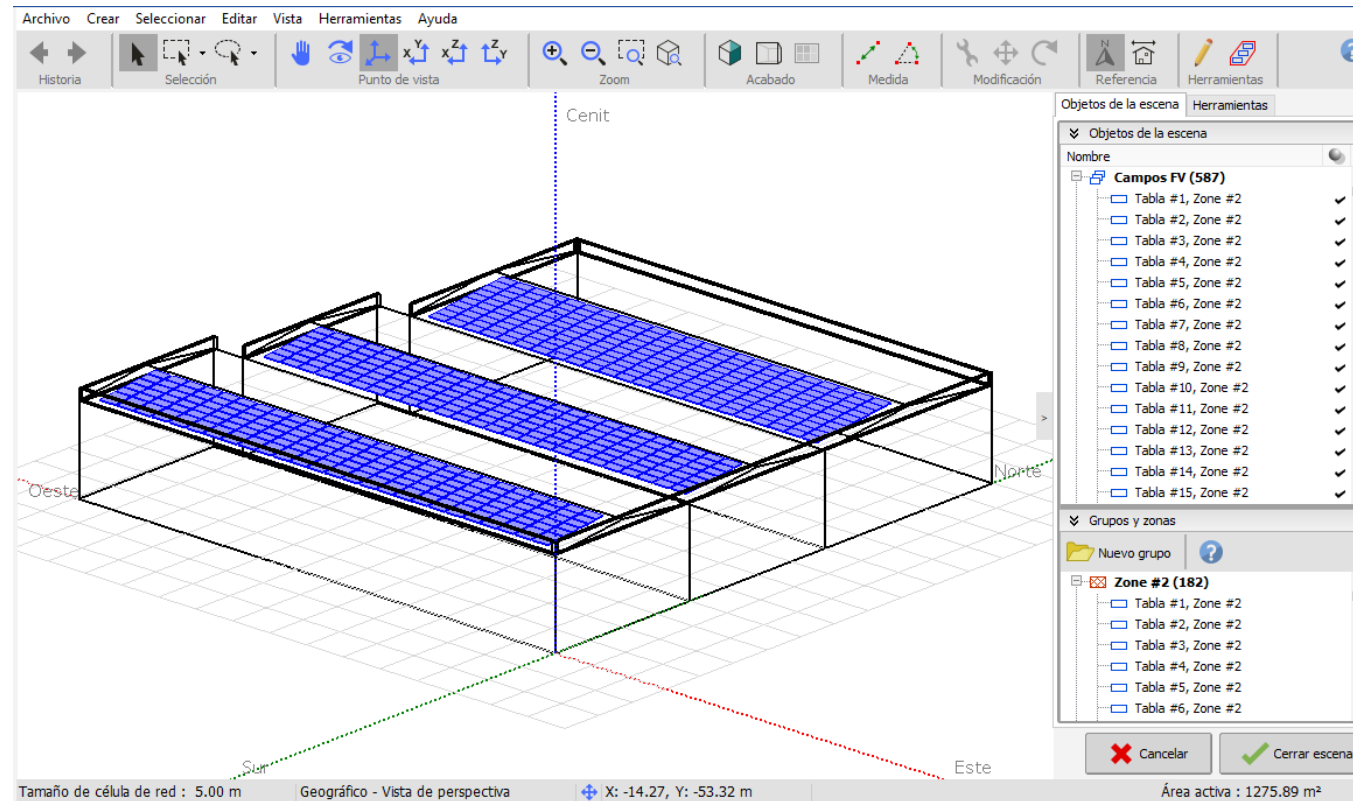
Cancelar Cerrar objeto

1. Dimensionamiento de campo solar

3. Software

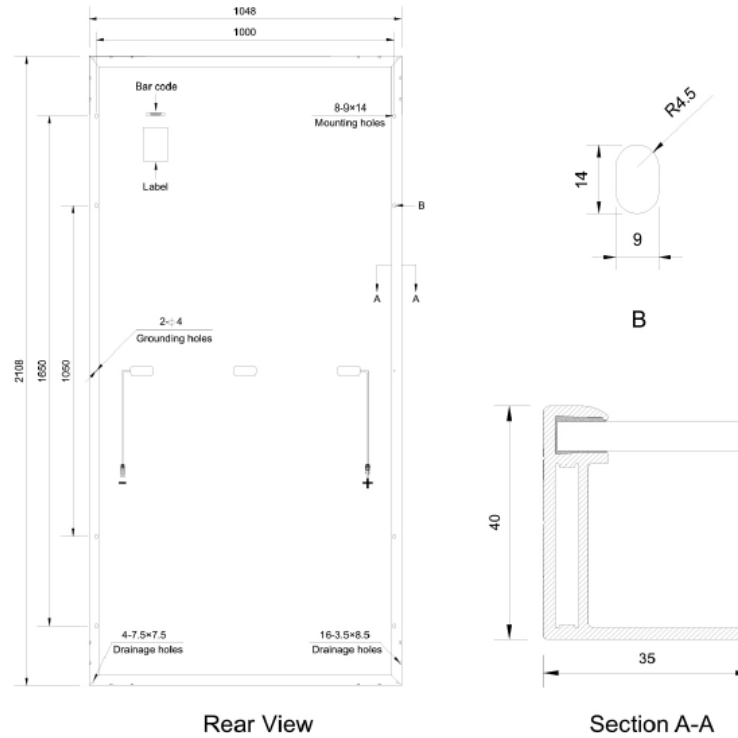


Otros: Modelado en edificios



2. Cableado

1. Panel



Rear View

Section A-A

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline PERC 166*83mm
Number of cells	144 (6x24)
Module dimensions	2108x1048x40 mm
Weight	24 kg
Front cover	3.2mm tempered glass with AR coating.
Frame	Clear anodized aluminum alloy
Junction box	IP68, 3 diodes
Cable	4mm ² , 1400mm
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMP. CHARACTERISTICS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	43° C±2°C
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C
Temperature Coefficients of VOC	-0.28%/°C
Temperature Coefficients of ISC	0.05%/ °C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperatura 25°C, A/11.5

Nominal Power (Pmax)	435W	440W	445W	450W	455W	460W	465W
Open Circuit Voltage (VOC)	49.6V	49.8V	50.0V	50.2V	50.4V	50.6V	50.8V
Short Circuit Current (ISC)	11.10A	11.16A	11.22A	11.28A	11.34A	11.40A	11.46A
Voltage at Nominal Power (Vmp)	41.2V	41.4V	41.6V	41.8V	42.0V	42.2V	42.4V
Current at Nominal Power (Imp)	10.56V	10.63A	10.70A	10.77A	10.84A	10.91A	10.97A
Module Efficiency (%)	19.69	19.92	20.14	20.37	20.60	20.82	21.05
Operating Temperature	-40 C to +85 C						
Maximum System Voltage	1000V DC/1500V DC						
Fire Resistance Rating	Type I (in accordance with UL 1703)/Class C (IEC61730)						
Maximum Series Fuse Rating	20A						

2. Cableado

2. Inversor: Datos principales

SUN2000-100KTL-M1

Especificaciones técnicas

PARÁMETROS DE LOS INVERSORES	
Tensión máxima DC	1.100 V
Tensión nominal DC	620 V
Margen tensión MPPT	200-950 V
Nº seguidores MPPT	10
Nº entradas DC por MPPT	2/2
Corriente máxima	10*26 A
Corriente máxima de cortocircuito	10*40 A
Potencia nominal de salida	110.000 W
Potencia máxima de salida	121.000 W
Corriente nominal AC	158,8 A
Corriente máxima AC	174,8 A

Eficiencia	
Máx. Eficiencia	98.8% @480 V; 98.6% @380 V/400 V
Eficiencia europea	98.6% @480 V; 98.4% @380 V/400 V
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V; 720 V @480 V
Número de entradas	20
Número de MPPTs	10
Salida	
Potencia nominal activa de CA	100,000 W (380 V / 400 V / 480 V @40°C)
Máx. potencia aparente de CA	110,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
Máx. intensidad de salida	168.8 A @380 V; 160.4 A @400 V; 133.7 A @480 V
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	<3%

2. Cableado

3. Strings: Consideraciones básicas casación strings+inversor

PANEL FOTOVOLTAICO	
Marca:	KASEEL
Modelo	KSHC-144 PERC
Dimensiones (m):	2,11x1,05
Potencia (Wp):	455
Tensión en circuito abierto (V DC):	50,4
Intensidad de corriente nominal (A):	10,84

GENERADOR FOTOVOLTAICO			
POTENCIA TOTAL (kWp):		265,72	
Inversor 1:	Strings	Paneles	Potencia (kWp)
	18	15	122,85
	2	14	12,74
Inversor 2:	Strings	Paneles	Potencia (kWp)
	17	14	108,29
	3	16	21,84

INVERSOR	
Marca y modelo:	HUAWEI SUN200-100KTL-M1
Potencia Nominal (kW)	100
Rango de tensión MPPT (V DC):	200-1000
Máxima intensidad MPPT (A DC):	26
Número de MPPT:	10
Strings por MPPT:	2
Tensión salida (V AC):	400
Intensidad nominal de salida (A AC):	144
Máxima intensidad de string (A DC):	13
¿Aguanta el inversor el generador fotovoltaico?	SI

2. Cableado

4. Secciones: Corriente Continua. Criterio de cálculo por calentamiento

Ejemplo:

Sección ZZ-F	$I_{al\ aire}$ [A]	I_{adm}' [A]	T_{\max} [°C]
6	70	28,70	120

f_c
0,41

$I_{sc\ máx}$ (ITC-BT 40, REBT) [A]	11,834073	$I_{sc\ máx} < I_{adm}'$
$I_{sc\ máx}$ (UNE HD 60364)=1,25* I_{sc} (std)	14,5125	$I_{sc\ máx} < I_{adm}'$

Para comprobar el cumplimiento de la intensidad máxima admisible del cable se han supuesto dos situaciones:

- El reglamento REBT, en el apartado 5 de la ITC-BT-40, establece que los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.
- La normativa UNE-HD 60364-7-712:2017, para la selección de las protecciones, propone calcular la corriente máxima de cortocircuito de un módulo fotovoltaico o una cadena fotovoltaica o un subgrupo fotovoltaico o un grupo fotovoltaico como $K1 \cdot ISC (std)$, donde $k1$ tiene que ser al menos 1,25.

2. Cableado

4. Secciones: Corriente Continua. Criterio de cálculo caída de tensión

$$e(V) = \left(\frac{2 \cdot I_{\text{cálculo}} \cdot L}{\frac{K}{CR} \cdot n \cdot S} \right)$$

- $I_{\text{cálculo}}$: Intensidad de cálculo (A)
- L : Longitud de cálculo (m)
- E : Caída de tensión (V)
- K : Conductividad del conductor ($m/\Omega \cdot mm^2$) a la temperatura de 20 °C
- CR : Coeficiente de resistencia para corregir la conductividad por temperatura
- S : Sección del conductor (mm^2)
- N : Nº de conductores por fase

$$K = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot CR = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

$$T = T_{\text{amb}} + (T_{\text{max}} - T_{\text{amb}}) \cdot \left(\frac{I_{\text{cálculo}}}{I_{\text{max}}} \right)^2$$

- K : Conductividad del conductor a la temperatura T .
- ρ : Resistividad del conductor a la temperatura T .
- ρ_{20} : Resistividad del conductor a 20°C. Cu = 0,018 Al = 0,029
- α : Coeficiente de temperatura: Cu = 0,00392 Al = 0,00403
- T : Temperatura del conductor (°C).
- T_{amb} : Temperatura ambiente (°C): T^a referencia para cables enterrados = 25°C; para cables al aire = 40°C. Para los cables de la parte de CC se tomará 70 °C como temperatura más desfavorable de acuerdo con UNE-HD60364-7-712:2017).
- T_{max} : Temperatura máxima admisible del conductor (°C): XLPE, EPR = 90°C PVC = 70°C
- $I_{\text{cálculo}}$: Intensidad de cálculo (A).
- I_{max} : Intensidad máxima admisible del conductor (A).

2. Cableado

4. Secciones: Corriente Continua. Criterio de cálculo caída de tensión

Ejemplo:

String-inversor	nº paneles por string	Sección elegida	Longitud tramo	e (V)	e (%)
1-A	12	6	17,5	1,52	0,36%
2-A	12	6	30	2,61	0,62%
3-A	18	6	43	3,74	0,59%
4-A	18	6	62	5,39	0,85%

2. Cableado

4. Secciones: Corriente Alterna.

- Potencia Inversor

- Tensión Inversor

- Intensidad máxima. Coger la mayor entre, la calculada y la que indica el fabricante.

2. Cableado

4. Secciones: Corriente Alterna.

Ejemplo: Tramo aéreo y tramo soterrado.

Pinv (W)	110.000
Vinv (V)	400
Imáx (A)	174,80

Tramo aéreo

Sección RZ1-K (AS)	I al aire (F) (A)	I'adm	factor carga	e	e %
50	207	180,09	97,06%	0,34	0,08%
70	229	199,23	87,74%	0,18	0,05%
95	278	241,86	72,27%	0,14	0,04%
120	322	280,14	62,40%	0,11	0,03%
150	371	322,77	54,16%	0,09	0,02%
185	424	368,88	47,39%	0,08	0,02%

fc
0,87

Factor corrección por temperatura suponiendo 45º ambiente
tabla B52.14 UNE 60364-5-52

Tramo soterrado

Sección RZ1-K (AS)	I enterrado (D1) (A)	I'adm	factor carga	e	e %
70	167	160,32	109,03%	7,73	1,93%
95	197	189,12	92,43%	4,17	1,04%
120	223	214,08	81,65%	3,40	0,85%
150	251	240,96	72,54%	2,78	0,69%
185	324	311,04	56,20%	2,32	0,58%

fc
0,96

Factor corrección por temperatura de terreno
tabla B52.15 UNE 60364-5-52

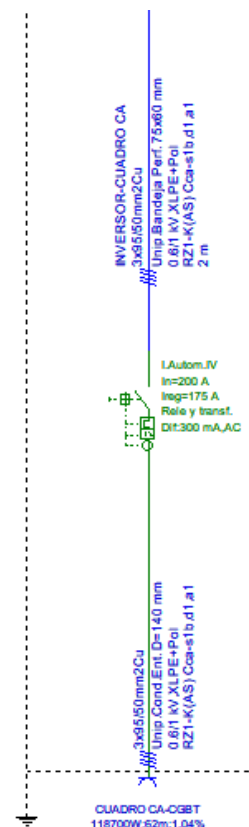
Total 3x 50 mm² + 25 mm²

Total 3x 95 mm² + 50 mm²

3. Protecciones

Corriente Alterna: DMELECT

- Tramo aéreo: Inversor-Cuadro CA
- Tramo soterrado: Cuadro CA - CGBT



Modelo	Cable (mm ²)	Magnetotermico (A)
EQX2 4002-T	2,5	20
EQX2 5002-T		
EQX2 6002-T		
EQX2 8002-T	4	32
EQX2 10002-T		
EQX2 12002-T		
EQX2 15002-T	6	40
EQX2 17002-T	8	
EQX2 20002-T		
EQX2 25002-T	25	50
EQX2 33004-T		35
EQX2 40004-T	50	
EQX2 50004-T		100
EQX2 100010-T	160	

3. Protecciones

Corriente continua

- No necesarias por las protecciones internas del inversor
- Necesario interruptores de corte en carga, si se decide instalar por cada string, para poder realizar trabajos de corte y mantenimiento de la planta (mediciones, desconexión, etc.)

Modelo	Seccionador	Fusibles	Protector de sobretensiones	
			Si no hay pararrayos	Si hay pararrayos o alta probabilidad de rayos
EQX2 4002-T EQX2 5002-T EQX2 6002-T EQX2 8002-T EQX2 10002-T EQX2 12002-T EQX2 15002-T EQX2 17002-T EQX2 20002-T EQX2 25002-T	Integrado en el equipo	Fusibles 1000Vdc: 15A	Tipo II 40kA 600Vdc	Tipo I-II 5kA 1000Vdc
EQX2 33004-T EQX2 40004-T EQX2 50004-T EQX2 100010-T		Fusibles 1000Vdc: 15A, 1 por string		

AUTOCONSUMO JORNADA TÉCNICA

Dimensionamiento de campo solar

Juan Carlos Pedrero Martín

