



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**TFG PROYECTO DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA, 4.56MW, PARA LA
GENERACIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA
SITUADA EN PUERTOLLANO
(CIUDAD REAL).**

AUTOR: JAIME TAMARIT MOLINA

TUTOR: CÉSAR SANTIAGO CAÑAS PEÑUELAS

COTUTOR: SATURNINO CATALÁN IZQUIERDO

Curso Académico: 2016-17

RESUMEN

El presente proyecto aborda el diseño de una planta solar fotovoltaica de 4.56MW de potencia pico, para el aprovechamiento del recurso solar en la zona central de la península ibérica.

El punto de partida será una parcela, ubicada en el municipio de Puertollano (Ciudad Real), de 6.25ha. El diseño final tendrá como objetivo maximizar los beneficios económicos, en una vida estimada de 25 años, con las limitaciones que esta parcela conlleve (situación geográfica, área útil, forma, pendiente, etc).

Inicialmente se analizarán distintos sistemas de captación y transformación de la radiación y, una vez seleccionado el sistema más adecuado a las necesidades, se desarrollarán el resto de partes de la planta.

RESUM

El present projecte aborda el disseny d'una planta solar fotovoltaica de 4.56MW de potència pic, per a l'aprofitament del recurs solar en la zona central de la península ibèrica.

El punt de partida serà una parcel·la, ubicada al municipi de Puertollano (Ciudad Real), de 6.25ha. El disseny final tindrà com a objectiu maximitzar els beneficis econòmics, per a una vida estimada de 25 anys, amb les limitacions que aquesta parcel·la comporte (situació geogràfica, àrea útil, forma, pendent, etc).

Inicialment s'analitzaran distints sistemes de captació i transformació de la radiació i, una vegada seleccionat el sistema més apropiat a les necessitats, es desenvoluparan la resta de parts de la planta.

ABSTRACT

The present Project treats about the design of a solar photovoltaic plant of 4.56MW peak power, to take profit of the natural solar energy resource easily accessible at the central zone of the Iberian peninsula.

The starting point will be a land parcel (6.25ha), located at Puertollano (Ciudad Real). The final aim of the design will be to maximize the economic benefits, over an estimated life of 25 years, with the limitations this parcel may have (geographic location, useful area, pendent, shape, etc).

First, the different systems of solar radiation capture and transformation will be analyzed and, once the most appropriate systems are selected, the rest of the solar plant parts will be developed.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETO DE ESTUDIO	5
2. LOCALIZACIÓN	5
3. MAGNITUDES Y UNIDADES	6
4. BASES DE DATOS CONSULTADAS	6
Pvgis Europa	6
Sunearthtools.com	6
4.1. Datos anuales de irradiación, temperatura e inclinación óptima.	7
5. MÓDULOS SOLARES	8
5.1. Introducción	8
5.2. Especificaciones en el mercado actual y selección inicial	8
5.3. Condiciones de ensayo y concepto de hora solar pico	9
5.4. Pérdidas asociadas a los módulos solares	10
5.4.1. Pérdidas por suciedad	10
5.4.2. Pérdidas por caída de rendimiento	10
5.4.3. Pérdidas por temperatura	11
6. ESTRUCTURA PORTANTE	12
6.1. Trayectoria solar: Azimut y elevación	12
6.2. Tecnologías disponibles	13
6.2.1. Estructura fija	13
6.2.2. Estructura móvil con seguimiento a 1 eje	13
6.2.3. Estructura móvil con seguimiento a 2 ejes	15
6.3. Selección de seguidores comerciales	16
7. PROYECCIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE ORIENTACIÓN PARA SU COMPARACIÓN.	16
7.1. Restricciones de operación y metodología de cálculo	17
7.2. Cálculo de sombras y distancia entre módulos	17
7.2.1. Estructura fija	18
7.2.2. Seguidor de eje horizontal	19
7.2.3. Seguidor de eje vertical	20
7.2.4. Seguidor de 2 ejes	21
7.3. Horas de funcionamiento sin sombras	22
7.4. Cálculo del número de paneles máximo	23

7.4.1.	Estructura fija	23
7.4.2.	Seguidor de eje horizontal	23
7.4.3.	Seguidores de eje vertical y 2 ejes	24
7.5.	Irradiación captada	27
8.	DETERMINACIÓN DE COSTES Y PÉRDIDAS ASOCIADAS	29
8.1.	Coefficientes de pérdidas adicionales	29
8.1.1.	Pérdidas en los inversores	29
8.1.2.	Pérdidas en el cableado	29
8.1.3.	Pérdidas en el centro de transformación	29
8.2.	Coste de los paneles	30
8.3.	Coste de las estructuras	31
8.4.	Coste de la parcela	31
8.5.	Coste de los inversores	31
8.6.	Precio de venta de la energía	31
9.	ELECCIÓN DE SISTEMA DE ORIENTACIÓN Y MÓDULO.	32
9.1.	Comparación y elección	32
9.2.	Irradiación captada considerando funcionamiento semisombreado para estructura fija y paneles tipo 3.	33
10.	SELECCIÓN DE LOS INVERSORES	35
10.1.	Conexión entre paneles	36
10.1.1.	Cantidad y tamaño de las strings	36
10.2.	Número de inversores necesario	38
11.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	40
11.1.	Parametros Técnicos	40
11.2.	Breve descripción de las partes del CT	41
11.2.1.	Unidad del transformador	41
11.2.2.	Unidad de aparamenta MT	41
11.2.3.	Unidad funcional BT	41
11.2.4.	Iluminación	41
11.2.5.	Envolvente prefabricada de hormigón	41
12.	CABLEADO	42
12.1.	Líneas de corriente continua	42
12.1.1.	Líneas de módulos	44
12.1.2.	Cajas de conexión	47
12.1.3.	Líneas principales de los inversores.	48



12.2.	Líneas de corriente alterna	49
12.2.1.	Línea de alterna en BT	49
13.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	51
13.1.	Puesta a tierra de las masas de baja tension CC	51
13.2.	Puesta a tierra de las masas BT de AC y del neutro del transformador.	54
13.3.	Puesta a tierra de las masas del centro de transformación.	56
13.4.	Independencia de las puestas a tierra de la instalación.	58
14.	PROTECCIONES	59
14.1.	Parte de corriente continua.	59
14.1.1.	Contactos indirectos	59
14.1.2.	Sobretensiones.	61
14.2.	Parte de corriente alterna.	62
14.2.1.	Contactos indirectos	62
14.2.2.	Sobretensiones	64
15.	PRESUPUESTO	65
16.	ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y CONCLUSIONES	67
16.1.	Costes finales	67
16.2.	Ingresos por venta de energía	67
16.3.	Amortización	68
16.3.1.	Inversión con capital propio	68
16.3.1.	Inversión con préstamo financiero.	69
16.4.	Conclusiones	69
17.	BIBLIOGRAFÍA	70
18.	ANEXOS	71
18.1.	ANEXO 1: Valores de aximut y elevación.	71
18.2.	ANEXO 2: Sombras seguidor 2 ejes grande.	73
18.3.	ANEXO 3: Sombras seguidor 2 ejes pequeño.	75
18.4.	ANEXO 4: Sombras estructura fija paneles 1 y 2.	77
18.5.	ANEXO 5: Sombras estructura fija paneles 3.	79
18.6.	ANEXO 6: Sombras seguidor azimut eje vertical.	81
18.7.	ANEXO 7: Orientación seguidor azimut eje horizontal.	83
18.8.	ANEXO 8: Sombras seguidor azimut eje horizontal.	84
18.9.	ANEXO 9: Coeficiente corrector pendiente.	86

18.10.	ANEXO 10: Coordenadas XY seguidor eje vertical.	87
18.11.	ANEXO 11: Coordenadas XY seguidor 2 ejes pequeño.	89
18.12.	ANEXO 12: Coordenadas XY seguidor 2 ejes pequeño.	91
18.13.	ANEXO 13: Irradiación recibida para los distintos sistemas.	94
18.14.	ANEXO 14: Criterios de dimensionado circuitos activos CC.	107
18.15.	ANEXO 15: Condiciones ambientales.	108
18.16.	ANEXO 16: Precios de Venta de la energía por mes	108
18.17.	ANEXO 17: Valores de cálculo económico iniciales para la comparación entre sistemas de orientación y módulos.	109

PLANOS

1.OBJETO DE ESTUDIO

En el presente documento se va a abordar el diseño de una central solar fotovoltaica que optimice el aprovechamiento espacial de un perímetro determinado. Se proyectarán sobre el terreno distintas tecnologías de captación solar, se compararán en términos energéticos y se introducirán una serie de factores económicos que sirvan de base para la elección. La premisa principal para la elección será la de maximizar los beneficios a lo largo de una vida útil de 25 años. Una vez escogido el sistema de captación se dimensionarán el resto de equipos e instalaciones necesarias para la transformación, transporte e inyección a red de la energía obtenida.

2.LOCALIZACIÓN

El terreno a optimizar se encuentra situado en el municipio de Puertollano, en la provincia de Ciudad Real. Se trata concretamente de la parcela 1466 del polígono 8, la ubicación exacta es $38^{\circ}41'03.8''N$ $4^{\circ}04'54.0''W$. Son 6.25 hectáreas rurales con un desnivel del 10% creciente de sur a norte y sin vegetación ni obstáculo alguno. Tiene acceso a través un camino de tierra, continuación de la calle Coruña, a menos de 100 metros de la rotonda con calle Galicia.



Ilustración 1. Vista aérea de la parcela. Fuente: Google Maps

3.MAGNITUDES Y UNIDADES

- Radiación solar: Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas procedentes del sol.
- Irradiancia solar (G): Es la potencia recibida por unidad de superficie, se expresa en W/m².
- Irradiación solar (H): Es la energía recibida por unidad de superficie en periodo de tiempo determinado, se expresa en Wh/m².
- Hora solar pico (HSP): Es una medida de irradiación, equivalente a tener una irradiancia de 1000W/m² durante 1 hora, es decir 1KWh/m².

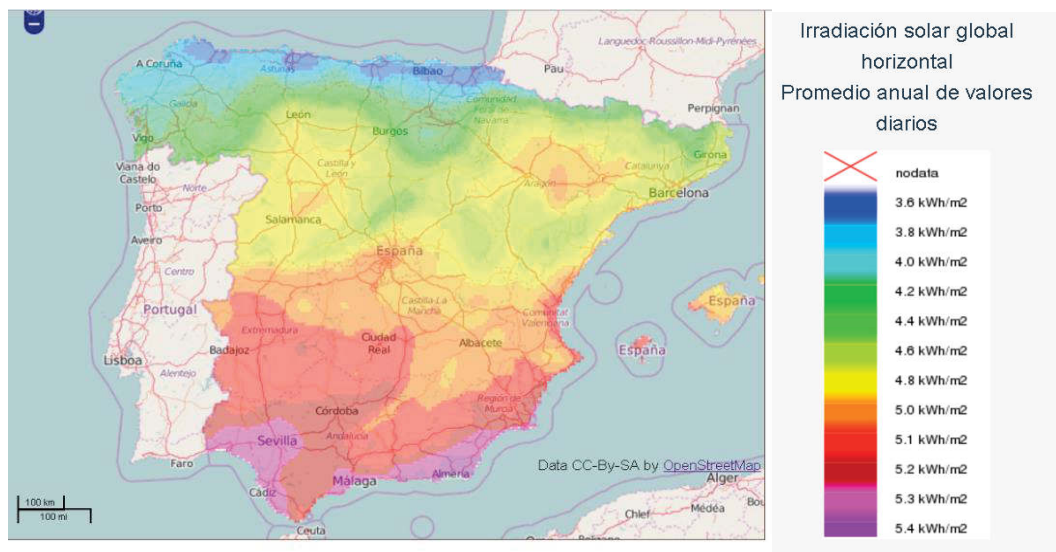


Ilustración 2. Mapa de irradiación media diaria. Fuente: www.adrase.com.

En la página web de andrase podemos ver de forma rápida la radiación media que reciben diariamente las distintas zonas del país, en Puertollano el dato es de 5.1 KWh/m².

4.BASES DE DATOS CONSULTADAS

Pvgis Europa

Es la base de datos de donde se han obtenido los valores de irradiación solar para las distintas configuraciones. Tiene una serie de planos predeterminados para los cuales ya nos muestra la irradiación mensual, irradiancia diaria media de cada mes (da 4 valores para cada hora) e incluso una estimación de la energía obtenida anual en un sistema fotovoltaico si le proporcionamos algunos parámetros, como el rendimiento total.

Sunearthtools.com

Esta herramienta proporciona el valor de azimut e inclinación del sol en intervalos mínimos de 15 minutos para todos los días del año, muy útil para poder relacionar la posición del sol con la irradiancia proporcionada por el PVGIS y también para poder introducir los valores apropiados en el PVGIS en aquellos casos de estudio no predeterminados. Los datos extraídos para la localización de Puertollano se han tabulado y pueden consultarse en el anexo 1.

El uso combinado de ambas bases de datos ha requerido de unos ajustes y simplificaciones:

- Se ha establecido trabajar en el uso horario GMT 0 pero el PVGIS muestra los valores para la hora local por lo que se le ha tenido que adelantar (sumar) 16 minutos para poder compararlos con los valores del Sunearthtools. Con todo, aun trabajando en el mismo uso horario y proporcionando ambas bases de datos 4 valores discretos para cada hora, estos valores no se dan para las mismas horas exactas, difieren en 7 minutos, por lo que en algunos casos será necesario interpolar los valores de una u otra para realizar cálculos mas precisos.
- PVGIS proporciona valores de irradiancia horaria media de todo el mes, mientras que Sunearthtools da los valores de azimut e inclinación de cada hora de cada día del mes. Los valores de irradiancia media no se corresponderian con la posición del sol, que variará a lo largo del mes. Es por esto que se ha realizado la media horaria de los valores angulares del sol para cada mes, lo que soluciona la problemática planteada pero como mas adelante se verá los valores que toman los dos ángulos el 21 de diciembre son base de cálculo y al trabajar con datos medios podría perderse precisión. Tras comparar los valores medios del mes de diciembre con los del solsticio de invierno se comprueba que apenas difieren en unas décimas de grado por lo que se da por válida esta simplificación.

4.1. Datos anuales de irradiación, temperatura e inclinación óptima.

A continuación, se muestra la irradiación media diaria recibida por planos predeterminados en PVGIS, en ausencia de sombras, a lo largo del año, así como otros datos de interés. Para la longitud y latitud de la parcela los valores de azimut e inclinación óptimos son 0 y 34 grados respectivamente, por lo que también se han solicitado los datos en esta orientación.

Mes	H(34)	H(lopt)	H(0)	H(90)	H(6)	DNI	lopt	D/G	TD	T24h
Ene	3710	4140	2240	3720	2540	3390	62	0.43	7.4	5.2
Feb	4980	5290	3340	4450	3700	4700	55	0.36	9.2	7.0
Mar	5890	5930	4740	4260	5030	5170	42	0.40	12.2	9.9
Abr	5980	6020	5580	3280	5750	5620	26	0.36	14.6	12.5
Mayo	6430	6780	6680	2680	6750	6510	14	0.33	19.0	16.9
Jun	7070	7800	7780	2370	7760	8270	5	0.26	25.1	22.9
Jul	7530	8160	8090	2590	8120	9300	9	0.20	28.2	25.9
Ago	7320	7470	7080	3410	7230	8230	21	0.23	28.3	25.8
Sep	6310	6310	5280	4110	5560	6250	37	0.30	23.5	21.1
Oct	5440	5650	3900	4520	4250	5060	51	0.36	18.0	15.6
Nov	4230	4670	2590	4130	2920	4010	61	0.38	11.6	9.1
Dic	3620	4140	2060	3780	2380	3410	65	0.42	8.2	6.2
Año	5710	6030	4960	3600	5170	5830	34	0.31	17.1	14.8

Tabla 4-1. Valores medios de irradiación, temperatura e inclinación óptima.

Siendo:

- H(34): Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima anual (Wh/m²/día).
- H(lopt): Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima mensual (Wh/m²/día).
- H(0): Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m²/día).
- H(90): Irradiación sobre plano a 90grados (Wh/m²/día).
- H(6): Irradiación sobre un plano con la inclinación del terreno (Wh/m²/día).
- DNI: Irradiación directa normal (Wh/m²/día).
- lopt: Inclinación óptima mensual(grados)
- D/G: Ratio entre la irradiación difusa y la global
- TD: Temperatura media del día (°C)
- T24h: Temperatura media diaria (24h) (°C)

Esta tabla no solo no sirve para conocer con que orden de magnitud se trabajará, más adelante será de utilidad para el cálculo de las pérdidas por temperatura y para valorar la importancia que cada mes tiene en la irradiación recibida anualmente.

5.MÓDULOS SOLARES

5.1. Introducción

Las células fotovoltaicas, agrupadas en paneles, son las encargadas de recibir la energía en forma de radiación solar y transformarla por efecto fotovoltaico en energía eléctrica. Del total de fotones procedentes del sol que alcanzan la superficie de la célula solo una parte de ellos serán absorbidos y transmitirán su energía a los electrones de ésta, la eficiencia de la conversión variará con cada panel. Además, los niveles de tensión y corriente generados afectarán a decisiones futuras y a la eficiencia del sistema completo. Por todo esto y por el peso que su coste tiene en la inversión total, la elección de los módulos es decisiva según sea nuestro criterio de explotación.

Dos son las tecnologías de fabricación en las que podrían agruparse los paneles, por un lado aquellos cuyos cristales de silicio han sido controlados para crecer en una única dirección (monocristalinos) y aquellos en los que no (policristalinos). Existen diferencias entre los dos tipos en aspecto, eficiencia, costes y en como les afecta la temperatura pero todos estos datos los aporta el fabricante por lo que no se justifica entrar a valorar que tecnología es mas apropiada.

5.2. Especificaciones en el mercado actual y selección inicial

Existen multitud de fabricantes y distribuidores de paneles solares. En la tabla siguiente se recopilan las especificaciones a considerar de 3 modelos distintos marcas muy reconocidas. con diferencias tanto en potencia, como en valores de intensidad, voltaje y eficiencia a fin de someterlos a estudio y afinar la selección.

	P.max (W)	V.mp (V)	I.mp (A)	V.oc (V)	I.sc (A)	Eficiencia (%)	TONC (°C)	Superficie (m2)	tipo	nº cél
YGE 60 CELL SERIES 2	270	30,7	8,8	37,9	9,27	16,6	46	1,62	poli	60
SUNTECH POWER HOLDINGS STP	290	31,7	9,15	39,8	9,55	17,8	45	1,63	mono	60
SUN POWER X21	345	57,3	6,02	68,2	6,39	21,5	45	1,63	mono	96

Tabla 5-1. Características técnicas módulos solares seleccionados

Siendo:

- **P_{max}**: la potencia máxima que puede entregar el panel (En condiciones de ensayo).
- **V_{mp}**: tensión a la que entrega la máxima potencia.
- **I_{mp}**: intensidad a la que entrega la máxima potencia.
- **V_{oc}**: Tensión de circuito abierto.
- **I_{sc}**: Intensidad de cortocircuito.
- **Efic%**: es el porcentaje de energía recibida que es transformada en energía eléctrica (en condiciones de ensayo).

5.3. Condiciones de ensayo y concepto de hora solar pico

Como cabría esperar, las células fotovoltaicas no generan una potencia eléctrica constante, sino que sus parámetros de tensión e intensidad son dependientes del nivel de irradiación y temperatura ambiente. En la figura siguiente podemos ver esta relación para una placa del fabricante Atersa

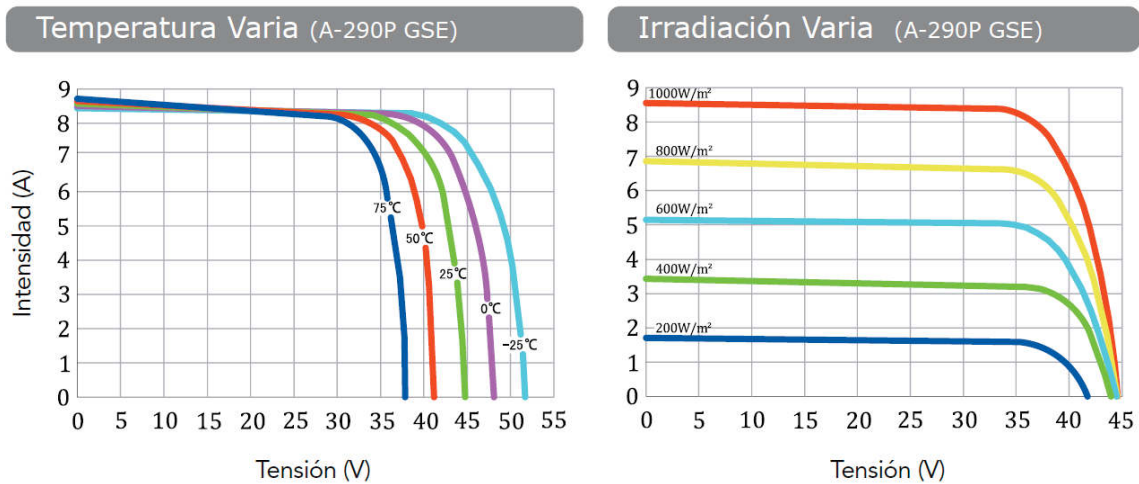


Ilustración 3. Gráficas características del panel A-290P GSE del fabricante Atersa, extraído de su hoja de características.

Este tipo de gráficas resultan muy útiles pero los fabricantes no siempre las facilitan. Generalmente se ensayan los paneles en condiciones óptimas y se publican las mediciones obtenidas en las correspondientes hojas de características. Las condiciones de ensayo mas ampliamente adoptadas son:

- Condiciones de test estandar STC: Irradiancia 1.000 W/m², temperatura del módulo 25 °C, AM=1,5;

- Temperatura operativa del módulo en circuito abierto (TONC o NOCT): Irradiancia 800 W/m², temperatura ambiental 20 °C, AM=1,5, velocidad del viento 1 m/s;

En lo que atañe a la variación de potencia con la temperatura suelen facilitarse varios coeficientes de corrección para los distintos parámetros eléctricos en función de la temperatura de la célula, que puede estimarse a partir del TONC, la temperatura ambiente y la irradiancia con la siguiente expresión:

$$T_{c\acute{e}lula} = T_{amb} + G \frac{(TONC - 20)}{800} \quad [1]$$

Para esta estimación se ha considerado que la temperatura de la célula aumenta de forma lineal con el aumento de la temperatura ambiental. Se considera también lineal el aumento del TONC con la variación de irradiancia, notese que se busca la temperatura de la célula en condiciones variables de irradiancia y el TONC se nos facilita a 800W/m².

Para el caso de la variación de irradiación se emplea el concepto de “hora solar pico” (HSP).

Puede expresarse la irradiación recibida a lo largo del día como un equivalente de HSP. esto es así porque la potencia generada por las células solares tienen un comportamiento prácticamente lineal con la potencia recibida como puede observarse en la gráfica, de no darse esta relación de proporcionalidad los cálculos se harían mucho mas complejos.

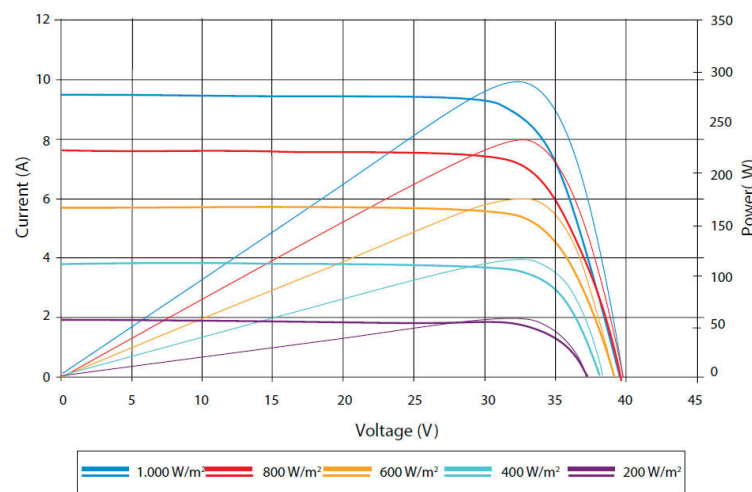


Ilustración 4: Relación de parámetros del módulo (stp 290) de Atersa con la irradiancia recibida

5.4. Pérdidas asociadas a los módulos solares

5.4.1. Pérdidas por suciedad

Con los paneles instalados a la intemperie, y pese a programar limpiezas periódicas, la acumulación de polvo en la superficie es inevitable. Se Considerarán unas pérdidas del 2%.

5.4.2. Pérdidas por caída de rendimiento

La potencia máxima que son capaces de entregar los paneles se va reduciendo a lo largo de su vida útil provocado por la propia degradación de los mismos. Los fabricantes proporcionan una curva de potencia

mínima para los primeros 25 años y éstas determinarían las pérdidas, pese a que pudieran resultar valores muy conservadores. A cada uno de los 3 módulos seleccionados le corresponden unos valores distintos:

- **PANEL 1 (YGE 60 CELL SERIES 2 270):** Rendimiento mínimo del 97.5% y caída lineal hasta el 80.7% en el año 25. Rendimiento medio del 89,1%.
- **PANEL 2 (STP 290):** Rendimiento mínimo del 97.5% los 2 primeros años y caída lineal hasta el 80,18% en el año 25. Rendimiento medio del 89,53%.
- **PANEL 3 (SUNPOWER X21 345):** Rendimiento mínimo del 95% los 5 primeros años y caída lineal hasta el 87% en el año 25. Rendimiento medio del 91,8%.

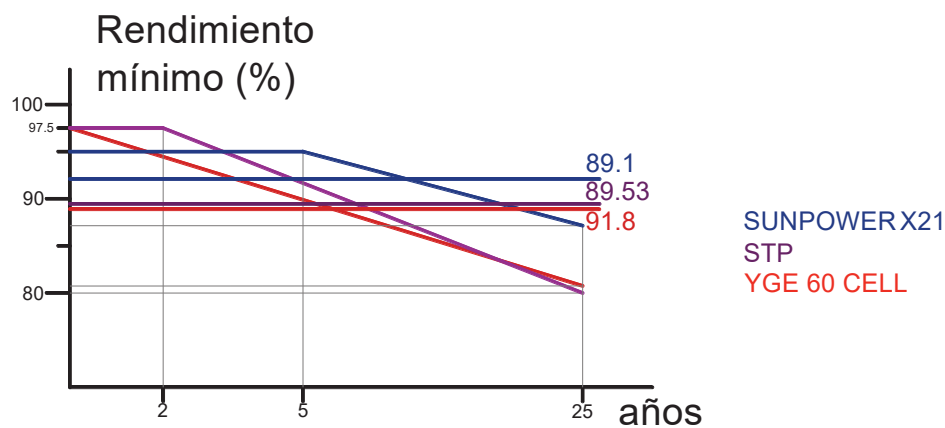


Ilustración 5: Gráfica comparativa del rendimiento a lo largo de la vida útil de los módulos

5.4.3. Pérdidas por temperatura

Como ya se ha avanzado, la temperatura del panel afecta de forma considerable a la potencia máxima que este puede aportar, y esta temperatura a su vez aumenta con la temperatura ambiente y la irradiancia alcanza al panel. Haciendo uso de la expresión [1] con las temperaturas e irradiancias medias proporcionadas por PVGIS, tabuladas en el anexo 15, y los coeficientes correctores de potencia proporcionados por los fabricantes pueden estimarse las pérdidas de potencia de cada mes.

$$Perd_T(\%) = K_{pot}(\%/^{\circ}C) \cdot (T_{celula} - T_{STC})(^{\circ}C) \quad [2]$$

$$Pot \text{ con pérdidas}(W) = Pot. \max(W) \cdot (1 - K_{pot}(\%/^{\circ}C) \cdot \frac{T_{celula} - T_{STC}}{100}) \quad [3]$$

	YGE 60 CELL (panel 1)	STP (panel 2)	SUNPOWER x21 (panel 3)
$K_{pot} (\%/^{\circ}C)$	0.42	0.4	0.3

Tabla 5-2: Coeficientes de potencia para temperaturas de célula diferentes a la de Condiciones de test estándar STC (25°C).

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

media diurna (°C)	T.panel (°C)	G MEDIA (W/m2)	Potencia con pérdidas de T (W)			Perdidas por T (%)			Perdidas por T Ponderadas		
			panel 1	panel 2	panel 3	panel 1	panel 2	panel 3	panel 1	panel 2	panel 3
7,5	24,2	512	270	290	345	-0,4	-0,3	-0,3	0	0	0
9,2	26,9	545	267,8	287,8	343,0	0,8	0,8	0,6	0,058	0,055	0,041
12,3	30,4	558	263,8	283,7	339,4	2,3	2,2	1,6	0,196	0,187	0,140
14,6	35,5	644	258,0	277,8	334,1	4,4	4,2	3,2	0,386	0,368	0,276
19	39,9	644	253,1	272,7	329,5	6,3	6,0	4,5	0,589	0,561	0,421
25,1	49,7	756	242,0	261,4	319,5	10,4	9,9	7,4	1,069	1,018	0,764
28,3	54,7	813	236,3	255,5	314,2	12,5	11,9	8,9	1,373	1,307	0,980
28,3	51,8	722	239,7	259,0	317,3	11,2	10,7	8,0	1,200	1,143	0,857
23,6	41,5	552	251,2	270,8	327,9	6,9	6,6	5,0	0,640	0,609	0,457
18	36,3	562	257,2	276,9	333,3	4,7	4,5	3,4	0,376	0,358	0,269
11,6	29,4	549	265,0	284,9	340,4	1,9	1,8	1,3	0,115	0,109	0,082
8,2	25,5	532	269,5	289,4	344,5	0,2	0,2	0,1	0,011	0,010	0,008
Suma (%) =									6,01	5,73	4,29

Tabla 5-3 Obtención del coeficiente de pérdidas por temperatura

Puede observarse que para el mes de enero las pérdidas toman un valor negativo, esto es así porque para las condiciones ambientales de dicho mes la temperatura de la célula es inferior a la de ensayo. Se toman como nulas las pérdidas por temperatura en dicho mes.

La tabla de resultados muestra una distribución irregular de pérdidas a lo largo del año y como era de esperar los meses centrales del año, en los cuales la temperatura y la irradiancia son mayores, registran mayores porcentajes de pérdidas. Precisamente estos meses también son en los que más energía es captada por lo que el valor final de pérdidas se obtiene ponderando el peso que cada mes tiene en la radiación anual recibida. Los valores de perdidas oscilan alrededor del 5%.

6. ESTRUCTURA PORTANTE

6.1. Trayectoria solar: Azimut y elevación

El movimientos relativo entre el sol y la tierra dan lugar a condiciones de irradiación variables hora a hora y mes a mes. De ahora en adelante esta posición relativa se describirá mediante dos ángulos (azimut y elevación), que tomando el sistema de coordenadas geográficas y sus 4 puntos cardinales como estáticos describirán el movimiento del sol a lo largo del día.

La importancia de conocer estos ángulos se explica de foma simple; un panel que se oriente de forma perpendicular a la trayectoria de los rayos solares recibirá mas irradiancia y por tanto generará mas energía. También es de importancia para el cálculo de sombras, que determinarán el número de paneles que es posible instalar, siendo en algunos casos solo relevantes sus proyecciones en el eje Sur-Norte, en otros solo relevantes en el eje Este-Oeste y en otros deberan considerarse ambas.

Como norma, se tomará la orientación sur como azimut 0 y el ángulo de elevación se expresará respecto a la horizontal.

6.2. Tecnologías disponibles

La instalación de un panel solar puede configurarse de forma que permanezca estático siempre o por otra parte implementar un sistema de seguimiento solar que mejore la captación. Las distintas configuraciones tendrán implicados unos costes de inversión, costes de mantenimiento y una separación entre paneles. A continuación se muestran los sistemas más empleados, y se enuncian sus principales ventajas y desventajas frente al resto. Todo ello sin valorar en que medida conviene cada sistema, ese análisis se realizará más adelante con cálculos que manejen datos más específicos.

6.2.1. Estructura fija

Los paneles se montan en estructuras rígidas de acero, contiguos unos a otros formando matrices del tamaño deseado, separadas entre sí una distancia determinada por las sombras Sur-Norte que proyecta la fila anterior. La instalación se ejecuta eligiendo un ángulo de azimut y elevación óptimos para obtener la máxima irradiación anual posible.

Esta configuración tiene como ventajas la menor distancia entre paneles, siendo la alternativa que más potencia instalada permite por m² de terreno, y su coste de instalación y mantenimiento es considerablemente menor al del resto por no disponer de piezas móviles.

La principal desventaja es la menor eficiencia de captación por panel.



Ilustración 6. Estructura fija. Fuente: mecasolar.com.

6.2.2. Estructura móvil con seguimiento a 1 eje

Seguidor de eje horizontal

Se trata de una estructura ramificada constituida por un actuador central que transmite giro a los ejes que sustentan las parrillas de paneles. Estos ejes horizontales se orientan generalmente con un ángulo de azimut 0° (S-N) y giran las caras de los paneles de Este a Oeste a lo largo del día en una orientación que maximice la irradiación captada. En este caso las sombras Este-Oeste serán críticas para el dimensionado.



Ilustración 7. Seguidor de eje horizontal. Fuente: mecasolar.com.

Como principales ventajas el fabricante asegura un aumento de en torno a un 30% en la captación de energía por panel respecto a las estructuras fijas. Además, esta configuración es escalable tanto en número de ejes como en longitud por eje, lo que posibilita el control de gran cantidad de paneles con un solo actuador.

Como desventajas decir que su coste es superior al de las estructuras fijas, requieren más espacio por panel, más mantenimiento y cableado adicional para el control de seguimiento.

Seguidor de eje inclinado o polar

El funcionamiento es similar al de eje horizontal pero en este caso los ejes se encuentran inclinados un determinado ángulo fijo.



Ilustración 8. Seguidor de eje polar. Fuente: mecasolar.com.

Como ventajas cabe destacar un aumento de la captación por panel respecto al seguidor de eje horizontal, pero en el resto son similares.

Las desventajas de este tipo de seguidor vuelve a ser un mayor coste de mantenimiento, necesidad de cableado adicional para el control y una menor potencia instalada por m². Además en este caso se requiere de más espacio que en el seguidor de eje horizontal pues ya no serán solo críticas las sombras Este-Oeste sino que, de tener los ejes una inclinación distinta a la del terreno, deberán considerarse también las sombras Sur-Norte para distanciar los seguidores.

Seguidor de eje vertical

Esta tipología ya se diferencia un poco más de las vistas hasta el momento. En este caso se disponen los paneles en una estructura matricial inclinada un ángulo determinado y sustentado todo ello por un eje vertical que gira variando su ángulo azimutal.



Ilustración 9. Seguidor de eje vertical. Fuente: mecasolar.com.

Las ventajas de este método vuelven a ser la mayor captación por panel respecto a la estructura fija (superior al 30%) y una mayor adaptabilidad al terreno.

Las desventajas, el aumento en costes de inversión y mantenimiento, menor potencia instalada por m² de terreno, cálculo de sombras mas complejo y necesidad de cableado adicional para el control.

6.2.3. Estructura móvil con seguimiento a 2 ejes

Su estructura es visualmente similar al seguidor de eje vertical pero en este caso se tiene control sobre el eje de inclinación (en el anterior era fijo), con lo que se logra situar los paneles en posición perpendicular a los rayos solares.



Ilustración 10. Seguidor de 2 ejes. Fuente: mecasolar.com.

La ventaja mas evidente es que en ausencia de sombras este seguidor optimiza al máximo la producción de energía de los paneles.

Como desventaja tenermos las sombras de mayor tamaño y por tanto una menor cantidad de paneles instalados por m², mayor coste y mantenimiento.

6.3. Selección de seguidores comerciales

Tras comprobar que las diferencias en características y precios del mercado no eran relevantes se ha determinado escoger entre las diferentes tecnologías de una misma marca, a fin de lograr un análisis mas simple. Las estructuras del fabricante Mecasolar serán las que se comparen, pues distribuyen en Europa y se dispone de los datos tanto técnicos como económicos necesarios. La introducción de modelos concretos en este punto del proyecto se debe a la necesidad de concretar medidas para poder ejecutar el posterior análisis gráfico de forma correcta.

Estructura fija Mecasolar

Disponen de una configuración monoposte y biposte con posibilidad de montar hasta 3 filas de paneles. Como el análisis de sombras se extrapola fácilmente en este caso, se planteará para una fila de paneles por estructura y, de ser escogido como sistema de montaje, se realizarían los cambios oportunos.

Seguidor de eje vertical

- MS-1E TRACKER, parrilla de 13.3x8 metros con 240º de seguimiento azimutal e inclinación máxima de 30º.

Seguidor de eje horizontal

- MS-1E HORIZONTAL TRACKER, con capacidad hasta 16 ejes de máximo 42 metros de longitud y basculacion de entre -45º y 45º.

Seguidores de 2 ejes

En el caso de seguimiento a 2 ejes se ha seleccionado un seguidor extra de un tamaño inferior, para comprobar si las menores dimensiones permiten mayor adaptabilidad al perímetro irregular de la parcela.

- MS-2E TRACKER, parrilla de 12x7,7 metros con 240º de seguimiento azimutal e inclinación máxima de 60º.
- SPH 4.0 (de la marca Sunsphere), parrilla de 6x5,4 metros, seguimiento azimutal de 270º e inclinación máxima de 90º.

7.PROYECCIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE ORIENTACIÓN PARA SU COMPARACIÓN.

En este apartado se aborda el análisis de diferentes alternativas en lo que a distribución en planta se refiere. Se trata de determinar el número máximo de paneles que es posible instalar atendiendo al criterio de sombras, a la irregularidad en la forma de la planta y a las dimensiones de los 3 paneles escogidos anteriormente.

Las siguientes distribuciones planteadas no serían las definitivas en caso de llevarse a cabo pero aportarán cifras cuantitativas sobre el número de paneles y las horas funcionamiento sin sombras que, junto a una primera valoración económica, sentarán las bases de elección tanto de la estructura como de los módulos.

7.1. Restricciones de operación y metodología de cálculo

La elección de un sistema de orientación frente a otro supone un reto desde el inicio debido a que cada uno aprovecha mejor unos meses del año o son potencialmente beneficiosos durante unas horas del día, etc.

Una condición que debe cumplirse y que servirá de criterio a todas las tecnologías barajadas es la de obligado funcionamiento sin sombras durante 4 horas al día. Esto fija el solsticio de invierno (21 de diciembre) como día crítico, ya que es el día del año en que el sol se encuentra mas bajo y por tanto las sombras proyectadas serán mayores. Sin embargo, ceñirse solo a estas 4 horas en todos los casos resultaría injusto para algunos seguidores cuyas ventajas radican en su mayor rango angular, por lo que podría ampliarse este intervalo horario para dichos sistemas de orientación.

El método a emplear en el análisis de todos los casos será similar pero cabe señalar que; mientras en algunos casos el cálculo de las sombras se resuelve completamente de forma analítica, en el caso de los seguidores de eje vertical y 2 ejes su cálculo requiere apoyarse en métodos gráficos.

7.2. Cálculo de sombras y distancia entre módulos

Antes de exponer la metodología de cálculo que se ha seguido para cada uno de los sistemas de orientación es importante recordar que nos encontramos ante un terreno con determinado desnivel y se debe tener en consideración.

La inclinación de la parcela es de 5.71° (10%), lo que puede favorecer a la reducción de las filas de paneles por verse su sombra reducida en sentido S-N en base al siguiente factor corrector:

$$Sombra N + L' = \frac{\text{sen}(Elevación solar) \cdot (Sombra N' + L')}{\text{sen}(180 - 5.71 - Elevación solar)} \cdot \cos(5.71) \quad [4]$$

$$\cos(5.71) \approx 1 \quad [5]$$

$$K_{pend} = \frac{\text{sen}(Elevación solar)}{\text{sen}(180 - 5.71 - Elevación solar)} \quad [6]$$

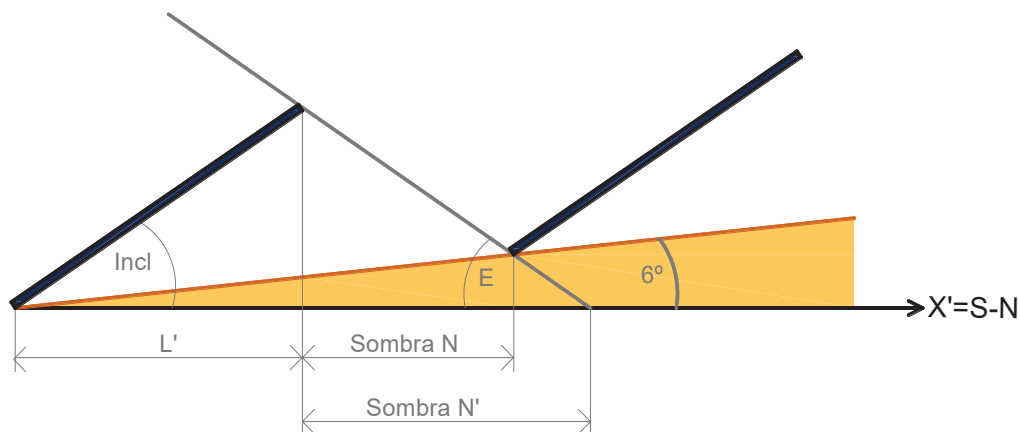


Ilustración 11. Cálculo del factor corrector por pendiente

Esta condición se considerará de inicio para el cálculo de distancias entre paneles en el caso de la estructura fija, que recibe toda la radiación directa en sentido S-N, mientras que para el caso de los seguidores de eje vertical y doble eje se considerarán cálculos sin pendiente y, posteriormente, el cálculo gráfico del número de seguidores se realizará considerando las sombras con su correspondiente deformación. Para el caso del seguidor de eje horizontal la sombra no se verá afectada en direcciones E-O (que son las que limitan en este caso) por dicha pendiente.

7.2.1. Estructura fija

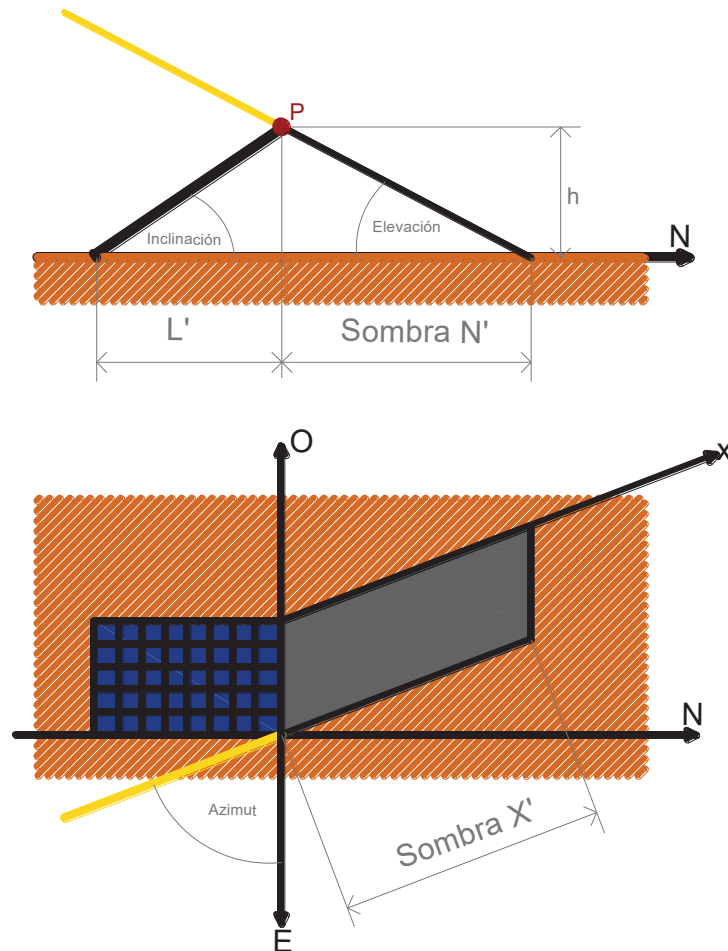


Ilustración 12. Cálculo de sombras en estructura fija

Azimut	Inclinación
0	34°

Tabla 7-1 Orientación de los paneles instalados en estructura fija

La trigonometría implicada en los cálculos siguientes es simple pero requiere definir bien las variables. Dada la orientación estática escogida, las dimensiones críticas en las sombras generadas serán aquellas que se proyectan de sur a norte. Los pasos a seguir en el cálculo se detallan a continuación:

1. Se tomará un punto P situado en la arista superior del panel y se determinará la altura a la que se encuentra del suelo (h).
2. Conocida la altura h y los valores de elevación solar es posible determinar la distancia desde la vertical de ese punto P hasta su sombra (Sombra X').
3. Para cada valor de elevación solar le corresponde uno de azimut, y con éste se determina la proyección de la Sombra X' en eje S-N (Sombra N').
4. A esta distancia se le debe sumar la proyección en el eje norte del panel inclinado sobre el suelo (L').
5. Con la suma de estas 2 sombras (Sombra N' + L') y la expresión [6] se obtiene la distancia horizontal que cubre la sombra.
6. La distancia de separación entre paneles escogida debe ser aquella que permita un funcionamiento sin sombras durante 4 horas en el mes de diciembre; Para ello se toma el valor de la mayor sombra entre las 10:00 y las 14:00 del mes de diciembre (dejando las 12:00 como eje central). Todos los valores obtenidos, tanto para paneles tipo 1 y 2 (1640mm de longitud) como paneles tipo 3 (1559 mm de longitud) se encuentran tabulados en los anexos 4 y 5 respectivamente.

Separación módulos 1640(m)	Separación módulos 1559(m)
2,7	2,6

Tabla 7-2. Sombras críticas estructura fija

7.2.2. Seguidor de eje horizontal

En este caso el cálculo de sombras se complica, debiendo determinar en primer lugar la posición angular de los paneles para cada hora del día:

El seguidor tiene limitado su rango angular entre -45° y 45° , de modo que se han extraído de PVGIS los valores de irradiancia para cada una de las posiciones intermedias en cada mes (con incrementos de 3°), y para cada hora se ha obtenido el valor máximo y su correspondiente posición, estos datos se muestran en el anexo 7.

Con los valores de posición angular ya obtenidos solo queda determinar las sombras que se extienden en dirección Este-Oeste, en sentido E-O para las horas anteriores a alcanzar el azimut 0 y en sentido O-E para el resto.

$$Sombra + L' = Sombra X' \cdot \cos(A) + L \cos(inclinación) \quad [7]$$

$$Sombra X' = \frac{h}{\tan(E)} \quad [8]$$

$$h = L \cdot \sin(inclinación) \quad [9]$$

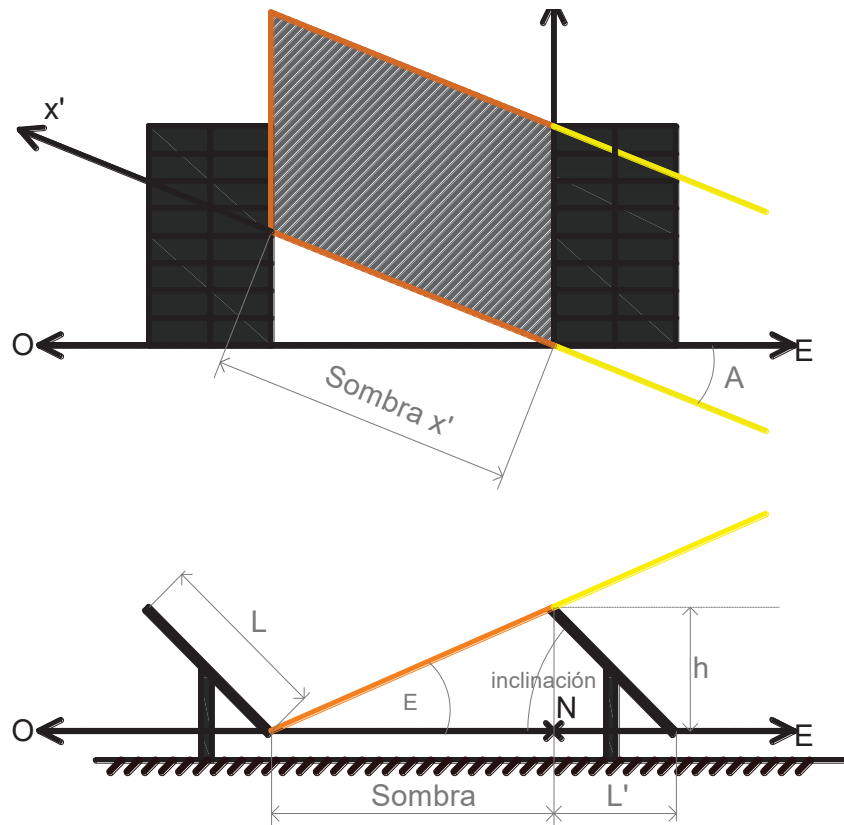


Ilustración 13. Cálculo de sombras en seguidor de eje horizontal

Los valores obtenidos se encuentran tabulados por mes y hora en el anexo 8. El seguidor MS-1E permite una separación máxima entre ejes de 6 metros, contra más distancia más tiempo de funcionamiento sin sombras, pero también menos potencia pico instalada. Para conseguir el objetivo mínimo de las 4h en diciembre bastaría con una distancia entre paneles de 2m, pero para optimizar los beneficios de este sistema probaremos con unas distancias de 3m y 5m.

Pese a que el seguidor de eje horizontal describe en realidad un movimiento con eje inclinado, al ser este eje paralelo al suelo no es necesario considerar las sombras proyectadas pendiente arriba o pendiente abajo, las superficies de todos los paneles pertenecen al mismo plano inclinado.

Separación mínima entre ejes (m)	Separación escogida 1 (m)	Separación escogida 1 (m)
2	3	5

Tabla 7-3. Separación entre ejes para seguidor eje horizontal

7.2.3. Seguidor de eje vertical

Para determinar la distribución en planta de los seguidores de eje vertical y 2 ejes, dada la complejidad que implicaría un método puramente analítico, se procederá al cálculo de la longitud y dirección de las sombras proyectadas para posteriormente, mediante un método gráfico, determinar su posición en planta. No se considera restricción alguna en el movimiento de los seguidores, si los rangos incluidos en las hojas de características no fueran suficientes cabe decir que los fabricantes permiten ampliarlos mediante la sustitución de parte del mecanismo.

Azimut	Inclinación
Azimut solar	34°

Tabla 7-4 Orientación de los paneles instalados en seguidores de eje vertical

El cálculo se realiza de forma similar al caso de las estructuras fijas, pero en este caso la estructura tiene el mismo ángulo azimutal que el sol ($S=S'$). Valores recogidos en el anexo 6.

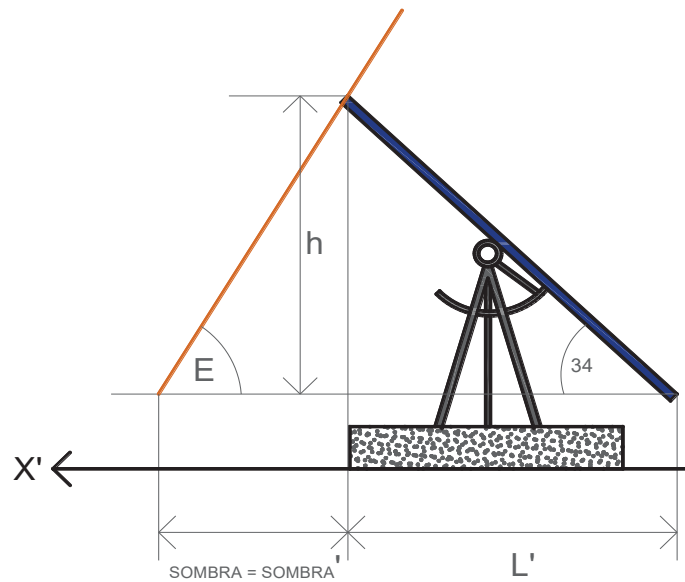


Ilustración 14. Cálculo de sombras en seguidor de eje vertical

$$Sombra + L' = \frac{h}{\tan(E)} + L \cos(34) \quad [10]$$

$$h = L \cdot \text{sen}(34) \quad [11]$$

Separación criterio 4h (m)	Separación criterio 5h (m)	Separación criterio 6h (m)
18.3	20.8	25.1

Tabla 7-5. Tamaño sombras seguidor eje vertical.

7.2.4. Seguidor de 2 ejes

Al igual que en el caso anterior, la distribución en planta de los seguidores se realizará con un método gráfico. Las diferencias respecto al seguidor azimutal incluyen el seguimiento de la elevación.

Para el seguimiento a 2 ejes no solo se consideran 3 criterios horarios, sino también 2 tamaños distintos. Resultados en los anexos 2 y 3.

$$Sombra + L' = \frac{h}{\tan(E)} + L \cos(90 - E) \quad [12]$$

$$h = L \cdot \text{sen}(90 - E) \quad [13]$$

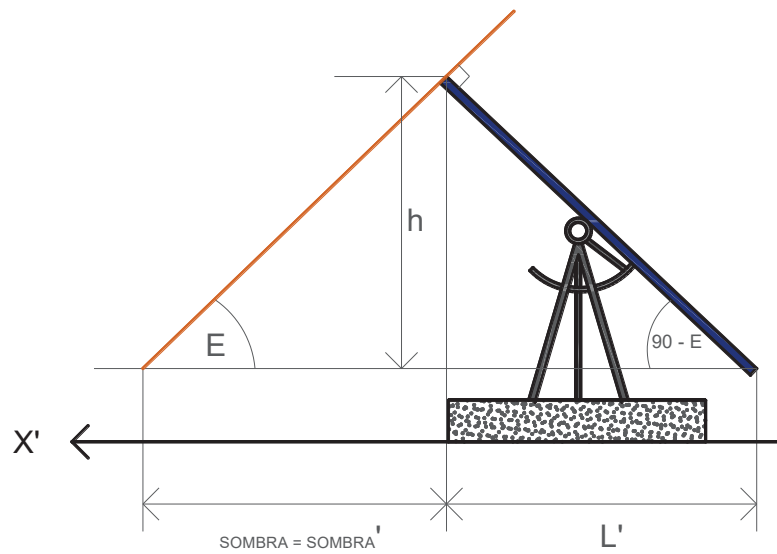


Ilustración 15. Cálculo de sombras en seguidor de 2 ejes

	SEGUIDOR GRANDE (L = 7.7m)	SEGUIDOR PEQUEÑO (L = 5.4m)
Separación criterio 4 horas (m)	21.55	15.4
Separación criterio 5 horas (m)	25.57	17.93
Separación criterio 6 horas (m)	32.7	22.94

Tabla 7-6. Tamaño sombras seguidor 2 ejes.

7.3. Horas de funcionamiento sin sombras

Con las distancias entre seguidores y todos los valores calculados y tabulados en los anexos es posible determinar el rango horario de funcionamientos sin sombras al mes, basta con comprobar en que momentos la sombra proyectada es menor a las sombras límite del sistema de orientación en cuestión.. Las siguientes tablas resumen los rangos de funcionamiento mensuales:

	ESTRUCTURA FIJA GTM0		HORARIOS SEGUIDOR EJE H (3M) GTM0				HORARIOS SEGUIDOR EJE H (5M) GTM0			
	1559 Y 1640		1559		1640		1559		1640	
ENERO	9:15	15:30	9:52	14:52	10:07	14:52	8:52	15:52	9:07	15:52
FEBRERO	7:30	17:30	9:37	15:22	9:52	15:07	8:37	16:22	8:37	16:22
MARZO	7:00	18:00	8:52	15:52	9:07	15:37	7:52	16:52	8:07	16:52
ABRIL	7:15	17:15	8:07	16:07	8:37	15:52	7:07	17:22	7:22	17:22
MAYO	8:00	16:30	7:52	16:37	8:07	16:22	6:37	17:52	6:52	17:37
JUNIO	8:30	16:00	7:52	16:52	7:52	16:37	6:22	18:07	6:37	17:52
JULIO	8:30	16:15	7:52	16:52	8:07	16:37	6:37	18:07	6:52	17:52
AGOSTO	7:30	17:00	8:22	15:22	8:22	16:07	7:07	17:37	7:07	17:22
SEPTIEMBRE	6:30	17:45	8:37	15:37	8:52	15:37	7:37	16:52	7:37	16:52
OCTUBRE	6:45	17:15	9:07	15:07	9:07	14:52	7:52	16:07	8:07	16:07
NOVIEMBRE	8:15	15:15	9:22	14:37	9:37	14:37	8:22	15:37	8:37	15:37
DICIEMBRE	10:00	14:15	9:52	14:37	9:52	14:22	8:52	15:37	8:52	15:22

Tabla 7-7 Rango horario de captación sin sombras. Estructura fija y seg. eje H

	HORARIOS SEGUIDOR EJE VERTICAL (GTM0)						HORARIOS SEGUIDOR 2 EJES (GTM0)					
	CRITERIO 4H		CRITERIO 5H		CRITERIO 6H		CRITERIO 4H		CRITERIO 5H		CRITERIO 6H	
ENERO	10:00	14:45	9:30	15:15	9:15	15:45	10:00	14:45	9:30	15:15	9:15	15:45
FEBRERO	9:15	15:45	9:00	16:00	8:30	16:30	9:15	15:45	9:00	16:00	8:30	16:30
MARZO	8:30	16:30	8:15	16:04	7:45	17:00	8:30	16:30	8:15	16:45	7:45	17:00
ABRIL	7:45	17:00	7:15	17:15	7:00	17:30	7:45	17:00	7:15	17:15	7:00	17:30
MAYO	7:15	17:15	6:45	17:30	6:30	18:00	7:15	17:15	6:45	17:30	6:30	18:00
JUNIO	7:00	17:30	6:45	17:45	6:15	18:15	7:00	17:30	6:45	17:45	6:15	18:15
JULIO	7:15	17:30	7:00	17:45	6:30	18:15	7:15	17:30	7:00	17:45	6:30	18:15
AGOSTO	7:30	17:00	7:15	17:30	7:00	17:45	7:30	17:00	7:15	17:30	7:00	17:45
SEPTIEMBRE	8:00	16:30	7:45	16:45	7:15	17:00	8:00	16:30	7:45	16:45	7:15	17:00
OCTUBRE	8:30	15:30	8:15	15:45	7:45	16:15	8:30	15:30	8:15	15:45	7:45	16:15
NOVIEMBRE	9:30	14:45	9:00	15:00	8:30	15:30	9:30	14:45	9:00	15:00	8:30	15:30
DICIEMBRE	10:00	14:15	9:30	14:45	9:00	15:15	10:00	14:15	9:30	14:45	9:00	15:15

Tabla 7-8 Rango horario de captación sin sombras. Seguidor de eje V y 2 ejes

7.4. Cálculo del número de paneles máximo

En este apartado se obtendrán las distribuciones teóricas que maximicen el aprovechamiento espacial. Se conseguirá presentando de forma simplificada las estructuras y paneles de cada sistema de captación en un plano a escala de la parcela, de forma que se respeten las distancias límite obtenidas en el cálculo de sombras anterior.

7.4.1. Estructura fija

Procedimiento:

1. Con las distancias obtenidas en el apartado anterior y un plano a escala de la parcela se proyectan filas de paneles paralelas entre a las distancias establecidas hasta abarcar toda la superficie. Los paneles, representados mediante 2 líneas, se han proyectado en planta como si se situaran inclinados 0° en lugar de a 34°, esto brinda un margen de seguridad con los límites de la parcela pero respetando las distancias entre filas (planos 1 y 2).
2. De las 2 líneas que delimitan cada fila de paneles se escoge la menor de ambas y dividiéndola entre el ancho de cada tipo de módulo se obtiene el número máximo teórico de paneles en cada fila. Los resultados:

PANEL	1	2	3
NUMERO DE PANELES	14884	14855	14626
POTENCIA PICO	4018680	4307950	5045970

Tabla 7-9 Número de paneles para distribución máxima teórica estructura fija

7.4.2. Seguidor de eje horizontal

Al igual que en el caso anterior, se representan en un plano a escala los seguidores de eje horizontal simplificados. Dada la enorme cantidad de configuraciones posibles para este sistema de orientación, como norma se intentará abarcar el máximo espacio con cada seguidor, cubriendo la máxima superficie con el menor número de estos. Para ello, se han introducido primero los seguidores con el mayor número y longitud de ejes y cubierto los espacios restantes con configuraciones menores. Se tienen en cuenta las 2 distancias entre ejes establecidas para el estudio (planos 3 y 4).

SEGUIDOR AZIMUTAL EJE H 3m						
	Nº DE SEGUIDORES	Nº DE EJES	LONGITUD SEMIEJE	Nº DE PANELES		
				panel 1	panel 2	panel 3
	19	14	19	10108	10108	9576
	1	13	19	494	494	468
TOTAL	20			10602	10602	10044
POTENCIA PICO (MW)				2,86254	3,07458	3,46518

Tabla 7-10 Datos distribución máxima teórica seg.H 3m

SEGUIDOR AZIMUTAL EJE H 5m						
	Nº DE SEGUIDORES	Nº DE EJES	LONGITUD SEMIEJE	Nº DE PANELES		
				panel 1	panel 2	panel 3
	10	16	20	6400	6400	6080
TOTAL	10	16	20	6400	6400	6080
POTENCIA PICO (MW)				1,728	1,856	2,0976

Tabla 7-11 Datos distribución máxima teórica seg.H 5m

7.4.3. Seguidores de eje vertical y 2 ejes

En el procedimiento gráfico para estos dos tipos de seguidor se tendrán en cuenta los parámetros no calculados en el apartado 7.2, la dirección de las sombras y el efecto que la pendiente del terreno tendrá en ella:

Primeramente, se trazan las dimensiones del seguidor para una posición de parrilla horizontal y se traza también el círculo que delimita la posición que ésta podría tomar. Este círculo servirá como referencia para evitar colisiones Parrilla-Sombra.

La pendiente de la parcela tendrá efecto en las sombras, reduciendo su longitud en sentido Sur-Norte e incrementándola en sentido Norte-Sur. Esta variación se puede estimar como en el caso de los paneles fijos; multiplicando o dividiendo la componente S-N por la expresión [6] según se proyecte la sombra pendiente arriba o pendiente abajo respectivamente.

Para poder aplicar el factor de corrección por pendiente solo en el eje S-N a las sombras obtenidas en el apartado 7.2 ha sido necesario convertir los datos del sistema polar actual ($|Sombra|$, ángulo=azimut) a un sistema de coordenadas cartesianas. Una vez hecho el cambio se ha multiplicado la componente "y" (S-N) por el factor de corrección que para cada hora y mes corresponda (valores del factor de corrección por pendiente tabulados en el anexo 9). En los anexos 10, 11 y 12 se muestra este paso con el coeficiente ya aplicado a la componente "y".

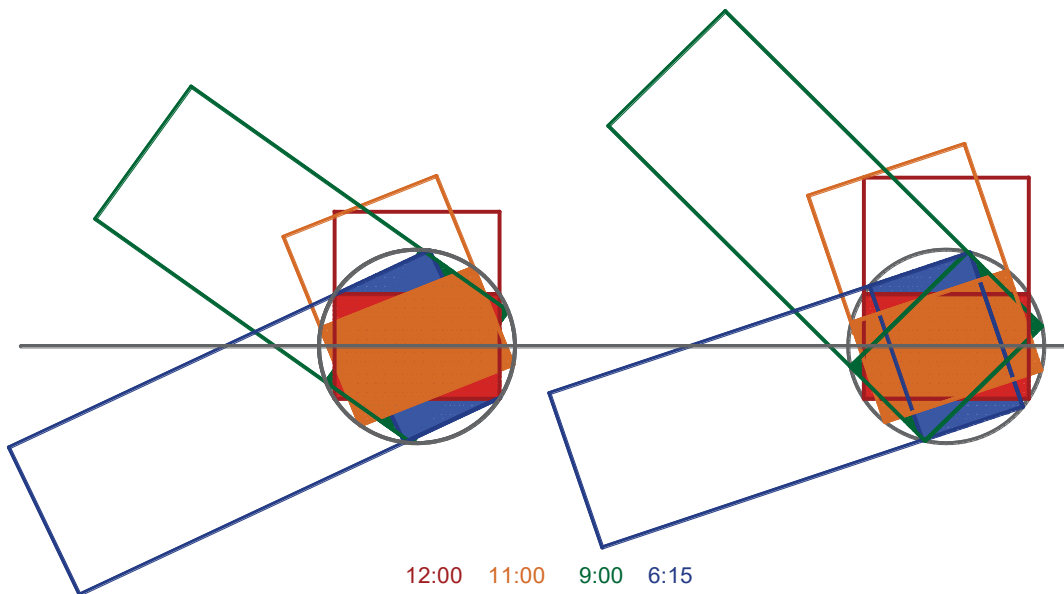


Ilustración 16 Diferencias entre la aplicación del factor corrector de la pendiente (izquierda) y la representación sin corregir(derecha) para un seguidor de 2 ejes grande, criterio 6h

Como puede verse en la imagen, la variación de las sombras en la componente vertical repercute ligeramente en el ángulo de dicha sombra. Se obtiene un número suficiente de proyecciones con las 12:00 am como hora de simetría.

Con el seguidor y sus sombras críticas ya modeladas solo queda distribuir tantos como sea posible dentro del perímetro de la parcela, evitando que las sombras de un seguidor colisionen con la posición de las parrillas colindantes para la misma hora (ver ilustración 17).

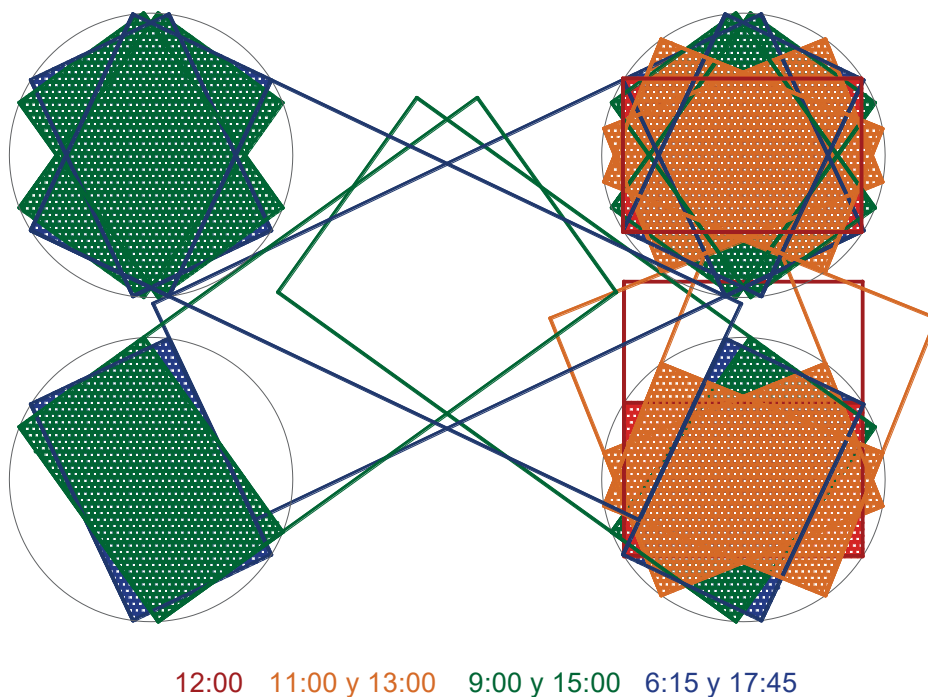


Ilustración 17. Seguidor de 2 ejes grande, criterio 6h

Se considera que los seguidores tendrán la misma orientación en cada momento, las distancias que determinará la distribución serán las que existirán entre las bases de las parrillas y las sombras críticas ($d=L'+\text{Sombra}$) por lo que la no-colisión se cumple independientemente de la inclinación.

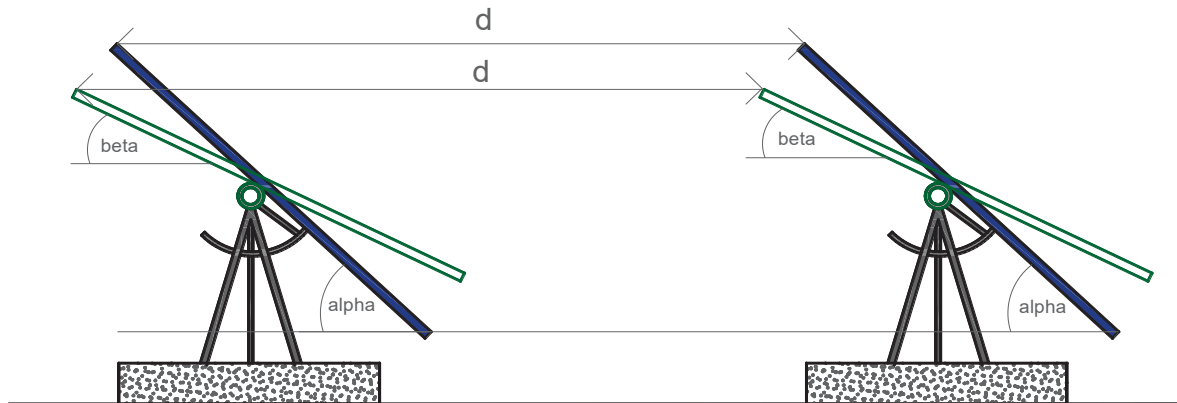


Ilustración 18. Distancia entre parrillas seguidores eje vertical y 2 ejes

Pueden verse las distribuciones completas en los planos del 5 al 13. Las tablas siguientes recogen los datos fundamentales en cada caso. Como cabía esperar, el aumento en las horas de funcionamiento supone una mayor distancia entre seguidores y por tanto un menor número de paneles instalados

SEGUIDOR 1 EJES AZIMUTAL V									
	CRITERIO 4H			CRITERIO 5H			CRITERIO 6H		
TIPO PANEL	1	2	3	1	2	3	1	2	3
POTENCIA	270	290	345	270	290	345	270	290	345
LONGITUD	1640	1640	1559	1640	1640	1559	1640	1640	1559
ANCHURA	990	992	1046	990	992	1046	990	992	1046
PANELES POR SEGUIDOR	64	64	60	64	64	60	64	64	60
NUMERO DE SEGUIDORES	95	95	95	93	93	93	64	64	64
Nº DE PANELES	6080	6080	5700	5952	5952	5580	4096	4096	3840
POTENCIA PICO (MW)	1,641	1,763	1,966	1,607	1,726	1,925	1,105	1,187	1,324

Tabla 7-12 Datos distribución máxima teórica seg. eje V

SEGUIDOR 2 EJES 6x5,4									
	CRITERIO 4H			CRITERIO 5H			CRITERIO 6H		
TIPO PANEL	1	2	3	1	2	3	1	2	3
POTENCIA	270	290	345	270	290	345	270	290	345
LONGITUD	1640	1640	1559	1640	1640	1559	1640	1640	1559
ANCHURA	990	992	1046	990	992	1046	990	992	1046
PANELES POR SEGUIDOR	18	18	18	18	18	18	18	18	18
NUMERO DE SEGUIDORES	216	216	216	201	201	201	199	199	199
Nº DE PANELES	3888	3888	3888	3618	3618	3618	3582	3582	3582
POTENCIA PICO (MW)	1,049	1,127	1,341	0,976	1,049	1,248	0,967	1,038	1,235

Tabla 7-13 Datos distribución máxima teórica seg.2 ejes parrilla pequeña

SEGUIDOR 2 EJES 12x7,7 4h									
TIPO PANEL	CRITERIO 4H			CRITERIO 5H			CRITERIO 6H		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
POTENCIA	270	290	345	270	290	345	270	290	345
LONGITUD	1640	1640	1559	1640	1640	1559	1640	1640	1559
ANCHURA	990	992	1046	990	992	1046	990	992	1046
PANELES POR SEGUIDOR	55	55	51	55	55	51	55	55	51
Nº DE SEGUIDORES	106	106	106	94	94	94	81	81	81
NUMERO DE PANELES	5830	5830	5406	5170	5170	4794	4455	4455	4131
POTENCIA PICO (MW)	1,574	1,690	1,865	1,395	1,499	1,653	1,202	1,291	1,425

Tabla 7-14 Datos distribución máxima teórica seg.2 ejes parrilla grande

7.5. Irradiación captada

Este punto se centra en la obtención de valores de irradiación recibida para cada uno de los sistemas descritos anteriormente. Como ya se ha introducido previamente, la radiación captada depende del grado de exposición que los paneles de cada sistema de orientación tengan a los rayos solares. Conociendo la posición de los paneles para cada uno de los sistemas es posible, mediante el uso de la base de datos PVGIS, obtener la irradiación recibida por dichos paneles a lo largo del año en intervalos de 15min y, conociendo además los rangos horarios de funcionamiento sin sombras, puede obtenerse con buena precisión la energía recibida en cada sistema en las condiciones específicas de este proyecto.

Para los casos de estructura fija y seguimiento con 2 ejes PVGIS facilita de forma semiautomática los datos de irradiancia cada 15min mientras que para los seguidores de eje vertical y horizontal ha sido necesario extraerlos del siguiente modo;

1. Se han introducido todas las posibles orientaciones que cada seguidor de 1 eje puede adoptar, en escalones de 3º.
2. Para cada posición se ha extraído la irradiancia a lo largo del día promedio de cada mes
3. Con los datos de posición, mes, hora e irradiancia tabulados en una hoja de cálculo se han extraído los valores máximos de irradiancia por cada hora y la posición de los paneles
4. Se ha comprobado que los valores angulares obtenidos de este modo se corresponden a los considerados mediante Sunearthtools, como era de esperar.

Este proceso ya se había introducido en el caso del seguidor de eje horizontal para el cálculo de sombras.

Considerando constante la irradiancia en cada rango de 15min, puede estimarse el valor de irradiación correspondiente. Un valor de irradiancia de 1000W/m² durante 0.25 horas equivaldrá a una irradiación de 250Wh/m². De este modo se obtiene la distribución horaria de irradiación para cada mes, sumando solo los valores contenidos en los rangos horarios que se desee estudiar se obtiene la irradiación recibida durante un día modelo de cada mes y, con un número medio de días por mes de 30.41, la estimación de la irradiación anual recibida.

Con todos los valores obtenidos cabe destacar una corrección importante al valor de irradiancia para los seguidores de eje horizontal, pues realmente no lo son. Estos seguidores compartirán ángulo con la

pendiente de la parcela y por tanto cabe esperar una mayor captación. El cálculo de irradiancia con las herramientas descritas para un seguimiento polar resulta inviable, la necesidad de transformar todas las posiciones del plano de captación a lo largo del año de un sistema de referencia polar al sistema de referencias que nos exige Pvgis requiere unos cálculos desmedidos que no se justifican. Aquí es donde será de utilidad el valor de irradiación medio mensual obtenido para un plano con la inclinación de la parcela. Comparando este valor con el de la irradiancia anual para un plano horizontal se obtiene un coeficiente corrector.

$$K_H = \frac{H(6)}{H(0)} = \frac{5170}{4960} = 1.042 \quad [14]$$

A continuación, se muestra los valores totales y algunos cocientes que permiten comparar fácilmente los valores de irradiación para los distintos sistemas.

	Seg. eje horizontal	Seg. eje vertical	fijos a 34º	2 ejes
H ANUAL SIN LIMITACIÓN HORARIA	2626734	2678832	2092816	2941536
H RESPECTO A INSTALACIÓN FIJA	1,26	1,28	1,00	1,41

Tabla 7-15 Irradiación anual captada por distintos planos en condiciones de inexistencia de sombras.

	H anual funcionamiento limitado por sombras (KWh/m2)	H respecto a instalación fija	H respecto a H sin limitación horaria
FIJOS	1905,254	1	0,91
SEG. EJE H 1559 3M	1872,594	0,982	0,74
SEG. EJE H 1559 5M	2370,784	1,244	0,94
SEG. EJE H 1640 3M	1809,223	0,949	0,72
SEG. EJE H 1640 5M	2322,184	1,218	0,92
SEGUIDOR EJE V 4H	2213,513	1,161	0,83
SEGUIDOR EJE V 5H	2336,050	1,226	0,87
SEGUIDOR EJE V 6H	2471,542	1,297	0,92
SEGUIDOR 2 EJES 4h	2335,769	1,225	0,79
SEGUIDOR 2 EJES 5h	2484,497	1,3040	0,84
SEGUIDOR 2 EJES 6h	2655,811	1,3939	0,90

Tabla 7-16 Irradiación captada por los distintos sistemas solo en los intervalos horarios sin sombras correspondientes

En la tabla 7-18 se puede observar como aumenta la captación de energía a medida que se optimiza el seguimiento solar. Destaca el bajo valor de los seguidores de eje horizontal en configuración de 3m de

distancia entre ejes, seguramente debido a la limitación que las sombras generan en su horario de funcionamiento.

En la tabla 7-17 podemos ver que la irradiación obtenida por metro cuadrado para el seguidor de eje vertical resulta mayor que para el de eje horizontal, que también era de esperar, pues no solo sigue la trayectoria solar en su movimiento azimutal, sino que además lo hace con el ángulo de inclinación óptimo anual. Esta tabla comparativa resalta el atractivo de algunas tecnologías respecto a otras como en el caso del seguidor de 2 ejes, con el que se captaría un 41% más de energía que con una instalación fija, pero estos son datos por m² y a cada configuración le corresponde una superficie instalada diferente.

Todos los valores descritos a lo largo de este apartado se encuentran tabulados en el anexo 13, con las horas de funcionamiento sin sombra sombreadas para cada uno de los sistemas de orientación y criterios horarios.

8.DETERMINACIÓN DE COSTES Y PÉRDIDAS ASOCIADAS

En este punto se presentan todos los sistemas vistos hasta el momento, añadiendo condiciones a las ya previstas e introduciendo algunas variables económicas, con el fin de seleccionar aquel que se adapte mejor a los objetivos del estudio y poder continuar el dimensionado de la planta solar. No se van a considerar los costes asociados al cableado por requerir cálculos aun no abordados ni tampoco ni tampoco los asociados al centro de transformación.

8.1. Coeficientes de pérdidas adicionales

Hasta el momento las pérdidas energéticas que se han planteado tenían estrecha relación con los módulos solares, sin embargo, otros elementos aun no introducidos de la instalación tienen también asociadas pérdidas.

8.1.1. Pérdidas en los inversores

Los inversores con los que se va a trabajar tienen habitualmente un rendimiento superior al 98%, por lo que el valor estimado de las pérdidas que tomaremos será del 2%.

8.1.2. Pérdidas en el cableado

La normativa limita la caída de tensión, en los en un 1.5% de la tensión nominal, y será el valor adoptado para las pérdidas de potencia en el cableado.

8.1.3. Pérdidas en el centro de transformación

El centro de transformación, que llevará a cabo el proceso de subida de tensión e inyectará la energía a la red de distribución, tiene rendimiento muy elevado, se consideran unas pérdidas del 1%.

La tabla siguiente recoge todos los coeficientes de reducción obtenidos hasta el momento.

	REND POR TEMP	REND POR SUCIEDAD	REND INVERSOR	REND POR PERDIDAS CABLEADO	REND MEDIO GARANTIZADO EN 25 AÑOS	REND MEDIO TOTAL
PANEL 1	95%	98%	99%	98.5%	89%	80.8%
PANEL 2	95%	98%	99%	98.5%	90%	81.7%
PANEL 3	96%	98%	99%	98.5%	92%	84.4%

Tabla 8-1. Pérdidas en el sistema.

Como puede verse las pérdidas medias a lo largo de la vida útil de la planta varían entre un 15,6% y un 19,2%, habiéndose considerado el mínimo rendimiento de los módulos garantizado por los fabricantes, en condiciones normales de funcionamiento cabría esperar un rendimiento mayor.

8.2. Coste de los paneles

El precio del panel varia de un fabricante a otro y se reduce con la cantidad demandada. Tomar los precios al por menor es por tanto demasiado impreciso y pedir presupuesto a los distintos fabricantes no es factible para la realización de este proyecto. Afortunadamente, en la página web de energytrend.com se encuentra recopilada información, actualizada mediante consulta a las principales empresas manufactureras, de precios para distintas tecnologías y formatos (materia prima de poli silicio, oblea, celda o módulo). A fecha 21 de junio de 2017, con una equivalencia dólares/euros de 0,9009, se tiene:

Module	Item	High	Low	Avg	Chg	Chart
	Multi-Si Module (Per Watt)	0.39	0.32	0.373	– (0 %)	
	Mono-Si Module (Per Watt)	0.41	0.36	0.385	– (0 %)	

***In response to global trends in energy efficiency, EnergyTrend made an adjustment on 2017/2/22, 270W multi-si module and 280W mono-si module are now the standards.**

Ilustración 19. Captura de precios por tipo de panel extraida de energytrend.com

Siendo 270W y 280W las potencias adoptadas como estándar para el caso de paneles poli cristalinos (Multi-si) y monocristalinos (Mono-Si) respectivamente. Dado que uno de los paneles (Sunpower x-21) se aleja bastante de estas potencias se le aplica un factor corrector en su precio por tratarse de una tecnología superior (y por tanto más cara).

Los precios adoptados para cada uno de nuestros 3 modelos serán los siguientes:

- PANEL 1, YGE 60 CELL SERIES 2 270 (policristalino): 0.336€/W, valor medio.
- PANEL 2, (STP 290), (monocristalino): 0.358€/W, a mitad de camino entre el valor medio y máximo.
- PANEL 3, SUNPOWER X21 345 (monocristalino de alta eficiencia): Un 30% superior al valor medio, 0.422€/W.

8.3. Coste de las estructuras

Los precios de referencia para las estructuras portantes con o sin seguimiento se han obtenido de empresas distribuidoras, para instalaciones de 1MW de potencia.

	PRECIO POR UNIDAD (panel o seguidor) (€)
FIJOS A 34º	20.5*
1 EJE AZIMUTAL V	4707
1 EJE AZIMUTAL H	18828
2 EJES PEQUEÑO (32 M2)	3000
2 EJES GRANDES (92 M2)	6607

Tabla 8-2. Precios estructura portante

*Precio por panel en estructura biposte en configuración de 3 filas de paneles en vertical

8.4. Coste de la parcela

Se ha optado por la compra y no por el arrendamiento de los terrenos que abarcará la planta dado el largo tiempo de explotación y el bajo precio de la hectárea. Los datos relativos a la tipología del terreno se han extraído del catastro y la valoración económica por hectárea de la “encuesta de precios de la tierra” a fecha de 2014 publicada por el ministerio de agricultura. Los precios aumentaron un 1.8% entre 2013 y 2014, se ha considerado esta tendencia y estimado el precio en 2017.

comunidad autónoma	tipo de terreno	Ha	precio Ha	precio parcela
castilla la macha	Tierras de labor secano	6,25	5312	33199

Tabla 8-3. Precios de compra de la parcela.

8.5. Coste de los inversores

Se considera un coste de 190€/KW, tomando como modelo un inversor de 500KW del fabricante SMA. El precio por KW disminuye con el aumento de potencia del inversor, pero con ello se reduce la flexibilidad del sistema. Se desprecia la variación de precios entre fabricantes.

8.6. Precio de venta de la energía

Para cuantificar el precio de venta por MWh se ha recurrido a la base de datos de OMIE. Se ha extraído la media mensual entre julio de 2016 y mayo 2017 y se ha sacado una media ponderada para dar mayor peso al precio de los meses de mayor captación. Los resultados de cálculos intermedios se encuentran en la tabla del anexo 15.

Precio de Venta de energía	47,31 €/MWh
----------------------------	-------------

9.ELECCIÓN DE SISTEMA DE ORIENTACIÓN Y MÓDULO.

9.1. Comparación y elección

Tras cuantificar los factores más relevantes de cada sistema es momento de definirlos en términos económicos y elegir uno de ellos. A continuación se muestran los resultados consecuencia de los datos recopilados hasta el momento, no son datos definitivos, es de esperar que los beneficios de todos los sistemas planteados bajen considerablemente con los costes todavía no incluidos en el estudio, pero se considera que hay suficiente información para entrar a valorarlos. En el anexo 17 se recopilan todos los datos obtenidos a lo largo de los puntos anteriores.

	BENEFICIOS (Millones de €)			COSTE DE INVERSIÓN SIN CABLEADO NI CT (Millones de €)			INGRESOS /INVERSIÓN			BENEFICIO /Nº PANELES (€)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
FIJOS A 34º	9,794	10,553	12,733	2,441	2,687	3,410	5,01	4,93	4,73	658	710	871
AZIMUTAL V 4H	4,474	4,861	5,637	1,332	1,435	1,672	4,36	4,39	4,37	647	702	871
AZIMUTAL V 5H	4,694	5,099	5,914	1,304	1,405	1,637	4,60	4,63	4,61	736	800	989
AZIMUTAL V 6H	3,463	3,762	4,364	0,904	0,973	1,133	4,83	4,86	4,85	789	857	1060
AZIMUTAL H 3m	6,342	6,861	8,348	1,933	2,112	2,548	4,28	4,25	4,28	846	919	1137
AZIMUTAL H 5m	5,279	5,711	6,842	1,133	1,241	1,508	5,66	5,60	5,54	598	647	831
2 EJES PEQ 4h	2,696	2,961	3,770	1,221	1,287	1,490	3,21	3,30	3,53	825	892	1125
2 EJES PEQ 5h	2,740	3,005	3,819	1,138	1,199	1,388	3,41	3,51	3,75	694	762	970
2 EJES PEQ 6h	2,977	2,726	3,472	1,127	1,187	1,374	3,64	3,30	3,53	757	831	1056
2 EJES G 4h	4,325	4,722	5,452	1,550	1,648	1,863	3,79	3,86	3,93	831	761	969
2 EJES G 5h	4,165	4,544	5,245	1,376	1,464	1,654	4,02	4,10	4,17	742	810	1009
2 EJES G 6h	3,915	3,603	4,161	1,189	1,264	1,429	4,29	3,85	3,91	806	879	1094

Tabla 9-1. Comparativa económica inicial entre los distintos sistemas de orientación y módulos.

Del análisis de estos resultados pueden extraerse algunas conclusiones:

El uso de los seguidores de 2 ejes de menor tamaño no resulta ventajoso respecto a los de parrilla grande desde el punto de vista del ratio ingresos/inversión, sin importar el criterio horario ni el tipo de panel. Además, a igualdad de horas de funcionamiento el uso de los seguidores de 92m2 proporciona mayores beneficios, tanto totales como por panel a los de 32m2.

Aunque cabría esperar que a más ejes de seguimiento y más horas de trabajo el beneficio por panel aumentara, con las distribuciones en planta adoptadas y los costes por ahora asumidos se observa que el seguidor de un solo eje vertical obtiene mayor beneficio por panel que los seguidores de 2 ejes de parrilla pequeña, y mayor beneficio total que con un seguimiento a 2 ejes, para cualquier criterio horario y tamaños de parrilla.

En el seguimiento a 2 ejes, para ambos tamaños de parrilla, los criterios horarios con los que más beneficio por panel y mayor ratio Ing/Inv se obtiene son los de 5 horas sin sombras en el caso de los paneles tipo 2 y 3, y el criterio de 6 horas en el caso de paneles tipo 1. Dado que el principal atractivo de este tipo de

tecnología es precisamente su mayor captación por superficie instalada, y basándonos en los resultados no se encuentra en ella incentivo económico, se considera rechazar el seguimiento total con 2 ejes.

En último lugar, analizando los datos relativos al seguidor de eje horizontal el ratio Ing/Inv y los beneficios por panel son mayores si se opta por una distancia entre ejes de 5m, pero sin embargo los beneficios totales son menores.

En base a esta comparativa, si el objetivo fuera obtener los mayores ingresos con la menor inversión, utilizar el sistema de seguidores de 1 eje horizontal con una distancia entre ejes de 5m y un panel de tipo 1 sería la elección por la que se optaría. Pero la elección final, aunque no debe desconsiderar el rendimiento Ing/Inv tiene como premisa maximizar los beneficios a lo largo de la vida útil de la planta. La configuración escogida es la combinación de estructura fija y paneles tipo 3, con los beneficios más altos, un 21% mayores que su competidor más próximo (también estructura fija, con panel tipo 2). Es la 2ª opción que más inversión requiere, pero la 9ª con mayor ratio Ing/Inv con solo diferencias notables respecto a seguidores de eje horizontal de 5m entre ejes. Como dato favorable y sin necesidad de conocer cálculos aun no planteados se sabe que, en este tipo de sistema, al no disponer de elementos móviles, los costes de mantenimiento son menores, y no se requiere cableado adicional para el control de seguimiento.

9.2. Irradiación captada considerando funcionamiento semisombreado para estructura fija y paneles tipo 3.

Para obtener de manera más precisa la energía recibida se ha de considerar también el funcionamiento con sombras. Para ello se obtienen la longitud de las sombras s_1 , s_2 , s_3 y s_4 ($s_1 = \text{Sombra}'' = 2600\text{mm}$) y se multiplican aquellos valores de irradiación (para paneles fijos con $\text{azimut}=0$, $\text{inclinación}=34$ y $L=1559$) que se corresponda a sombras superiores a estas por 0.75, 0.5, 0.25 y 0 respectivamente y se añaden al cálculo de irradiación anual.

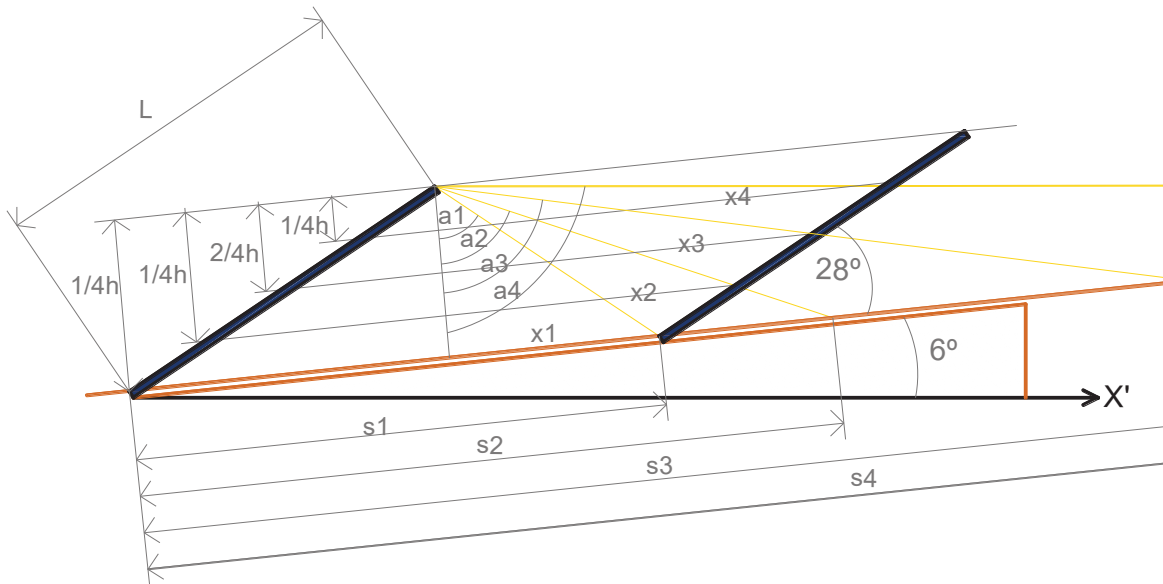


Ilustración 20. Cálculo de rango horario ampliado para paneles montados en estructura fija

$$tg(a1) = \frac{x1}{h} = \frac{s1 - L\cos(28)}{L\sin(28)} = 1.6716 \quad [15]$$

$$tg(a2) = \frac{x2}{3/4h} = \frac{s1 - 3/4L\cos(28)}{3/4L\sin(28)} = 2.8557 \quad [16]$$

$$tg(a3) = \frac{x3}{1/2h} = \frac{s1 - 1/2L\cos(28)}{1/2L\sin(28)} = 5.224 \quad [17]$$

$$tg(a4) = \frac{x4}{1/4h} = \frac{s1 - 1/4L\cos(28)}{1/4L\sin(28)} = 12.3287 \quad [18]$$

$$tg(a2) = \frac{s2 - L\cos(28)}{L\sin(28)} \quad [19]$$

$$tg(a3) = \frac{s3 - L\cos(28)}{L\sin(28)} \quad [20]$$

$$tg(a4) = \frac{s4 - L\cos(28)}{L\sin(28)} \quad [21]$$

Con lo que finalmente:

$$s1 = 2.600m \quad [22]$$

$$s2 = 3.466m \quad [23]$$

$$s3 = 5.200m \quad [24]$$

$$s4 = 10.4m \quad [25]$$

	CAPTACIÓN CON SOMBRAS	CAPTACIÓN SIN SOMBRAS	DIFERENCIA
HORAS ANUALES	3512	3254	258
H ANUAL (KWh/m ²)	1963	1923	40

Tabla 9-2. Comparativa Horas pico e irradiación entre la captación en rango horario sin sombras y captación con sombras

Los meses centrales del año tienen un amplio rango horario de funcionamiento sin sombras y no varía su captación, debido a que la orientación Sur fija del sistema no aprovecha el mayor rango azimutal de estos meses. Por otro lado, de noviembre a enero sí que aumenta considerablemente el número de horas de captación.

NOTA: La diferencia entre el valor de irradiación sin sombras obtenido en el apartado 7.5 (1905 KWh/m²) y el obtenido ahora (1963 KWh/m²) se debe a que, para el cálculo del primero se consideró la distancia crítica entre paneles (2560 mm) mientras que para este último ya se ha adoptado la distancia de instalación (2600 mm).

10. SELECCIÓN DE LOS INVERSORES

Una vez seleccionado el sistema de captación, es necesario dimensionar el sistema para adecuar el tipo de corriente proporcionada por los paneles fotovoltaicos a las exigencias de la red de distribución donde será vertida la energía obtenida. El componente que se va a estudiar en el presente punto tiene la función de invertir la CC generada en CA para posteriormente elevar la tensión en el centro de transformación.

La importancia de los inversores no solo reside en proporcionar una forma de onda sinusoidal que permita el funcionamiento de los transformadores, también es centro de control y protección básico de los paneles, haciéndolos funcionar en su punto de máxima potencia (mpp).

Escoger el número inversores a instalar es una decisión condicionada por la potencia instalada y la flexibilidad de la que se desee disponer. Un mayor número de inversores resultará más caro, y aumentará la complejidad de la instalación, pero a su vez, permite que una mayor parte de la planta siga funcionando en caso de una avería local y al poder distribuirlos más cerca de los paneles que gestionan se reduce la sección necesaria de las líneas de CC.

Se van a analizar una selección de 10 inversores de un gran abanico de potencias

	ATERSA PIKO 10.1	ABB TRIO 27,6 TL	FRONIUS ECO 27.6	KACO POWADOR 72.0	SMA SUNNY TRIPOWER	INGECON 220TL	INGECON 230TL	INGECON 250TL	INGECON 500TL	SMA SUNNY CENTRAL
POTENCIA NOMINAL (KW)	10	27,6	27	60	25	220	229	250	550	560
POTENCIA PICO (KW)	11	32		72	28,7				662	
MAX INTENSIDAD DE ENTRADA	12,5	32	7,95	36	33	400	400	450	900	1250
Nº ENTRADAS MPP		2	6	3	2	1	1	1	2	1
TENSIÓN NOM DE ENTRADA (V)	680	620	580	580	600	650	650	650		
TENSIÓN MÍNIMA MPP	420	500	580	580	390	502	524	578	581	449
TENSIÓN MÁXIMA MPP	850	850	850	850	800	820	820	820	820	850
TRIFÁSICO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
TENSIÓN DE SALIDA	230/400					345	360	400	400	270
RENDIMIENTO MAX	96	98,2	98,3	98,3	98,3	98,8	98,8	98,9		98,6
RENDIMIENTO EUROPEO	95,4		98	98	98,1	98,5	98,6	98,6	99,1	98,4
FRECUENCIA NOMINAL	50		50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	98,7	50

Tabla 10-1. Características más relevantes de la selección de inversores

De los valores aportados por los distintos fabricantes se presta especial atención a la potencia nominal y al rango de seguimiento de tensión mpp. La potencia nominal determina el número mínimo de inversores que se necesitan para cubrir la potencia instalada mientras que el rango de tensión mpp condicionará la configuración en la que se conecten los paneles.

10.1. Conexionado entre paneles

Un término anglosajón que va a ser utilizado en adelante es “string” (cadena) por ser ésta la nomenclatura más ampliamente usada para referirse a la conexión en serie de un determinado número de paneles. Los paneles de una misma string son iguales y se consideran tan cercanos que el nivel de irradiación recibido es el mismo en todos ellos. La corriente de la cadena es igual a la de cada uno de los paneles y el voltaje en sus extremos igual a la suma de voltajes en bornes de cada panel:

$$I_{SERIE} = I_{PANEL} \quad [26]$$

$$V_{SERIE} = nV_{PANEL} \quad [27]$$

10.1.1. Cantidad y tamaño de las strings

Para poder determinar el tamaño de las strings se tienen en cuenta dos factores, el rango de seguimiento mpp y la disposición espacial en la parcela

Determinación del rango de paneles por string

Con el rango de seguimiento proporcionado por los fabricantes y la tensión de máxima potencia del panel escogido (57.3V), el número de paneles en serie que pueden conectarse a cada inversor puede verse en la siguiente tabla.

		ATERSA PIKO 10.1	ABB TRIO 27,6 TL	FRONIUS ECO 27.6	KACO POWADOR 72.0	SMA SUNNY TRIPOWER	INGECON 220TL	INGECON 230TL	INGECON 250TL	INGECON 500TL	SMA SUNNY CENTRAL 500CP XT
PANELES SERIE POR INVERSOR	Min	8	9	11	11	7	9	10	11	11	8
	Max	14	14	14	14	13	14	14	14	14	14

Tabla 10-2. Rango de nº de paneles por inversor para control mpp

Tamaño de strings de acuerdo a la disposición espacial

Con el fin de aprovechar mejor la estructura biposte, y dejar un espacio suficiente entre filas que permita la instalación de equipo y el paso cómodo para tareas de mantenimiento e inspección, se opta por agrupar los paneles en vertical en columnas de 3.

Para que la distribución sea factible se van a tratar a las strings como elementos indivisibles, de modo que todos los paneles de una misma string estarán montados en la misma estructura.

Adicionalmente debe tenerse en cuenta que las strings tendrán un tamaño múltiplo 3 y por tanto un número de columnas máximo de 4 (pues 13-14 es el número de paneles máximo por string para trabajar en mpp con cualquiera de los inversores).

Como ya se ha avanzado, un mayor tamaño de string resulta en un mayor voltaje, que a su vez resultará beneficioso en el posterior dimensionado de los conductores. Por ello se van a formar strings de 12 paneles, distribuidos en 4 columnas de 3 unidades. La disposición de paneles por string quedaría por tanto del siguiente modo

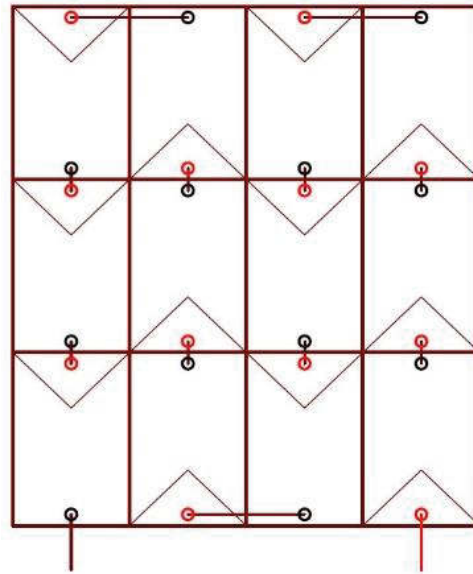


Ilustración 21 Esquema del cableado para una string de 12 paneles

$$I_{SERIE} = I_{PANEL} = 6.02 \text{ A} \quad [28]$$

$$V_{SERIE} = 12V_{PANEL} = 12 \cdot 57,3 = 687.6 \text{ V} \quad [29]$$

$$I_{SC-SERIE} = I_{SC-PANEL} = 6.39 \text{ A} \quad [30]$$

$$V_{OC-SERIE} = 12V_{OC-PANEL} = 12 \cdot 68.2 = 818.4 \text{ V} \quad [31]$$

Distribuyendo los paneles en planta en agrupaciones como la descrita y con una separación entre filas 3 veces la separación de cálculo para paneles a 34º de inclinación se obtiene:

<p>Nº MÁXIMO DE PANELES DISTRIBUIDOS EN PLANTA (PARA STRINGS DE 12 PANELES EN COLUMNAS DE 3)</p>	<p>14196</p>
--	--------------

10.2. Número de inversores necesario

	ATERSA PIKO 10.1	ABB TRIO 27,6 TL	FRONIUS ECO 27.6	KACO POWADOR 72.0	SMA SUNNY TRIPOWER	INGECON 220TL	INGECON 230TL	INGECON250TL	INGECON 500TL	SUNNY CENTRAL 500CP XT
POT PANEL	345									
Nº TEÓRICO MÁXIMO DE PANELES	14196									
POT INSTALADA (KW)	4897,62									
Nº PANELES SERIE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Nº MÁXIMO DE STRINGS EN PARALELO POR INVERSOR	2	6	6	14	6	53	55	60	132	135
Nº INVERSORES MÍNIMO	592	198	198	85	198	23	22	20	9	9
Nº MEDIO DE STRINGS POR INVERSOR	2	6	6	13	6	51	54	59	131	131

Tabla 10-3. Rango nº de inversores.

Para las 5 primeras opciones presentadas en la tabla el número de inversores necesarios sería extremadamente alto por lo que quedan totalmente descartados. De las últimas 5 opciones y tras valorar las ventajas e inconvenientes descritas al inicio de este punto, se ha escogido el Ingecon 500TL. Uno de las ventajas de este inversor frente al SMA sunny central 500CP XT es una mayor tensión de salida, que requerirá una menor sección de cable en las líneas de corriente alterna de BT y será compatible con la mayoría de centros de transformación del mercado.



Ilustración 22 Inversor modelo Ingecon 500TL. Extraído de su hoja de características

La agrupación de paneles en planta debe realizarse, en la medida de lo posible, de modo que cada inversor quede cerca de los paneles con los que opera, evitando generar sombras sobre estos en el horario normal de funcionamiento. También se debe tener en cuenta reservar espacio entre grupos para el paso de personal y maquinaria; y estandarizar en la medida de lo posible la distribución de paneles de cada inversor de manera que puedan recibir el mismo trato a la hora de dimensionar cableado y protecciones.

Con todas estas restricciones se ha establecido la distribución que puede verse en los planos 18, 19 y 20; que consta de 10 grupos (8 de 1368 paneles y 2 de 1140 paneles) con el mismo número de strings por fila, 19.

El número de paneles final queda en 13224, distribuidos en 10 inversores de los cuales 8 trabajarán a un 84% de su potencia nominal y los otros 2 lo harán al 70%, en condiciones normales de funcionamiento.

Cada inversor Ingecon 500TL se instalará en una caseta prefabricada de 4000x1500x2500mm provista de rejillas de ventilación, de este modo quedará protegido del medio y dispondrá de espacio más que suficiente para su correcto funcionamiento desde el punto de vista de seguridad del equipo, (medidas mínimas recogidas en el manual de instalación provisto por Ingeteam). La ubicación de conjunto será centrada tras la 3 fila de paneles de cada grupo generador, sobre losas de hormigón armado.

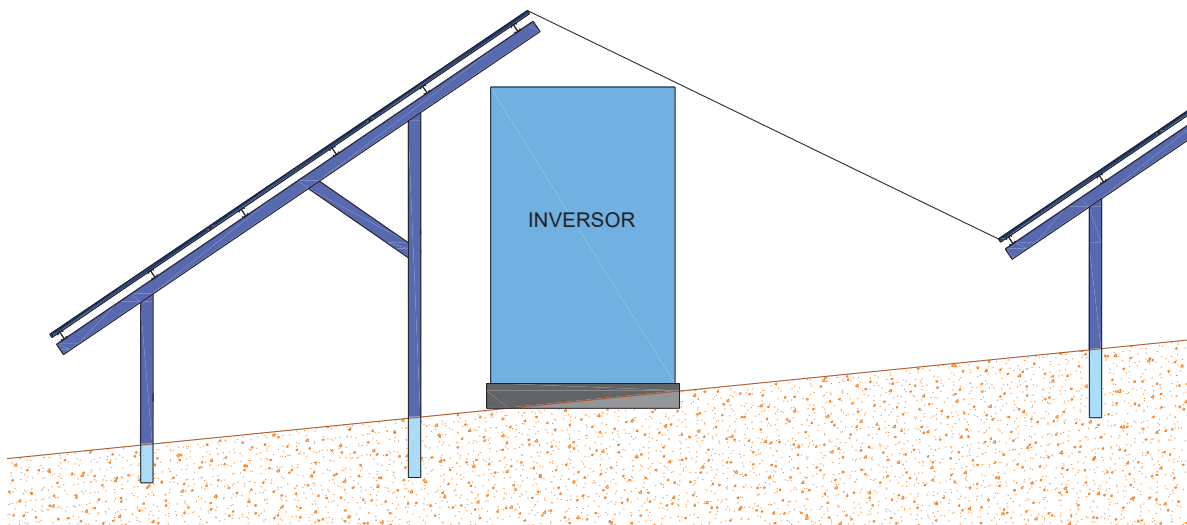


Ilustración 23. Posición relativa de inversores y estructura portante

Las estructuras fijas biposte que se van a emplear permiten la fijación directa al suelo, y la adaptación a diferentes cotas sin necesidad de movimiento de tierras ni hormigonado de ningún tipo. Con una altura en la parte más baja de la parrilla de 800mm (útiles para el tendido de cableado y el paso de agua) proporciona 3m de altura libre entre el extremo opuesto y el terreno, suficientes para poder ubicar las casetas sin que éstas alteren el horario de captación ni siquiera en las condiciones más desfavorables de elevación solar.

11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se ha decidido instalar un centro de transformación por cada grupo de generadores, lo que aportará una mayor flexibilidad a la planta y, situándolos cerca de cada inversor, permitirá reducir al máximo la sección necesaria en las líneas de alterna de baja tensión.

El modelo escogido es el EHA-2-UF del fabricante Merlin Gerin (del grupo Schneider), se compone básicamente de un centro de transformación compacto de interior PLT-2-UF de 630KVA instalado en una envolvente prefabricada de hormigón. Las dimensiones exteriores apenas alcanzan los 4.5 m³ de superficie con 1.5m de altura sobre la línea de suelo (otros 790mm se encuentran enterrados) lo que facilita enormemente la instalación en la parte trasera de la tercera fila de paneles de cada grupo, al igual que el inversor.

11.1. Parametros Técnicos

Las especificaciones más relevantes han sido extraídas de la hoja de características del modelo

Tensión asignada (kV) 50 Hz	24 kV
Unidad de aparamenta MT	esquema 2L+P (2I+Q)
Intensidad asignada en embarrado y funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en la función de protección	200 A
Intensidad asignada de corta duración admisible (1 s)	16 kA ef
Valor de cresta de la intensidad de corta duración admisible	40 kA cresta
Unidad transformador MT/BT	
Potencias (kVA)	250, 400 o 630 kVA
Tensión primaria/aislamiento	15 kV (17,5 kV) o 20 kV (24 kV)
Tensión secundaria	420 V B2
Unidad BT de dimensiones reducidas (2 variantes en función de la potencia)	
Intensidad asignada	1000 A
Tensión asignada	440 V
Tensión soportada asignada con impulsos tipo rayo 1,2/50 ms	20 kV cresta
Intensidad asignada de las salidas	400 A
Número de salidas con bases de 400 A	2 (variante 250 kVA), 4 (variantes 400 y 630 kVA)
Intensidad (I _{th}) de corta duración admisible (1 s)	12 kA ef
Prefabricado de hormigón para EHA-2 UF o EHS-2 UF	
Clase asignada de la envolvente	10 K (UNE-EN 61330)
Grado de protección general (excepto ventilación)	IP23D
Protección contra daños mecánicos	IK10

Tabla 11-1. 11.1. Parametros Técnicos principales CT PLT-2-UF de 630KVA.

11.2. Breve descripción de las partes del CT



- 1 Unidad transformador
- 2 Unidad apartamta MT
- 3 Unidad funcional BT
- 4 Iluminación
- 5 Bandeja

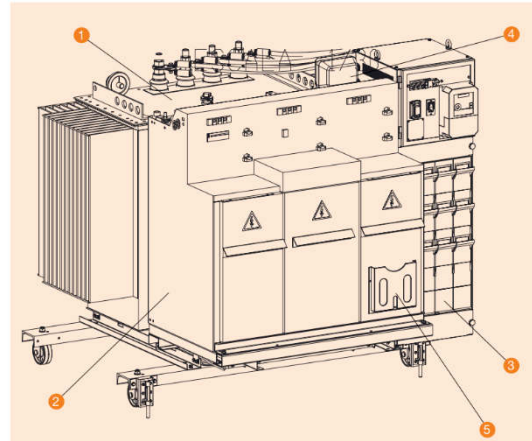


Ilustración 24. Partes EHA-2-UF. Fuente: www.schneider-electric.es.

Ilustración 25. Vista exterior EHA-2-UF.
Fuente: www.schneider-electric.es.

11.2.1. Unidad del transformador

Cuba de llenado integral en aceite, el transformador seleccionado será de una potencia total de 630KVA, va provisto de una cuba de llenado integral en aceite, termómetro con contactos de alarma y disparo y un conmutador de regulación accesible desde el frontal.

11.2.2. Unidad de apartamta MT

Celda compacta de aislamiento integral en SF6, con función de protección mediante fusibles DIN43625 y un interruptor-seccionador comandado por el contacto de disparo del transformador.

11.2.3. Unidad funcional BT

Compuesta por un cuadro de baja tensión (CBT) con $I_n=1000A$ en bastidor metálico sobre el que se montan el embarrado, la unidad de acometida al CBT mediante pletinas deslizantes y la unidad de protección.

11.2.4. Iluminación

El centro incorpora un aplique de luz montado sobre el cuadro de BT.

11.2.5. Envoltente prefabricada de hormigón

La construcción forma una estructura equipotencial gracias a su armado con mallazo electrosoldado. La cuba de recogida del aceite viene integrada en el propio diseño.

El sistema de ventilación es de tipo no forzado, mediante rejillas en los laterales. Las puertas de acceso son abatibles y permiten el acceso a la totalidad del hueco interior, en su parte interior van provistas de los carteles de primeros auxilios, de riesgo eléctrico y de información técnica del CT.

Para la instalación se requiere de una excavación de 940mm de profundidad con un lecho de 150mm de arena lavada y nivelada.

12. CABLEADO

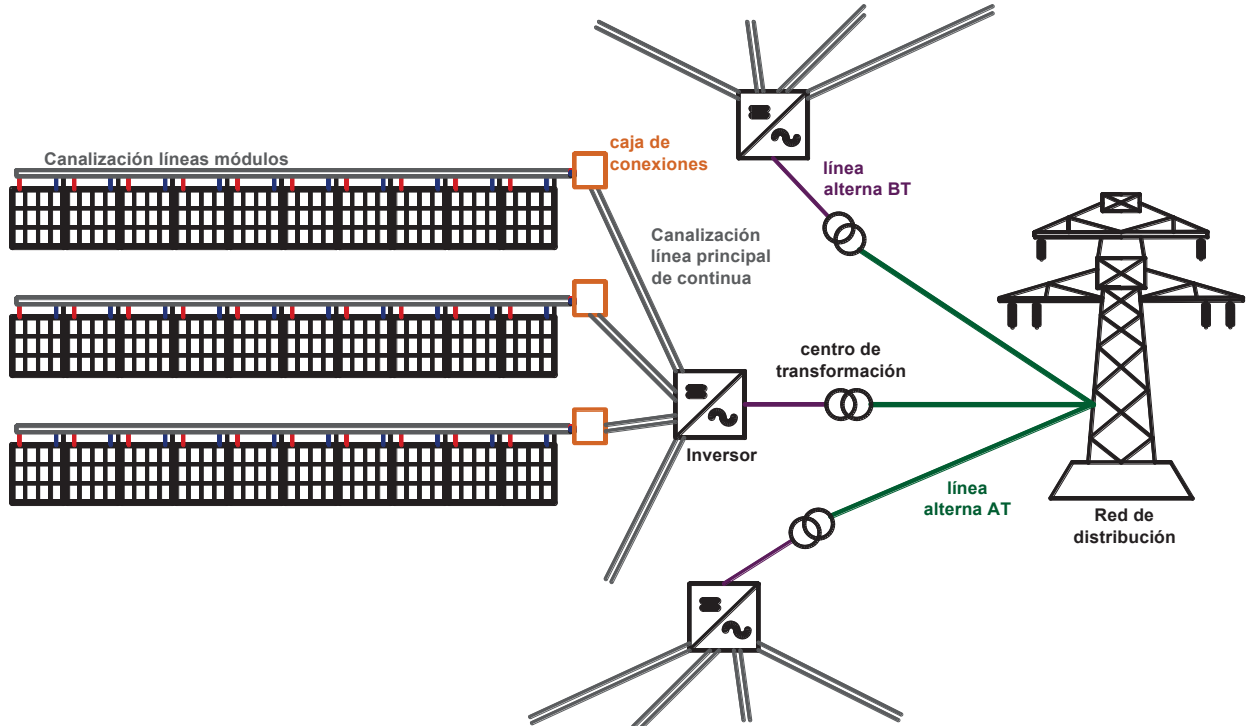


Ilustración 26. Esquema de cableado en la planta fotovoltaica

12.1. Líneas de corriente continua

El recorrido de los cables desde los generadores hasta el inversor se divide en 2 tramos que de ahora en adelante se referenciarán como línea de módulos y línea principal de inversor. Las líneas de módulos son aquellos conductores procedentes de cada una de las strings que recorren la parte trasera de las estructuras biposte hasta una caja de conexiones, donde se agrupan varias en un número menor de cables de sección mayor (línea principal) y que a su vez parte de la caja de conexiones hasta llegar al inversor.

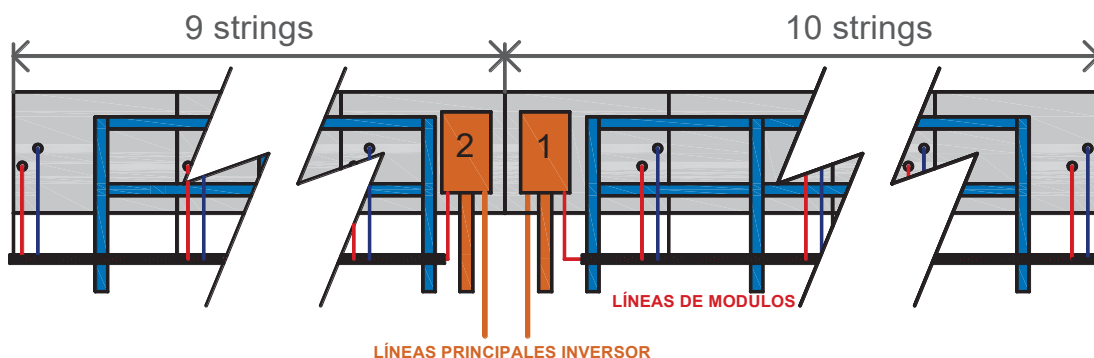


Ilustración 27. Dibujo explicativo canalizaciones en la parte trasera de la estructura portante

En este punto no se dimensionarán los conductores de protección, su estudio se detallará en el correspondiente a protecciones. Los conductores de protección no se tienen en cuenta para el cálculo de los coeficientes de corrección por no estar cargados en su funcionamiento normal, pero deberá tenerse en cuenta el espacio necesario para su tendido.

Los cálculos relativos a la sección de cable a emplear se basan en la normativa UNE-20460-5-523 y la ITC-BT 40 del REBT. El punto 5 de la ITC-BT 40 dictamina:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1.5%, para la intensidad nominal”.

La primera de las restricciones establece un criterio de dimensionamiento cuyo objetivo es asegurar que los cables soportarán las intensidades máximas sin deteriorarse por calentamiento, mientras que la segunda restricción establece un criterio basado en la eficiencia, las pérdidas de tensión permitidas se fraccionaran para cada tramo. Ambos criterios se estudiarán por separado y se tomará como válido aquel que resulte más restrictivo.

Algunas de las características generales del cableado y la conexión se describen a continuación:

Todas las canalizaciones se realizan sobre bandejas perforadas, separadas cierta distancia del suelo sobre losetas preformadas de hormigón. Esta configuración evita que los cables queden sumergidos en caso de fuertes lluvias, son fáciles de instalar, permiten el acceso a cualquier tramo y dan buenos factores de agrupamiento en comparación con otros tipos de instalación. El tipo de estructura biposte escogida para sostener los paneles permite cruzar por debajo las bandejas de las líneas principales en caso de ser necesario, reduciendo así la longitud de sus cables.

Puertollano se encuentra en zona climática IV, los cálculos se harán considerando la temperatura ambiente máxima de 50°C.

Tanto las líneas de módulos como las cajas de conexiones se colocarán tras los paneles o por debajo de estos (si el espacio fuera limitado) para evitar su exposición directa al sol y la generación de sobras indeseadas sobre los paneles.

El cable a utilizar en toda la instalación de corriente continua es el P-Sun SP (cable especial para fotovoltaica) del fabricante Prysmian. Este cable de cobre estañado tiene un aislamiento termoestable de tipo XPLE y se considera, para las condiciones más desfavorables de temperatura ambiente e intensidad, a 70°C.

Como margen de seguridad, las longitudes de los conductores proyectados sobre la parcela se han redondeado al alza, siendo el metro la unidad mínima.

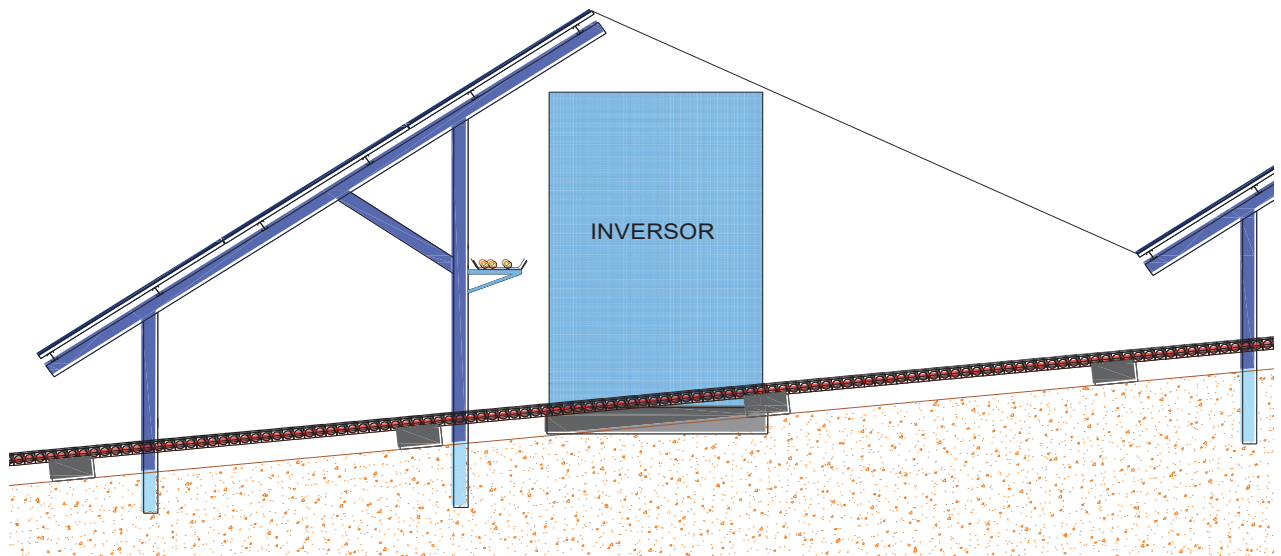


Ilustración 28. Tendido de bandejas perforadas

12.1.1. Líneas de módulos

Los módulos seleccionados vienen provistos por su cara posterior de conexiones con bornes mc4 (macho y hembra), que permiten conectarlos en serie, por lo que nos centraremos en dimensionar solo los cables conectados en los extremos de cada string.

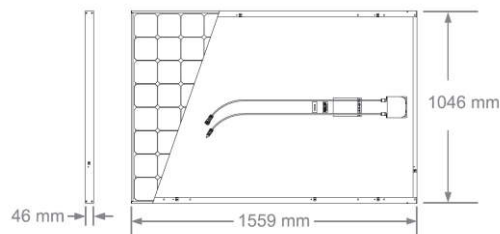


Ilustración 29. Plano de conexiones panel SUN POWER X21 extraído de su hoja de características

Los valores eléctricos para los cables de la línea de módulos es el mismo que el de las strings

$$I_{mpp} = 6.02A \quad [32]$$

$$V_{mpp} = 12 \cdot 57.3 = 687.6A \quad [33]$$

Criterio térmico

El método utilizado para garantizar que las secciones de cable a usar son apropiadas para las intensidades que circularan por ellos consiste en el cálculo de una serie de coeficientes correctores, consecuencia tanto de condiciones ambientales como del método de instalación escogido, que determinarán la intensidad umbral mínima que deberá soportar cada cable (intensidad admisible).

Para el criterio térmico y siguiendo la ITC-BT 40, la intensidad considerada debe ser un 25% superior a la máxima intensidad del string, esto es:

$$1.25xI_{mpp} = 7.525A \quad [34]$$

De la tabla 52-D1 (norma UNE-20460-5-523) se obtiene el factor de corrección de temperatura (K_T), ya que las tablas de l.adm se muestran para una temperatura ambiente de 30°C y no a 50°C.

$$K_T = 0.82 \quad [35]$$

El tipo de instalación es el F (tabla 52-B2), lo que proporciona un factor de corrección por agrupamiento de cables (K_A) contenido en el punto 4 de la tabla 52-E1 y es dependiente del número de circuitos de cada línea de módulos. Dado que cada fila se compone de 19 strings y el inversor se encuentra en medio, las bandejas agruparán 9-10, el factor por agrupamientos es el mismo para ambos casos.

$$K_A = 0.72 \quad [36]$$

La intensidad admisible resultante tiene como valor máximo 12.75A, lo que consultando la tabla de intensidades admisibles por sección del fabricante requiere una sección mínima de:

$$S_{T(modulos)} = 1.5mm^2 \quad [37]$$

La tabla a consultar de la normativa sería la 52-C11, que toma como temperatura del conductor la máxima para cables con aislamiento termoestable (90°C) pero no contempla valores de sección para intensidades tan bajas. Para aquellos valores de sección en los que si proporciona valores, la tabla del fabricante resulta más restrictiva (demanda más sección para el mismo valor de corriente), por lo que no se tomaran medidas correctoras adicionales.

Criterio de caída de tensión

La caída máxima de tensión permitida por norma es del 1.5% desde los generadores hasta el punto de interconexión con la red, y se va a fraccionar para los distintos tramos. Se establece un 0.5% de caída de tensión máxima para el tramo de las líneas de módulos, un 0.5% para las líneas de los inversores y un 0.5% para el resto de cableado de la instalación. La expresión para la variación de tensión a lo largo de un tramo de cable es la siguiente:

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{L(R_u P + X_u Q)}{U_2} \quad [38]$$

Siendo R_u y X_u la resistencia y reactancia por unidad de longitud. Para el caso de líneas monofásicas de corriente continua la expresión se ve reducida por ser la potencia reactiva nula ($Q=0$). Al considerar las caídas de tensión muy pequeñas comparadas con las tensiones nominales se simplifica sustituyendo U_2 por la tensión nominal (U_N) y se desglosa R_u como el cociente entre la resistividad (ρ en $\frac{\Omega mm^2}{m}$) y la sección del conductor (S en mm^2).

$$\Delta U = \frac{L(\rho P)}{U_2 S} = \frac{L(\rho P)}{U_N S} \quad [39]$$

Al trabajar con corriente continua la potencia no es más que el producto entre tensión e intensidad y tomando $\varepsilon = \frac{\Delta U}{U_N}$ tenemos finalmente

$$\varepsilon U_N = \frac{L(\rho I U_N)}{U_N S} = \frac{L(\rho I)}{S} \quad [40]$$

Por tanto, para el cálculo de las secciones por el criterio de caída de tensión se emplea la siguiente formula

$$S = \frac{L(\rho I)}{\varepsilon U_N} \quad [41]$$

Siendo L la longitud de todo el circuito en metros (tanto el cable positivo como el negativo) y ε la máxima caída de tensión permitida en tanto por uno.

La resistividad para la temperatura de diseño (70°C) puede calcularse a partir del dato para 20°C del siguiente modo

$$\rho_t = \rho_{20} (1 + \alpha_{cobre}(t - 20)) \left(\frac{\Omega mm^2}{m} \right) \quad [42]$$

$$\alpha_{cobre} = 3.9 \cdot 10^{-3} \quad [43]$$

$$\rho_{20} = \frac{1}{56} \left(\frac{\Omega mm^2}{m} \right) \quad [44]$$

Con lo que se obtiene

$$\rho_{70} = 0.02133 \left(\frac{\Omega mm^2}{m} \right) \quad [45]$$

Tras aplicar la formula a todos los cables de todas las líneas de módulos (Anexo 14), se observa que los cables de las strings más alejados de la caja de conexión (los de mayor longitud) requieren secciones mayores. Este criterio resulta más restrictivo que el térmico por lo que las secciones mínimas estarán dimensionadas atendiendo a la caída de tensión de los cables.

Selección de secciones para las líneas de módulos

Determinadas las secciones mínimas en ambos criterios, se deben tomar algunas medidas para evitar el conflicto entre ellos. La selección del criterio más restrictivo no debe interferir en el otro. Ambos criterios deben cumplirse para las secciones finalmente escogidas.

La tabla 51-E1 consultada para la estimación del coeficiente de agrupamiento en el criterio térmico es de aplicación para agrupamientos de cables similares igualmente cargados. De la sección 523.4.3 se extrae lo siguiente:

“Un agrupamiento que contiene conductores que presentan más de tres secciones normalizadas adyacentes puede ser considerado como un agrupamiento que contiene varias secciones. Un agrupamiento de cables similares se considera como un agrupamiento que contiene varias secciones. Un

agrupamiento de cables similares se considera como un agrupamiento para el que la intensidad admisible del conjunto de los cables se basa sobre la misma temperatura admisible de conductor y donde el rango de variación entre las secciones no pasa de 3 valores normalizados”.

Según los resultados obtenidos para las líneas de módulos, los cables a utilizar cumplen las condiciones para ser tratados como un agrupamiento de cables similares y no será necesario recurrir a medidas más restrictivas contempladas en la norma a fin de cumplir con el criterio térmico.

12.1.2. Cajas de conexión

Se van a emplear cajas de conexiones sin monitorización STC10 100A del distribuidor AMB Green Power, con posibilidad de conexión de hasta 10 strings STC10 con fusibles de hasta 16A tanto en entradas positivas como en negativas. La salida cuenta con un seccionador de hasta 1000Vdc y 160A (necesario entre otras cosas para la manipulación de los fusibles) y protección contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc. Entradas con prensaestopas M16 (para cables de hasta 10mm² de sección) y prensaestopas M20 (hasta 12mm de diámetro) en la salida.

Se colocan 2 cajas de conexiones por cada fila de strings, para 9 y 10 strings respectivamente y sus salidas serán conducidas en paralelo por la misma bandeja perforada (figura 26).

El fallo de aislamiento en uno o varios módulos de una string puede dar lugar a una corriente inversa. Esta corriente procedente del resto de cadenas conectadas en paralelo puede, de ser suficientemente elevada, dañar al resto de módulos de la cadena defectuosa.

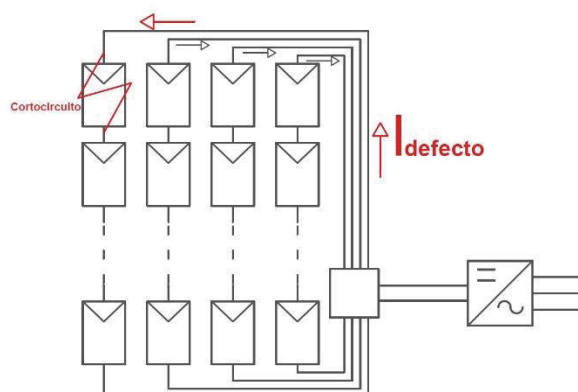


Ilustración 30. Dibujo explicativo corriente inversa

La protección mediante fusibles de 16A tiene la función de proteger las strings de una misma caja contra posibles corrientes inversas. Los módulos fotovoltaicos, aparte de ser cortocircuitables sin riesgo de daño, son capaces también de soportar una corriente inversa considerable. Para el caso de los módulos X21 de sunpower, el fabricante determina un fusible máximo por string de 20A, pero dado que no se trata de un funcionamiento deseable se toman de 16A, un valor por encima del doble de la corriente mpp de la string, pero por debajo de la máxima corriente inversa soportable.

12.1.3. Líneas principales de los inversores.

Ahora se debe tener en cuenta las intensidades varían según la caja de conexiones de donde proceda el conductor, y la forma en que estos conductores se agrupan en su camino hacia el inversor. Como en el caso de las líneas de módulos, la inmensa mayoría de valores calculados se repetirá para cada inversor, pero variará en el caso del grupo de paneles de los inversores 9 y 10, al tener una fila menos.

Se van a agrupar en los cálculos cada línea de inversor principal según la caja de conexiones de la que proceden del siguiente modo

$$L(\text{grupo de inversores}).\text{Fila.Caja}$$

Como ejemplo tendríamos que la $L(1-10).fila2.Caja1$ hace referencia a la línea principal de CC que sale de la caja de conexiones 1 de la segunda fila de paneles de cualquiera de los inversores entre el 1 y el 10.

Criterio térmico

En primer lugar, el factor de temperatura permanece constante e igual al caso de las líneas de módulos

$$K_T = 0.82 \quad [46]$$

El tipo de instalación también permanece constante, sobre bandejas perforadas (tipo F). Los conductores procedentes de las 2 cajas de conexión de una misma fila compartirán siempre bandeja.

Conociendo los tramos que cada línea recorre se obtiene el factor de agrupamiento que afecta a cada conductor de cada línea. Con ambos factores de corrección, conociendo el número de strings que alimenta cada línea, la intensidad que aporta cada string y la intensidad de diseño para este criterio ($1.25I_{STRING} = 1.25 \cdot 6.02 = 7.525$) se determinan las intensidades admisibles. Haciendo uso de las mismas tablas empleadas anteriormente para el conductor de cobre con aislamiento XPLE, se obtienen las secciones mínimas de cable necesarias para cumplir las exigencias térmicas. Todos los valores numéricos correspondientes a cada paso se encuentran en el anexo 14.

Criterio de caída de tensión

Con las ecuaciones y procedimientos ya explicados en el apartado 12.1.3 y los valores necesarios ya tabulados, tan solo queda proceder al cálculo de la sección que limite las caídas de tensión al 0.5% en el tramo de líneas principales del inversor. En la segunda tabla del anexo 14 se muestran los valores numéricos.

Selección de secciones para las líneas principales

Tras normalizar las secciones obtenidas de los cálculos puede observarse que el criterio térmico resulta siempre igual o más restrictivo esta vez, a diferencia de lo que ocurría en las líneas de módulos. Por último, una vez más, se debe comprobar que se cumplen las condiciones necesarias para el cálculo del factor de agrupamiento por el método empleado (conductores similares). En la segunda tabla del anexo 14 se recogen las secciones mínimas, combinación de los dos criterios y una columna titulada como "agrupamiento". Esta última columna asigna el mismo número a todos los conductores que se agrupan en algún tramo, y de este modo puede comprobarse fácilmente que los conductores de una misma agrupación son de secciones similares. Los factores de agrupamiento pueden ser considerados válidos y las secciones obtenidas por el criterio térmico como definitivas.

12.2. Líneas de corriente alterna

12.2.1. Línea de alterna en BT

El trazado de las líneas de corriente alterna salientes del inversor hasta el centro de transformación se realiza mediante conductores multipolares con aislamiento XLPE, en bandejas de pvc (instalación tipo E). Las condiciones ambientales se van a considerar iguales, con temperaturas de 50°. El cable escogido es el Afumex 1000V [AS] del fabricante Prysmian, constituido por 3 conductores de cobre con aislamiento termoestable.

Para la máxima potencia que puede entregar el inversor (554.3KVA) y la tensión nominal de CA (400V) el fabricante da una corriente máxima de 800A, y es fácilmente comprobable.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}V} = \frac{554300}{\sqrt{3} \cdot 400} = 800A \quad [47]$$

Estas líneas tendrán una longitud de 20 metros en todos los casos (18 metros de tendido más 1 metro por cada extremo para el conexionado) y para su dimensionado se emplearan los mismos criterios que en el caso de las líneas de CC.

Criterio térmico

Con las condiciones ambientales y de instalación descritas se mantiene el mismo factor de temperatura obtenido para las líneas de CC ($K_T=0.82$), y el factor de agrupamiento se determinará también con la tabla 52-E1 de la norma UNE 20460-5-523:2004. Las tablas usadas para determinar las secciones mínimas que cumplan el criterio serán, una vez más, las facilitadas por el fabricante por ser más restrictivas que las contempladas en la tabla 52-C11 de la norma UNE 20460-5-523:2004.

El criterio térmico resulta en valores de sección muy altos por la sobredimensión de intensidades que su cumplimiento conlleva. Se han aumentado el número de conductores por fase hasta reducir la sección de cada uno a un máximo de 240mm².

CRITERIO TÉRMICO						
Longitud (m)	Nº de conductores por fase	Intensidad x1,25 (A)	Kt	Ka	Intensidad admisible (A)	Sección normalizada mínima (mm ²)
20	4	250	0,82	0,77	396	240,00

Tabla 12-1. Criterio térmico líneas CA BT

Puede verse que, al tener intensidades y condiciones de instalación idénticas todas las líneas activas estarán formadas por 4 conductores multipolares. Podrían haberse dimensionado con distinto número de conductores si las potencias de entrada al inversor fueran las consideradas, pero las líneas debían dimensionarse de acuerdo a las capacidades del inversor y no a la carga a que estén sometidos en condiciones de diseño. La gran sección del cableado de alterna también es consecuencia de trabajar en baja tensión, con un inversor sin transformador que reduce el voltaje de los 687V de su entrada a los 400V de su salida. De haberse instalado un centro de transformación común a varios grupos generadores habría

sidio necesario acoplar a la salida del inversor un transformador de baja a media tensión para reducir la sección necesaria en estas líneas y evitar un coste económico desorbitado en cableado.

Criterio de caída de tensión

El dimensionado de la parte de corriente alterna trae consigo la aparición de la componente reactiva y con ella una reactancia no despreciable teniendo en cuenta las secciones de cable que se van a adoptar. El factor de potencia asignada que indica el fabricante es igual a la unidad, valor que se logra mediante compensación de la potencia reactiva y sin duda gracias a esto los rendimientos de estos equipos son tan altos. Pese a todo, tomaremos un factor de potencia de 0.95 para condiciones de funcionamiento anómalas.

Para evitar errores de interpretación entre sección (S) y potencia aparente, a esta última se le va a representar con el símbolo S'

$$S'_{INV} = \sqrt{3}U_L I_L \quad [48]$$

$$P_{INV} = S'_{INV} \cos\varphi = \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi \quad [49]$$

$$Q_{INV} = S'_{INV} \sin\varphi = \sqrt{3}U_L I_L \sin\varphi \quad [50]$$

Para el dimensionado del conductor:

$$\varepsilon U_L = \frac{L(R_u P + X_u Q)}{U_L} \quad [51]$$

$$\frac{\varepsilon U_L^2}{L} - X_u Q = \frac{\rho}{S} \quad [52]$$

$$S = \frac{\rho \sqrt{3} U_L I_L \cos\varphi}{\frac{\varepsilon U_L^2}{L} - X_u \sqrt{3} U_L I_L \sin\varphi} \quad [53]$$

$$S = \frac{\rho \sqrt{3} I_L L \cos\varphi}{\varepsilon U_L - X_u \sqrt{3} I_L L \sin\varphi} \quad [54]$$

El valor de la resistividad del cobre (ρ) se va a tomar para 90°C (temperatura máxima de los cables de cobre con aislamiento termoestable) como medida de seguridad adicional.

$$\rho_{90} = 0.02273 \left(\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right) \quad [55]$$

La caída de tensión máxima para este tramo es del 0.5%

$$\Delta U = 400 \cdot 0.0025 = 1V \quad [56]$$

Considerando la reducida longitud de la línea, cabe esperar que el criterio térmico se imponga a criterio de máxima caída de tensión. Sustituyendo en la expresión [54] los valores conocidos, para una reactancia

$X_u = 0.08 \Omega/\text{km}$, y considerando la cuarta parte de la corriente nominal (200A) circulando por cada uno de los conductores es fácil comprobar que:

$$240(\text{sección criterio térmico}) \geq \frac{0.02273\sqrt{3} \cdot 200 \cdot 20 \cdot 0.95}{1 - 0.00008\sqrt{3} \cdot 200 \cdot 20 \cdot 0.31} = 180 \quad [57]$$

Por tanto se emplearán las secciones obtenidas del criterio térmico por ser más restrictivas.

13. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

El esquema de puesta a tierra de las masas de corriente continua será de la instalación se dividirá en 2, la parte de CC mediante un sistema IT y la parte de CA mediante un sistema TT. El esquema TT estaría formado por 3 tomas de tierra diferentes, pero una de ellas, la de las masas de baja tensión, se instalará conjuntamente con la de CC (Ra).

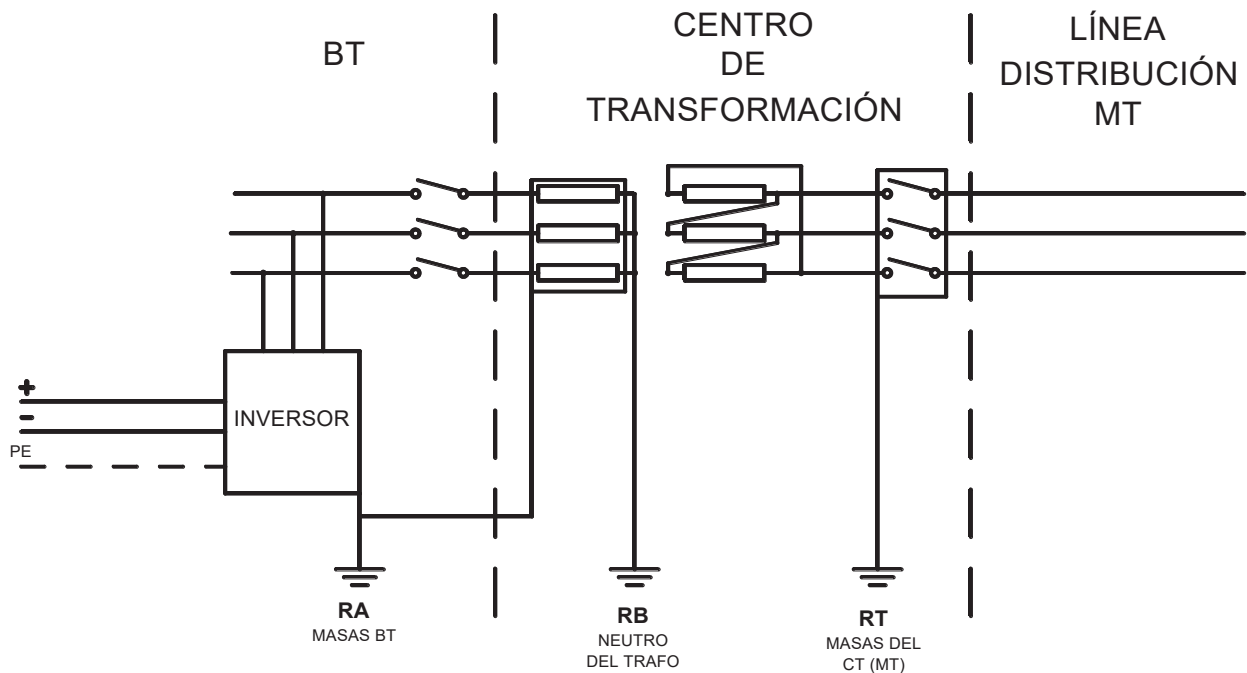


Ilustración 31. Esquema de puesta a tierra de la instalación

13.1. Puesta a tierra de las masas de baja tensión CC

La función principal de la puesta a tierra es limitar las tensiones que en caso de defecto pudieran aparecer entre las masas y el suelo o entre masas de la instalación, así como permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto, favorecer la detección de dicho defecto y la actuación de las protecciones.

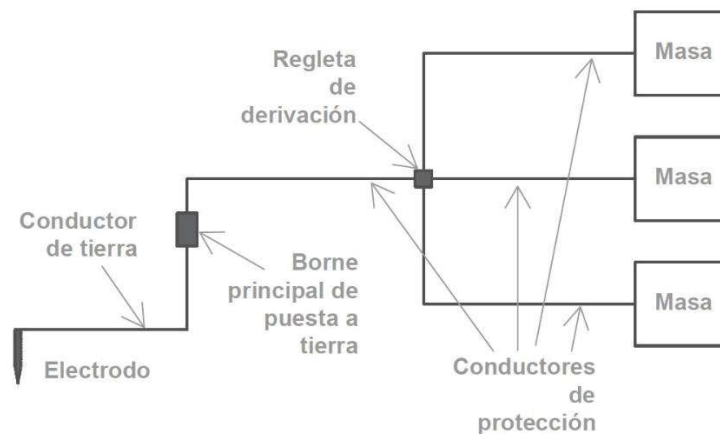


Ilustración 32. Componentes de la puesta a tierra de la instalación

La figura anterior muestra el esquema de puesta a tierra de las masas de CC. Estas conexiones se repiten hasta 10 veces una por cada grupo generador, pero manteniendo el electrodo de puesta a tierra común a todas ellas. La toma de tierra debe formar una línea eléctricamente continua, sin intercalar masas ni fusibles ni ningún otro mecanismo de desconexión (con una excepción en el caso del borne principal). Todas las conexiones se realizan por derivación.

Electrodo

Como electrodo se va a emplear un cable desnudo de clase 2 (Conductor rígido de varios alambres cableados), de 50mm² de sección (siendo 36mm² la mínima recomendable), enterrado a una profundidad de 0.8m, por no ser Puertollano zona con riesgo de heladas. Su recorrido se hace pasar cerca de los 10 inversores de la planta, para facilitar su posterior conexionado, de manera que toda la instalación de baja tensión comparta una única toma de tierra.

Con una resistividad del terreno para el mes de julio, el más seco (condiciones más desfavorables), de 250 Ω·m y una longitud total de electrodo de 460m (puede verse proyectado en el plano 18), se calcula la resistencia de toma de tierra según la tabla 5 del punto 9 de la guía BT-18.

$$R_T = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \cdot 250}{460} = 1.08\Omega \quad [58]$$

Conductor de tierra

Su función es la de conectar el borne principal de puesta a tierra (en la superficie) con el electrodo. La sección debe satisfacer las mismas prescripciones que los conductores de protección, pero al estar en parte enterrados su sección debe superar las mínimas presentes en la tabla 1 del punto 3.2 de la BT-18. El cable será de cobre protegido de la corrosión mediante una envolvente termoestable. Considerando la sección máxima de los conductores activos de cada inversor se obtienen los siguientes valores para los conductores de tierra.

Inversor	S.max conductores activos del inversor (mm ²)	S.min conductor de tierra por las tablas 1 y 2 del BT-18 (mm ²)
1-10	150	75

Tabla 13-1. Sección de los conductores de puesta a tierra.

Borne principal de puesta a tierra

La unión entre los conductores de tierra, conductores de protección se realiza a través de este componente. Debe estar provisto de un mecanismo seccionador que permita una desconexión puntual para la medición de la resistencia de puesta a tierra. Este elemento seccionador se podrá operar únicamente mediante el uso de herramientas y no interferirá en la continuidad eléctrica durante el funcionamiento normal de la instalación. Para ello deberá ser de una sección eléctricamente equivalente a la de los conductores de tierra. El conductor de tierra se canalizará hasta la caseta de cada inversor, donde se colocará el borne principal.

Regleta de derivación

Las regletas de derivación servirán para la ramificación de los distintos conductores de protección. Se instalarán en las casetas de los inversores y en las cajas de conexión de cada línea de módulos.

Conductores de Protección

Estos cables tienen como función conducir las posibles intensidades de defecto hasta la toma de tierra facilitando la localización del defecto por elementos de protección contra contactos indirectos. Sus solicitaciones eléctricas varían a lo largo de su recorrido en función de a cuantas masas dan servicio, y sus secciones se adaptan a los criterios del BT-18 apartado 3.4. El tipo de cable usado es el mismo que para los conductores activos (P-sun SP), sin protección mecánica. La sección de cable desde el borne principal hasta la regleta de derivación de cada inversor será la misma que para el conductor de tierra de ese mismo inversor, pero a partir de ese punto las secciones de los conductores de protección se adaptarán al circuito de cables que protejan en cada caso. Los cables de protección se instalarán junto a los conductores activos, haciendo uso de las mismas canalizaciones. Al no estar cargados en condiciones normales de funcionamiento no se considera que su presencia afecte a los cálculos de sección del punto 12.

LÍNEA MODULOS	S.max conductores activos del circuito	S.min conductor de protección circuito
TODAS LAS STRINGS	1.5-4	4

Tabla 13-2. Sección de los conductores de protección de las líneas de módulos de CC.

LINEA PRINCIPAL INVERSOR	S.max conductores activos del circuito	S.min conductor de protección circuito
L(1-8).FILA1.CAJA1	25	16
L(1-8).FILA1.CAJA2	25	16
L(1-8).FILA2.CAJA1	25	16
L(1-8).FILA2.CAJA2	25	16
L(1-8).FILA3.CAJA1	16	16
L(1-8).FILA3.CAJA2	16	16
L(1-8).FILA4.CAJA1	25	16
L(1-8).FILA4.CAJA2	25	16
L(1-8).FILA5.CAJA1	25	16
L(1-8).FILA5.CAJA2	25	16
L(1-8).FILA6.CAJA1	25	16
L(1-8).FILA6.CAJA2	25	16
L(9-10).FILA1.CAJA1	25	16
L(9-10).FILA1.CAJA2	25	16
L(9-10).FILA2.CAJA1	25	16
L(9-10).FILA2.CAJA2	25	16
L(9-10).FILA3.CAJA1	16	16
L(9-10).FILA3.CAJA2	16	16
L(9-10).FILA4.CAJA1	25	16
L(9-10).FILA4.CAJA2	25	16
L(9-10).FILA5.CAJA1	25	16
L(9-10).FILA5.CAJA2	25	16

Tabla 13-3. Sección de los conductores de protección de las líneas principales de CC.

Masas

Todas las estructuras y envolventes metálicas que no formen parte de los elementos conductores de planta deben ser puestas a tierra. En el caso de los inversores, su puesta a tierra se hará directamente a través del borne principal de tierra mientras que en las cajas de conexiones no será necesario por estar construidas en poliéster.

La conexión de los conductores de protección a las strings se realizará a través del sistema de fijación que agrupa los marcos exteriores de los paneles de cada una con la estructura portante.

13.2. Puesta a tierra de las masas BT de AC y del neutro del transformador.

Para poder agrupar todas las masas de baja tensión en una misma puesta a tierra es necesario que el bucle de defecto cumpla una de las premisas principales de la guía BT-18 del R.E.B.T relativa a las instalaciones de puesta a tierra:

“este valor de resistencia será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50V”

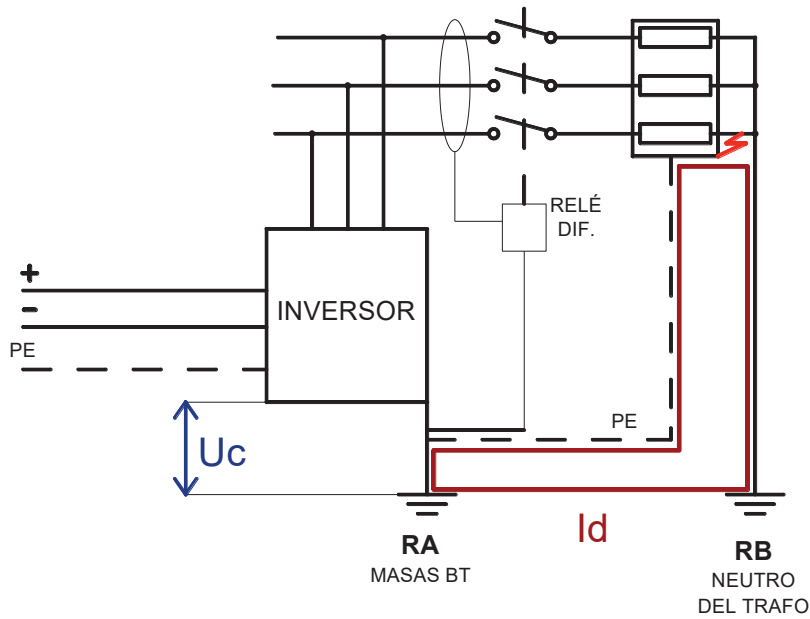


Ilustración 33. Corriente de defecto entre el neutro del CT y la puesta a tierra de BT

$$U_{c_{MAX}} = I_d \cdot R_A = \frac{U_{fn} \cdot R_A}{R_B + R_A} < 50V \quad [59]$$

$$U_{c_{MAX}} = I_d \cdot R_A = \frac{230 \cdot 1.08}{R_B + 1.08} < 50V \quad [60]$$

$$R_B > 3.89\Omega \quad [61]$$

Además, para el cumplimiento de protección de las personas frente a contactos directos e indirectos, la BT-40 del reglamento electrotécnico especifica que la corriente de actuación del dispositivo de protección instalado aguas arriba del posible defecto (en nuestro caso un interruptor diferencial con $I_{\Delta n} = 0.3A$) sea tal que limite la tensión de contacto al valor anteriormente dado de 50V. Esta condición implica:

$$I_{\Delta n} \cdot (R_A + R_B) < 50V \quad [62]$$

$$R_B < \frac{50V}{0.3} - 1.08 \quad [64]$$

$$R_B < 165.6\Omega \quad [66]$$

Por tanto, para cualquier valor de R_B que cumpla

$$3.89\Omega < R_B < 165.6\Omega \quad [67]$$

Se cumplen las condiciones para la puesta a tierra común de todas las masas de BT. El valor de resistencia de puesta a tierra del neutro de transformador seleccionado será:

$$R_B = 25\Omega \quad [68]$$

Y se conseguirá este valor mediante un electrodo formado por un numero n de picas de 2 m de longitud y 14mm² de sección totalmente enterradas en vertical a 0.8m de profundidad y unidas por un cable de Cu desnudo de 50mm² de sección. La separación mínima entre picas está definida en el R.E.B.T (BY-18) y será el doble de la longitud de las picas, 4m.

La Resistencia total de puesta a tierra responde a la siguiente expresión:

$$R_T = \frac{\rho}{nL} = \frac{250}{n \cdot 2} = 25\Omega \quad [69]$$

$$n = 5 \quad [70]$$

El conductor de protección para la conexión al borne principal de puesta a tierra de BT ira tendido junto con los conductores activos de la línea trifásica procedente del inversor y su sección se muestra en la siguiente tabla.

LINEA INVERSOR CA	S.max conductores activos del circuito	S.min conductor de protección circuito
1-10	240	120

Tabla 13-4. Seccion minima conductor de puesta a tierra al borne de BT.

13.3. Puesta a tierra de las masas del centro de transformación.

Cada centro de transformación EHA-2 UF está preparado para el conexionado de redes tierras separadas, mediante cable desnudo de Cu de 50mm² de sección.

El electrodo a emplear para la red de herrajes será un electrodo tipo, formado por 8 picas verticales de 14mm² de sección y 6m de longitud, unidas mediante conductor de cobre desnudo de 50mm² enterrado a una profundidad de 0.8m. Las dimensiones del anillo resultante serán de 4x3m de modo que rodeará completamente el centro de transformación al que dé servicio. Los parámetros a considerar son:

$$\text{Resistencia: } K_r = 0.054 \quad [71]$$

$$\text{Tensión de paso: } K_p = 0.0081 \quad [72]$$

$$\text{Tension de contacto exterior: } K_c(K_{p,acc}) = 0.0178 \quad [73]$$

Con estos parámetros, una corriente de defecto de 500A que generalmente proporcionan las compañías eléctricas para tensiones cercanas a 25kV y la resistencia del terreno $\rho = 250\Omega$ es posible calcular:

$$\text{Resistencia de puesta a tierra: } R_r = K_r \cdot \rho = 13.5\Omega \quad [74]$$

$$\text{Tensión de paso máxima: } V_{pm} = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 1012.5V \quad [75]$$

$$\text{Tensión de contacto máxima: } V_{cm} = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 2225V \quad [76]$$

A continuación, se muestra la gráfica con los valores admisibles de tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta proporcionada en la ITC-RAT 13 relativa a instalaciones de puesta a tierra.

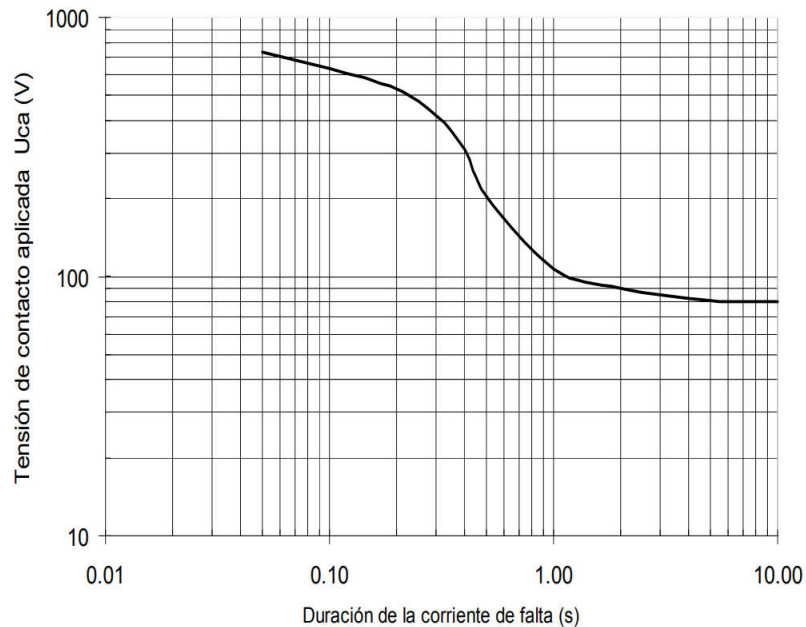


Ilustración 34. Gráfica de Tensión de contacto aplicada ITC-RAT 13

Para una duración del defecto de 0.5s, tiempo más que suficiente teniendo en cuenta que el relé diferencial escogido tiene un tiempo de actuación inferior a 0.14s, se tiene:

$$\text{Tensión de contacto aplicada admisible: } V_{ca,adm} = 204V \quad [77]$$

$$\text{Tensión de paso aplicada admisible: } V_{pa,adm} = 10V_{ca,adm} = 2040V \quad [78]$$

Y ya con estas tensiones desveladas y considerando un valor de resistencia equivalente del calzado $R_{a1} = 2000\Omega$ y una impedancia para el cuerpo humano $Z_B = 1000\Omega$ se calculan las tensiones de contacto y paso admisibles finales.

$$V_{c,adm} = V_{ca,adm} \left(1 + \frac{R_{a1} + 3\rho}{2Z_B} \right) = 204 \left(1 + \frac{2000 + 3 \cdot 250}{2 \cdot 1000} \right) = 484.5V \quad [79]$$

$$V_{p,adm} = V_{pa,adm} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho}{Z_B} \right) = 2040 \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 250}{1000} \right) = 13260V \quad [80]$$

Las 3 condiciones relativas a la seguridad de las personas que deben cumplirse son:

$$1^{\text{a}} \text{ condiccion:} \quad V_{pm} \leq V_{p,adm} \quad [81]$$

$$2^{\text{a}} \text{ condiccion:} \quad V_{cm} \leq V_{c,adm} \quad [82]$$

$$3^{\text{a}} \text{ condiccion:} \quad I_a \leq I_d \quad [83]$$

La primera condición se cumple sobradamente y la tercera también, pues es consecuencia del cumplimiento de la expresión [62], pero la segunda condición resulta demasiado restrictiva por lo que el reglamento exige de cumplirla siempre que se garantice la seguridad de las personas por medio de medidas adicionales tales como:

1. Ninguna parte metálica accesible desde el exterior del CT (puertas, rejillas..) tiene contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos
2. Se instala en el suelo del CT un mallazo electrosoldado de redondos de mínimo 4mm conectado al menos a 2 puntos del electrodo.
3. La tensión de paso máxima en el exterior es menor a la tensión de paso admisible

$$V_{pm,ext} = V_{pm} \leq V_{p,adm} \quad (\text{cumple}) \quad [84]$$

4. La tensión de paso máxima en el acceso es menor a la tensión de paso admisible en el acceso

$$V_{pm,acc} = V_{cm} \leq V_{p,acc,adm} \quad [85]$$

Con una tensión de paso admisible en el acceso:

$$V_{p,acc,adm} = V_{pa,adm} \left(1 + \frac{3\rho_{hormigon} + 3\rho}{Z_B} \right) = 2040 \left(1 + \frac{3 \cdot 3000 + 3 \cdot 250}{1000} \right) \quad [86]$$

$$V_{p,acc,adm} = 21930V$$

Se dan por cumplidas todas las condiciones necesarias que validan la instalación de puesta a tierra de masas del CT en los términos descritos.

13.4. Independencia de las puestas a tierra de la instalación.

El punto 10 de la guía BT-18 estipula que una toma de tierra será independiente de otra si durante la evacuación de la corriente máxima de defecto en una, la otra no queda a una tensión superior a 50V.

Con esta condición cumplida se pueden considerar las puestas a tierra de BT (R_A) y la del neutro del CT (R_B) como independientes entre si.

Para el caso de la puesta a tierra las masas del CT (R_T) se deberá cumplir con dos condiciones alternativas recogidas en la misma guía técnica. En primer lugar no deberá haber ninguna canalización metálica conductora que una la zona de tierras del CT con la zona donde se encuentren las masas de BT (condición que se cumple), y en segundo lugar, la distancia entre tomas de tierra deberá ser mayor que la obtenida con la siguiente expresión:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U} = \frac{250 \cdot 500}{2\pi \cdot 1200} = 16.6m \quad [87]$$

Siendo I_d la corriente de defecto de MT y $U=1200V$ para instalaciones TT. La Distancia que separa tomas de tierra de BT y CT es de 18m, luego cumple. La distancia a la que se colocaran las picas de puesta a tierra del neutro sera de 18m, hasta alcanzar esta separación la línea circulará aislada bajo tubo.

14. PROTECCIONES

14.1. Parte de corriente continua.

14.1.1. Contactos indirectos

En el esquema IT adoptado, al estar los conductores activos aislados de tierra, un primer fallo de aislamiento no implica peligro alguno para las personas ni impide el normal funcionamiento de la planta, ya que la intensidad de defecto que se genera es nula.

Las medidas de protección suelen ir encaminadas a evitar los peligros ocasionados por un segundo fallo de aislamiento, limitando las tensiones de contacto a las que quedarían las masas de la instalación.

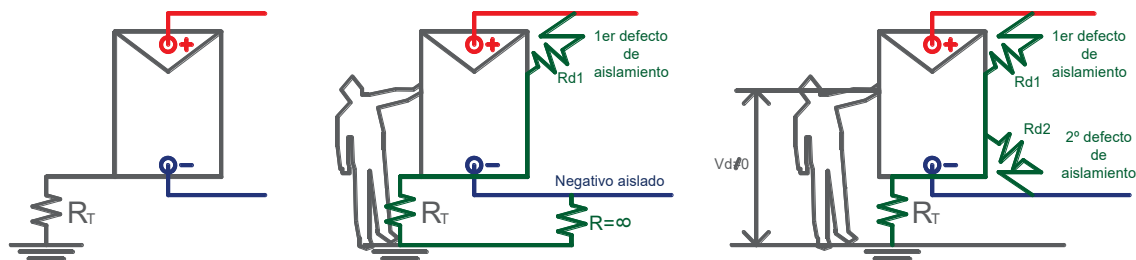


Ilustración 35. Dibujo explicativo defectos de aislamiento en esquema IT

Los principales problemas que una instalación fotovoltaica presenta al uso de la aparatada habitual de protección son los siguientes:

- Las magnitudes a controlar son de corriente continua, lo que impide el uso de dispositivos de protección de corriente diferencial-residual comunes, que trabajen en corriente alterna.
- En el caso de las protecciones contra sobrecorrientes mediante el uso de interruptores magneto-térmicos, requiere que estos tengan un nivel de precisión bastante alto, ya que la variación entre la corriente nominal de los paneles y las de cortocircuito es muy baja (en el caso que nos ocupa 6.02A frente a 6.39A).

El sistema de protección contra contactos indirectos adoptado se centrará en actuar ante un primer fallo de aislamiento, aislando las strings afectadas de su inversor y cortocircuitándolas. De este modo, en caso de darse un 2 fallo de aislamiento en una de las strings de ese mismo inversor antes de poder dar solución al primero, las masas no quedarían a tensión puesto que la diferencia de potencial entre los conductores activos sería 0.

Vigilador de aislamiento

Para llevar a cabo la protección ante ese primer fallo se requiere el uso de un vigilador de aislamiento para CC. Se opta por instalar el Isometer isoPV425 con acoplador AGH420 suministrado por la empresa Bender. Soporta las tensiones de trabajo en continua (1000V), vigila de forma independiente tanto positivo como negativo y la alarma se indica mediante un display, 2 leds y 2 relés configurables en su estado de reposo (normalmente abierto/normalmente cerrado) que servirán para activar las protecciones. La Alimentación del dispositivo a 230V se realiza a través de 2 fusibles de 6A desde el lado de CA del inversor conectándolo entre una de las fases y el neutro.

isoPV425 + AGH420		
ALIMENTACION	Tensión de alimentación (U_s)	AC 100-240V / DC 24-240V
	Rango de frecuencia (U_s)	40-63 Hz
	Consumo propio	$\leq 3 \text{ W}, \leq 9 \text{ VA}$
SISTEMA IT VIGILADO	Tensión de red nominal U_n con AGH420	3(N)AC, AC 0-690 V/DC 0-1000 V
	Valor de respuesta Ran1	2-500 k Ω (10 k Ω)*
	Valor de respuesta Ran2	1-490 k Ω (5 k Ω)*
RESPUESTA EN TIEMPO	Tiempo de reacción (s)	≤ 10

Tabla 14-1. isoPV425 + AGH420



Ilustración 36 Vigilador de aislamiento isoPV425 + AGH420. Extraído de su hoja de características.

Interruptores

La desconexión del inversor se realizará a través de 1 interruptor-seccionador bipolar colocado en bornes de continua del propio inversor mientras que para el cortocircuitado de las strings se empleara un tercer interruptor-seccionador instalado aguas arriba (entre el de desconexión y los generadores). El esquema del conexionado puede verse en el plano 15.

Los 2 interruptores necesarios serán del fabricante ABB, ambos el modelo OT800E03P, con capacidad de maniobrar hasta 3 polos con una tensión asignada de aislamiento de 1000V (suficiente para los 687V que

aportará cada grupo de módulos) y una corriente asignada de 800A menor a los 728A que circularían en cortocircuito. Este modelo permite como accesorio el montaje del OEA28, un módulo para el conexionado de hasta 8 contactos auxiliares, solo 1 será necesario para su control remoto por parte del vigilador de aislamiento.

OT800E03P	
Nº polos	3
Tensión asignada de aislamiento y tensión asignada de empleo (V)	1000
Tensión asignada soportada a impulso (kV)	12
Corriente asignada de empleo (A)	800
Poder asignado de corte (kA)	6.4

Tabla 14-2. OT800E03P.



Ilustración 37 Interruptor seccionador OT800E03P y accesorio OEA28. Extraído de su hoja de características.

14.1.2. Sobretensiones.

Para evitar que estas corrientes causadas por la descarga lejana de un rayo generen sobretensiones muy elevadas que destruyan los equipos, se instalará un dispositivo que las derive a tierra.

Según el fabricante, en inversor Ingecon 500T tiene categoría III ante sobretensiones, atendiendo a la tabla 1 del REBT-23 la tensión soportada a impulsos para esta categoría es de 6KV. El objetivo del dispositivo de protección será reducir las tensiones transitorias a valores inferiores a este valor.

La instalación se realiza, para sistemas IT, entre las líneas de corriente continua y tierra. Puesto que la distancia entre generadores e inversor no es muy elevada (41m en el peor de los casos) y las cajas de conexión ya están provistas de protectores contra sobretensión de Tipo 2 bastará con colocar un dispositivo en bornes de CC de cada inversor.

En el caso de darse una tensión superior a la soportada por el dispositivo de protección, este actuaría limitando la tensión, pero se destruiría, quedando en cortocircuito tras la desaparición de la sobretensión. Al quedar una o las 2 líneas activas a tierra, el vigilador de aislamiento actuaría sobre las protecciones situadas aguas arriba aislando el inversor y el descargador de sobretensiones y cortocircuitando los paneles de ese grupo.

Se usará el modelo PRD 40r-1000DC de Schneider Electric, con los parámetros siguientes:

PRD 40r-1000DC		
Tensión nominal (V)	1000	
Nivel de protección o tensión limitada (Up) (kV)	3.9	(valor inferior a los 4KV soportados por el inversor)
Tensión máxima de servicio permanente U _c (V)	1230	Superior tanto al valor nominal (12x57.3=687.6V) como al de circuito abierto (12x68.2=818.4)
Corriente nominal de descarga (I _n) (kA)	15	
Corriente máxima de descarga (I _{max}) (kA)	40	

Tabla 14-3. PRD 40r-1000DC



Ilustración 38 PRD 40r-1000DC. Extraído de su hoja de características.

14.2. Parte de corriente alterna.

14.2.1. Contactos indirectos

Se instalarán por cada grupo generador 2 bloques de protección diferencia Vigi MB asociados a sendos interruptores automáticos NSX400F a través de sus disparadores auxiliares.



Ilustración 39. NSX400F acoplado al Bloque diferencial Vigi MB. Extraído de su hoja de características

Dimensionado del interruptor automático



Interruptor automático NSX400F	
Tensión asignada de aislación (V)	800
Tensión asignada de empleo (V)	690
Corriente nominal I_n (A)	400
Número de polos	3
Poder de corte último (kA ef)	30

Tabla 14-4. Interruptor automático NSX400F

Ilustración 40 Interruptor automático NSX400F

El poder de corte de este dispositivo es muy superior a la intensidad de cortocircuito que sufriría la instalación de BT, pues esta corriente está limitada por la capacidad máxima de los generadores. El rango de actuación del interruptor automático debe estar limitado inferiormente por la intensidad normal de funcionamiento (I_B), y superiormente por la intensidad de diseño de los cables de BT en CA (I_z). Teniendo en cuenta que cada uno de los 2 dispositivos trabajara con la mitad de la potencia aportada por el inversor tenemos:

$$\text{Para las líneas 1-8: } I_B = \frac{471960/2}{\sqrt{3} \cdot 400} = 340A \quad [88]$$

$$\text{Para las líneas 9-10: } I_B = \frac{393300/2}{\sqrt{3} \cdot 400} = 283A \quad [89]$$

y con 792A de intensidad admisible por fase de la sección equivalente que tienen los conductores de CA BT (2x396A), se cumple el criterio de dimensionado requerido por el reglamento:

$$I_B = 340A < I_n < 792A = I_z \quad [90]$$

$$I_2 = 1.3I_n = 520 < 1.45I_z = 1148.4A \quad [91]$$

Dimensionado del bloque diferencial



Ilustración 41 Bloque diferencial Vigi MB

Bloque diferencial Vigi MB	
Sensibilidad $I_{\Delta n}$ (A)	Ajustable 0.3 - 1 - 3 - 10 - 30
Temporización	ajustable
Retardo intencionado (ms)	0 - 60 - 150 - 310
Tiempo total del corte (ms)	< 40 < 140 < 300 < 800
Tensión nominal 50/60 Hz (Vca)	200...440 - 440...550

Tabla 14-5. Bloque diferencial Vigi MB

El umbral de disparo para cualquiera que sea la sensibilidad del dispositivo será $[0.5I_{\Delta n} - I_{\Delta n}]$

Se ha seleccionado un valor de $I_{\Delta n}=0.3A$, luego el dispositivo actuará cuando se dé una intensidad de actuación $I_a \in [0.15 - 0.3]A$

En el punto 4 de la Guía BT-24 del R.E.B.T se indica que para esquemas TT como el presente, para garantizar la actuación del diferencial evitando disparos intempestivos, la elección de $I_{\Delta n}$ debe cumplir:

$$R_A \cdot I_A \leq U \quad [92]$$

$$\frac{I_{\Delta n}}{2} \geq I_{fuga} \quad [93]$$

La primera de las condiciones ya se ha comprobado su cumplimiento en el apartado 13.2 para el mayor de los valores de actuación del diferencial seleccionado (0.3A), y en cuanto a la segunda, para conductores de tan solo 20m, las corrientes de fuga que puedan producirse en ellos se consideran despreciables respecto al menor de los valores de disparo (0.15A).

14.2.2. Sobretensiones

Al igual que en el caso de las líneas de CC, las líneas de CA en BT deberán estar también provistas de descargadores de sobretensiones provocadas bien por una descarga atmosférica cercana o bien por defectos de alta tensión a través del transformador. Se empleará el modelo A9L16563 iPRD40r 3P (también de Schneider Electric) a la salida del inversor.

iPRD 40r 3p	
Tensión nominal (V en CA)	230/400
Nivel de protección o tensión limitada (Up) (kV)	1.9
Tensión máxima de servicio permanente Uc (V)	460
Corriente nominal de descarga (In) (kA)	15
Corriente máxima de descarga (Imax) (kA)	40

Tabla 14-6. iPRD 40r 3p



Ilustración 42 iPRD 40r 3p. Extraído de su hoja de características.

15. PRESUPUESTO

	Unidades	MATERIAL		INSTALACIÓN		MTTO ANUAL		
		Nº unidades	Coste unitario (€)	Coste material (€)	Coef. Inst	Coste (€)	Coef. Mtto	Coste (€)
EQUIPOS PRINCIPALES								
Módulo fotovoltaico Sunpower X21 345	uds	13680	176,16	2409922	0,04	96397	0,03	75190
Inversor Ingecon 500TL	uds	10	90750	907500	0,02	18150	0,03	27770
Estructura fija biposte Mecasolar para columnas de 3 módulos en vertical, incluyendo hincas de clavado al terreno	m	5331,8	70,87	377871	0,05	18894	0,03	11903
Cuadro de conexiones 10 strings STC-10 con fusibles, seccionador y protección contra sobretensiones clase 2.	uds	120	644,93	77392	0,25	19348	0,03	2902
Vigilador de Aislamiento Bender isoPV425 con acoplador AGH420	uds	10	338,80	3388	0,25	847	0,03	127
Limitador contra sobretensiones PRD 40r-1000DC	uds	10	381,15	3812	0,25	953	0,03	143
Limitador contra sobretensiones iPRD 40r 3p	uds	10	381,15	3812	0,25	953		
Interruptor seccionador OT800E03P	uds	20	1079,7	21595	0,25	5399	0,03	810
Interruptor automático NSX400F	uds	20	2161	43220	0,25	10805		
Bloque diferencial Vigi MB	uds	20	2424	48480	0,25	12120	0,03	1818
Centro de transformación								
Transformador 630KVA, apartamta BT/MT	uds	10	14400	144000	0,01	1440		
caseta prefabricada CT	uds	10	5800	58000	0,01	580		
OBRA CIVIL								
Movimiento de tierras								
Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos	m2	40710	0,71			28904		
Excavación de zanja con medios mecánicos para la instalación del electrodo BT 0,8x0,4x430m	m3	137,6	10,63			1463		
Excavación de zanja con medios mecánicos para la instalación del neutro del CT 10x0,8x0,4x40m	m3	128	10,63			1361		
Excavación con medios mecánicos para la instalación del CT 10x(1x2,5x2,5m)	m3	62,5	10,63			664		
Excavación de zanja con medios mecánicos para la instalación de la línea CA MT 0,8x0,4x442m	m3	141,44	10,63			1504		
Canalizaciones								
Bandeja perforada para cables, PVC 3x0,75x0,05m	uds	60	34	2070	0,05	104		
Bandeja portacables Cablofil International, Alambre, Acero electrolgalvanizado, 3x0,3x0,03m	uds	2717,7	37	102203	0,05	5110		
Tubo corrugado diámetro 16mm	m	2545	0,16	407				

Cimentaciones								
Losa de hormigón armado inversor 25 N/mm ² 10x(4x1,5x0,30m)	m3	18	173	3114				
Losa de hormigón armado CT 25 N/mm ² 10x(2500x2500x300mm)	m3	18,75	173	3244				
Losetas prefabricadas de hormigón 600x200x200mm	uds	1000	0,70	700				
CONDUCTORES								
Activos								
cable P-Sun SP del fabricante Prysmian sección 1x4mm ²	km	75,60	1205	91098	0,10	9110		
cable P-Sun SP del fabricante Prysmian sección 1x16 mm ²	km	0,04	4210	152	0,10	15		
cable P-Sun SP del fabricante Prysmian sección 1x25 mm ²	km	0,74	6875	5115	0,10	512		
cable Afumex 1000V del fabricante Prysmian 3x240mm ²	km	0,80	130000	104000	0,10	10400		
cable voltalene HF 12/20KV del fabricante Prysmian 3x16mm ²	km	2,35	14000	32830	0,10	3283		
tierra								
Conductor de Cu desnudo 50mm ²	km	0,80	10000	8000	0,10	800		
Pica de tierra Cu 14mm ²	m	580	4,50	2610	0,10	261		
Conductor de protección módulos. 1x4mm ²	km	4,80	1205	5784	0,10	578		
Conductor de protección línea principales CC. 1x16mm ²	km	0,41	4210	1726	0,10	173		
Conductor de protección línea trifásica BT. 1x120mm ²	km	0,77	21000	16065	0,10	1607		
PARCELA								
Tierras de labor, Castilla la macha.	ha	6,25	5312	33200				
Estudio y proyección	h	85	25,00	2125				

	MATERIAL	INSTALACIÓN	MTTO ANUAL
SUMATORIO	4513433	251732	120662
(I.V.A) 21%	947821	52864	25339
COSTES FINALES (€)	5461253	304595	146001

16. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y CONCLUSIONES

Ya con todos los costes presupuestados y el funcionamiento de la instalación a lo largo de su vida útil definido es posible estimar adecuadamente los beneficios esperados y con ellos determinar la viabilidad económica del proyecto.

16.1. Costes finales

Los costes presupuestados ascienden a una inversión inicial de 5.765.849€, considerando el coste de los materiales, instalación de los mismos y obras necesarias; y un término fijo anual de 146.001€ en labores de mantenimiento. Los costes a largo del tiempo siguen la siguiente ecuación:

$$\text{Costes acumulados}(n) = (5.765.849 + 146.001n) \text{ €} \quad [94]$$

$$n = 0, 1, 2, 3.. \quad (\text{años}) \quad [95]$$

16.2. Ingresos por venta de energía

Considerando la energía captada en todo el rango horario de funcionamiento de los paneles (obtenido en el apartado 9.2), un precio de venta de la energía estable a lo largo de la vida útil de la planta y las diferentes pérdidas ya descritas, pueden formularse las siguientes expresiones:

$$\text{Beneficios venta energía}(n) = \frac{\text{horas pico}}{H \text{ anual}} \cdot n^{\circ} \text{ paneles} \cdot \text{Pot panel} \cdot \text{precio venta} \cdot \eta(n) \quad [96]$$

$$\text{Beneficios venta energía}(n) = 3512 \cdot 13224 \cdot 345 \cdot 47.31 \cdot \eta(n) \quad [97]$$

$$\eta(n) = \eta_{\text{paneles suciedad}} \cdot \eta_{\text{paneles temp}} \cdot \eta_{\text{paneles degradación}}(n) \cdot \eta_{\text{inversor}} \cdot \eta_{\text{cableado}} \cdot \eta_{CT} \quad [98]$$

$$\eta(n) = 0.98 \cdot 0.95 \cdot \eta_{\text{paneles degradación}}(n) \cdot 0.98 \cdot 0.985 \cdot 0.99 \quad [99]$$

$$\eta(n) = 0.8897 \eta_{\text{paneles degradación}}(n) \quad [100]$$

$$\eta_{\text{paneles degradación}}(n) = \begin{cases} 0.95 & , \text{para } n \leq 5 \\ 0.95 - 0.004(n - 5) & , \text{para } n > 5 \end{cases} \quad [101]$$

Finalmente,

$$\text{Beneficios venta energía}(n) = \begin{cases} 758035 \cdot 0.95 & , \text{para } n \leq 5 \\ 758035(0.95 - 0.004(n - 5)) & , \text{para } n > 5 \end{cases} \quad (\text{€}) \quad [102]$$

16.3. Amortización

En condiciones teóricas, con el funcionamiento esperado de la planta y sin considerar ayudas económicas ni impuestos específicos se estima el periodo de amortización de la planta en dos escenarios distintos.

16.3.1. Inversión con capital propio

Considerando el precio de venta de la energía estable y sin tener que pagar intereses, el periodo de amortización es $n=11$ años, valor para el cual los beneficios de venta de energía igualan a los costes acumulados. El beneficio total obtenido el fin del año 25 ascendería a los 7,951M€.

Amortización sin intereses			
Año	INGRESOS (miles €)	COSTES (miles €)	BALANCE (M€)
0	0	5765849	-5,766
1	720133	146001	-5,192
2	720133	146001	-4,618
3	720133	146001	-4,043
4	720133	146001	-3,469
5	720133	146001	-2,895
6	717101	146001	-2,324
7	714069	146001	-1,756
8	711037	146001	-1,191
9	708005	146001	-0,629
10	704973	146001	-0,070
11	701940	146001	0,486
12	698908	146001	1,039
13	695876	146001	1,589
14	692844	146001	2,136
15	689812	146001	2,679
16	686780	146001	3,220
17	683748	146001	3,758
18	680715	146001	4,293
19	677683	146001	4,824
20	674651	146001	5,353
21	671619	146001	5,879
22	668587	146001	6,401
23	665555	146001	6,921
24	662523	146001	7,437
25	659490	146001	7,951

Tabla 16-1. Amortización para 16.3.1.
inversión con capital propio

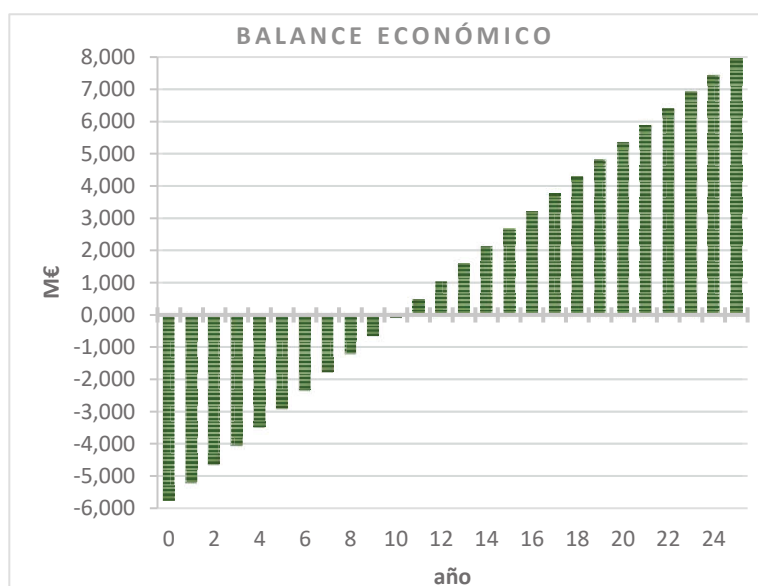


Ilustración 43. Balance económico a lo largo de la vida útil de la planta para inversión sin préstamo financiero

16.3.1. Inversión con préstamo financiero.

Solicitando un préstamo de 5,766 M€, para costear la inversión inicial, con una tasa de interés del 3%, un precio de venta de energía estable a largo de la vida útil de la instalación y pagando como cuota la totalidad de los beneficios hasta alcanzar la liquidación de la deuda

$$\text{cuota anual} = \text{ingresos anuales} - \text{costes mtto anual} \quad [103]$$

Se conseguiría amortizar el préstamo al final de 13º año. Con un pago de 1,206 M€ en intereses se obtendría un beneficio total de 6,747 M€

año	Deuda inicial (€)	ingresos (€)	costes (€)	cuota (€)	intereses (€)	amortizado (€)	Deuda final (€)	Beneficios (€)
1	5765849	720133	146001	574132	172975	401157	5364692	0,000
2	5364692	720133	146001	574132	160941	413191	4951501	0,000
3	4951501	720133	146001	574132	148545	425587	4525914	0,000
4	4525914	720133	146001	574132	135777	438355	4087559	0,000
5	4087559	720133	146001	574132	122627	451505	3636053	0,000
6	3636053	717101	146001	571100	109082	462019	3174035	0,000
7	3174035	714069	146001	568068	95221	472847	2701188	0,000
8	2701188	711037	146001	565036	81036	484000	2217188	0,000
9	2217188	708005	146001	562004	66516	495488	1721699	0,000
10	1721699	704973	146001	558972	51651	507321	1214379	0,000
11	1214379	701940	146001	555939	36431	519508	694871	0,000
12	694871	698908	146001	552907	20846	532061	162810	0,000
13	162810	698908	146001	167694	4884	162810	0	385213,265
14	0	692844	146001	0	0	0	0	546842,990
15	0	689812	146001	0	0	0	0	543810,850
16	0	686780	146001	0	0	0	0	540778,710
17	0	683748	146001	0	0	0	0	537746,570
18	0	680715	146001	0	0	0	0	534714,430
19	0	677683	146001	0	0	0	0	531682,290
20	0	674651	146001	0	0	0	0	528650,150
21	0	671619	146001	0	0	0	0	525618,010
22	0	668587	146001	0	0	0	0	522585,870
23	0	665555	146001	0	0	0	0	519553,730
24	0	662523	146001	0	0	0	0	516521,590
25	0	659490	146001	0	0	0	0	513489,450
Sumatorio					1206532			6747208

Tabla 16-2. Amortización para inversión con préstamo financiero.

16.4. Conclusiones

Con un periodo de amortización alrededor de la mitad de la vida útil de la planta, entre 2,17€ y 2,37€ obtenidos por cada euro invertido y pudiendo ampliar la vida de la planta con solo una fracción del coste total (pues la vida de algunos equipos y de gran parte de la instalación supera los 25 años) se concluye que la producción de energía eléctrica explotando el recurso solar con los equipos y métodos descritos a lo largo de esta memoria resulta viable.

17. BIBLIOGRAFÍA

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

<http://mecasolar.com/>

<http://www.matmax.es/>

<http://www.omie.es/inicio>

<http://www.prysmianclub.es/>

<http://www.generadordeprecios.info/>

<https://www.schneider-electric.es/es/>

<http://new.abb.com/es>

<http://es.rs-online.com>

<http://www.ingeteam.com/>

<http://www.energytrend.com/>

R.E.B.T (Reglamento electrotécnico para baja tensión)

R.A.T (Reglamento alta tensión)

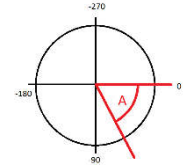
Libro “Tecnología eléctrica”, de José Roger Folch / Martín Riera Guasp / Carlos Roldán Porta C

18. ANEXOS

18.1. ANEXO 1: Valores de aximut y elevación.

AZIMUT Y ELEVACIÓN	
LOCALIZACIÓN	38°41'02.9" N 4°04'53.8" W

L=	7,7	M
B=	12	M



pendiente terreno 5,71º

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
E 06:00:00	-	-	-	3,07	9,26	11,03	8,91	4,47	-	-	-	-
A 06:00:00	.	.	.	13,17	16,98	20,84	20,00	13,66
E 06:15:00	-	-	-	5,93	12,07	13,79	11,68	7,32	2,34	-	-	-
A 06:15:00	.	.	.	8,10	14,79	18,71	17,83	11,38	1,48	.	.	.
E 06:30:00	-	-	1,15	8,84	14,92	16,58	14,48	10,20	5,26	-	-	-
A 06:30:00	.	.	37,58	5,81	12,61	16,61	15,68	9,11	-0,86	.	.	.
E 06:45:00	-	-	3,08	11,76	17,78	19,40	17,31	13,09	8,18	2,58	-	-
A 06:45:00	.	.	5,15	3,51	10,45	14,52	13,55	6,86	-3,22	-13,66	.	.
E 07:00:00	-	-	5,88	14,68	20,67	22,24	20,17	16,00	11,09	5,40	-	-
A 07:00:00	.	.	-6,70	1,20	8,27	12,44	11,42	4,59	-5,60	-16,06	.	.
E 07:15:00	-	1,09	8,78	17,61	23,58	25,11	23,05	18,92	13,99	8,19	1,96	-
A 07:15:00	.	17,08	-9,09	-1,13	6,08	10,35	9,29	2,30	-8,02	-18,51	-25,77	.
E 07:30:00	-	3,38	11,65	20,54	26,49	28,00	25,94	21,84	16,87	10,94	4,57	-
A 07:30:00	.	-19,25	-11,51	-3,51	3,86	8,24	7,13	-0,02	-10,49	-21,02	-28,19	.
E 07:45:00	1,52	6,13	14,51	23,45	29,42	30,91	28,85	24,76	19,73	13,65	7,11	2,19
A 07:45:00	-28,38	-21,67	-14,00	-5,94	1,59	6,10	4,95	-2,39	-13,03	-23,60	-30,68	-32,15
E 08:00:00	4,07	8,82	17,34	26,36	32,34	33,82	31,77	27,68	22,56	16,30	9,59	4,63
A 08:00:00	-30,79	-24,16	-16,56	-8,45	-0,73	3,92	2,72	-4,83	-15,66	-26,27	-33,25	-34,59
E 08:15:00	6,55	11,47	20,13	29,24	35,27	36,75	34,70	30,58	25,36	18,88	12,00	7,01
A 08:15:00	-33,28	-26,72	-19,20	-11,05	-3,14	1,68	0,43	-7,34	-18,38	-29,05	-35,91	-37,10
E 08:30:00	8,96	14,05	22,87	32,10	38,19	39,67	37,62	33,47	28,10	21,40	14,33	9,30
A 08:30:00	-35,85	-29,37	-21,94	-13,75	-5,64	-0,64	-1,94	-9,96	-21,22	-31,93	-38,67	-39,71
E 08:45:00	11,29	16,57	25,55	34,93	41,09	42,60	40,54	36,34	30,80	23,84	16,56	11,51
A 08:45:00	-38,50	-32,12	-24,79	-16,60	-8,27	-3,07	-4,42	-12,70	-24,20	-34,95	-41,53	-42,41
E 09:00:00	13,54	19,01	28,18	37,71	43,98	45,52	43,45	39,17	33,43	26,19	18,70	13,62
A 09:00:00	-41,26	-34,98	-27,79	-19,60	-11,06	-5,62	-7,03	-15,60	-27,34	-38,10	-44,51	-45,20
E 09:15:00	15,69	21,37	30,73	40,44	46,83	48,42	46,35	41,96	35,98	28,43	20,73	15,63
A 09:15:00	-44,11	-37,96	-30,94	-22,79	-14,04	-8,35	-9,80	-18,68	-30,66	-41,41	-47,61	-48,10
E 09:30:00	17,74	23,63	33,20	43,11	49,65	51,31	49,21	44,70	38,44	30,56	22,64	17,52
A 09:30:00	-47,08	-41,07	-34,26	-26,21	-17,26	-11,28	-12,77	-21,98	-34,19	-44,89	-50,84	-51,11
E 09:45:00	19,68	25,78	35,57	45,69	52,42	54,16	52,05	47,37	40,80	32,57	24,42	19,30
A 09:45:00	-50,17	-44,32	-37,78	-29,90	-20,78	-14,49	-16,00	-25,54	-37,96	-48,54	-54,20	-54,23
E 10:00:00	21,49	27,82	37,83	48,18	55,12	56,97	54,83	49,96	43,04	34,42	26,06	20,94
A 10:00:00	-53,37	-47,72	-41,51	-33,89	-24,66	-18,02	-19,55	-29,41	-41,99	-52,38	-57,69	-57,46
E 10:15:00	23,17	29,72	39,96	50,55	57,73	59,72	57,55	52,45	45,14	36,12	27,54	22,44
A 10:15:00	-56,70	-51,29	-45,48	-38,23	-28,98	-21,99	-23,49	-33,65	-46,31	-56,41	-61,31	-60,80
E 10:30:00	24,70	31,48	41,93	52,77	60,23	62,39	60,19	54,81	47,06	37,65	28,86	23,79
A 10:30:00	-60,15	-55,02	-49,70	-42,99	-33,85	-26,51	-27,94	-38,33	-50,93	-60,63	-65,05	-64,25
E 10:45:00	26,08	33,08	43,74	54,82	62,58	64,95	62,71	57,02	48,80	38,98	30,00	24,98
A 10:45:00	-63,72	-58,91	-54,19	-48,19	-39,39	-31,73	-33,01	-43,50	-55,88	-65,04	-68,92	-67,81
E 11:00:00	27,29	34,50	45,36	56,67	64,73	67,35	65,08	59,04	50,33	40,11	30,96	26,00
A 11:00:00	-67,40	-62,97	-58,95	-53,89	-45,72	-37,85	-38,86	-49,23	-61,16	-69,62	-72,90	-71,46
E 11:15:00	28,33	35,74	46,76	58,26	66,64	69,55	67,24	60,82	51,61	41,01	31,71	26,84
A 11:15:00	-71,19	-67,18	-63,98	-60,11	-52,99	-45,11	-45,67	-55,59	-66,76	-74,36	-76,97	-75,20
E 11:30:00	29,18	36,77	47,93	59,58	68,23	71,45	69,14	62,32	52,62	41,67	32,27	27,49
A 11:30:00	-75,07	-71,54	-69,26	-66,84	-61,27	-53,73	-53,60	-62,59	-72,66	-79,23	-81,11	-79,00
E 11:45:00	29,84	37,60	48,84	60,56	69,43	72,97	70,68	63,49	53,34	42,09	32,61	27,95

A 11:45:00	-79,03	-76,03	-74,76	-74,03	-70,56	-63,88	-62,78	-70,21	-78,79	-84,18	-85,31	-82,87
E 12:00:00	30,30	38,19	49,47	61,19	70,16	73,99	71,78	64,28	53,75	42,26	32,74	28,22
A 12:00:00	-83,04	-80,61	-80,45	-81,57	-80,69	-75,49	-73,16	-78,36	-85,09	-89,19	-89,53	-86,77
E 12:15:00	30,55	38,56	49,81	61,42	70,37	74,41	72,35	64,65	53,83	42,17	32,66	28,28
A 12:15:00	-87,10	-85,26	-86,25	-89,32	-91,27	-88,09	-84,45	-86,86	-91,47	-94,21	-93,75	-90,68
E 12:30:00	30,60	38,68	49,86	61,26	70,04	74,18	72,34	64,59	53,59	41,82	32,36	28,15
A 12:30:00	-91,18	-89,95	-92,09	-97,08	-101,78	-100,83	-96,06	-95,46	-97,83	-99,19	-97,96	-94,59
E 12:45:00	30,43	38,57	49,61	60,71	69,20	73,33	71,74	64,09	53,03	41,23	31,84	27,81
A 12:45:00	-95,24	-94,65	-97,91	-104,66	-111,75	-112,81	-107,31	-103,90	-104,07	-104,08	-102,11	-98,48
E 13:00:00	30,07	38,22	49,07	59,80	67,90	71,95	70,62	63,18	52,16	40,39	31,12	27,28
A 13:00:00	-99,28	-99,30	-103,63	-111,91	-120,82	-123,43	-117,62	-111,93	-110,11	-108,87	-106,20	-102,32
E 13:15:00	29,50	37,63	48,24	58,55	66,23	70,15	69,06	61,91	51,01	39,33	30,21	26,56
A 13:15:00	-103,27	-103,89	-109,19	-118,72	-128,87	-132,51	-126,72	-119,41	-115,89	-113,50	-110,19	-106,11
E 13:30:00	28,73	36,82	47,16	57,01	64,26	68,03	67,15	60,32	49,60	38,06	29,10	25,66
A 13:30:00	-107,19	-108,38	-114,53	-125,02	-135,91	-140,15	-134,59	-126,24	-121,35	-117,96	-114,08	-109,82
E 13:45:00	27,77	35,80	45,83	55,22	62,05	65,68	64,97	58,46	47,97	36,58	27,82	24,58
A 13:45:00	-111,02	-112,74	-119,63	-130,81	-142,05	-146,58	-141,34	-132,43	-126,48	-122,24	-117,85	-113,43
E 14:00:00	26,63	34,57	44,28	53,21	59,67	63,16	62,60	56,38	46,13	34,93	26,37	23,34
A 14:00:00	-114,76	-116,97	-124,47	-136,10	-147,42	-152,05	-147,15	-138,01	-131,29	-126,33	-121,49	-116,95
E 14:15:00	25,33	33,15	42,53	51,02	57,14	60,52	60,07	54,12	44,11	33,11	24,76	21,93
A 14:15:00	-118,38	-121,03	-129,03	-140,93	-152,16	-156,76	-152,19	-143,03	-135,76	-130,23	-125,00	-120,37
E 14:30:00	23,86	31,56	40,61	48,68	54,51	57,79	57,43	51,71	41,93	31,15	23,01	20,38
A 14:30:00	-121,88	-124,93	-133,33	-145,35	-156,37	-160,87	-156,61	-147,58	-139,94	-133,94	-128,38	-123,67
E 14:45:00	22,24	29,81	38,53	46,22	51,79	54,99	54,71	49,19	39,63	29,05	21,13	18,69
A 14:45:00	-125,26	-128,67	-137,37	-149,41	-160,16	-164,53	-160,54	-151,70	-143,84	-137,46	-131,63	-126,86
E 15:00:00	20,49	27,92	36,32	43,66	49,01	52,15	51,92	46,57	37,21	26,84	19,12	16,87
A 15:00:00	-128,53	-132,25	-141,18	-153,15	-163,60	-167,82	-164,07	-155,48	-147,49	-140,82	-134,76	-129,94
E 15:15:00	18,60	25,89	33,99	41,02	46,19	49,28	49,08	43,86	34,69	24,51	17,00	14,94
A 15:15:00	-131,66	-135,66	-144,76	-156,62	-166,76	-170,83	-167,29	-158,95	-150,92	-144,02	-137,76	-132,91
E 15:30:00	16,60	23,74	31,56	38,31	43,32	46,38	46,21	41,10	32,09	22,10	14,79	12,89
A 15:30:00	-134,69	-138,92	-148,14	-159,86	-169,69	-173,61	-170,25	-162,18	-154,14	-147,07	-140,64	-135,77
E 15:45:00	14,49	21,49	29,04	35,54	40,43	43,46	43,32	38,30	29,42	19,60	12,48	10,74
A 15:45:00	-137,60	-142,04	-151,35	-162,90	-172,44	-176,21	-173,01	-165,20	-157,20	-149,99	-143,42	-138,53
E 16:00:00	12,29	19,14	26,44	32,73	37,53	40,54	40,40	35,45	26,69	17,03	10,09	8,51
A 16:00:00	-140,40	-145,03	-154,39	-165,78	-175,05	-178,67	-175,61	-168,04	-160,10	-152,79	-146,10	-141,19
E 16:15:00	9,99	16,70	23,77	29,88	34,61	37,61	37,48	32,57	23,92	14,39	7,62	6,19
A 16:15:00	-143,10	-147,89	-157,29	-168,52	-177,53	-181,02	-178,09	-170,74	-162,88	-155,49	-148,68	-143,77
E 16:30:00	7,61	14,19	21,05	27,00	31,69	34,69	34,55	29,67	21,10	11,70	5,09	3,79
A 16:30:00	-145,71	-150,65	-160,07	-171,14	-179,91	-183,29	-180,45	-173,32	-165,54	-158,09	-151,19	-146,26
E 16:45:00	5,16	11,61	18,28	24,11	28,76	31,77	31,63	26,76	18,25	8,96	2,49	1,32
A 16:45:00	-148,23	-153,31	-162,75	-173,67	-182,22	-185,48	-182,74	-175,80	-168,12	-160,62	-153,62	-148,67
E 17:00:00	2,64	8,97	15,48	21,20	25,84	28,86	28,71	23,83	15,37	6,18	-	-
A 17:00:00	-150,67	-155,88	-165,33	-176,12	-184,48	-187,63	-184,97	-178,21	-170,62	-163,08	-	-
E 17:15:00	-	6,27	12,63	18,28	22,93	25,97	25,80	20,90	12,47	3,36	-	-
A 17:15:00	-	-158,38	-167,84	-178,51	-186,69	-189,75	-187,15	-180,56	-173,06	-165,48	-	-
E 17:30:00	-	3,53	9,77	15,36	20,03	23,09	22,90	17,98	9,55	1,26	-	-
A 17:30:00	-	-160,81	-170,30	-180,86	-188,88	-191,84	-189,30	-182,87	-175,45	-77,23	-	-
E 17:45:00	-	1,13	6,88	12,44	17,15	20,24	20,02	15,06	6,63	0,16	-	-
A 17:45:00	-	-102,75	-172,70	-183,18	-191,05	-193,92	-191,43	-185,15	-177,81	5,22	-	-
E 18:00:00	-	-	3,97	9,52	14,29	17,41	17,16	12,15	3,70	-	-	-
A 18:00:00	-	-	-175,08	-185,48	-193,22	-196,01	-193,56	-187,41	-180,15	-	-	-
E 18:15:00	-	-	1,32	6,62	11,46	14,61	14,33	9,25	1,55	-	-	-
A 18:15:00	-	-	-126,51	-187,77	-195,40	-198,11	-195,70	-189,66	-92,48	-	-	-
E 18:30:00	-	-	-	3,73	8,66	11,85	11,52	6,38	-	-	-	-
A 18:30:00	-	-	-	-190,08	-197,60	-200,23	-197,84	-191,92	-	-	-	-
E 18:45:00	-	-	-	1,13	5,89	9,12	8,76	3,52	-	-	-	-
A 18:45:00	-	-	-	-136,68	-199,82	-202,37	-200,02	-194,21	-	-	-	-
E 19:00:00	-	-	-	-	3,15	6,44	6,02	1,30	-	-	-	-
A 19:00:00	-	-	-	-	-202,08	-204,56	-202,22	-114,02	-	-	-	-
E 19:15:00	-	-	-	-	-	3,80	3,34	-	-	-	-	-
A 19:15:00	-	-	-	-	-	-206,79	-204,47	-	-	-	-	-
E 19:30:00	-	-	-	-	-	1,21	0,76	-	-	-	-	-
A 19:30:00	-	-	-	-	-	-209,07	-187,12	-	-	-	-	-

18.2. ANEXO 2: Sombras seguidor 2 ejes grande.

L=	7,7	SEGUIDOR 2 EJES											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	SOMBRA	-	-	-	143,57	47,87	40,23	49,71	98,86	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	193,17	196,98	200,84	200,00	193,66	-	-	-	-
6:15	SOMBRA	-	-	-	74,51	36,82	32,31	38,04	60,43	188,94	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	188,10	194,79	198,71	197,83	191,38	181,48	-	-	-
6:30	SOMBRA	-	-	383,12	50,11	29,91	26,99	30,80	43,50	84,05	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	217,58	185,81	192,61	196,61	195,68	189,11	179,14	-	-	-
6:45	SOMBRA	-	-	143,50	37,79	25,21	23,19	25,88	33,99	54,14	171,21	-	-
	ÁNGULO	-	-	185,15	183,51	190,45	194,52	193,55	186,86	176,78	166,34	-	-
7:00	SOMBRA	-	-	75,22	30,38	21,81	20,34	22,33	27,94	40,03	81,77	-	-
	ÁNGULO	-	-	173,30	181,20	188,27	192,44	191,42	184,59	174,40	163,94	-	-
7:15	SOMBRA	-	405,93	50,47	25,45	19,25	18,14	19,67	23,75	31,85	54,03	225,29	-
	ÁNGULO	-	197,08	170,91	178,87	186,08	190,35	189,29	182,30	171,98	161,49	154,23	-
7:30	SOMBRA	-	130,51	38,12	21,95	17,26	16,40	17,60	20,70	26,53	40,56	96,72	-
	ÁNGULO	-	160,75	168,49	176,49	183,86	188,24	187,13	179,98	169,51	158,98	151,81	-
7:45	SOMBRA	290,04	72,16	30,73	19,35	15,68	14,99	15,96	18,38	22,81	32,64	62,19	201,47
	ÁNGULO	151,62	158,33	166,00	174,06	181,59	186,10	184,95	177,61	166,97	156,40	149,32	147,85
8:00	SOMBRA	108,55	50,20	25,84	17,34	14,39	13,83	14,62	16,58	20,07	27,44	46,21	95,30
	ÁNGULO	149,21	155,84	163,44	171,55	179,27	183,92	182,72	175,17	164,34	153,73	146,75	145,41
8:15	SOMBRA	67,51	38,73	22,38	15,76	13,34	12,87	13,53	15,13	17,98	23,79	37,03	63,13
	ÁNGULO	146,72	153,28	160,80	168,95	176,86	181,68	180,43	172,66	161,62	150,95	144,09	142,90
8:30	SOMBRA	49,45	31,71	19,81	14,49	12,45	12,06	12,61	13,96	16,35	21,10	31,11	47,65
	ÁNGULO	144,15	150,63	158,06	166,25	174,36	179,36	178,06	170,04	158,78	148,07	141,33	140,29
8:45	SOMBRA	39,32	27,00	17,85	13,45	11,71	11,38	11,85	13,00	15,04	19,05	27,01	38,60
	ÁNGULO	141,50	147,88	155,21	163,41	171,73	176,93	175,58	167,30	155,80	145,05	138,47	137,59
9:00	SOMBRA	32,89	23,64	16,30	12,59	11,09	10,79	11,20	12,19	13,98	17,45	24,01	32,70
	ÁNGULO	138,74	145,02	152,21	160,40	168,94	174,38	172,97	164,40	152,66	141,90	135,49	134,80
9:15	SOMBRA	28,47	21,14	15,07	11,87	10,56	10,29	10,64	11,52	13,11	16,17	21,75	28,59
	ÁNGULO	135,89	142,04	149,06	157,21	165,96	171,65	170,20	161,32	149,34	138,59	132,39	131,90
9:30	SOMBRA	25,27	19,21	14,06	11,27	10,10	9,87	10,17	10,95	12,38	15,14	20,00	25,57
	ÁNGULO	132,92	138,93	145,74	153,79	162,74	168,72	167,23	158,02	145,81	135,11	129,16	128,89
9:45	SOMBRA	22,87	17,70	13,24	10,76	9,72	9,50	9,77	10,47	11,78	14,31	18,63	23,30
	ÁNGULO	129,83	135,68	142,22	150,10	159,22	165,51	164,00	154,46	142,04	131,46	125,80	125,77
10:00	SOMBRA	21,02	16,50	12,55	10,33	9,39	9,18	9,42	10,06	11,28	13,62	17,53	21,55
	ÁNGULO	126,63	132,28	138,49	146,11	155,34	161,98	160,45	150,59	138,01	127,62	122,31	122,54
10:15	SOMBRA	19,57	15,53	11,99	9,97	9,11	8,92	9,12	9,71	10,86	13,06	16,65	20,17
	ÁNGULO	123,30	128,71	134,52	141,77	151,02	158,01	156,51	146,35	133,69	123,59	118,69	119,20
10:30	SOMBRA	18,43	14,75	11,52	9,67	8,87	8,69	8,87	9,42	10,52	12,61	15,95	19,09
	ÁNGULO	119,85	124,98	130,30	137,01	146,15	153,49	152,06	141,67	129,07	119,37	114,95	115,75
10:45	SOMBRA	17,52	14,11	11,14	9,42	8,67	8,50	8,66	9,18	10,23	12,24	15,40	18,23
	ÁNGULO	116,28	121,09	125,81	131,81	140,61	148,27	146,99	136,50	124,12	114,96	111,08	112,19
11:00	SOMBRA	16,79	13,59	10,82	9,22	8,51	8,34	8,49	8,98	10,00	11,95	14,97	17,57
	ÁNGULO	112,60	117,03	121,05	126,11	134,28	142,15	141,14	130,77	118,84	110,38	107,10	108,54
11:15	SOMBRA	16,23	13,18	10,57	9,05	8,39	8,22	8,35	8,82	9,82	11,73	14,65	17,05
	ÁNGULO	108,81	112,82	116,02	119,89	127,01	134,89	134,33	124,41	113,24	105,64	103,03	104,80
11:30	SOMBRA	15,79	12,86	10,37	8,93	8,29	8,12	8,24	8,70	9,69	11,58	14,42	16,68
	ÁNGULO	104,93	108,46	110,74	113,16	118,73	126,27	126,40	117,41	107,34	100,77	98,89	101,00
11:45	SOMBRA	15,48	12,62	10,23	8,84	8,22	8,05	8,16	8,61	9,60	11,49	14,29	16,43
	ÁNGULO	100,97	103,97	105,24	105,97	109,44	116,12	117,22	109,79	101,21	95,82	94,70	97,13
12:00	SOMBRA	15,26	12,45	10,13	8,79	8,19	8,01	8,11	8,55	9,55	11,45	14,24	16,29
	ÁNGULO	96,96	99,39	99,55	98,43	99,31	104,51	106,84	101,64	94,91	90,81	90,47	93,23
12:15	SOMBRA	15,15	12,35	10,08	8,77	8,18	7,99	8,08	8,52	9,54	11,47	14,27	16,25
	ÁNGULO	92,90	94,74	93,75	90,68	88,73	91,91	95,55	93,14	88,53	85,79	86,25	89,32
12:30	SOMBRA	15,13	12,32	10,07	8,78	8,19	8,00	8,08	8,52	9,57	11,55	14,39	16,32
	ÁNGULO	88,82	90,05	87,91	82,92	78,22	79,17	83,94	84,54	82,17	80,81	82,04	85,41



12:45	SOMBRA	15,20	12,35	10,11	8,83	8,24	8,04	8,11	8,56	9,64	11,68	14,59	16,50
	ÁNGULO	84,76	85,35	82,09	75,34	68,25	67,19	72,69	76,10	75,93	75,92	77,89	81,52
13:00	SOMBRA	15,37	12,45	10,19	8,91	8,31	8,10	8,16	8,63	9,75	11,88	14,90	16,80
	ÁNGULO	80,72	80,70	76,37	68,09	59,18	56,57	62,38	68,07	69,89	71,13	73,80	77,68
13:15	SOMBRA	15,64	12,61	10,32	9,03	8,41	8,19	8,24	8,73	9,91	12,15	15,30	17,22
	ÁNGULO	76,73	76,11	70,81	61,28	51,13	47,49	53,28	60,59	64,11	66,50	69,81	73,89
13:30	SOMBRA	16,02	12,85	10,50	9,18	8,55	8,30	8,36	8,86	10,11	12,49	15,83	17,78
	ÁNGULO	72,81	71,62	65,47	54,98	44,09	39,85	45,41	53,76	58,65	62,04	65,93	70,18
13:45	SOMBRA	16,53	13,16	10,74	9,38	8,72	8,45	8,50	9,03	10,37	12,92	16,50	18,51
	ÁNGULO	68,98	67,26	60,37	49,19	37,95	33,42	38,66	47,57	53,52	57,76	62,15	66,57
14:00	SOMBRA	17,18	13,57	11,03	9,62	8,92	8,63	8,67	9,25	10,68	13,45	17,34	19,44
	ÁNGULO	65,24	63,03	55,53	43,90	32,58	27,95	32,85	41,99	48,72	53,67	58,51	63,05
14:15	SOMBRA	18,00	14,08	11,39	9,91	9,17	8,85	8,88	9,50	11,06	14,09	18,38	20,61
	ÁNGULO	61,62	58,97	50,97	39,07	27,84	23,24	27,81	36,97	44,24	49,77	55,00	59,63
14:30	SOMBRA	19,04	14,71	11,83	10,25	9,46	9,10	9,14	9,81	11,52	14,89	19,70	22,11
	ÁNGULO	58,12	55,07	46,67	34,65	23,63	19,13	23,39	32,42	40,06	46,06	51,62	56,33
14:45	SOMBRA	20,34	15,49	12,36	10,66	9,80	9,40	9,43	10,17	12,07	15,86	21,36	24,03
	ÁNGULO	54,74	51,33	42,63	30,59	19,84	15,47	19,46	28,30	36,16	42,54	48,37	53,14
15:00	SOMBRA	22,00	16,45	13,00	11,15	10,20	9,75	9,78	10,60	12,73	17,06	23,51	26,53
	ÁNGULO	51,47	47,75	38,82	26,85	16,40	12,18	15,93	24,52	32,51	39,18	45,24	50,06
15:15	SOMBRA	24,14	17,64	13,77	11,73	10,67	10,16	10,19	11,11	13,53	18,56	26,33	29,88
	ÁNGULO	48,34	44,34	35,24	23,38	13,24	9,17	12,71	21,05	29,08	35,98	42,24	47,09
15:30	SOMBRA	26,95	19,13	14,71	12,42	11,22	10,64	10,67	11,71	14,49	20,47	30,17	34,52
	ÁNGULO	45,31	41,08	31,86	20,14	10,31	6,39	9,75	17,82	25,86	32,93	39,36	44,23
15:45	SOMBRA	30,77	21,02	15,86	13,25	11,87	11,19	11,22	12,43	15,68	22,95	35,63	41,31
	ÁNGULO	42,40	37,96	28,65	17,10	7,56	3,79	6,99	14,80	22,80	30,01	36,58	41,47
16:00	SOMBRA	36,19	23,49	17,30	14,24	12,64	11,85	11,88	13,28	17,14	26,30	43,96	52,05
	ÁNGULO	39,60	34,97	25,61	14,22	4,95	1,33	4,39	11,96	19,90	27,21	33,90	38,81
16:15	SOMBRA	44,39	26,80	19,10	15,46	13,56	12,62	12,65	14,30	18,99	30,98	58,06	71,45
	ÁNGULO	36,90	32,11	22,71	11,48	2,47	-1,02	1,92	9,26	17,12	24,51	31,32	36,23
16:30	SOMBRA	58,14	31,42	21,44	16,96	14,66	13,53	13,58	15,55	21,39	37,97	86,82	116,55
	ÁNGULO	34,29	29,35	19,93	8,86	0,09	-3,29	-0,45	6,68	14,46	21,91	28,81	33,74
16:45	SOMBRA	85,65	38,27	24,54	18,85	16,00	14,63	14,68	17,10	24,59	49,45	177,09	333,93
	ÁNGULO	31,77	26,69	17,25	6,33	-2,22	-5,48	-2,74	4,20	11,88	19,38	26,38	31,33
17:00	SOMBRA	167,19	49,40	28,86	21,29	17,66	15,95	16,03	19,06	29,06	71,58	-	-
	ÁNGULO	29,33	24,12	14,67	3,88	-4,48	-7,63	-4,97	1,79	9,38	16,92	-	-
17:15	SOMBRA	-	70,47	35,20	24,55	19,76	17,59	17,69	21,58	35,67	131,45	-	-
	ÁNGULO	-	21,62	12,16	1,49	-6,69	-9,75	-7,15	-0,56	6,94	14,52	-	-
17:30	SOMBRA	-	124,94	45,39	29,08	22,48	19,63	19,79	24,95	46,39	349,19	-	-
	ÁNGULO	-	19,19	9,70	-0,86	-8,88	-11,84	-9,30	-2,87	4,55	102,77	-	-
17:45	SOMBRA	-	389,38	64,31	35,75	26,11	22,26	22,49	29,64	66,68	2779,77	-	-
	ÁNGULO	-	77,25	7,30	-3,18	-11,05	-13,92	-11,43	-5,15	2,19	185,22	-	-
18:00	SOMBRA	-	-	111,13	46,55	31,19	25,73	26,10	36,59	119,20	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	4,92	-5,48	-13,22	-16,01	-13,56	-7,41	-0,15	-	-	-
18:15	SOMBRA	-	-	334,01	66,79	38,75	30,52	31,12	47,90	285,34	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	53,49	-7,77	-15,40	-18,11	-15,70	-9,66	87,52	-	-	-
18:30	SOMBRA	-	-	-	118,27	51,16	37,50	38,54	69,34	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-10,08	-17,60	-20,23	-17,84	-11,92	-	-	-	-
18:45	SOMBRA	-	-	-	391,95	75,09	48,57	50,59	125,33	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	43,32	-19,82	-22,37	-20,02	-14,21	-	-	-	-
19:00	SOMBRA	-	-	-	-	139,93	68,69	73,38	340,49	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-22,08	-24,56	-22,22	65,98	-	-	-	-
19:15	SOMBRA	-	-	-	-	-	116,24	132,35	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-26,79	-24,47	-	-	-	-	-
19:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	363,63	581,02	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-29,07	-7,12	-	-	-	-	-
19:45	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

18.3. ANEXO 3: Sombras seguidor 2 ejes pequeño.

L=	5,4	SEGUIDOR 2 EJES											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	SOMBRA				100,69	33,57	28,22	34,86	69,33				
	ÁNGULO				193,17	196,98	200,84	200,00	193,66				
6:15	SOMBRA				52,26	25,82	22,66	26,68	42,38	132,50			
	ÁNGULO				188,10	194,79	198,71	197,83	191,38	181,48			
6:30	SOMBRA			268,68	35,14	20,98	18,93	21,60	30,50	58,94	-		
	ÁNGULO			217,58	185,81	192,61	196,61	195,68	189,11	179,14	-		
6:45	SOMBRA			100,64	26,50	17,68	16,26	18,15	23,84	37,97	120,07		
	ÁNGULO			185,15	183,51	190,45	194,52	193,55	186,86	176,78	166,34		
7:00	SOMBRA			52,75	21,31	15,30	14,27	15,66	19,59	28,08	57,34	-	
	ÁNGULO			173,30	181,20	188,27	192,44	191,42	184,59	174,40	163,94	-	
7:15	SOMBRA		284,68	35,40	17,85	13,50	12,72	13,79	16,66	22,34	37,89	157,99	
	ÁNGULO		197,08	170,91	178,87	186,08	190,35	189,29	182,30	171,98	161,49	154,23	
7:30	SOMBRA		91,53	26,73	15,39	12,10	11,50	12,34	14,52	18,60	28,45	67,83	
	ÁNGULO		160,75	168,49	176,49	183,86	188,24	187,13	179,98	169,51	158,98	151,81	
7:45	SOMBRA	203,40	50,61	21,55	13,57	10,99	10,51	11,19	12,89	15,99	22,89	43,61	141,29
	ÁNGULO	151,62	158,33	166,00	174,06	181,59	186,10	184,95	177,61	166,97	156,40	149,32	147,85
8:00	SOMBRA	76,12	35,21	18,12	12,16	10,09	9,70	10,26	11,63	14,07	19,24	32,40	66,83
	ÁNGULO	149,21	155,84	163,44	171,55	179,27	183,92	182,72	175,17	164,34	153,73	146,75	145,41
8:15	SOMBRA	47,35	27,16	15,69	11,05	9,35	9,03	9,49	10,61	12,61	16,69	25,97	44,27
	ÁNGULO	146,72	153,28	160,80	168,95	176,86	181,68	180,43	172,66	161,62	150,95	144,09	142,90
8:30	SOMBRA	34,68	22,24	13,90	10,16	8,73	8,46	8,85	9,79	11,46	14,80	21,82	33,42
	ÁNGULO	144,15	150,63	158,06	166,25	174,36	179,36	178,06	170,04	158,78	148,07	141,33	140,29
8:45	SOMBRA	27,57	18,94	12,52	9,43	8,22	7,98	8,31	9,11	10,55	13,36	18,94	27,07
	ÁNGULO	141,50	147,88	155,21	163,41	171,73	176,93	175,58	167,30	155,80	145,05	138,47	137,59
9:00	SOMBRA	23,07	16,58	11,43	8,83	7,78	7,57	7,85	8,55	9,80	12,24	16,84	22,94
	ÁNGULO	138,74	145,02	152,21	160,40	168,94	174,38	172,97	164,40	152,66	141,90	135,49	134,80
9:15	SOMBRA	19,97	14,82	10,57	8,32	7,40	7,22	7,46	8,08	9,19	11,34	15,26	20,05
	ÁNGULO	135,89	142,04	149,06	157,21	165,96	171,65	170,20	161,32	149,34	138,59	132,39	131,90
9:30	SOMBRA	17,72	13,47	9,86	7,90	7,09	6,92	7,13	7,68	8,69	10,62	14,03	17,93
	ÁNGULO	132,92	138,93	145,74	153,79	162,74	168,72	167,23	158,02	145,81	135,11	129,16	128,89
9:45	SOMBRA	16,04	12,42	9,28	7,55	6,81	6,66	6,85	7,34	8,26	10,03	13,06	16,34
	ÁNGULO	129,83	135,68	142,22	150,10	159,22	165,51	164,00	154,46	142,04	131,46	125,80	125,77
10:00	SOMBRA	14,74	11,57	8,80	7,25	6,58	6,44	6,61	7,05	7,91	9,55	12,29	15,11
	ÁNGULO	126,63	132,28	138,49	146,11	155,34	161,98	160,45	150,59	138,01	127,62	122,31	122,54
10:15	SOMBRA	13,73	10,89	8,41	6,99	6,39	6,25	6,40	6,81	7,62	9,16	11,68	14,15
	ÁNGULO	123,30	128,71	134,52	141,77	151,02	158,01	156,51	146,35	133,69	123,59	118,69	119,20
10:30	SOMBRA	12,92	10,34	8,08	6,78	6,22	6,09	6,22	6,61	7,38	8,84	11,19	13,39
	ÁNGULO	119,85	124,98	130,30	137,01	146,15	153,49	152,06	141,67	129,07	119,37	114,95	115,75
10:45	SOMBRA	12,28	9,89	7,81	6,61	6,08	5,96	6,08	6,44	7,18	8,58	10,80	12,79
	ÁNGULO	116,28	121,09	125,81	131,81	140,61	148,27	146,99	136,50	124,12	114,96	111,08	112,19
11:00	SOMBRA	11,78	9,53	7,59	6,46	5,97	5,85	5,95	6,30	7,02	8,38	10,50	12,32
	ÁNGULO	112,60	117,03	121,05	126,11	134,28	142,15	141,14	130,77	118,84	110,38	107,10	108,54
11:15	SOMBRA	11,38	9,24	7,41	6,35	5,88	5,76	5,86	6,19	6,89	8,23	10,27	11,96
	ÁNGULO	108,81	112,82	116,02	119,89	127,01	134,89	134,33	124,41	113,24	105,64	103,03	104,80
11:30	SOMBRA	11,08	9,02	7,27	6,26	5,81	5,70	5,78	6,10	6,80	8,12	10,11	11,70
	ÁNGULO	104,93	108,46	110,74	113,16	118,73	126,27	126,40	117,41	107,34	100,77	98,89	101,00
11:45	SOMBRA	10,85	8,85	7,17	6,20	5,77	5,65	5,72	6,03	6,73	8,06	10,02	11,52
	ÁNGULO	100,97	103,97	105,24	105,97	109,44	116,12	117,22	109,79	101,21	95,82	94,70	97,13
12:00	SOMBRA	10,70	8,73	7,10	6,16	5,74	5,62	5,68	5,99	6,70	8,03	9,98	11,42
	ÁNGULO	96,96	99,39	99,55	98,43	99,31	104,51	106,84	101,64	94,91	90,81	90,47	93,23
12:15	SOMBRA	10,62	8,66	7,07	6,15	5,73	5,61	5,67	5,98	6,69	8,04	10,01	11,40
	ÁNGULO	92,90	94,74	93,75	90,68	88,73	91,91	95,55	93,14	88,53	85,79	86,25	89,32
12:30	SOMBRA	10,61	8,64	7,06	6,16	5,75	5,61	5,67	5,98	6,71	8,10	10,09	11,45
	ÁNGULO	88,82	90,05	87,91	82,92	78,22	79,17	83,94	84,54	82,17	80,81	82,04	85,41

12:45	SOMBRA	10,66	8,66	7,09	6,19	5,78	5,64	5,69	6,00	6,76	8,19	10,24	11,57
	ÁNGULO	84,76	85,35	82,09	75,34	68,25	67,19	72,69	76,10	75,93	75,92	77,89	81,52
13:00	SOMBRA	10,78	8,73	7,15	6,25	5,83	5,68	5,72	6,05	6,84	8,33	10,45	11,78
	ÁNGULO	80,72	80,70	76,37	68,09	59,18	56,57	62,38	68,07	69,89	71,13	73,80	77,68
13:15	SOMBRA	10,97	8,84	7,24	6,33	5,90	5,74	5,78	6,12	6,95	8,52	10,73	12,07
	ÁNGULO	76,73	76,11	70,81	61,28	51,13	47,49	53,28	60,59	64,11	66,50	69,81	73,89
13:30	SOMBRA	11,24	9,01	7,36	6,44	5,99	5,82	5,86	6,22	7,09	8,76	11,10	12,47
	ÁNGULO	72,81	71,62	65,47	54,98	44,09	39,85	45,41	53,76	58,65	62,04	65,93	70,18
13:45	SOMBRA	11,59	9,23	7,53	6,57	6,11	5,93	5,96	6,34	7,27	9,06	11,57	12,98
	ÁNGULO	68,98	67,26	60,37	49,19	37,95	33,42	38,66	47,57	53,52	57,76	62,15	66,57
14:00	SOMBRA	12,05	9,52	7,73	6,74	6,26	6,05	6,08	6,48	7,49	9,43	12,16	13,63
	ÁNGULO	65,24	63,03	55,53	43,90	32,58	27,95	32,85	41,99	48,72	53,67	58,51	63,05
14:15	SOMBRA	12,62	9,87	7,99	6,95	6,43	6,20	6,23	6,66	7,76	9,88	12,89	14,46
	ÁNGULO	61,62	58,97	50,97	39,07	27,84	23,24	27,81	36,97	44,24	49,77	55,00	59,63
14:30	SOMBRA	13,35	10,32	8,30	7,19	6,63	6,38	6,41	6,88	8,08	10,44	13,82	15,51
	ÁNGULO	58,12	55,07	46,67	34,65	23,63	19,13	23,39	32,42	40,06	46,06	51,62	56,33
14:45	SOMBRA	14,27	10,86	8,67	7,48	6,87	6,59	6,62	7,13	8,47	11,12	14,98	16,85
	ÁNGULO	54,74	51,33	42,63	30,59	19,84	15,47	19,46	28,30	36,16	42,54	48,37	53,14
15:00	SOMBRA	15,43	11,53	9,12	7,82	7,15	6,84	6,86	7,44	8,93	11,96	16,49	18,60
	ÁNGULO	51,47	47,75	38,82	26,85	16,40	12,18	15,93	24,52	32,51	39,18	45,24	50,06
15:15	SOMBRA	16,93	12,37	9,66	8,23	7,48	7,13	7,15	7,79	9,49	13,01	18,46	20,95
	ÁNGULO	48,34	44,34	35,24	23,38	13,24	9,17	12,71	21,05	29,08	35,98	42,24	47,09
15:30	SOMBRA	18,90	13,41	10,32	8,71	7,87	7,46	7,48	8,21	10,16	14,35	21,16	24,21
	ÁNGULO	45,31	41,08	31,86	20,14	10,31	6,39	9,75	17,82	25,86	32,93	39,36	44,23
15:45	SOMBRA	21,58	14,74	11,13	9,29	8,33	7,85	7,87	8,71	10,99	16,10	24,99	28,97
	ÁNGULO	42,40	37,96	28,65	17,10	7,56	3,79	6,99	14,80	22,80	30,01	36,58	41,47
16:00	SOMBRA	25,38	16,47	12,13	9,99	8,86	8,31	8,33	9,31	12,02	18,44	30,83	36,50
	ÁNGULO	39,60	34,97	25,61	14,22	4,95	1,33	4,39	11,96	19,90	27,21	33,90	38,81
16:15	SOMBRA	31,13	18,79	13,40	10,84	9,51	8,85	8,87	10,03	13,32	21,73	40,72	50,11
	ÁNGULO	36,90	32,11	22,71	11,48	2,47	-1,02	1,92	9,26	17,12	24,51	31,32	36,23
16:30	SOMBRA	40,77	22,03	15,03	11,89	10,28	9,49	9,52	10,91	15,00	26,63	60,89	81,74
	ÁNGULO	34,29	29,35	19,93	8,86	0,09	-3,29	-0,45	6,68	14,46	21,91	28,81	33,74
16:45	SOMBRA	60,06	26,84	17,21	13,22	11,22	10,26	10,30	11,99	17,25	34,68	124,20	234,18
	ÁNGULO	31,77	26,69	17,25	6,33	-2,22	-5,48	-2,74	4,20	11,88	19,38	26,38	31,33
17:00	SOMBRA	117,25	34,65	20,24	14,93	12,39	11,19	11,24	13,36	20,38	50,20	-	
	ÁNGULO	29,33	24,12	14,67	3,88	-4,48	-7,63	-4,97	1,79	9,38	16,92	-	
17:15	SOMBRA	-	49,42	24,69	17,22	13,86	12,33	12,41	15,13	25,01	92,19		
	ÁNGULO	-	21,62	12,16	1,49	-6,69	-9,75	-7,15	-0,56	6,94	14,52		
17:30	SOMBRA		87,62	31,83	20,39	15,76	13,77	13,88	17,50	32,54	244,88		
	ÁNGULO		19,19	9,70	-0,86	-8,88	-11,84	-9,30	-2,87	4,55	102,77		
17:45	SOMBRA		273,07	45,10	25,07	18,31	15,61	15,77	20,79	46,76			
	ÁNGULO		77,25	7,30	-3,18	-11,05	-13,92	-11,43	-5,15	2,19			
18:00	SOMBRA			77,93	32,64	21,87	18,05	18,30	25,66	83,60			
	ÁNGULO			4,92	-5,48	-13,22	-16,01	-13,56	-7,41	-0,15			
18:15	SOMBRA			234,24	46,84	27,18	21,40	21,82	33,59	200,11			
	ÁNGULO			53,49	-7,77	-15,40	-18,11	-15,70	-9,66	87,52			
18:30	SOMBRA				82,94	35,88	26,30	27,03	48,63				
	ÁNGULO				-10,08	-17,60	-20,23	-17,84	-11,92				
18:45	SOMBRA				274,87	52,66	34,07	35,48	87,90				
	ÁNGULO				43,32	-19,82	-22,37	-20,02	-14,21				
19:00	SOMBRA					98,13	48,17	51,46	238,79				
	ÁNGULO					-22,08	-24,56	-22,22	65,98				
19:15	SOMBRA					-	81,52	92,82					
	ÁNGULO					-	-26,79	-24,47					
19:30	SOMBRA						255,02	407,47					
	ÁNGULO						-29,07	-7,12					
19:45	SOMBRA												
	ÁNGULO												

18.4. ANEXO 4: Sombras estructura fija paneles 1 y 2.

		PANELES FIJOS											
L=	1,640	PANEL 1 Y 2											
6:00	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6:15	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	9,968	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	0,727	-	-	-
6:45	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	6,382	20,370	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	1,018	1,926	-	-
7:00	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	4,679	9,695	-	-
	SOMBRA N	-	-	1,223	-	-	-	-	-	1,209	1,975	-	-
7:15	SOMBRA	-	-	5,941	2,889	-	-	-	-	3,681	6,369	26,816	-
	SOMBRA N	-	-	1,401	1,083	-	-	-	-	1,343	2,005	3,334	-
7:30	SOMBRA	-	15,517	4,446	2,448	-	-	-	2,288	3,024	4,743	11,483	-
	SOMBRA N	-	2,418	1,521	1,197	-	-	-	1,094	1,444	2,027	3,027	-
7:45	SOMBRA	34,531	8,546	3,543	2,114	-	-	-	1,988	2,557	3,777	7,350	23,978
	SOMBRA N	3,749	2,349	1,607	1,289	-	-	-	1,192	1,522	2,044	2,851	3,926
8:00	SOMBRA	12,896	5,908	2,938	1,851	1,448	-	-	1,748	2,207	3,137	5,426	11,313
	SOMBRA N	3,326	2,309	1,672	1,364	1,196	-	-	1,272	1,584	2,058	2,737	3,501
8:15	SOMBRA	7,988	4,521	2,503	1,638	1,297	-	-	1,552	1,935	2,681	4,314	7,462
	SOMBRA N	3,085	2,284	1,723	1,427	1,260	-	-	1,339	1,635	2,070	2,659	3,248
8:30	SOMBRA	5,817	3,664	2,175	1,462	1,166	1,106	1,190	1,387	1,717	2,340	3,591	5,601
	SOMBRA N	2,931	2,267	1,765	1,480	1,315	1,230	1,245	1,396	1,677	2,080	2,602	3,081
8:45	SOMBRA	4,592	3,082	1,918	1,313	1,051	0,997	1,072	1,247	1,539	2,075	3,083	4,505
	SOMBRA N	2,825	2,255	1,799	1,525	1,362	1,281	1,298	1,445	1,713	2,089	2,560	2,964
9:00	SOMBRA	3,808	2,662	1,712	1,186	0,950	0,901	0,968	1,126	1,389	1,865	2,709	3,786
	SOMBRA N	2,749	2,248	1,827	1,564	1,404	1,325	1,344	1,488	1,744	2,097	2,528	2,878
9:15	SOMBRA	3,265	2,344	1,542	1,076	0,860	0,814	0,875	1,020	1,263	1,694	2,423	3,279
	SOMBRA N	2,692	2,242	1,852	1,598	1,441	1,364	1,384	1,525	1,770	2,104	2,504	2,813
9:30	SOMBRA	2,867	2,096	1,401	0,980	0,779	0,735	0,791	0,927	1,155	1,553	2,199	2,905
	SOMBRA N	2,649	2,239	1,873	1,627	1,474	1,399	1,420	1,558	1,793	2,111	2,484	2,763
9:45	SOMBRA	2,565	1,899	1,282	0,895	0,706	0,662	0,715	0,844	1,062	1,436	2,020	2,619
	SOMBRA N	2,615	2,237	1,891	1,653	1,502	1,430	1,451	1,586	1,813	2,117	2,469	2,724
10:00	SOMBRA	2,330	1,738	1,181	0,821	0,639	0,596	0,646	0,771	0,982	1,338	1,876	2,397
	SOMBRA N	2,588	2,235	1,907	1,676	1,528	1,457	1,479	1,611	1,831	2,122	2,457	2,693
10:15	SOMBRA	2,143	1,607	1,095	0,755	0,579	0,535	0,583	0,705	0,913	1,256	1,759	2,220
	SOMBRA N	2,567	2,235	1,921	1,696	1,550	1,481	1,504	1,633	1,846	2,127	2,448	2,668
10:30	SOMBRA	1,994	1,498	1,021	0,697	0,525	0,480	0,525	0,647	0,853	1,189	1,664	2,080
	SOMBRA N	2,550	2,235	1,934	1,714	1,570	1,503	1,526	1,653	1,859	2,131	2,440	2,649
10:45	SOMBRA	1,874	1,408	0,958	0,646	0,476	0,429	0,473	0,595	0,803	1,133	1,588	1,968
	SOMBRA N	2,537	2,235	1,944	1,729	1,587	1,522	1,546	1,670	1,871	2,135	2,434	2,633
11:00	SOMBRA	1,777	1,334	0,906	0,603	0,433	0,383	0,426	0,550	0,761	1,089	1,529	1,880
	SOMBRA N	2,526	2,236	1,953	1,742	1,602	1,538	1,563	1,684	1,880	2,138	2,430	2,621
11:15	SOMBRA	1,701	1,274	0,862	0,567	0,396	0,342	0,385	0,512	0,727	1,055	1,484	1,812
	SOMBRA N	2,518	2,236	1,961	1,752	1,614	1,552	1,577	1,696	1,888	2,141	2,427	2,611
11:30	SOMBRA	1,642	1,227	0,828	0,539	0,366	0,308	0,349	0,481	0,701	1,030	1,452	1,762
	SOMBRA N	2,511	2,237	1,967	1,761	1,624	1,563	1,589	1,706	1,894	2,143	2,425	2,605
11:45	SOMBRA	1,599	1,191	0,802	0,518	0,344	0,281	0,321	0,458	0,683	1,015	1,433	1,728
	SOMBRA N	2,507	2,237	1,972	1,767	1,631	1,572	1,598	1,714	1,898	2,144	2,423	2,600
12:00	SOMBRA	1,570	1,166	0,784	0,504	0,331	0,263	0,302	0,442	0,673	1,009	1,426	1,709
	SOMBRA N	2,504	2,238	1,975	1,771	1,635	1,577	1,604	1,719	1,900	2,145	2,423	2,597
12:15	SOMBRA	1,554	1,151	0,775	0,500	0,327	0,256	0,292	0,434	0,671	1,013	1,431	1,705
	SOMBRA N	2,502	2,238	1,976	1,772	1,637	1,579	1,607	1,721	1,901	2,145	2,423	2,597
12:30	SOMBRA	1,551	1,145	0,773	0,503	0,333	0,260	0,292	0,436	0,676	1,025	1,448	1,714
	SOMBRA N	2,502	2,238	1,976	1,771	1,635	1,578	1,607	1,721	1,900	2,144	2,425	2,598
12:45	SOMBRA	1,561	1,150	0,780	0,514	0,348	0,275	0,303	0,446	0,690	1,047	1,477	1,739
	SOMBRA N	2,503	2,238	1,975	1,767	1,630	1,574	1,604	1,718	1,897	2,142	2,427	2,601
13:00	SOMBRA	1,584	1,165	0,795	0,534	0,372	0,299	0,323	0,464	0,712	1,078	1,519	1,778
	SOMBRA N	2,505	2,237	1,972	1,762	1,622	1,566	1,597	1,712	1,892	2,140	2,430	2,607

13:15	SOMBRA	1,621	1,190	0,819	0,561	0,404	0,331	0,351	0,489	0,742	1,119	1,575	1,834
	SOMBRA N	2,509	2,237	1,968	1,754	1,611	1,556	1,588	1,704	1,885	2,137	2,434	2,615
13:30	SOMBRA	1,673	1,225	0,850	0,595	0,442	0,370	0,386	0,523	0,780	1,171	1,648	1,909
	SOMBRA N	2,514	2,236	1,962	1,743	1,599	1,542	1,577	1,694	1,877	2,134	2,440	2,625
13:45	SOMBRA	1,741	1,272	0,891	0,637	0,487	0,415	0,428	0,563	0,827	1,236	1,738	2,005
	SOMBRA N	2,521	2,235	1,955	1,731	1,583	1,527	1,562	1,681	1,866	2,130	2,447	2,638
14:00	SOMBRA	1,829	1,331	0,940	0,686	0,537	0,464	0,475	0,610	0,882	1,313	1,850	2,126
	SOMBRA N	2,531	2,234	1,946	1,716	1,565	1,509	1,545	1,666	1,854	2,125	2,456	2,655
14:15	SOMBRA	1,938	1,404	1,000	0,742	0,592	0,518	0,528	0,663	0,946	1,406	1,988	2,278
	SOMBRA N	2,543	2,234	1,936	1,699	1,545	1,488	1,526	1,648	1,840	2,120	2,468	2,677
14:30	SOMBRA	2,073	1,493	1,070	0,806	0,654	0,578	0,586	0,724	1,021	1,517	2,160	2,469
	SOMBRA N	2,558	2,233	1,924	1,679	1,521	1,464	1,504	1,628	1,824	2,115	2,483	2,704
14:45	SOMBRA	2,242	1,601	1,152	0,879	0,722	0,642	0,649	0,792	1,107	1,651	2,374	2,711
	SOMBRA N	2,577	2,233	1,910	1,657	1,495	1,438	1,479	1,605	1,805	2,109	2,502	2,737
15:00	SOMBRA	2,455	1,731	1,247	0,961	0,797	0,713	0,719	0,868	1,208	1,813	2,645	3,023
	SOMBRA N	2,600	2,233	1,895	1,632	1,465	1,408	1,451	1,579	1,784	2,102	2,526	2,780
15:15	SOMBRA	2,724	1,890	1,360	1,054	0,880	0,789	0,795	0,954	1,325	2,011	2,999	3,438
	SOMBRA N	2,631	2,234	1,877	1,603	1,432	1,375	1,419	1,550	1,760	2,095	2,557	2,835
15:30	SOMBRA	3,076	2,085	1,493	1,161	0,972	0,874	0,879	1,051	1,463	2,259	3,474	4,007
	SOMBRA N	2,669	2,235	1,856	1,569	1,393	1,337	1,383	1,516	1,731	2,087	2,597	2,906
15:45	SOMBRA	3,548	2,330	1,652	1,284	1,076	0,968	0,973	1,161	1,626	2,576	4,144	4,833
	SOMBRA N	2,719	2,238	1,833	1,531	1,350	1,294	1,343	1,478	1,699	2,078	2,651	3,002
16:00	SOMBRA	4,211	2,643	1,844	1,427	1,194	1,072	1,077	1,288	1,824	2,994	5,155	6,131
	SOMBRA N	2,785	2,243	1,805	1,487	1,301	1,246	1,297	1,433	1,660	2,067	2,725	3,133
16:15	SOMBRA	5,207	3,057	2,082	1,596	1,329	-	1,196	1,436	2,068	3,574	6,854	8,460
	SOMBRA N	2,876	2,249	1,772	1,436	1,244	-	1,244	1,382	1,614	2,056	2,831	3,325
16:30	SOMBRA	6,863	3,628	2,383	1,800	1,486	-	-	1,610	2,377	4,429	10,300	13,851
	SOMBRA N	3,004	2,260	1,733	1,375	1,178	-	-	1,322	1,559	2,041	2,994	3,625
16:45	SOMBRA	10,159	4,465	2,776	2,049	-	-	-	1,819	2,782	5,817	21,072	39,761
	SOMBRA N	3,199	2,275	1,684	1,303	-	-	-	1,252	1,490	2,023	3,268	4,151
17:00	SOMBRA	19,892	5,812	3,312	2,365	-	-	-	2,076	3,337	8,476	-	-
	SOMBRA N	3,521	2,297	1,623	1,214	-	-	-	1,167	1,403	1,999	-	-
17:15	SOMBRA	-	8,342	4,091	2,776	-	-	-	-	4,148	15,629	-	-
	SOMBRA N	-	2,334	1,544	1,105	-	-	-	-	1,288	1,962	-	-
17:30	SOMBRA	-	14,852	5,328	-	-	-	-	-	5,449	41,578	-	-
	SOMBRA N	-	2,395	1,435	-	-	-	-	-	1,130	7,612	-	-
17:45	SOMBRA	-	46,366	7,604	-	-	-	-	-	7,889	-	-	-
	SOMBRA N	-	7,732	1,278	-	-	-	-	-	0,897	-	-	-
18:00	SOMBRA	-	-	13,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	1,027	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18:15	SOMBRA	-	-	39,770	-	-	-	-	-	33,972	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	6,277	-	-	-	-	-	7,542	-	-	-
18:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

18.5. ANEXO 5: Sombras estructura fija paneles 3.

		PANELES FIJOS											
L	1,559	PANEL 3											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6:15	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	9,476	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	0,691	-	-	-
6:45	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	6,067	19,364	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	0,968	1,831	-	-
7:00	SOMBRA	-	-	8,471	-	-	-	-	-	4,448	9,216	-	-
	SOMBRA N	-	-	1,162	-	-	-	-	-	1,149	1,877	-	-
7:15	SOMBRA	-	-	5,647	2,747	-	-	-	-	3,499	6,055	25,492	-
	SOMBRA N	-	-	1,332	1,029	-	-	-	-	1,277	1,906	3,170	-
7:30	SOMBRA	-	14,750	4,226	2,327	-	-	-	2,175	2,874	4,509	10,915	-
	SOMBRA N	-	2,298	1,446	1,138	-	-	-	1,040	1,373	1,927	2,878	-
7:45	SOMBRA	32,826	8,124	3,368	2,009	-	-	-	1,890	2,430	3,591	6,987	22,793
	SOMBRA N	3,564	2,233	1,528	1,226	-	-	-	1,133	1,446	1,943	2,710	3,732
8:00	SOMBRA	12,259	5,617	2,793	1,759	1,377	-	-	1,662	2,098	2,982	5,158	10,754
	SOMBRA N	3,161	2,195	1,590	1,297	1,137	-	-	1,209	1,506	1,956	2,602	3,328
8:15	SOMBRA	7,594	4,297	2,379	1,557	1,233	-	-	1,475	1,840	2,549	4,101	7,094
	SOMBRA N	2,932	2,171	1,638	1,356	1,197	-	-	1,273	1,554	1,967	2,527	3,088
8:30	SOMBRA	5,530	3,483	2,067	1,390	1,108	1,051	1,131	1,318	1,633	2,224	3,413	5,324
	SOMBRA N	2,786	2,155	1,677	1,407	1,250	1,170	1,184	1,327	1,594	1,977	2,474	2,929
8:45	SOMBRA	4,365	2,930	1,823	1,248	1,000	0,948	1,019	1,185	1,463	1,973	2,931	4,283
	SOMBRA N	2,686	2,144	1,710	1,450	1,295	1,217	1,234	1,374	1,628	1,985	2,434	2,818
9:00	SOMBRA	3,620	2,530	1,627	1,127	0,903	0,856	0,920	1,070	1,321	1,773	2,575	3,599
	SOMBRA N	2,613	2,137	1,737	1,487	1,335	1,260	1,277	1,414	1,657	1,993	2,403	2,736
9:15	SOMBRA	3,103	2,228	1,466	1,023	0,818	0,773	0,832	0,970	1,201	1,610	2,303	3,117
	SOMBRA N	2,559	2,132	1,760	1,519	1,370	1,297	1,316	1,450	1,683	2,000	2,380	2,674
9:30	SOMBRA	2,725	1,993	1,332	0,931	0,741	0,698	0,752	0,881	1,098	1,476	2,090	2,761
	SOMBRA N	2,518	2,128	1,781	1,547	1,401	1,330	1,350	1,481	1,704	2,006	2,362	2,627
9:45	SOMBRA	2,438	1,805	1,219	0,851	0,671	0,630	0,680	0,802	1,010	1,365	1,920	2,490
	SOMBRA N	2,486	2,126	1,798	1,572	1,428	1,359	1,380	1,508	1,724	2,012	2,347	2,590
10:00	SOMBRA	2,214	1,652	1,123	0,780	0,608	0,567	0,614	0,732	0,934	1,272	1,783	2,278
	SOMBRA N	2,460	2,125	1,813	1,593	1,452	1,385	1,406	1,532	1,740	2,017	2,336	2,560
10:15	SOMBRA	2,037	1,527	1,041	0,717	0,550	0,509	0,554	0,670	0,868	1,194	1,672	2,111
	SOMBRA N	2,440	2,124	1,827	1,612	1,474	1,408	1,430	1,553	1,755	2,022	2,327	2,537
10:30	SOMBRA	1,895	1,424	0,970	0,662	0,499	0,456	0,499	0,615	0,811	1,130	1,582	1,977
	SOMBRA N	2,424	2,124	1,838	1,629	1,493	1,429	1,451	1,571	1,767	2,026	2,320	2,518
10:45	SOMBRA	1,781	1,338	0,911	0,614	0,452	0,408	0,450	0,566	0,763	1,077	1,510	1,871
	SOMBRA N	2,411	2,125	1,848	1,643	1,509	1,447	1,469	1,587	1,778	2,030	2,314	2,503
11:00	SOMBRA	1,690	1,268	0,861	0,573	0,411	0,364	0,405	0,523	0,723	1,035	1,453	1,788
	SOMBRA N	2,401	2,125	1,857	1,656	1,523	1,462	1,485	1,601	1,787	2,033	2,310	2,491
11:15	SOMBRA	1,617	1,211	0,820	0,539	0,376	0,325	0,366	0,487	0,691	1,003	1,411	1,723
	SOMBRA N	2,393	2,126	1,864	1,666	1,535	1,475	1,499	1,613	1,795	2,035	2,307	2,482
11:30	SOMBRA	1,561	1,166	0,787	0,512	0,348	0,292	0,332	0,457	0,666	0,979	1,381	1,675
	SOMBRA N	2,387	2,126	1,870	1,674	1,544	1,486	1,510	1,622	1,800	2,037	2,305	2,476
11:45	SOMBRA	1,520	1,132	0,762	0,492	0,327	0,267	0,306	0,435	0,649	0,965	1,362	1,643
	SOMBRA N	2,383	2,127	1,874	1,679	1,551	1,494	1,519	1,629	1,804	2,038	2,304	2,472
12:00	SOMBRA	1,492	1,108	0,745	0,480	0,314	0,250	0,287	0,420	0,639	0,959	1,356	1,625
	SOMBRA N	2,380	2,127	1,877	1,683	1,555	1,499	1,525	1,634	1,807	2,039	2,303	2,469
12:15	SOMBRA	1,477	1,094	0,736	0,475	0,311	0,243	0,277	0,413	0,637	0,963	1,360	1,620
	SOMBRA N	2,379	2,128	1,879	1,684	1,556	1,501	1,528	1,636	1,807	2,039	2,304	2,469
12:30	SOMBRA	1,474	1,089	0,735	0,478	0,317	0,247	0,278	0,414	0,643	0,974	1,376	1,630

	SOMBRA N	2,378	2,128	1,879	1,683	1,554	1,500	1,528	1,636	1,806	2,038	2,305	2,470
12:45	SOMBRA	1,484	1,093	0,742	0,489	0,331	0,261	0,288	0,424	0,656	0,995	1,404	1,653
	SOMBRA N	2,379	2,127	1,877	1,680	1,549	1,496	1,525	1,633	1,803	2,036	2,307	2,473
13:00	SOMBRA	1,506	1,107	0,756	0,507	0,354	0,284	0,307	0,441	0,677	1,025	1,444	1,690
	SOMBRA N	2,381	2,127	1,875	1,675	1,542	1,489	1,519	1,627	1,798	2,034	2,310	2,478
13:15	SOMBRA	1,541	1,131	0,778	0,533	0,384	0,315	0,334	0,465	0,706	1,064	1,497	1,744
	SOMBRA N	2,385	2,126	1,871	1,667	1,532	1,479	1,510	1,620	1,792	2,032	2,314	2,485
13:30	SOMBRA	1,591	1,164	0,808	0,566	0,420	0,352	0,367	0,497	0,742	1,114	1,566	1,815
	SOMBRA N	2,390	2,126	1,865	1,657	1,520	1,466	1,499	1,610	1,784	2,028	2,319	2,495
13:45	SOMBRA	1,655	1,209	0,847	0,606	0,463	0,394	0,407	0,535	0,786	1,175	1,652	1,906
	SOMBRA N	2,397	2,125	1,858	1,645	1,505	1,451	1,485	1,598	1,774	2,025	2,326	2,508
14:00	SOMBRA	1,738	1,265	0,894	0,652	0,510	0,441	0,452	0,580	0,838	1,248	1,759	2,021
	SOMBRA N	2,406	2,124	1,850	1,631	1,488	1,434	1,469	1,583	1,762	2,020	2,335	2,524
14:15	SOMBRA	1,842	1,335	0,950	0,705	0,563	0,493	0,502	0,631	0,899	1,337	1,890	2,165
	SOMBRA N	2,417	2,123	1,840	1,615	1,468	1,414	1,451	1,567	1,749	2,015	2,346	2,544
14:30	SOMBRA	1,971	1,419	1,017	0,766	0,622	0,549	0,557	0,688	0,971	1,442	2,053	2,347
	SOMBRA N	2,431	2,123	1,829	1,596	1,446	1,392	1,430	1,548	1,734	2,010	2,360	2,570
14:45	SOMBRA	2,132	1,522	1,095	0,835	0,686	0,611	0,617	0,753	1,053	1,569	2,256	2,577
	SOMBRA N	2,449	2,122	1,816	1,575	1,421	1,367	1,406	1,526	1,716	2,004	2,378	2,602
15:00	SOMBRA	2,333	1,645	1,186	0,913	0,758	0,677	0,683	0,825	1,148	1,723	2,515	2,874
	SOMBRA N	2,472	2,122	1,801	1,551	1,393	1,339	1,379	1,501	1,696	1,998	2,401	2,643
15:15	SOMBRA	2,590	1,796	1,293	1,002	0,836	0,750	0,756	0,907	1,259	1,912	2,851	3,268
	SOMBRA N	2,501	2,123	1,784	1,523	1,361	1,307	1,349	1,473	1,673	1,991	2,430	2,695
15:30	SOMBRA	2,924	1,982	1,419	1,104	0,924	0,831	0,836	0,999	1,390	2,147	3,302	3,809
	SOMBRA N	2,537	2,125	1,765	1,492	1,325	1,271	1,315	1,441	1,646	1,984	2,469	2,762
15:45	SOMBRA	3,373	2,215	1,570	1,220	1,023	0,920	0,925	1,104	1,546	2,448	3,939	4,595
	SOMBRA N	2,585	2,128	1,742	1,456	1,284	1,230	1,277	1,405	1,615	1,975	2,520	2,853
16:00	SOMBRA	4,003	2,513	1,753	1,357	1,135	1,019	1,024	1,225	1,734	2,847	4,900	5,829
	SOMBRA N	2,648	2,132	1,716	1,414	1,236	1,184	1,233	1,363	1,578	1,965	2,590	2,979
16:15	SOMBRA	4,950	2,906	1,979	1,517	1,263	-	1,137	1,365	1,966	3,398	6,515	8,043
	SOMBRA N	2,734	2,138	1,684	1,365	1,182	-	1,183	1,314	1,535	1,954	2,691	3,161
16:30	SOMBRA	6,524	3,449	2,265	1,711	1,412	-	-	1,530	2,260	4,210	9,791	13,167
	SOMBRA N	2,856	2,148	1,647	1,307	1,120	-	-	1,257	1,482	1,941	2,846	3,446
16:45	SOMBRA	9,658	4,245	2,639	1,948	-	-	-	1,729	2,644	5,530	20,031	37,797
	SOMBRA N	3,041	2,162	1,601	1,238	-	-	-	1,190	1,417	1,923	3,107	3,946
17:00	SOMBRA	18,909	5,525	3,149	2,248	-	-	-	1,973	3,172	8,057	-	-
	SOMBRA N	3,347	2,184	1,543	1,154	-	-	-	1,110	1,333	1,900	-	-
17:15	SOMBRA	-	7,930	3,889	2,639	-	-	-	-	3,943	14,857	-	-
	SOMBRA N	-	2,218	1,467	1,050	-	-	-	-	1,224	1,865	-	-
17:30	SOMBRA	-	14,118	5,064	-	-	-	-	-	5,180	39,525	-	-
	SOMBRA N	-	2,277	1,364	-	-	-	-	-	1,074	7,236	-	-
17:45	SOMBRA	-	44,076	7,228	-	-	-	-	-	7,499	-	-	-
	SOMBRA N	-	7,350	1,215	-	-	-	-	-	0,853	-	-	-
18:00	SOMBRA	-	-	12,551	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	0,976	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18:15	SOMBRA	-	-	37,806	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	5,967	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SOMBRA N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

18.6. ANEXO 6: Sombras seguidor azimut eje vertical.

SEGUIDOR 1 EJE vertical AZIMUT

L= 8

		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	SOMBRA	-	-	-	89,925	34,082	29,575	35,166	63,894	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	193,169	196,976	200,838	200,004	193,657	-	-	-	-
6:15	SOMBRA	-	-	-	49,692	27,549	24,863	28,275	41,454	116,311	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	188,097	194,786	198,713	197,832	191,378	181,480	-	-	-
6:30	SOMBRA	-	-	229,173	35,399	23,425	21,661	23,956	31,504	55,259	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	217,576	185,806	192,613	196,609	195,684	189,115	179,138	-	-	-
6:45	SOMBRA	-	-	89,885	28,126	20,579	19,338	20,986	25,868	37,766	105,999	-	-
	ÁNGULO	-	-	185,147	183,513	190,445	194,522	193,550	186,855	176,782	166,336	-	-
7:00	SOMBRA	-	-	50,101	23,707	18,488	17,571	18,812	22,234	29,457	53,926	-	-
	ÁNGULO	-	-	173,302	181,204	188,270	192,439	191,421	184,587	174,401	163,941	-	-
7:15	SOMBRA	-	242,427	35,612	20,726	16,883	16,177	17,148	19,686	24,589	37,703	137,443	-
	ÁNGULO	-	197,076	170,915	178,868	186,079	190,348	189,286	182,298	171,981	161,494	154,232	-
7:30	SOMBRA	-	82,323	28,320	18,575	15,607	15,046	15,828	17,795	21,381	29,769	62,645	-
	ÁNGULO	-	160,751	168,486	176,491	183,860	188,242	187,132	179,977	169,507	158,984	151,814	-
7:45	SOMBRA	175,078	48,319	23,916	16,944	14,566	14,105	14,753	16,331	19,104	25,059	42,485	123,597
	ÁNGULO	151,618	158,329	166,000	174,058	181,594	186,104	184,948	177,606	166,968	156,400	149,322	147,853
8:00	SOMBRA	69,538	35,454	20,962	15,661	13,697	13,309	13,856	15,161	17,399	21,934	33,102	61,817
	ÁNGULO	149,207	155,842	163,444	171,552	179,268	183,924	182,719	175,173	164,344	153,727	146,751	145,415
8:15	SOMBRA	45,600	28,684	18,840	14,622	12,958	12,624	13,094	14,202	16,073	19,711	27,678	43,034
	ÁNGULO	146,722	153,278	160,804	168,955	176,863	181,682	180,427	172,657	161,621	150,954	144,090	142,896
8:30	SOMBRA	35,008	24,505	17,240	13,763	12,320	12,026	12,437	13,398	15,010	18,046	24,147	33,953
	ÁNGULO	144,154	150,628	158,063	166,246	174,357	179,360	178,055	170,040	158,780	148,066	141,331	140,291
8:45	SOMBRA	29,033	21,668	15,988	13,038	11,762	11,498	11,863	12,714	14,138	16,757	21,673	28,608
	ÁNGULO	141,496	147,880	155,205	163,405	171,727	176,934	175,579	167,297	155,800	145,052	138,466	137,594
9:00	SOMBRA	25,209	19,616	14,982	12,418	11,268	11,026	11,354	12,123	13,410	15,729	19,848	25,099
	ÁNGULO	138,744	145,022	152,210	160,402	168,938	174,376	172,973	164,402	152,661	141,896	135,487	134,799
9:15	SOMBRA	22,557	18,067	14,157	11,881	10,828	10,601	10,900	11,607	12,794	14,895	18,452	22,626
	ÁNGULO	135,885	142,043	149,063	157,208	165,955	171,649	170,203	161,323	149,337	138,587	132,385	131,900
9:30	SOMBRA	20,616	16,859	13,468	11,412	10,433	10,216	10,492	11,153	12,267	14,208	17,358	20,801
	ÁNGULO	132,915	138,932	145,741	153,789	162,735	168,715	167,228	158,024	145,805	135,112	129,160	128,893
9:45	SOMBRA	19,143	15,894	12,887	10,999	10,075	9,863	10,121	10,750	11,814	13,637	16,485	19,408
	ÁNGULO	129,831	135,680	142,223	150,104	159,220	165,514	163,999	154,463	142,038	131,457	125,802	125,775
10:00	SOMBRA	17,996	15,112	12,393	10,635	9,751	9,541	9,784	10,391	11,423	13,160	15,782	18,323
	ÁNGULO	126,625	132,275	138,491	146,113	155,343	161,976	160,451	150,588	138,008	127,619	122,314	122,544
10:15	SOMBRA	17,087	14,469	11,972	10,314	9,457	9,244	9,476	10,071	11,085	12,761	15,211	17,463
	ÁNGULO	123,299	128,711	134,522	141,767	151,021	158,007	156,506	146,348	133,693	123,589	118,694	119,199
10:30	SOMBRA	16,358	13,939	11,612	10,031	9,192	8,972	9,195	9,786	10,795	12,431	14,750	16,779
	ÁNGULO	119,851	124,982	130,302	137,015	146,151	153,490	152,058	141,674	129,067	119,367	114,946	115,747
10:45	SOMBRA	15,772	13,501	11,307	9,785	8,953	8,723	8,940	9,535	10,548	12,160	14,380	16,234
	ÁNGULO	116,283	121,089	125,813	131,809	140,613	148,268	146,987	136,503	124,116	114,959	111,079	112,192
11:00	SOMBRA	15,303	13,141	11,050	9,575	8,744	8,499	8,711	9,316	10,343	11,943	14,091	15,805
	ÁNGULO	112,601	117,030	121,053	126,110	134,278	142,147	141,136	130,766	118,836	110,376	107,103	108,540
11:15	SOMBRA	14,930	12,849	10,839	9,399	8,564	8,301	8,509	9,131	10,177	11,777	13,871	15,474
	ÁNGULO	108,815	112,816	116,025	119,891	127,015	134,893	134,330	124,410	113,235	105,639	103,034	104,803
11:30	SOMBRA	14,643	12,618	10,670	9,259	8,418	8,133	8,337	8,979	10,050	11,658	13,717	15,229
	ÁNGULO	104,933	108,458	110,741	113,162	118,732	126,271	126,397	117,409	107,342	100,774	98,891	100,995
11:45	SOMBRA	14,431	12,442	10,543	9,157	8,311	8,002	8,200	8,864	9,962	11,584	13,624	15,063
	ÁNGULO	100,974	103,974	105,235	105,973	109,440	116,119	117,221	109,786	101,209	95,817	94,695	97,135
12:00	SOMBRA	14,289	12,319	10,457	9,093	8,246	7,916	8,105	8,788	9,913	11,556	13,589	14,970
	ÁNGULO	96,957	99,390	99,553	98,429	99,315	104,510	106,839	101,637	94,906	90,809	90,473	93,235
12:15	SOMBRA	14,212	12,245	10,411	9,069	8,228	7,880	8,055	8,752	9,903	11,572	13,612	14,947
	ÁNGULO	92,898	94,737	93,754	90,682	88,734	91,911	95,552	93,139	88,526	85,794	86,246	89,321

12:30	SOMBRA	14,198	12,220	10,405	9,085	8,257	7,900	8,057	8,758	9,932	11,632	13,694	14,994
	ÁNGULO	88,825	90,046	87,907	82,922	78,215	79,168	83,938	84,539	82,166	80,815	82,043	85,408
12:45	SOMBRA	14,247	12,243	10,438	9,141	8,332	7,972	8,108	8,805	10,000	11,737	13,835	15,113
	ÁNGULO	84,757	85,354	82,087	75,337	68,250	67,187	72,694	76,103	75,926	75,916	77,889	81,521
13:00	SOMBRA	14,360	12,314	10,512	9,236	8,449	8,090	8,206	8,894	10,107	11,890	14,041	15,306
	ÁNGULO	80,717	80,698	76,369	68,088	59,178	56,567	62,381	68,066	69,886	71,135	73,805	77,676
13:15	SOMBRA	14,541	12,435	10,626	9,368	8,603	8,248	8,344	9,020	10,253	12,092	14,316	15,580
	ÁNGULO	76,729	76,111	70,814	61,284	51,132	47,493	53,277	60,592	64,114	66,501	69,812	73,891
13:30	SOMBRA	14,794	12,608	10,781	9,537	8,789	8,437	8,518	9,182	10,439	12,346	14,669	15,943
	ÁNGULO	72,810	71,622	65,468	54,981	44,088	39,852	45,409	53,757	58,650	62,036	65,925	70,184
13:45	SOMBRA	15,127	12,836	10,978	9,740	9,006	8,654	8,721	9,378	10,665	12,659	15,110	16,411
	ÁNGULO	68,977	67,257	60,367	49,195	37,948	33,419	38,656	47,569	53,517	57,755	62,155	66,566
14:00	SOMBRA	15,552	13,125	11,220	9,978	9,250	8,896	8,952	9,606	10,933	13,037	15,657	17,001
	ÁNGULO	65,245	63,035	55,531	43,904	32,576	27,953	32,848	41,993	48,715	53,667	58,511	63,047
14:15	SOMBRA	16,085	13,481	11,509	10,252	9,522	9,161	9,208	9,868	11,248	13,491	16,332	17,742
	ÁNGULO	61,623	58,968	50,966	39,073	27,842	23,244	27,808	36,968	44,236	49,771	54,998	59,633
14:30	SOMBRA	16,747	13,915	11,850	10,565	9,823	9,451	9,490	10,164	11,612	14,034	17,167	18,674
	ÁNGULO	58,118	55,066	46,667	34,652	23,629	19,128	23,387	32,424	40,059	46,064	51,616	56,329
14:45	SOMBRA	17,571	14,440	12,249	10,919	10,154	9,765	9,799	10,496	12,035	14,686	18,211	19,856
	ÁNGULO	54,736	51,329	42,626	30,593	19,844	15,473	19,461	28,297	36,158	42,536	48,367	53,138
15:00	SOMBRA	18,606	15,076	12,718	11,320	10,519	10,108	10,138	10,868	12,525	15,475	19,536	21,381
	ÁNGULO	51,475	47,754	38,823	26,851	16,401	12,182	15,929	24,523	32,509	39,179	45,244	50,060
15:15	SOMBRA	19,922	15,850	13,267	11,775	10,924	10,483	10,510	11,287	13,095	16,442	21,260	23,403
	ÁNGULO	48,335	44,341	35,240	23,379	13,241	9,174	12,712	21,045	29,084	35,982	42,243	47,092
15:30	SOMBRA	21,637	16,804	13,916	12,295	11,376	10,896	10,921	11,760	13,766	17,651	23,578	26,180
	ÁNGULO	45,313	41,079	31,858	20,140	10,305	6,392	9,747	17,820	25,856	32,931	39,358	44,230
15:45	SOMBRA	23,939	17,998	14,691	12,895	11,882	11,353	11,377	12,298	14,565	19,196	26,846	30,210
	ÁNGULO	42,403	37,959	28,655	17,096	7,556	3,789	6,986	14,802	22,803	30,010	36,581	41,470
16:00	SOMBRA	27,175	19,525	15,630	13,593	12,457	11,863	11,888	12,916	15,530	21,240	31,776	36,541
	ÁNGULO	39,603	34,971	25,611	14,220	4,955	1,328	4,386	11,960	19,898	27,209	33,903	38,806
16:15	SOMBRA	32,033	21,543	16,789	14,418	13,115	12,439	12,467	13,636	16,720	24,067	40,066	47,903
	ÁNGULO	36,901	32,106	22,709	11,482	2,475	-1,022	1,915	9,261	17,122	24,513	31,318	36,235
16:30	SOMBRA	40,111	24,329	18,255	15,411	13,880	13,096	13,128	14,484	18,228	28,235	56,876	74,198
	ÁNGULO	34,293	29,348	19,928	8,860	0,088	-3,286	-0,452	6,679	14,456	21,907	28,814	33,744
16:45	SOMBRA	56,190	28,413	20,172	16,629	14,782	13,856	13,896	15,505	20,202	35,008	109,423	200,586
	ÁNGULO	31,770	26,691	17,253	6,332	-2,223	-5,484	-2,740	4,195	11,883	19,383	26,384	31,331
17:00	SOMBRA	103,664	34,983	22,790	18,167	15,869	14,749	14,801	16,759	22,911	47,979	-	-
	ÁNGULO	29,327	24,119	14,667	3,881	-4,479	-7,631	-4,967	1,786	9,382	16,925	-	-
17:15	SOMBRA	-	47,326	26,589	20,176	17,206	15,818	15,888	18,344	26,865	82,873	-	-
	ÁNGULO	-	21,623	12,155	1,488	-6,694	-9,745	-7,149	-0,564	6,943	14,522	-	-
17:30	SOMBRA	-	79,080	32,620	22,922	18,900	17,124	17,224	20,419	33,212	209,453	-	-
	ÁNGULO	-	19,194	9,703	-0,860	-8,881	-11,841	-9,301	-2,870	4,551	102,767	-	-
17:45	SOMBRA	-	232,809	43,724	26,917	21,126	18,766	18,911	23,261	45,114	1621,622	-	-
	ÁNGULO	-	77,248	7,296	-3,177	-11,053	-13,924	-11,434	-5,146	2,189	185,219	-	-
18:00	SOMBRA	-	-	71,039	33,302	24,191	20,898	21,119	27,416	75,742	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	4,925	-5,478	-13,224	-16,010	-13,563	-7,406	-0,151	-	-	-
18:15	SOMBRA	-	-	200,634	45,176	28,697	23,791	24,148	34,099	172,349	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	53,493	-7,774	-15,403	-18,107	-15,696	-9,661	87,523	-	-	-
18:30	SOMBRA	-	-	-	75,197	36,017	27,955	28,572	46,669	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-10,075	-17,599	-20,225	-17,844	-11,924	-	-	-	-
18:45	SOMBRA	-	-	-	234,304	50,029	34,496	35,679	79,311	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	43,322	-19,823	-22,372	-20,016	-14,205	-	-	-	-
19:00	SOMBRA	-	-	-	-	87,804	46,290	49,029	204,402	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-22,084	-24,558	-22,221	65,982	-	-	-	-
19:15	SOMBRA	-	-	-	-	-	74,014	83,394	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-26,787	-24,467	-	-	-	-	-
19:30	SOMBRA	-	-	-	-	-	217,849	344,165	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-29,071	-7,119	-	-	-	-	-
19:45	SOMBRA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ÁNGULO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

18.7. ANEXO 7: Orientación seguidor azimut eje horizontal.

SEGUIDOR 1 EJE HORIZONTAL AZIMUT (ORIENTACIÓN ANGULAR)

	HORA gtm	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
ORIENTACIÓN OESTE	5:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	6:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	6:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	6:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	6:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	7:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	7:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	7:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	7:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	8:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	8:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	8:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	8:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	9:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	9:22	45	45	45	45	45	42	42	45	45	45	45	45	
	9:37	45	45	45	45	45	42	39	39	42	45	45	45	45
	9:52	45	45	45	42	36	36	36	36	39	45	45	45	45
	10:07	45	45	42	36	33	33	33	36	39	45	45	45	45
	10:22	45	42	36	33	30	30	30	33	36	42	45	45	45
	10:37	45	39	33	30	27	24	27	30	33	39	42	45	45
	10:52	39	36	30	27	24	21	21	24	27	33	36	39	39
	11:07	30	30	24	21	18	18	18	21	24	27	30	33	33
	11:22	27	24	21	18	15	15	15	15	18	24	24	27	27
	11:37	18	15	15	12	12	9	12	12	15	18	18	21	21
11:52	12	9	9	6	6	6	6	6	9	12	12	12	12	
12:07	6	3	3	3	3	3	3	3	3	6	3	9	9	
12:22	0	3	3	3	0	0	0	0	3	3	0	3	0	
ORIENTACIÓN OESTE	12:37	9	9	9	6	6	6	6	6	6	6	9	9	
	12:52	18	15	15	12	9	9	9	12	12	12	15	18	
	13:07	24	21	18	15	12	12	15	15	18	18	24	24	
	13:22	30	27	21	21	18	18	18	18	21	27	30	30	
	13:37	33	30	27	24	21	21	21	24	27	30	33	36	
	13:52	39	36	33	27	24	24	24	27	30	33	39	42	
	14:07	45	42	36	30	27	27	27	33	36	39	45	45	
	14:22	45	45	42	36	33	30	33	36	39	42	45	45	
	14:37	45	45	45	39	36	36	36	39	42	45	45	45	
	14:52	45	45	45	42	39	36	39	42	45	45	45	45	
	15:07	45	45	45	45	42	42	42	45	45	45	45	45	
	15:22	45	45	45	45	45	42	45	45	45	45	45	45	
	15:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	15:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	16:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	16:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	

16:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
16:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
17:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
17:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
17:37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
17:52	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
18:07	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
18:22	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

18.8. ANEXO 8: Sombras seguidor azimut eje horizontal.

SEGUIDOR 1 EJE HORIZONTAL AZIMUT

sombras ESTE-OESTE

HORA gtm	sombras ESTE-OESTE												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
6:07	sombra	-	-	-	14,7	6,2	5,3	6,4	11,2	-	-	-	-
	sombra lat	-	-	-	15,6	7,1	6,1	7,2	12,1	-	-	-	-
6:22	sombra	-	-	-	8,9	4,8	4,3	5,0	7,5	17,5	-	-	-
	sombra lat	-	-	-	10,0	5,9	5,2	5,9	8,6	18,6	-	-	-
6:37	sombra	-	-	31,4	6,4	4,0	3,6	4,1	5,6	9,8	-	-	-
	sombra lat	-	-	30,4	7,5	5,0	4,6	5,1	6,7	11,0	-	-	-
6:52	sombra	-	-	14,8	4,9	3,3	3,1	3,4	4,5	6,8	16,6	-	-
	sombra lat	-	-	16,0	6,1	4,4	4,1	4,5	5,6	8,0	17,2	-	-
7:07	sombra	-	-	9,0	4,0	2,9	2,6	2,9	3,7	5,2	9,7	-	-
	sombra lat	-	-	10,1	5,2	4,0	3,8	4,0	4,8	6,3	10,4	-	-
7:22	sombra	-	29,7	6,4	3,4	2,5	2,3	2,5	3,1	4,2	6,9	20,3	-
	sombra lat	-	30,9	7,5	4,5	3,6	3,5	3,7	4,3	5,3	7,6	19,3	-
7:37	sombra	-	13,9	5,0	2,9	2,2	2,1	2,2	2,7	3,5	5,3	11,3	-
	sombra lat	-	14,2	6,0	4,0	3,3	3,2	3,4	3,9	4,6	6,1	11,0	-
7:52	sombra	23,8	8,8	4,1	2,5	1,9	1,8	2,0	2,4	3,0	4,3	7,9	19,5
	sombra lat	21,8	9,3	5,1	3,6	3,1	3,0	3,1	3,5	4,1	5,1	7,9	17,4
8:07	sombra	12,5	6,5	3,4	2,2	1,7	1,6	1,8	2,1	2,6	3,7	6,1	11,4
	sombra lat	11,7	7,0	4,4	3,3	2,9	2,8	2,9	3,2	3,7	4,4	6,2	10,4
8:22	sombra	8,5	5,1	2,9	2,0	1,6	1,5	1,6	1,9	2,3	3,2	5,0	8,1
	sombra lat	8,2	5,7	3,9	3,1	2,7	2,6	2,7	3,0	3,3	3,9	5,1	7,5
8:37	sombra	6,5	4,2	2,6	1,8	1,4	1,3	1,4	1,7	2,1	2,8	4,2	6,3
	sombra lat	6,3	4,8	3,5	2,9	2,6	2,5	2,6	2,8	3,1	3,5	4,4	5,9
8:52	sombra	5,3	3,6	2,3	1,6	1,3	1,2	1,3	1,5	1,8	2,5	3,6	5,2
	sombra lat	5,2	4,2	3,2	2,7	2,4	2,4	2,4	2,6	2,8	3,2	3,8	4,9
9:07	sombra	4,4	3,2	2,1	1,4	1,1	1,1	1,2	1,4	1,7	2,2	3,2	4,4
	sombra lat	4,4	3,7	3,0	2,5	2,3	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	3,4	4,2
9:22	sombra	3,9	2,8	1,9	1,3	1,0	0,9	1,0	1,2	1,5	2,1	2,9	3,9
	sombra lat	3,9	3,3	2,7	2,3	2,2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,7	3,1	3,7
9:37	sombra	3,4	2,5	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	1,1	1,4	1,9	2,7	3,5
	sombra lat	3,4	3,0	2,5	2,2	2,1	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,8	3,3
9:52	sombra	3,1	2,3	1,6	1,0	0,7	0,7	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	3,2
	sombra lat	3,1	2,8	2,4	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,9
10:07	sombra	2,8	2,1	1,4	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	1,1	1,6	2,3	2,9
	sombra lat	2,8	2,5	2,2	2,0	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,3	2,7
10:22	sombra	2,6	1,9	1,1	0,7	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	1,5	2,2	2,7
	sombra lat	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,4
10:37	sombra	2,4	1,6	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,8	1,3	1,9	2,6

	sombra lat	2,3	2,2	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2
10:52	sombra	2,1	1,4	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	1,1	1,6	2,2
	sombra lat	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0
11:07	sombra	1,6	1,2	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,9	1,3	1,8
	sombra lat	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9
11:22	sombra	1,4	0,9	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	1,1	1,5
	sombra lat	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
11:37	sombra	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	1,1
	sombra lat	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7
11:52	sombra	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6
	sombra lat	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7
12:07	sombra	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,5
	sombra lat	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
12:22	sombra	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
	sombra lat	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6
12:37	sombra	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
	sombra lat	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7
12:52	sombra	0,9	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,0
	sombra lat	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7
13:07	sombra	1,2	0,8	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,6	1,1	1,3
	sombra lat	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
13:22	sombra	1,5	1,0	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,9	1,4	1,7
	sombra lat	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	1,9
13:37	sombra	1,7	1,1	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	1,1	1,6	2,1
	sombra lat	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,1
13:52	sombra	2,0	1,4	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5
	sombra lat	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	2,1	2,3	2,3
14:07	sombra	2,4	1,6	1,0	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	1,0	1,5	2,4	2,8
	sombra lat	2,2	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,5
14:22	sombra	2,5	1,8	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,1	1,7	2,6	3,0
	sombra lat	2,4	2,2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1	2,4	2,7	2,7
14:37	sombra	2,7	2,0	1,4	0,9	0,7	0,6	0,6	0,9	1,3	2,0	2,9	3,3
	sombra lat	2,7	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	2,0	2,2	2,6	3,0	3,0
14:52	sombra	3,0	2,1	1,5	1,1	0,9	0,7	0,8	1,0	1,5	2,2	3,2	3,6
	sombra lat	2,9	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	2,1	2,4	2,8	3,3	3,4
15:07	sombra	3,3	2,3	1,6	1,3	1,0	0,9	0,9	1,2	1,6	2,4	3,6	4,1
	sombra lat	3,3	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,5	3,1	3,7	3,8
15:22	sombra	3,7	2,5	1,8	1,4	1,2	1,0	1,1	1,3	1,8	2,7	4,1	4,7
	sombra lat	3,7	3,0	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,4	2,7	3,4	4,2	4,4
15:37	sombra	4,2	2,8	2,0	1,5	1,3	1,2	1,2	1,4	1,9	3,0	4,8	5,5
	sombra lat	4,2	3,3	2,9	2,6	2,4	2,3	2,3	2,5	2,9	3,8	4,9	5,2
15:52	sombra	4,9	3,1	2,2	1,7	1,4	1,3	1,3	1,5	2,2	3,5	5,8	6,8
	sombra lat	4,8	3,7	3,1	2,8	2,6	2,4	2,4	2,7	3,2	4,2	5,9	6,4
16:07	sombra	5,9	3,6	2,5	1,9	1,6	1,4	1,4	1,7	2,5	4,1	7,4	9,0
	sombra lat	5,8	4,1	3,4	3,0	2,7	2,6	2,6	2,8	3,5	4,9	7,4	8,3
16:22	sombra	7,5	4,2	2,8	2,1	1,8	1,6	1,6	1,9	2,8	5,0	10,4	13,3
	sombra lat	7,2	4,8	3,8	3,3	2,9	2,7	2,8	3,1	3,9	5,8	10,2	12,0
16:37	sombra	10,4	5,1	3,2	2,4	2,0	1,8	1,8	2,2	3,2	6,4	17,5	26,0
	sombra lat	9,8	5,6	4,2	3,6	3,2	2,9	2,9	3,3	4,3	7,1	16,7	23,1
16:52	sombra	17,0	6,4	3,8	2,8	2,2	2,0	2,0	2,5	3,8	8,7	-	-
	sombra lat	15,8	6,9	4,8	3,9	3,4	3,1	3,2	3,6	4,9	9,5	-	-
17:07	sombra	-	8,7	4,6	3,2	2,6	2,2	2,3	2,8	4,7	13,9	-	-
	sombra lat	-	9,1	5,7	4,4	3,7	3,4	3,4	4,0	5,8	14,5	-	-
17:22	sombra	-	13,5	5,9	3,8	2,9	2,5	2,6	3,3	6,0	28,7	-	-
	sombra lat	-	13,8	6,9	5,0	4,1	3,7	3,7	4,4	7,1	16,1	-	-
17:37	sombra	-	28,5	7,9	4,7	3,4	2,9	3,0	3,9	8,2	93,4	-	-
	sombra lat	-	20,1	9,0	5,8	4,6	4,0	4,1	5,1	9,3	76,8	-	-
17:52	sombra	-	-	12,2	6,0	4,1	3,4	3,4	4,8	12,8	-	-	-
	sombra lat	-	-	13,3	7,1	5,2	4,4	4,5	5,9	14,0	-	-	-
18:07	sombra	-	-	25,1	8,2	5,1	4,0	4,1	6,1	25,3	-	-	-

SOMBRE SENTIDO ESTE

	sombra lat	-	-	23,0	9,3	6,1	5,0	5,1	7,2	19,4	-	-	-
18:22	sombra	-	-	-	12,8	6,5	4,9	5,1	8,5	-	-	-	-
	sombra lat	-	-	-	13,8	7,4	5,8	6,0	9,5	-	-	-	-
18:37	sombra	-	-	-	27,3	9,1	6,3	6,5	13,4	-	-	-	-
	sombra lat	-	-	-	27,3	9,8	7,0	7,3	14,2	-	-	-	-
18:52	sombra	-	-	-	-	14,7	8,5	8,9	27,6	-	-	-	-
	sombra lat	-	-	-	-	14,9	9,0	9,5	25,9	-	-	-	-

18.9. ANEXO 9: Coeficiente corrector pendiente.

coeficiente de pendiente												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00				0,351	0,623	0,664	0,614	0,441				
6:15	0,211	0,160	0,168	0,512	0,685	0,714	0,677	0,565	0,291	0,312	0,256	0,278
6:30	0,418	0,373	0,351	0,612	0,731	0,752	0,724	0,646	0,482	0,489	0,446	0,450
6:45	0,537	0,520	0,510	0,679	0,766	0,783	0,761	0,703	0,593	0,593	0,558	0,554
7:00	0,615	0,611	0,610	0,727	0,794	0,808	0,790	0,745	0,665	0,662	0,631	0,624
7:15	0,670	0,673	0,677	0,764	0,818	0,828	0,814	0,778	0,717	0,712	0,683	0,674
7:30	0,710	0,718	0,725	0,793	0,837	0,846	0,834	0,804	0,756	0,749	0,722	0,711
7:45	0,741	0,752	0,761	0,817	0,854	0,861	0,851	0,826	0,786	0,778	0,752	0,740
8:00	0,766	0,779	0,790	0,836	0,868	0,874	0,865	0,844	0,810	0,801	0,776	0,763
8:15	0,785	0,800	0,812	0,853	0,881	0,886	0,878	0,860	0,830	0,820	0,795	0,782
8:30	0,801	0,818	0,831	0,867	0,892	0,897	0,890	0,873	0,846	0,835	0,811	0,797
8:45	0,815	0,833	0,847	0,879	0,902	0,906	0,900	0,885	0,861	0,848	0,824	0,809
9:00	0,826	0,845	0,860	0,890	0,911	0,915	0,909	0,895	0,873	0,859	0,834	0,819
9:15	0,835	0,855	0,872	0,899	0,919	0,923	0,917	0,904	0,883	0,869	0,843	0,827
9:30	0,842	0,864	0,882	0,908	0,926	0,930	0,925	0,913	0,893	0,877	0,851	0,834
9:45	0,848	0,871	0,890	0,916	0,933	0,937	0,932	0,920	0,901	0,884	0,857	0,839
10:00	0,852	0,877	0,898	0,922	0,940	0,944	0,939	0,927	0,908	0,890	0,861	0,843
10:15	0,856	0,882	0,904	0,929	0,945	0,950	0,945	0,933	0,914	0,894	0,865	0,846
10:30	0,858	0,886	0,910	0,934	0,951	0,955	0,951	0,939	0,919	0,898	0,868	0,847
10:45	0,859	0,889	0,915	0,939	0,955	0,960	0,956	0,944	0,924	0,901	0,869	0,847
11:00	0,860	0,892	0,919	0,943	0,960	0,965	0,960	0,948	0,928	0,904	0,870	0,847
11:15	0,859	0,893	0,922	0,946	0,963	0,969	0,965	0,952	0,931	0,905	0,869	0,845
11:30	0,857	0,893	0,924	0,949	0,966	0,972	0,968	0,955	0,934	0,905	0,868	0,842
11:45	0,854	0,893	0,926	0,951	0,969	0,975	0,971	0,957	0,935	0,905	0,866	0,838
12:00	0,850	0,892	0,927	0,953	0,970	0,977	0,973	0,959	0,936	0,904	0,862	0,832
12:15	0,845	0,890	0,927	0,953	0,970	0,978	0,974	0,960	0,937	0,902	0,858	0,825
12:30	0,838	0,887	0,926	0,953	0,970	0,977	0,974	0,959	0,936	0,899	0,852	0,816
12:45	0,830	0,883	0,925	0,952	0,968	0,976	0,973	0,958	0,935	0,896	0,845	0,805
13:00	0,820	0,878	0,923	0,950	0,966	0,973	0,971	0,957	0,933	0,891	0,836	0,792
13:15	0,808	0,872	0,920	0,947	0,963	0,970	0,968	0,954	0,930	0,886	0,826	0,776
13:30	0,793	0,864	0,916	0,944	0,959	0,966	0,964	0,951	0,926	0,879	0,813	0,756
13:45	0,775	0,856	0,912	0,940	0,954	0,962	0,960	0,947	0,922	0,871	0,798	0,731
14:00	0,753	0,845	0,906	0,935	0,949	0,957	0,955	0,942	0,917	0,862	0,780	0,699
14:15	0,725	0,833	0,900	0,930	0,944	0,951	0,950	0,937	0,911	0,852	0,757	0,658
14:30	0,689	0,819	0,893	0,924	0,938	0,945	0,945	0,931	0,904	0,839	0,729	0,602
14:45	0,641	0,801	0,885	0,917	0,932	0,939	0,939	0,925	0,897	0,824	0,692	0,523
15:00	0,575	0,780	0,875	0,910	0,925	0,933	0,932	0,918	0,888	0,806	0,643	0,400
15:15	0,477	0,754	0,864	0,901	0,917	0,925	0,925	0,910	0,878	0,785	0,575	0,188
15:30	0,317	0,720	0,852	0,892	0,909	0,918	0,917	0,902	0,867	0,758	0,473	
15:45		0,676	0,837	0,882	0,899	0,909	0,909	0,892	0,854	0,723	0,305	
16:00		0,615	0,819	0,870	0,889	0,900	0,899	0,881	0,838	0,678		

16:15		0,526	0,798	0,856	0,878	0,890	0,889	0,869	0,820	0,615		
16:30		0,384	0,772	0,840	0,865	0,878	0,878	0,855	0,798	0,522		
16:45		0,166	0,738	0,821	0,850	0,865	0,865	0,839	0,771	0,372		
17:00			0,695	0,799	0,833	0,851	0,850	0,820	0,737	0,182		
17:15			0,636	0,771	0,813	0,834	0,833	0,796	0,692	0,027		
17:30			0,549	0,737	0,789	0,814	0,813	0,768	0,630			
17:45			0,412	0,691	0,759	0,791	0,789	0,733	0,540			
18:00			0,188	0,630	0,722	0,762	0,759	0,686	0,395			
18:15				0,540	0,673	0,726	0,722	0,623	0,214			
18:30				0,397	0,607	0,681	0,674	0,530				
18:45				0,165	0,510	0,619	0,609	0,383				
19:00					0,357	0,533	0,516	0,185				
19:15						0,401	0,370					
19:30						0,176	0,118					

18.10. ANEXO 10: Coordenadas XY seguidor eje vertical.

		coordenadas sombra eje vertical											
HORA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	X				-87,560	-32,597	-27,640	-33,044	-62,088				
	Y				-58,336	-15,977	-15,836	-19,604	-34,224				
6:15	X				-49,196	-26,637	-23,549	-26,917	-40,639	-116,272			
	Y				-13,667	-10,267	-11,171	-12,784	-14,471	-10,322			
6:30	X			-181,628	-35,217	-22,859	-20,757	-23,064	-31,106	-55,252			
	Y			-830,711	-5,855	-7,000	-8,230	-8,939	-7,726	0,400			
6:45	X			-89,522	-28,073	-20,238	-18,720	-20,402	-25,683	-37,707	-102,999		
	Y			-22,955	-2,539	-4,870	-6,195	-6,462	-4,393	1,256	7,813		
7:00	X			-49,759	-23,701	-18,296	-17,159	-18,440	-22,162	-29,317	-51,822		
	Y			2,979	-0,685	-3,348	-4,687	-4,716	-2,386	1,913	7,288		
7:15	X		-231,739	-35,165	-20,722	-16,788	-15,914	-16,923	-19,670	-24,349	-35,753	-123,777	
	Y		-444,126	3,430	0,313	-2,187	-3,508	-3,400	-1,015	2,460	7,098	15,304	
7:30	X		-77,721	-27,750	-18,540	-15,572	-14,890	-15,706	-17,795	-21,024	-27,789	-55,217	
	Y		10,133	3,826	0,902	-1,255	-2,550	-2,358	0,006	2,943	7,072	13,205	
7:45	X	-154,034	-44,904	-23,205	-16,853	-14,560	-14,025	-14,698	-16,317	-18,612	-22,963	-36,539	-104,648
	Y	17,553	9,283	4,194	1,433	-0,475	-1,742	-1,496	0,563	3,386	7,141	12,094	18,287
8:00	X	-59,735	-32,349	-20,093	-15,491	-13,696	-13,278	-13,840	-15,108	-16,754	-19,669	-27,683	-50,893
	Y	14,870	8,869	4,547	1,924	0,152	-1,042	-0,760	1,077	3,803	7,271	11,460	15,790
8:15	X	-38,122	-25,621	-17,793	-14,351	-12,938	-12,619	-13,094	-14,085	-15,253	-17,232	-22,418	-34,322
	Y	13,440	8,683	4,891	2,389	0,624	-0,418	-0,111	1,560	4,205	7,442	11,095	14,386
8:30	X	-28,378	-21,355	-15,991	-13,368	-12,260	-12,025	-12,430	-13,196	-13,992	-15,315	-18,853	-26,121
	Y	12,608	8,631	5,232	2,836	1,080	0,120	0,375	2,023	4,599	7,643	10,897	13,535
8:45	X	-22,721	-18,351	-14,514	-12,495	-11,639	-11,481	-11,827	-12,403	-12,895	-13,735	-16,223	-21,124
	Y	12,105	8,666	5,573	3,274	1,526	0,557	0,823	2,473	4,987	7,867	10,809	13,003
9:00	X	-18,952	-16,073	-13,254	-11,699	-11,059	-10,973	-11,269	-11,677	-11,912	-12,377	-14,153	-17,686
	Y	11,805	8,759	5,916	3,707	1,969	0,989	1,263	2,918	5,375	8,107	10,795	12,669
9:15	X	-16,195	-14,246	-12,143	-10,953	-10,504	-10,489	-10,741	-10,996	-11,005	-11,171	-12,439	-15,110
	Y	11,638	8,895	6,261	4,140	2,414	1,421	1,702	3,362	5,763	8,358	10,835	12,468
9:30	X	-14,038	-12,710	-11,131	-10,238	-9,963	-10,018	-10,232	-10,343	-10,147	-10,066	-10,961	-13,060
	Y	11,560	9,060	6,610	4,576	2,868	1,860	2,146	3,810	6,154	8,618	10,911	12,357
9:45	X	-12,262	-11,372	-10,186	-9,536	-9,420	-9,550	-9,729	-9,700	-9,315	-9,028	-9,644	-11,346

	Y	11,546	9,246	6,961	5,020	3,336	2,313	2,601	4,265	6,545	8,881	11,012	12,310
10:00	X	-10,736	-10,165	-9,281	-8,829	-8,862	-9,073	-9,220	-9,052	-8,490	-8,033	-8,436	-9,857
	Y	11,575	9,447	7,313	5,470	3,822	2,786	3,074	4,731	6,937	9,142	11,128	12,307
10:15	X	-9,381	-9,049	-8,394	-8,102	-8,273	-8,572	-8,691	-8,383	-7,657	-7,060	-7,303	-8,520
	Y	11,634	9,656	7,664	5,927	4,331	3,287	3,570	5,208	7,326	9,396	11,252	12,334
10:30	X	-8,142	-7,991	-7,511	-7,338	-7,634	-8,029	-8,123	-7,677	-6,803	-6,096	-6,221	-7,289
	Y	11,712	9,866	8,009	6,388	4,867	3,825	4,096	5,697	7,706	9,638	11,377	12,381
10:45	X	-6,984	-6,971	-6,616	-6,524	-6,920	-7,419	-7,497	-6,917	-5,916	-5,131	-5,172	-6,132
	Y	11,801	10,073	8,343	6,848	5,428	4,405	4,655	6,194	8,070	9,861	11,494	12,438
11:00	X	-5,881	-5,972	-5,700	-5,643	-6,104	-6,711	-6,783	-6,083	-4,988	-4,159	-4,144	-5,026
	Y	11,893	10,270	8,659	7,294	6,008	5,031	5,249	6,690	8,408	10,058	11,601	12,497
11:15	X	-4,815	-4,982	-4,756	-4,684	-5,156	-5,859	-5,946	-5,160	-4,015	-3,175	-3,128	-3,954
	Y	11,981	10,450	8,947	7,712	6,588	5,697	5,871	7,170	8,708	10,222	11,690	12,554
11:30	X	-3,773	-3,995	-3,779	-3,642	-4,047	-4,812	-4,947	-4,134	-2,996	-2,179	-2,120	-2,905
	Y	12,060	10,609	9,198	8,081	7,134	6,376	6,496	7,612	8,957	10,347	11,758	12,603
11:45	X	-2,747	-3,005	-2,771	-2,520	-2,766	-3,523	-3,751	-3,001	-1,937	-1,174	-1,115	-1,871
	Y	12,125	10,740	9,402	8,375	7,591	7,007	7,080	7,984	9,141	10,428	11,802	12,639
12:00	X	-1,731	-2,010	-1,735	-1,333	-1,335	-1,983	-2,348	-1,773	-0,848	-0,163	-0,112	-0,845
	Y	12,172	10,837	9,547	8,569	7,893	7,487	7,547	8,252	9,248	10,461	11,819	12,661
12:15	X	-0,719	-1,011	-0,682	-0,108	0,182	-0,263	-0,779	-0,479	0,255	0,849	0,891	0,177
	Y	12,198	10,897	9,627	8,643	7,982	7,700	7,809	8,385	9,271	10,445	11,809	12,667
12:30	X	0,291	-0,010	0,380	1,120	1,686	1,485	0,851	0,833	1,354	1,857	1,895	1,200
	Y	12,202	10,917	9,637	8,590	7,839	7,583	7,803	8,364	9,209	10,380	11,772	12,655
12:45	X	1,302	0,991	1,437	2,314	3,087	3,091	2,412	2,115	2,432	2,856	2,903	2,228
	Y	12,184	10,897	9,576	8,416	7,493	7,170	7,531	8,192	9,066	10,270	11,710	12,629
13:00	X	2,316	1,990	2,477	3,447	4,329	4,457	3,804	3,322	3,476	3,844	3,916	3,267
	Y	12,145	10,837	9,448	8,138	7,007	6,571	7,059	7,892	8,851	10,118	11,626	12,588
13:15	X	3,338	2,985	3,492	4,501	5,398	5,573	4,990	4,429	4,477	4,821	4,941	4,323
	Y	12,087	10,739	9,259	7,781	6,447	5,898	6,474	7,497	8,577	9,932	11,525	12,536
13:30	X	4,372	3,975	4,476	5,472	6,313	6,477	5,980	5,428	5,431	5,789	5,984	5,405
	Y	12,013	10,608	9,020	7,371	5,863	5,223	5,849	7,041	8,257	9,718	11,410	12,478
13:45	X	5,427	4,962	5,428	6,365	7,102	7,223	6,810	6,327	6,341	6,754	7,058	6,527
	Y	11,926	10,448	8,741	6,928	5,285	4,583	5,231	6,554	7,905	9,483	11,288	12,419
14:00	X	6,512	5,951	6,350	7,189	7,795	7,858	7,520	7,140	7,214	7,724	8,178	7,706
	Y	11,834	10,266	8,432	6,470	4,729	3,989	4,639	6,057	7,533	9,233	11,166	12,365
14:15	X	7,645	6,950	7,248	7,959	8,420	8,418	8,145	7,884	8,059	8,713	9,368	8,969
	Y	11,742	10,068	8,101	6,008	4,198	3,439	4,082	5,562	7,148	8,975	11,049	12,324
14:30	X	8,845	7,968	8,132	8,691	8,999	8,929	8,710	8,579	8,888	9,737	10,659	10,353
	Y	11,656	9,860	7,758	5,549	3,693	2,928	3,558	5,076	6,758	8,715	10,946	12,307
14:45	X	10,145	9,023	9,013	9,399	9,551	9,411	9,239	9,241	9,717	10,821	12,098	11,912
	Y	11,586	9,647	7,407	5,096	3,211	2,447	3,064	4,603	6,367	8,456	10,867	12,324
15:00	X	11,589	10,135	9,908	10,099	10,091	9,880	9,748	9,888	10,562	11,996	13,755	13,726
	Y	11,540	9,435	7,053	4,651	2,747	1,989	2,593	4,141	5,978	8,204	10,821	12,391
15:15	X	13,244	11,336	10,836	10,808	10,634	10,349	10,252	10,534	11,444	13,305	15,739	15,933
	Y	11,532	9,232	6,700	4,212	2,294	1,547	2,139	3,690	5,590	7,963	10,825	12,530
15:30	X	15,216	12,667	11,820	11,543	11,192	10,828	10,763	11,195	12,388	14,815	18,231	18,759
	Y	11,577	9,041	6,348	3,777	1,849	1,113	1,696	3,245	5,204	7,738	10,899	12,772
15:45	X	17,677	14,190	12,892	12,325	11,779	11,328	11,292	11,890	13,426	16,623	21,558	22,636
	Y	11,699	8,872	5,999	3,342	1,405	0,682	1,257	2,803	4,819	7,533	11,075	13,167
16:00	X	20,938	16,000	14,094	13,177	12,410	11,860	11,853	12,636	14,603	18,889	26,374	28,475
	Y	11,932	8,731	5,653	2,904	0,957	0,247	0,818	2,359	4,431	7,358	11,404	13,794
16:15	X	25,616	18,249	15,487	14,130	13,103	12,437	12,460	13,458	15,979	21,898	34,229	38,638
	Y	12,330	8,631	5,309	2,457	0,497	-0,249	0,370	1,907	4,037	7,221	11,979	14,803
16:30	X	33,139	21,207	17,162	15,227	13,880	13,075	13,128	14,386	17,651	26,196	49,834	61,698
	Y	12,991	8,587	4,964	1,994	0,019	-0,855	-0,118	1,440	3,632	7,140	12,977	16,502
16:45	X	47,771	25,385	19,264	16,528	14,771	13,793	13,880	15,464	19,769	33,024	98,024	171,336

	Y	14,107	8,627	4,616	1,507	-0,675	-1,530	-0,768	0,951	3,208	7,145	14,821	19,649
17:00	X	90,379	31,929	22,048	18,126	15,820	14,619	14,746	16,751	22,604	45,901		
	Y	16,104	8,794	4,261	0,982	-1,488	-2,303	-1,508	0,428	2,752	7,295		
17:15	X		43,995	25,993	20,169	17,089	15,589	15,765	18,343	26,668	80,226		
	Y		9,179	3,891	0,404	-2,467	-3,211	-2,374	-0,227	2,248	7,723		
17:30	X		74,684	32,154	22,920	18,673	16,760	16,998	20,393	33,107	-46,286		
	Y		9,976	3,495	-0,467	-3,699	-4,316	-3,426	-1,331	1,662	37,104		
17:45	X		51,386	43,370	26,875	20,734	18,214	18,536	23,167	45,081	-1614,898		
	Y		37,688	3,051	-2,157	-5,336	-5,712	-4,754	-2,847	0,931	-5445,040		
18:00	X			70,777	33,150	23,549	20,087	20,530	27,187	75,741			
	Y			2,512	-5,049	-7,667	-7,564	-6,524	-5,150	-0,507			
18:15	X			119,361	44,761	27,667	22,612	23,247	33,615	7,449			
	Y			30,374	-11,318	-11,325	-10,178	-9,045	-9,190	36,789			
18:30	X				74,037	34,332	26,231	27,198	45,662				
	Y				-33,149	-17,953	-14,199	-12,983	-18,180				
18:45	X				170,457	47,065	31,900	33,524	76,886				
	Y				26,535	-33,255	-21,201	-20,040	-50,823				
19:00	X					81,362	42,103	45,388	83,195				
	Y					-92,438	-36,110	-35,932	34,619				
19:15	X						66,072	75,905					
	Y						-83,175	-93,328					
19:30	X						190,404	341,512					
	Y						-602,541	-362,623					

18.11. ANEXO 11: Coordenadas XY seguidor 2 ejes pequeño.

		coordenadas sombra 2 ejes pequeño											
HORA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	X				-98,039	-32,109	-26,370	-32,760	-67,371				
	Y				-65,318	-15,737	-15,108	-19,435	-37,136				
6:15	X				-51,735	-24,965	-21,461	-25,396	-41,546	-132,458			
	Y				-14,373	-9,623	-10,181	-12,061	-14,794	-11,759			
6:30	X			-212,941	-34,961	-20,471	-18,137	-20,793	-30,119	-58,938			
	Y			-973,924	-5,812	-6,269	-7,192	-8,059	-7,481	0,427			
6:45	X			-100,233	-26,451	-17,387	-15,741	-17,643	-23,668	-37,908	-116,669		
	Y			-25,702	-2,392	-4,184	-5,209	-5,589	-4,049	1,263	8,850		
7:00	X			-52,388	-21,301	-15,137	-13,931	-15,352	-19,529	-27,942	-55,105		
	Y			3,136	-0,616	-2,770	-3,805	-3,926	-2,103	1,823	7,750		
7:15	X		-272,127	-34,951	-17,846	-13,424	-12,517	-13,614	-16,643	-22,120	-35,932	-142,284	
	Y		-521,530	3,409	0,269	-1,749	-2,759	-2,735	-0,859	2,235	7,133	17,592	
7:30	X		-86,409	-26,193	-15,365	-12,077	-11,383	-12,249	-14,516	-18,293	-26,553	-59,785	
	Y		11,266	3,612	0,747	-0,974	-1,949	-1,839	0,005	2,561	6,758	14,298	
7:45	X	-178,954	-47,032	-20,910	-13,495	-10,990	-10,454	-11,149	-12,881	-15,582	-20,974	-37,510	110,520
	Y	20,393	9,723	3,780	1,147	-0,358	-1,298	-1,135	0,445	2,834	6,523	12,415	20,905
8:00	X	-65,393	-32,124	-17,370	-12,031	-10,093	-9,679	-10,245	-11,584	-13,552	-17,256	-27,100	-55,022
	Y	16,279	8,807	3,930	1,494	0,112	-0,759	-0,562	0,826	3,077	6,379	11,218	17,071
8:15	X	-39,582	-24,260	-14,822	-10,849	-9,338	-9,022	-9,487	-10,526	-11,967	-14,587	-21,036	-35,308
	Y	13,955	8,222	4,074	1,806	0,451	-0,299	-0,081	1,166	3,299	6,300	10,411	14,800
8:30	X	-28,108	-19,381	-12,890	-9,869	-8,692	-8,458	-8,841	-9,643	-10,687	-12,559	-17,037	-25,709
	Y	12,488	7,833	4,217	2,094	0,766	0,085	0,267	1,478	3,512	6,268	9,847	13,322

8:45	X	-21,579	-16,037	-11,364	-9,039	-8,130	-7,967	-8,283	-8,890	-9,620	-10,952	-14,179	-19,989
	Y	11,496	7,573	4,363	2,368	1,066	0,387	0,576	1,773	3,721	6,272	9,446	12,304
9:00	X	-17,340	-13,582	-10,115	-8,317	-7,632	-7,532	-7,793	-8,235	-8,708	-9,629	-12,009	-16,161
	Y	10,801	7,402	4,515	2,635	1,359	0,679	0,873	2,058	3,929	6,307	9,160	11,578
9:15	X	-14,335	-11,687	-9,063	-7,675	-7,182	-7,142	-7,355	-7,651	-7,906	-8,506	-10,284	-13,388
	Y	10,301	7,297	4,673	2,901	1,651	0,968	1,165	2,339	4,141	6,364	8,958	11,047
9:30	X	-12,067	-10,158	-8,150	-7,090	-6,766	-6,785	-6,956	-7,119	-7,184	-7,524	-8,859	-11,261
	Y	9,938	7,241	4,839	3,169	1,948	1,260	1,459	2,622	4,357	6,441	8,818	10,655
9:45	X	-10,273	-8,883	-7,337	-6,542	-6,371	-6,450	-6,583	-6,622	-6,515	-6,642	-7,641	-9,552
	Y	9,673	7,223	5,014	3,444	2,256	1,562	1,760	2,912	4,578	6,533	8,725	10,364
10:00	X	-8,795	-7,785	-6,593	-6,015	-5,982	-6,125	-6,225	-6,144	-5,880	-5,831	-6,572	-8,128
	Y	9,482	7,234	5,195	3,727	2,580	1,881	2,075	3,211	4,805	6,636	8,669	10,149
10:15	X	-7,536	-6,812	-5,896	-5,494	-5,587	-5,798	-5,868	-5,669	-5,263	-5,067	-5,607	-6,901
	Y	9,346	7,269	5,383	4,019	2,925	2,224	2,410	3,522	5,035	6,744	8,639	9,991
10:30	X	-6,432	-5,929	-5,227	-4,961	-5,167	-5,453	-5,498	-5,183	-4,649	-4,335	-4,719	-5,815
	Y	9,252	7,320	5,573	4,319	3,294	2,598	2,772	3,847	5,265	6,855	8,629	9,877
10:45	X	-5,439	-5,109	-4,570	-4,404	-4,702	-5,070	-5,095	-4,670	-4,025	-3,622	-3,884	-4,830
	Y	9,191	7,382	5,763	4,623	3,688	3,010	3,164	4,182	5,490	6,961	8,632	9,796
11:00	X	-4,526	-4,333	-3,915	-3,809	-4,169	-4,620	-4,636	-4,112	-3,384	-2,919	-3,087	-3,917
	Y	9,153	7,451	5,947	4,924	4,103	3,464	3,588	4,522	5,703	7,059	8,643	9,741
11:15	X	-3,670	-3,585	-3,252	-3,164	-3,541	-4,068	-4,092	-3,495	-2,718	-2,219	-2,317	-3,056
	Y	9,132	7,519	6,119	5,210	4,525	3,956	4,040	4,857	5,895	7,143	8,657	9,704
11:30	X	-2,854	-2,856	-2,576	-2,463	-2,795	-3,370	-3,429	-2,807	-2,026	-1,518	-1,563	-2,231
	Y	9,122	7,584	6,271	5,465	4,927	4,465	4,503	5,169	6,056	7,209	8,670	9,681
11:45	X	-2,066	-2,137	-1,885	-1,706	-1,920	-2,486	-2,617	-2,043	-1,309	-0,817	-0,820	-1,431
	Y	9,118	7,640	6,396	5,671	5,268	4,945	4,941	5,436	6,177	7,251	8,679	9,667
12:00	X	-1,297	-1,425	-1,179	-0,903	-0,929	-1,408	-1,647	-1,209	-0,573	-0,113	-0,082	-0,645
	Y	9,118	7,683	6,486	5,808	5,495	5,313	5,294	5,629	6,247	7,269	8,683	9,660
12:15	X	-0,537	-0,715	-0,463	-0,073	0,127	-0,187	-0,548	-0,327	0,172	0,590	0,655	0,135
	Y	9,119	7,710	6,536	5,860	5,562	5,478	5,493	5,725	6,263	7,261	8,681	9,658
12:30	X	0,218	-0,007	0,258	0,759	1,173	1,055	0,598	0,569	0,915	1,293	1,397	0,916
	Y	9,118	7,719	6,543	5,823	5,454	5,387	5,489	5,710	6,222	7,227	8,674	9,662
12:45	X	0,974	0,701	0,976	1,567	2,141	2,186	1,691	1,442	1,644	1,994	2,147	1,707
	Y	9,117	7,709	6,504	5,700	5,195	5,070	5,282	5,585	6,128	7,169	8,663	9,671
13:00	X	1,739	1,411	1,684	2,332	2,986	3,129	2,654	2,260	2,351	2,694	2,914	2,514
	Y	9,116	7,682	6,424	5,505	4,834	4,613	4,924	5,369	5,988	7,091	8,650	9,688
13:15	X	2,518	2,123	2,379	3,041	3,703	3,879	3,457	3,005	3,033	3,397	3,704	3,350
	Y	9,117	7,638	6,308	5,258	4,422	4,105	4,486	5,087	5,811	6,998	8,640	9,716
13:30	X	3,320	2,841	3,058	3,694	4,306	4,470	4,114	3,675	3,689	4,108	4,529	4,227
	Y	9,123	7,581	6,162	4,976	3,999	3,605	4,024	4,766	5,608	6,895	8,636	9,759
13:45	X	4,157	3,569	3,722	4,297	4,820	4,946	4,654	4,275	4,323	4,834	5,405	5,162
	Y	9,137	7,515	5,994	4,677	3,588	3,138	3,574	4,428	5,389	6,787	8,644	9,823
14:00	X	5,044	4,316	4,377	4,859	5,272	5,346	5,110	4,819	4,943	5,587	6,351	6,179
	Y	9,166	7,445	5,813	4,373	3,198	2,714	3,152	4,088	5,161	6,679	8,671	9,914
14:15	X	5,999	5,090	5,031	5,393	5,685	5,700	5,511	5,325	5,559	6,384	7,396	7,309
	Y	9,215	7,375	5,623	4,071	2,834	2,329	2,762	3,756	4,931	6,576	8,723	10,042
14:30	X	7,051	5,908	5,693	5,914	6,076	6,030	5,881	5,807	6,185	7,243	8,578	8,597
	Y	9,292	7,310	5,431	3,776	2,494	1,977	2,403	3,436	4,703	6,483	8,809	10,219
14:45	X	8,236	6,787	6,378	6,438	6,464	6,354	6,238	6,282	6,836	8,194	9,954	10,109
	Y	9,406	7,256	5,241	3,491	2,173	1,652	2,069	3,129	4,479	6,403	8,941	10,459
15:00	X	9,610	7,754	7,103	6,978	6,863	6,684	6,597	6,766	7,531	9,273	11,607	11,943
	Y	9,570	7,219	5,056	3,214	1,868	1,346	1,755	2,834	4,262	6,341	9,131	10,781
15:15	X	11,252	8,845	7,889	7,552	7,284	7,034	6,971	7,273	8,292	10,532	13,669	14,264
	Y	9,798	7,203	4,878	2,943	1,572	1,051	1,454	2,547	4,050	6,303	9,402	11,218
15:30	X	13,291	10,111	8,764	8,179	7,743	7,413	7,372	7,820	9,147	12,048	16,358	17,345
	Y	10,113	7,217	4,707	2,676	1,279	0,762	1,161	2,266	3,842	6,293	9,780	11,809
15:45	X	15,933	11,625	9,763	8,880	8,254	7,833	7,813	8,425	10,134	13,940	20,068	21,706

	Y	10,545	7,268	4,544	2,408	0,985	0,472	0,870	1,986	3,637	6,318	10,310	12,626
16:00	X	19,554	13,499	10,937	9,682	8,832	8,306	8,307	9,109	11,304	16,400	25,586	28,447
	Y	11,143	7,366	4,387	2,134	0,681	0,173	0,573	1,700	3,430	6,388	11,064	13,780
16:15	X	24,896	15,918	12,358	10,622	9,499	8,847	8,870	9,900	12,730	19,769	34,785	40,418
	Y	11,984	7,528	4,236	1,847	0,360	-0,177	0,264	1,403	3,216	6,519	12,174	15,484
16:30	X	33,684	19,206	14,133	11,751	10,281	9,473	9,521	10,835	14,527	24,707	53,350	67,966
	Y	13,205	7,777	4,088	1,539	0,014	-0,619	-0,086	1,085	2,989	6,734	13,893	18,178
16:45	X	51,065	23,980	16,438	13,140	11,214	10,210	10,286	11,963	16,878	32,710	111,258	200,033
	Y	15,080	8,149	3,939	1,198	-0,512	-1,133	-0,569	0,736	2,739	7,077	16,822	22,940
17:00	X	102,224	31,621	19,578	14,900	12,350	11,088	11,200	13,357	20,106	48,026		
	Y	18,214	8,709	3,784	0,808	-1,161	-1,746	-1,145	0,341	2,448	7,633		
17:15	X		45,939	24,134	17,211	13,765	12,155	12,313	15,133	24,829	89,243		
	Y		9,584	3,613	0,345	-1,987	-2,504	-1,854	-0,187	2,093	8,591		
17:30	X		82,747	31,376	20,389	15,573	13,475	13,696	17,474	32,433	-54,116		
	Y		11,053	3,411	-0,415	-3,085	-3,470	-2,760	-1,140	1,628	43,380		
17:45	X		60,273	44,732	25,035	17,970	15,151	15,462	20,702	46,729			
	Y		44,205	3,147	-2,010	-4,624	-4,751	-3,966	-2,545	0,965			
18:00	X			77,645	32,494	21,292	17,347	17,791	25,448	83,596			
	Y			2,756	-4,949	-6,932	-6,532	-5,653	-4,820	-0,559			
18:15	X			139,354	46,408	26,200	20,344	21,008	33,115	8,649			
	Y			35,461	-11,735	-10,724	-9,157	-8,174	-9,053	42,715			
18:30	X				81,661	34,200	24,677	25,728	47,580				
	Y				-36,562	-17,884	-13,358	-12,282	-18,944				
18:45	X				199,972	49,541	31,501	33,333	85,208				
	Y				31,130	-35,005	-20,936	-19,926	-56,324				
19:00	X					90,930	43,816	47,639	97,191				
	Y					-103,310	-37,580	-37,714	40,442				
19:15	X						72,768	84,481					
	Y						-91,604	-103,872					
19:30	X						222,888	404,328					
	Y						-705,339	-429,323					

18.12. ANEXO 12: Coordenadas XY seguidor 2 ejes pequeño.

		coordenadas sombra 2 ejes grande											
HORA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
6:00	X				-139,796	-45,785	-37,601	-46,714	-96,066				
	Y				-93,138	-22,440	-21,543	-27,713	-52,953				
6:15	X				-73,771	-35,598	-30,602	-36,213	-59,241	-188,876			
	Y				-20,494	-13,721	-14,517	-17,199	-21,095	-16,767			
6:30	X			-303,637	-49,852	-29,189	-25,863	-29,649	-42,948	-84,041			
	Y			-1388,743	-8,287	-8,939	-10,255	-11,491	-10,668	0,609			
6:45	X			-142,925	-37,717	-24,792	-22,445	-25,158	-33,750	-54,054	-166,361		
	Y			-36,649	-3,411	-5,966	-7,428	-7,969	-5,773	1,801	12,619		
7:00	X			-74,702	-30,374	-21,584	-19,864	-21,891	-27,846	-39,844	-78,576		
	Y			4,472	-0,878	-3,949	-5,426	-5,599	-2,998	2,599	11,051		
7:15	X		-388,03	-49,838	-25,447	-19,142	-17,848	-19,412	-23,732	-31,541	-51,237	-202,88	
	Y		-743,66	4,861	0,384	-2,493	-3,935	-3,900	-1,22	3,187	10,17	25,08	
7:30	X		-123,21	-37,349	-21,910	-17,222	-16,232	-17,466	-20,699	-26,085	-37,863	-85,249	
	Y		16,064	5,150	1,066	-1,388	-2,779	-2,622	0,006	3,652	9,636	20,388	
7:45	X	-255,17	-67,064	-29,816	-19,243	-15,671	-14,907	-15,898	-18,368	-22,218	-29,908	-53,486	-170,58

	Y	29,079	13,864	5,389	1,636	-0,511	-1,851	-1,618	0,634	4,042	9,301	17,703	29,809
8:00	X	-93,246	-45,806	-24,768	-17,155	-14,391	-13,801	-14,608	-16,519	-19,324	-24,606	-38,643	-78,457
	Y	23,212	12,558	5,605	2,130	0,160	-1,083	-0,802	1,177	4,387	9,096	15,997	24,341
8:15	X	-56,441	-34,593	-21,135	-15,469	-13,315	-12,865	-13,527	-15,010	-17,064	-20,800	-29,995	-50,347
	Y	19,899	11,724	5,810	2,575	0,642	-0,426	-0,115	1,663	4,705	8,983	14,846	21,103
8:30	X	-40,080	-27,636	-18,380	-14,073	-12,394	-12,061	-12,607	-13,750	-15,238	-17,908	-24,293	-36,659
	Y	17,807	11,170	6,014	2,986	1,092	0,121	0,381	2,108	5,008	8,937	14,041	18,996
8:45	X	-30,770	-22,868	-16,204	-12,888	-11,593	-11,360	-11,811	-12,677	-13,718	-15,616	-20,218	-28,503
	Y	16,393	10,799	6,222	3,377	1,520	0,552	0,822	2,528	5,305	8,944	13,470	17,545
9:00	X	-24,725	-19,367	-14,424	-11,859	-10,883	-10,741	-11,112	-11,742	-12,417	-13,730	-17,125	-23,045
	Y	15,402	10,555	6,438	3,757	1,937	0,968	1,245	2,934	5,603	8,993	13,062	16,509
9:15	X	-20,440	-16,665	-12,924	-10,943	-10,241	-10,184	-10,487	-10,910	-11,274	-12,129	-14,664	-19,090
	Y	14,689	10,405	6,664	4,136	2,354	1,380	1,661	3,335	5,904	9,075	12,773	15,752
9:30	X	-17,207	-14,485	-11,622	-10,109	-9,648	-9,675	-9,918	-10,152	-10,243	-10,729	-12,632	-16,057
	Y	14,171	10,325	6,901	4,519	2,777	1,796	2,080	3,739	6,212	9,185	12,573	15,193
9:45	X	-14,649	-12,667	-10,462	-9,329	-9,084	-9,197	-9,387	-9,443	-9,290	-9,471	-10,896	-13,621
	Y	13,793	10,299	7,149	4,911	3,217	2,227	2,509	4,152	6,528	9,316	12,442	14,778
10:00	X	-12,540	-11,100	-9,402	-8,578	-8,531	-8,734	-8,876	-8,761	-8,385	-8,314	-9,371	-11,590
	Y	13,520	10,316	7,408	5,314	3,679	2,682	2,959	4,579	6,852	9,462	12,361	14,471
10:15	X	-10,746	-9,714	-8,407	-7,833	-7,966	-8,268	-8,368	-8,084	-7,505	-7,226	-7,996	-9,840
	Y	13,327	10,365	7,675	5,731	4,171	3,171	3,437	5,023	7,180	9,617	12,319	14,246
10:30	X	-9,172	-8,454	-7,453	-7,074	-7,367	-7,776	-7,840	-7,391	-6,629	-6,182	-6,729	-8,291
	Y	13,193	10,438	7,947	6,159	4,697	3,704	3,953	5,485	7,508	9,774	12,305	14,084
10:45	X	-7,756	-7,285	-6,516	-6,280	-6,704	-7,229	-7,266	-6,658	-5,739	-5,165	-5,539	-6,887
	Y	13,106	10,526	8,217	6,592	5,259	4,292	4,511	5,963	7,829	9,926	12,309	13,969
11:00	X	-6,454	-6,178	-5,582	-5,431	-5,944	-6,588	-6,611	-5,864	-4,825	-4,162	-4,402	-5,585
	Y	13,051	10,624	8,480	7,021	5,850	4,939	5,116	6,448	8,133	10,066	12,325	13,890
11:15	X	-5,233	-5,112	-4,637	-4,512	-5,049	-5,800	-5,835	-4,984	-3,876	-3,163	-3,303	-4,358
	Y	13,021	10,722	8,725	7,429	6,452	5,641	5,761	6,926	8,406	10,185	12,344	13,837
11:30	X	-4,070	-4,072	-3,674	-3,512	-3,986	-4,805	-4,890	-4,003	-2,888	-2,165	-2,229	-3,182
	Y	13,007	10,815	8,942	7,793	7,026	6,367	6,421	7,371	8,636	10,279	12,363	13,804
11:45	X	-2,946	-3,048	-2,688	-2,433	-2,737	-3,545	-3,732	-2,913	-1,866	-1,164	-1,169	-2,040
	Y	13,002	10,894	9,120	8,086	7,512	7,051	7,045	7,751	8,807	10,340	12,376	13,784
12:00	X	-1,849	-2,032	-1,681	-1,288	-1,325	-2,007	-2,348	-1,724	-0,817	-0,162	-0,118	-0,919
	Y	13,002	10,956	9,249	8,281	7,835	7,576	7,549	8,026	8,908	10,366	12,382	13,774
12:15	X	-0,766	-1,020	-0,660	-0,104	0,181	-0,267	-0,782	-0,467	0,245	0,841	0,934	0,193
	Y	13,002	10,994	9,321	8,356	7,931	7,812	7,833	8,163	8,930	10,353	12,379	13,772
12:30	X	0,310	-0,010	0,368	1,082	1,673	1,504	0,853	0,811	1,304	1,843	1,992	1,307
	Y	13,002	11,007	9,329	8,303	7,777	7,682	7,827	8,142	8,872	10,305	12,369	13,777
12:45	X	1,389	1,000	1,392	2,235	3,052	3,116	2,412	2,056	2,344	2,843	3,062	2,433
	Y	13,000	10,993	9,274	8,128	7,407	7,229	7,531	7,964	8,738	10,222	12,352	13,791
13:00	X	2,479	2,012	2,402	3,325	4,258	4,462	3,784	3,223	3,353	3,842	4,155	3,585
	Y	12,999	10,954	9,160	7,850	6,893	6,578	7,022	7,656	8,538	10,112	12,334	13,815
13:15	X	3,590	3,027	3,392	4,337	5,280	5,532	4,930	4,286	4,325	4,844	5,282	4,777
	Y	13,000	10,891	8,995	7,497	6,306	5,854	6,397	7,254	8,286	9,979	12,320	13,854
13:30	X	4,735	4,051	4,360	5,268	6,140	6,374	5,866	5,240	5,260	5,857	6,458	6,027
	Y	13,008	10,810	8,787	7,095	5,702	5,140	5,738	6,796	7,997	9,832	12,315	13,915
13:45	X	5,928	5,089	5,308	6,127	6,874	7,053	6,636	6,095	6,164	6,893	7,707	7,361
	Y	13,028	10,716	8,548	6,669	5,116	4,475	5,097	6,314	7,684	9,678	12,326	14,006
14:00	X	7,192	6,154	6,242	6,928	7,518	7,623	7,286	6,872	7,048	7,967	9,056	8,810
	Y	13,070	10,616	8,288	6,235	4,561	3,870	4,495	5,830	7,359	9,524	12,364	14,137
14:15	X	8,555	7,258	7,173	7,690	8,106	8,127	7,859	7,593	7,927	9,103	10,546	10,422
	Y	13,140	10,516	8,018	5,805	4,042	3,321	3,939	5,356	7,031	9,377	12,438	14,319
14:30	X	10,054	8,424	8,118	8,433	8,665	8,598	8,386	8,281	8,819	10,329	12,232	12,259
	Y	13,250	10,424	7,744	5,385	3,556	2,819	3,426	4,899	6,706	9,244	12,561	14,572
14:45	X	11,744	9,678	9,094	9,180	9,218	9,060	8,895	8,958	9,748	11,684	14,194	14,414

	Y	13,413	10,347	7,474	4,978	3,099	2,356	2,950	4,462	6,387	9,130	12,749	14,913
15:00	X	13,704	11,057	10,128	9,950	9,786	9,531	9,407	9,647	10,739	13,222	16,551	17,030
	Y	13,646	10,293	7,210	4,582	2,663	1,919	2,502	4,041	6,077	9,042	13,021	15,373
15:15	X	16,045	12,613	11,249	10,768	10,387	10,030	9,940	10,371	11,823	15,017	19,492	20,340
	Y	13,971	10,272	6,955	4,196	2,241	1,499	2,074	3,632	5,775	8,987	13,406	15,996
15:30	X	18,952	14,417	12,496	11,662	11,042	10,571	10,512	11,150	13,043	17,180	23,325	24,732
	Y	14,420	10,291	6,712	3,815	1,824	1,087	1,656	3,232	5,479	8,973	13,945	16,839
15:45	X	22,720	16,576	13,922	12,662	11,769	11,170	11,141	12,013	14,450	19,877	28,615	30,950
	Y	15,036	10,363	6,479	3,433	1,404	0,672	1,240	2,832	5,186	9,009	14,701	18,004
16:00	X	27,882	19,248	15,596	13,806	12,593	11,844	11,845	12,989	16,118	23,385	36,484	40,563
	Y	15,889	10,504	6,255	3,043	0,971	0,247	0,817	2,425	4,891	9,109	15,776	19,649
16:15	X	35,500	22,698	17,621	15,147	13,544	12,615	12,647	14,117	18,152	28,189	49,601	57,633
	Y	17,088	10,735	6,040	2,634	0,514	-0,253	0,376	2,000	4,586	9,296	17,359	22,080
16:30	X	48,031	27,387	20,152	16,756	14,659	13,508	13,576	15,449	20,715	35,231	76,073	96,915
	Y	18,830	11,090	5,829	2,194	0,020	-0,883	-0,122	1,547	4,262	9,602	19,810	25,921
16:45	X	72,814	34,194	23,440	18,737	15,991	14,558	14,667	17,058	24,066	46,643	158,646	285,233
	Y	21,503	11,620	5,616	1,708	-0,730	-1,615	-0,812	1,049	3,905	10,091	23,986	32,710
17:00	X	145,765	45,089	27,917	21,246	17,610	15,811	15,971	19,046	28,669	68,482		
	Y	25,972	12,419	5,395	1,152	-1,656	-2,490	-1,633	0,487	3,491	10,885		
17:15	X		65,506	34,414	24,542	19,627	17,332	17,557	21,579	35,405	127,254		
	Y		13,667	5,152	0,492	-2,834	-3,570	-2,644	-0,267	2,984	12,251		
17:30	X		117,991	44,740	29,073	22,206	19,214	19,530	24,916	46,247	-77,165		
	Y		15,760	4,863	-0,592	-4,399	-4,948	-3,936	-1,626	2,321	61,856		
17:45	X		85,945	63,785	35,698	25,624	21,604	22,047	29,520	66,633	-2768,248		
	Y		63,034	4,488	-2,866	-6,594	-6,775	-5,655	-3,628	1,376	-9333,856		
18:00	X			110,716	46,334	30,360	24,735	25,369	36,287	119,201			
	Y			3,930	-7,057	-9,884	-9,314	-8,061	-6,873	-0,797			
18:15	X			198,709	66,174	37,360	29,009	29,956	47,220	12,333			
	Y			50,565	-16,733	-15,292	-13,058	-11,655	-12,909	60,908			
18:30	X				116,443	48,767	35,188	36,686	67,846				
	Y				-52,135	-25,501	-19,047	-17,513	-27,012				
18:45	X				285,145	70,643	44,918	47,531	121,501				
	Y				44,389	-49,915	-29,853	-28,413	-80,314				
19:00	X					129,660	62,479	67,930	138,587				
	Y					-147,312	-53,586	-53,778	57,668				
19:15	X						103,762	120,464					
	Y						-130,621	-148,114					
19:30	X						317,822	576,542					
	Y						-1005,761	-612,182					

18.13. ANEXO 13: Irradiación recibida para los distintos sistemas.

Enero											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=+- 45/45	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
7:53	7:37	151	119	274	185	194	48,5	48,5	46,25	29,75	68,5
8:08	7:52	211	172	352	251	254	63,5	63,5	62,75	43	88
8:23	8:07	260	217	404	298	294	73,5	73,5	74,5	54,25	101
8:38	8:22	306	259	446	340	325	81,25	81,25	85	64,75	111,5
8:53	8:37	349	300	481	377	350	87,5	87,5	94,25	75	120,25
9:08	8:52	388	338	509	409	369	92,25	92,25	102,25	84,5	127,25
9:23	9:07	425	373	532	438	382	95,5	95,5	109,5	93,25	133
9:38	9:22	458	406	552	463	391	97,75	97,75	115,75	101,5	138
9:53	9:37	489	436	568	485	396	99	99	121,25	109	142
10:08	9:52	516	463	582	504	397	99,25	99,25	126	115,75	145,5
10:23	10:07	541	487	593	520	394	98,5	98,5	130	121,75	148,25
10:38	10:22	562	509	602	534	388	97	97	133,5	127,25	150,5
10:53	10:37	581	527	610	546	382	95,5	95,5	136,5	131,75	152,5
11:08	10:52	596	543	616	556	376	94	94	139	135,75	154
11:23	11:07	608	555	621	563	370	92,5	92,5	140,75	138,75	155,25
11:38	11:22	617	565	624	568	365	91,25	91,25	142	141,25	156
11:53	11:37	624	571	626	572	361	90,25	90,25	143	142,75	156,5
12:08	11:52	627	574	628	574	359	89,75	89,75	143,5	143,5	157
12:23	12:07	627	574	628	574	359	89,75	89,75	143,5	143,5	157
12:38	12:22	624	571	626	572	361	90,25	90,25	143	142,75	156,5
12:53	12:37	617	565	624	568	365	91,25	91,25	142	141,25	156
13:08	12:52	608	555	621	563	370	92,5	92,5	140,75	138,75	155,25
13:23	13:07	596	543	616	556	376	94	94	139	135,75	154
13:38	13:22	581	527	610	546	382	95,5	95,5	136,5	131,75	152,5
13:53	13:37	562	509	602	534	388	97	97	133,5	127,25	150,5
14:08	13:52	541	487	593	520	394	98,5	98,5	130	121,75	148,25
14:23	14:07	516	463	582	504	397	99,25	99,25	126	115,75	145,5
14:38	14:22	489	436	568	485	396	99	99	121,25	109	142
14:53	14:37	458	406	552	463	391	97,75	97,75	115,75	101,5	138
15:08	14:52	425	373	532	438	382	95,5	95,5	109,5	93,25	133
15:23	15:07	388	338	509	409	369	92,25	92,25	102,25	84,5	127,25
15:38	15:22	349	300	481	377	350	87,5	87,5	94,25	75	120,25
15:53	15:37	306	259	446	340	325	81,25	81,25	85	64,75	111,5
16:08	15:52	260	217	404	298	294	73,5	73,5	74,5	54,25	101
16:23	16:07	211	172	352	251	254	63,5	63,5	62,75	43	88
16:38	16:22	151	119	274	185	194	48,5	48,5	46,25	29,75	68,5
16:53	16:37	92	72	178	25	28	7	7	6,25	18	44,5

Febrero											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
7:23	7:07	122	103	306	204	230	57,5	57,5	51	25,75	76,5
7:38	7:22	184	161	403	285	312	78	78	71,25	40,25	100,75
7:53	7:37	239	213	471	347	370	92,5	92,5	86,75	53,25	117,75
8:08	7:52	293	264	525	400	417	104,25	104,25	100	66	131,25
8:23	8:07	345	314	569	448	455	113,75	113,75	112	78,5	142,25
8:38	8:22	394	362	606	491	486	121,5	121,5	122,75	90,5	151,5
8:53	8:37	441	408	636	528	509	127,25	127,25	132	102	159
9:08	8:52	486	452	661	562	527	131,75	131,75	140,5	113	165,25
9:23	9:07	528	493	682	591	539	134,75	134,75	147,75	123,25	170,5
9:38	9:22	566	531	699	617	546	136,5	136,5	154,25	132,75	174,75
9:53	9:37	602	566	714	640	549	137,25	137,25	160	141,5	178,5
10:08	9:52	634	598	726	659	546	136,5	136,5	164,75	149,5	181,5
10:23	10:07	663	627	736	676	541	135,25	135,25	169	156,75	184
10:38	10:22	688	652	744	690	534	133,5	133,5	172,5	163	186
10:53	10:37	710	674	751	702	526	131,5	131,5	175,5	168,5	187,75
11:08	10:52	728	692	756	711	519	129,75	129,75	177,75	173	189
11:23	11:07	743	707	760	718	512	128	128	179,5	176,75	190
11:38	11:22	754	718	763	724	507	126,75	126,75	181	179,5	190,75
11:53	11:37	761	725	765	727	503	125,75	125,75	181,75	181,25	191,25
12:08	11:52	765	729	765	729	501	125,25	125,25	182,25	182,25	191,25
12:23	12:07	765	729	765	729	501	125,25	125,25	182,25	182,25	191,25
12:38	12:22	761	725	765	727	503	125,75	125,75	181,75	181,25	191,25
12:53	12:37	754	718	763	724	507	126,75	126,75	181	179,5	190,75
13:08	12:52	743	707	760	718	512	128	128	179,5	176,75	190
13:23	13:07	728	692	756	711	519	129,75	129,75	177,75	173	189
13:38	13:22	710	674	751	702	526	131,5	131,5	175,5	168,5	187,75
13:53	13:37	688	652	744	690	534	133,5	133,5	172,5	163	186
14:08	13:52	663	627	736	676	541	135,25	135,25	169	156,75	184
14:23	14:07	634	598	726	659	546	136,5	136,5	164,75	149,5	181,5
14:38	14:22	602	566	714	640	549	137,25	137,25	160	141,5	178,5
14:53	14:37	566	531	699	617	546	136,5	136,5	154,25	132,75	174,75
15:08	14:52	528	493	682	591	539	134,75	134,75	147,75	123,25	170,5
15:23	15:07	486	452	661	562	527	131,75	131,75	140,5	113	165,25
15:38	15:22	441	408	636	528	509	127,25	127,25	132	102	159
15:53	15:37	394	362	606	491	486	121,5	121,5	122,75	90,5	151,5
16:08	15:52	345	314	569	448	455	113,75	113,75	112	78,5	142,25
16:23	16:07	293	264	525	400	417	104,25	104,25	100	66	131,25
16:38	16:22	239	213	471	347	370	92,5	92,5	86,75	53,25	117,75
16:53	16:37	184	161	403	285	312	78	78	71,25	40,25	100,75
17:08	16:52	122	103	306	204	230	57,5	57,5	51	25,75	76,5
17:23	17:07	67	57	185	122	139	34,75	34,75	30,5	14,25	46,25

Marzo											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
6:38	6:22	55	55	245	166	195	48,75	48,75	41,5	13,75	61,25
6:53	6:37	103	103	374	265	307	76,75	76,75	66,25	25,75	93,5
7:08	6:52	151	150	452	334	380	95	95	83,5	37,5	113
7:23	7:07	201	199	515	395	441	110,25	110,25	98,75	49,75	128,75
7:38	7:22	251	249	565	449	493	123,25	123,25	112,25	62,25	141,25
7:53	7:37	302	299	606	497	535	133,75	133,75	124,25	74,75	151,5
8:08	7:52	351	348	640	539	571	142,75	142,75	134,75	87	160
8:23	8:07	399	396	668	577	600	150	150	144,25	99	167
8:38	8:22	446	442	692	611	622	155,5	155,5	152,75	110,5	173
8:53	8:37	489	485	711	641	640	160	160	160,25	121,25	177,75
9:08	8:52	531	526	727	667	652	163	163	166,75	131,5	181,75
9:23	9:07	570	565	741	689	659	164,75	164,75	172,25	141,25	185,25
9:38	9:22	606	600	752	709	662	165,5	165,5	177,25	150	188
9:53	9:37	639	633	761	725	661	165,25	165,25	181,25	158,25	190,25
10:08	9:52	668	663	768	739	657	164,25	164,25	184,75	165,75	192
10:23	10:07	695	689	774	751	652	163	163	187,75	172,25	193,5
10:38	10:22	718	712	778	760	646	161,5	161,5	190	178	194,5
10:53	10:37	739	732	782	767	640	160	160	191,75	183	195,5
11:08	10:52	755	749	785	773	634	158,5	158,5	193,25	187,25	196,25
11:23	11:07	769	762	787	777	629	157,25	157,25	194,25	190,5	196,75
11:38	11:22	779	772	788	780	625	156,25	156,25	195	193	197
11:53	11:37	786	779	789	782	622	155,5	155,5	195,5	194,75	197,25
12:08	11:52	789	782	789	783	620	155	155	195,75	195,5	197,25
12:23	12:07	789	782	789	783	620	155	155	195,75	195,5	197,25
12:38	12:22	786	779	789	782	622	155,5	155,5	195,5	194,75	197,25
12:53	12:37	779	772	788	780	625	156,25	156,25	195	193	197
13:08	12:52	769	762	787	777	629	157,25	157,25	194,25	190,5	196,75
13:23	13:07	755	749	785	773	634	158,5	158,5	193,25	187,25	196,25
13:38	13:22	739	732	782	767	640	160	160	191,75	183	195,5
13:53	13:37	718	712	778	760	646	161,5	161,5	190	178	194,5
14:08	13:52	695	689	774	751	652	163	163	187,75	172,25	193,5
14:23	14:07	668	663	768	739	657	164,25	164,25	184,75	165,75	192
14:38	14:22	639	633	761	725	661	165,25	165,25	181,25	158,25	190,25
14:53	14:37	606	600	752	709	662	165,5	165,5	177,25	150	188
15:08	14:52	570	565	741	689	659	164,75	164,75	172,25	141,25	185,25
15:23	15:07	531	526	727	667	652	163	163	166,75	131,5	181,75
15:38	15:22	489	485	711	641	640	160	160	160,25	121,25	177,75
15:53	15:37	446	442	692	611	622	155,5	155,5	152,75	110,5	173
16:08	15:52	399	396	668	577	600	150	150	144,25	99	167
16:23	16:07	351	348	640	539	571	142,75	142,75	134,75	87	160
16:38	16:22	302	299	606	497	535	133,75	133,75	124,25	74,75	151,5
16:53	16:37	251	249	565	449	493	123,25	123,25	112,25	62,25	141,25
17:08	16:52	201	199	515	395	441	110,25	110,25	98,75	49,75	128,75
17:23	17:07	151	150	452	334	380	95	95	83,5	37,5	113
17:38	17:22	103	103	374	265	307	76,75	76,75	66,25	25,75	93,5
17:53	17:37	55	55	245	166	195	48,75	48,75	41,5	13,75	61,25
18:08	17:52	20	22	11	22	25	6,25	6,25	5,5	5,5	2,75

Abril											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
6:08	5:52	36	40	255	176	205	51,25	51,25	44	10	63,75
6:23	6:07	72	64	355	258	297	74,25	74,25	64,5	16	88,75
6:38	6:22	109	100	426	323	367	91,75	91,75	80,75	25	106,5
6:53	6:37	150	141	485	380	428	107	107	95	35,25	121,25
7:08	6:52	194	185	533	432	481	120,25	120,25	108	46,25	133,25
7:23	7:07	239	230	574	479	528	132	132	119,75	57,5	143,5
7:38	7:22	284	275	608	521	568	142	142	130,25	68,75	152
7:53	7:37	328	321	636	559	602	150,5	150,5	139,75	80,25	159
8:08	7:52	372	365	660	593	630	157,5	157,5	148,25	91,25	165
8:23	8:07	415	408	681	624	653	163,25	163,25	156	102	170,25
8:38	8:22	455	450	698	651	672	168	168	162,75	112,5	174,5
8:53	8:37	494	490	712	674	686	171,5	171,5	168,5	122,5	178
9:08	8:52	531	527	723	694	695	173,75	173,75	173,5	131,75	180,75
9:23	9:07	566	563	733	711	700	175	175	177,75	140,75	183,25
9:38	9:22	598	595	741	725	701	175,25	175,25	181,25	148,75	185,25
9:53	9:37	627	625	747	736	701	175,25	175,25	184	156,25	186,75
10:08	9:52	654	653	752	745	699	174,75	174,75	186,25	163,25	188
10:23	10:07	678	677	755	752	696	174	174	188	169,25	188,75
10:38	10:22	699	698	758	757	693	173,25	173,25	189,25	174,5	189,5
10:53	10:37	717	717	760	760	689	172,25	172,25	190	179,25	190
11:08	10:52	732	732	762	762	686	171,5	171,5	190,5	183	190,5
11:23	11:07	744	745	763	763	682	170,5	170,5	190,75	186,25	190,75
11:38	11:22	753	754	764	764	680	170	170	191	188,5	191
11:53	11:37	759	760	764	764	678	169,5	169,5	191	190	191
12:08	11:52	762	763	764	764	677	169,25	169,25	191	190,75	191
12:23	12:07	762	763	764	764	677	169,25	169,25	191	190,75	191
12:38	12:22	759	760	764	764	678	169,5	169,5	191	190	191
12:53	12:37	753	754	764	764	680	170	170	191	188,5	191
13:08	12:52	744	745	763	763	682	170,5	170,5	190,75	186,25	190,75
13:23	13:07	732	732	762	762	686	171,5	171,5	190,5	183	190,5
13:38	13:22	717	717	760	760	689	172,25	172,25	190	179,25	190
13:53	13:37	699	698	758	757	693	173,25	173,25	189,25	174,5	189,5
14:08	13:52	678	677	755	752	696	174	174	188	169,25	188,75
14:23	14:07	654	653	752	745	699	174,75	174,75	186,25	163,25	188
14:38	14:22	627	625	747	736	701	175,25	175,25	184	156,25	186,75
14:53	14:37	598	595	741	725	701	175,25	175,25	181,25	148,75	185,25
15:08	14:52	566	563	733	711	700	175	175	177,75	140,75	183,25
15:23	15:07	531	527	723	694	695	173,75	173,75	173,5	131,75	180,75
15:38	15:22	494	490	712	674	686	171,5	171,5	168,5	122,5	178
15:53	15:37	455	450	698	651	672	168	168	162,75	112,5	174,5
16:08	15:52	415	408	681	624	653	163,25	163,25	156	102	170,25
16:23	16:07	372	365	660	593	630	157,5	157,5	148,25	91,25	165
16:38	16:22	328	321	636	559	602	150,5	150,5	139,75	80,25	159
16:53	16:37	284	275	608	521	568	142	142	130,25	68,75	152
17:08	16:52	239	230	574	479	528	132	132	119,75	57,5	143,5
17:23	17:07	194	185	533	432	481	120,25	120,25	108	46,25	133,25
17:38	17:22	150	141	485	380	428	107	107	95	35,25	121,25
17:53	17:37	109	100	426	323	367	91,75	91,75	80,75	25	106,5
18:08	17:52	72	64	355	258	297	74,25	74,25	64,5	16	88,75

18:23	18:07	36	40	255	176	205	51,25	51,25	44	10	63,75
18:38	18:22	27	26	13	97	112	28	28	24,25	6,5	3,25

Mayo											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0°	E=34° A=0°	E=OPT A=OPT	E=34° A=-- 45°/45°	E=0° A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
5:38	5:22	44	39	240	167	185	46,25	46,25	41,75	9,75	60
5:53	5:37	65	53	341	248	276	69	69	62	13,25	85,25
6:08	5:52	98	65	418	315	350	87,5	87,5	78,75	16,25	104,5
6:23	6:07	136	90	483	376	416	104	104	94	22,5	120,75
6:38	6:22	176	129	537	432	476	119	119	108	32,25	134,25
6:53	6:37	219	171	583	484	530	132,5	132,5	121	42,75	145,75
7:08	6:52	262	215	623	531	578	144,5	144,5	132,75	53,75	155,75
7:23	7:07	306	260	656	573	620	155	155	143,25	65	164
7:38	7:22	350	306	685	612	657	164,25	164,25	153	76,5	171,25
7:53	7:37	393	351	710	647	689	172,25	172,25	161,75	87,75	177,5
8:08	7:52	435	396	730	678	715	178,75	178,75	169,5	99	182,5
8:23	8:07	476	439	748	706	737	184,25	184,25	176,5	109,75	187
8:38	8:22	515	481	762	730	755	188,75	188,75	182,5	120,25	190,5
8:53	8:37	553	521	774	750	767	191,75	191,75	187,5	130,25	193,5
9:08	8:52	588	559	784	768	776	194	194	192	139,75	196
9:23	9:07	621	595	792	782	780	195	195	195,5	148,75	198
9:38	9:22	652	628	798	793	783	195,75	195,75	198,25	157	199,5
9:53	9:37	680	659	803	801	784	196	196	200,25	164,75	200,75
10:08	9:52	706	687	807	807	784	196	196	201,75	171,75	201,75
10:23	10:07	728	712	810	810	782	195,5	195,5	202,5	178	202,5
10:38	10:22	749	734	812	811	780	195	195	202,75	183,5	203
10:53	10:37	766	752	813	811	778	194,5	194,5	202,75	188	203,25
11:08	10:52	780	768	814	809	776	194	194	202,25	192	203,5
11:23	11:07	792	781	815	807	773	193,25	193,25	201,75	195,25	203,75
11:38	11:22	801	791	815	804	771	192,75	192,75	201	197,75	203,75
11:53	11:37	807	797	816	802	770	192,5	192,5	200,5	199,25	204
12:08	11:52	810	800	816	801	769	192,25	192,25	200,25	200	204
12:23	12:07	810	800	816	801	769	192,25	192,25	200,25	200	204
12:38	12:22	807	797	816	802	770	192,5	192,5	200,5	199,25	204
12:53	12:37	801	791	815	804	771	192,75	192,75	201	197,75	203,75
13:08	12:52	792	781	815	807	773	193,25	193,25	201,75	195,25	203,75
13:23	13:07	780	768	814	809	776	194	194	202,25	192	203,5
13:38	13:22	766	752	813	811	778	194,5	194,5	202,75	188	203,25
13:53	13:37	749	734	812	811	780	195	195	202,75	183,5	203
14:08	13:52	728	712	810	810	782	195,5	195,5	202,5	178	202,5
14:23	14:07	706	687	807	807	784	196	196	201,75	171,75	201,75
14:38	14:22	680	659	803	801	784	196	196	200,25	164,75	200,75
14:53	14:37	652	628	798	793	783	195,75	195,75	198,25	157	199,5
15:08	14:52	621	595	792	782	780	195	195	195,5	148,75	198
15:23	15:07	588	559	784	768	776	194	194	192	139,75	196
15:38	15:22	553	521	774	750	767	191,75	191,75	187,5	130,25	193,5
15:53	15:37	515	481	762	730	755	188,75	188,75	182,5	120,25	190,5
16:08	15:52	476	439	748	706	737	184,25	184,25	176,5	109,75	187
16:23	16:07	435	396	730	678	715	178,75	178,75	169,5	99	182,5
16:38	16:22	393	351	710	647	689	172,25	172,25	161,75	87,75	177,5

16:53	16:37	350	306	685	612	657	164,25	164,25	153	76,5	171,25
17:08	16:52	306	260	656	573	620	155	155	143,25	65	164
17:23	17:07	262	215	623	531	578	144,5	144,5	132,75	53,75	155,75
17:38	17:22	219	171	583	484	530	132,5	132,5	121	42,75	145,75
17:53	17:37	176	129	537	432	476	119	119	108	32,25	134,25
18:08	17:52	136	90	483	376	416	104	104	94	22,5	120,75
18:23	18:07	98	65	418	315	350	87,5	87,5	78,75	16,25	104,5
18:38	18:22	65	53	341	248	276	69	69	62	13,25	85,25
18:53	18:37	44	39	240	167	185	46,25	46,25	41,75	9,75	60
19:08	18:52	28	25	13	25	28	7	7	6,25	6,25	3,25

Junio											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
5:23	5:07	38	33	256	173	188	47	47	43,25	8,25	64
5:38	5:22	71	44	367	260	283	70,75	70,75	65	11	91,75
5:53	5:37	106	55	455	334	364	91	91	83,5	13,75	113,75
6:08	5:52	145	54	529	403	440	110	110	100,75	13,5	132,25
6:23	6:07	187	92	593	466	509	127,25	127,25	116,5	23	148,25
6:38	6:22	232	134	648	525	572	143	143	131,25	33,5	162
6:53	6:37	278	180	694	580	629	157,25	157,25	145	45	173,5
7:08	6:52	325	229	734	630	680	170	170	157,5	57,25	183,5
7:23	7:07	372	279	769	676	726	181,5	181,5	169	69,75	192,25
7:38	7:22	418	330	798	718	766	191,5	191,5	179,5	82,5	199,5
7:53	7:37	465	381	823	756	801	200,25	200,25	189	95,25	205,75
8:08	7:52	510	431	845	789	830	207,5	207,5	197,25	107,75	211,25
8:23	8:07	554	480	863	819	855	213,75	213,75	204,75	120	215,75
8:38	8:22	596	528	878	845	874	218,5	218,5	211,25	132	219,5
8:53	8:37	636	574	890	868	888	222	222	217	143,5	222,5
9:08	8:52	674	618	900	886	897	224,25	224,25	221,5	154,5	225
9:23	9:07	710	660	909	901	904	226	226	225,25	165	227,25
9:38	9:22	744	698	915	912	907	226,75	226,75	228	174,5	228,75
9:53	9:37	774	734	921	920	910	227,5	227,5	230	183,5	230,25
10:08	9:52	802	767	925	925	910	227,5	227,5	231,25	191,75	231,25
10:23	10:07	828	796	928	927	910	227,5	227,5	231,75	199	232
10:38	10:22	850	822	931	927	909	227,25	227,25	231,75	205,5	232,75
10:53	10:37	869	845	932	924	907	226,75	226,75	231	211,25	233
11:08	10:52	885	864	934	920	905	226,25	226,25	230	216	233,5
11:23	11:07	898	879	934	915	903	225,75	225,75	228,75	219,75	233,5
11:38	11:22	908	890	935	909	902	225,5	225,5	227,25	222,5	233,75
11:53	11:37	914	898	935	905	901	225,25	225,25	226,25	224,5	233,75
12:08	11:52	917	902	936	902	900	225	225	225,5	225,5	234
12:23	12:07	917	902	936	902	900	225	225	225,5	225,5	234
12:38	12:22	914	898	935	905	901	225,25	225,25	226,25	224,5	233,75
12:53	12:37	908	890	935	909	902	225,5	225,5	227,25	222,5	233,75
13:08	12:52	898	879	934	915	903	225,75	225,75	228,75	219,75	233,5
13:23	13:07	885	864	934	920	905	226,25	226,25	230	216	233,5
13:38	13:22	869	845	932	924	907	226,75	226,75	231	211,25	233
13:53	13:37	850	822	931	927	909	227,25	227,25	231,75	205,5	232,75
14:08	13:52	828	796	928	927	910	227,5	227,5	231,75	199	232
14:23	14:07	802	767	925	925	910	227,5	227,5	231,25	191,75	231,25

14:38	14:22	774	734	921	920	910	227,5	227,5	230	183,5	230,25
14:53	14:37	744	698	915	912	907	226,75	226,75	228	174,5	228,75
15:08	14:52	710	660	909	901	904	226	226	225,25	165	227,25
15:23	15:07	674	618	900	886	897	224,25	224,25	221,5	154,5	225
15:38	15:22	636	574	890	868	888	222	222	217	143,5	222,5
15:53	15:37	596	528	878	845	874	218,5	218,5	211,25	132	219,5
16:08	15:52	554	480	863	819	855	213,75	213,75	204,75	120	215,75
16:23	16:07	510	431	845	789	830	207,5	207,5	197,25	107,75	211,25
16:38	16:22	465	381	823	756	801	200,25	200,25	189	95,25	205,75
16:53	16:37	418	330	798	718	766	191,5	191,5	179,5	82,5	199,5
17:08	16:52	372	279	769	676	726	181,5	181,5	169	69,75	192,25
17:23	17:07	325	229	734	630	680	170	170	157,5	57,25	183,5
17:38	17:22	278	180	694	580	629	157,25	157,25	145	45	173,5
17:53	17:37	232	134	648	525	572	143	143	131,25	33,5	162
18:08	17:52	187	92	593	466	509	127,25	127,25	116,5	23	148,25
18:23	18:07	145	54	529	403	440	110	110	100,75	13,5	132,25
18:38	18:22	106	55	455	334	364	91	91	83,5	13,75	113,75
18:53	18:37	71	44	367	260	283	70,75	70,75	65	11	91,75
19:08	18:52	38	33	256	173	188	47	47	43,25	8,25	64
19:23	19:07	24	21	11	21	24	6	6	5,25	5,25	2,75

Julio											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A=0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
5:23	5:07	26	23	215	141	156	39	39	35,25	5,75	53,75
5:38	5:22	45	33	349	238	264	66	66	59,5	8,25	87,25
5:53	5:37	78	42	453	322	357	89,25	89,25	80,5	10,5	113,25
6:08	5:52	117	51	542	400	444	111	111	100	12,75	135,5
6:23	6:07	161	79	617	472	523	130,75	130,75	118	19,75	154,25
6:38	6:22	209	125	681	539	595	148,75	148,75	134,75	31,25	170,25
6:53	6:37	259	174	735	601	660	165	165	150,25	43,5	183,75
7:08	6:52	311	228	782	658	718	179,5	179,5	164,5	57	195,5
7:23	7:07	364	283	822	711	771	192,75	192,75	177,75	70,75	205,5
7:38	7:22	418	339	856	759	817	204,25	204,25	189,75	84,75	214
7:53	7:37	471	396	885	803	857	214,25	214,25	200,75	99	221,25
8:08	7:52	523	453	910	842	891	222,75	222,75	210,5	113,25	227,5
8:23	8:07	574	508	930	877	919	229,75	229,75	219,25	127	232,5
8:38	8:22	623	563	948	907	941	235,25	235,25	226,75	140,75	237
8:53	8:37	671	615	963	933	958	239,5	239,5	233,25	153,75	240,75
9:08	8:52	716	665	975	956	969	242,25	242,25	239	166,25	243,75
9:23	9:07	758	712	985	974	976	244	244	243,5	178	246,25
9:38	9:22	798	757	993	988	980	245	245	247	189,25	248,25
9:53	9:37	835	798	1000	999	982	245,5	245,5	249,75	199,5	250
10:08	9:52	868	835	1010	1010	983	245,75	245,75	252,5	208,75	252,5
10:23	10:07	898	869	1010	1010	982	245,5	245,5	252,5	217,25	252,5
10:38	10:22	925	899	1010	1010	981	245,25	245,25	252,5	224,75	252,5
10:53	10:37	948	925	1020	1010	979	244,75	244,75	252,5	231,25	255
11:08	10:52	967	947	1020	1010	977	244,25	244,25	252,5	236,75	255
11:23	11:07	983	965	1020	1000	975	243,75	243,75	250	241,25	255
11:38	11:22	995	978	1020	998	973	243,25	243,25	249,5	244,5	255
11:53	11:37	1000	987	1020	994	972	243	243	248,5	246,75	255

12:08	11:52	1010	991	1020	992	971	242,75	242,75	248	247,75	255
12:23	12:07	1010	991	1020	992	971	242,75	242,75	248	247,75	255
12:38	12:22	1000	987	1020	994	972	243	243	248,5	246,75	255
12:53	12:37	995	978	1020	998	973	243,25	243,25	249,5	244,5	255
13:08	12:52	983	965	1020	1000	975	243,75	243,75	250	241,25	255
13:23	13:07	967	947	1020	1010	977	244,25	244,25	252,5	236,75	255
13:38	13:22	948	925	1020	1010	979	244,75	244,75	252,5	231,25	255
13:53	13:37	925	899	1010	1010	981	245,25	245,25	252,5	224,75	252,5
14:08	13:52	898	869	1010	1010	982	245,5	245,5	252,5	217,25	252,5
14:23	14:07	868	835	1010	1010	983	245,75	245,75	252,5	208,75	252,5
14:38	14:22	835	798	1000	999	982	245,5	245,5	249,75	199,5	250
14:53	14:37	798	757	993	988	980	245	245	247	189,25	248,25
15:08	14:52	758	712	985	974	976	244	244	243,5	178	246,25
15:23	15:07	716	665	975	956	969	242,25	242,25	239	166,25	243,75
15:38	15:22	671	615	963	933	958	239,5	239,5	233,25	153,75	240,75
15:53	15:37	623	563	948	907	941	235,25	235,25	226,75	140,75	237
16:08	15:52	574	508	930	877	919	229,75	229,75	219,25	127	232,5
16:23	16:07	523	453	910	842	891	222,75	222,75	210,5	113,25	227,5
16:38	16:22	471	396	885	803	857	214,25	214,25	200,75	99	221,25
16:53	16:37	418	339	856	759	817	204,25	204,25	189,75	84,75	214
17:08	16:52	364	283	822	711	771	192,75	192,75	177,75	70,75	205,5
17:23	17:07	311	228	782	658	718	179,5	179,5	164,5	57	195,5
17:38	17:22	259	174	735	601	660	165	165	150,25	43,5	183,75
17:53	17:37	209	125	681	539	595	148,75	148,75	134,75	31,25	170,25
18:08	17:52	161	79	617	472	523	130,75	130,75	118	19,75	154,25
18:23	18:07	117	51	542	400	444	111	111	100	12,75	135,5
18:38	18:22	78	42	453	322	357	89,25	89,25	80,5	10,5	113,25
18:53	18:37	45	33	349	238	264	66	66	59,5	8,25	87,25
19:08	18:52	26	23	215	141	156	39	39	35,25	5,75	53,75
19:23	19:07	14	13	6	13	14	3,5	3,5	3,25	3,25	1,5

Agosto											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
5:53	5:37	30	27	250	166	192	48	48	41,5	6,75	62,5
6:08	5:52	49	38	381	265	305	76,25	76,25	66,25	9,5	95,25
6:23	6:07	86	63	481	349	399	99,75	99,75	87,25	15,75	120,25
6:38	6:22	130	105	565	425	483	120,75	120,75	106,25	26,25	141,25
6:53	6:37	179	154	635	495	558	139,5	139,5	123,75	38,5	158,75
7:08	6:52	232	207	693	560	624	156	156	140	51,75	173,25
7:23	7:07	287	262	743	618	683	170,75	170,75	154,5	65,5	185,75
7:38	7:22	343	319	785	672	734	183,5	183,5	168	79,75	196,25
7:53	7:37	399	377	820	721	779	194,75	194,75	180,25	94,25	205
8:08	7:52	455	434	850	765	816	204	204	191,25	108,5	212,5
8:23	8:07	510	491	876	804	847	211,75	211,75	201	122,75	219
8:38	8:22	564	546	897	839	872	218	218	209,75	136,5	224,25
8:53	8:37	615	599	915	869	891	222,75	222,75	217,25	149,75	228,75
9:08	8:52	664	650	930	896	904	226	226	224	162,5	232,5
9:23	9:07	710	698	942	918	912	228	228	229,5	174,5	235,5
9:38	9:22	754	743	952	936	915	228,75	228,75	234	185,75	238
9:53	9:37	794	785	961	951	915	228,75	228,75	237,75	196,25	240,25

10:08	9:52	830	823	967	963	914	228,5	228,5	240,75	205,75	241,75
10:23	10:07	863	857	973	971	912	228	228	242,75	214,25	243,25
10:38	10:22	893	888	977	977	908	227	227	244,25	222	244,25
10:53	10:37	918	914	980	981	905	226,25	226,25	245,25	228,5	245
11:08	10:52	939	936	983	982	901	225,25	225,25	245,5	234	245,75
11:23	11:07	956	954	984	983	898	224,5	224,5	245,75	238,5	246
11:38	11:22	969	968	986	982	895	223,75	223,75	245,5	242	246,5
11:53	11:37	977	976	986	982	893	223,25	223,25	245,5	244	246,5
12:08	11:52	982	981	987	981	892	223	223	245,25	245,25	246,75
12:23	12:07	982	981	987	981	892	223	223	245,25	245,25	246,75
12:38	12:22	977	976	986	982	893	223,25	223,25	245,5	244	246,5
12:53	12:37	969	968	986	982	895	223,75	223,75	245,5	242	246,5
13:08	12:52	956	954	984	983	898	224,5	224,5	245,75	238,5	246
13:23	13:07	939	936	983	982	901	225,25	225,25	245,5	234	245,75
13:38	13:22	918	914	980	981	905	226,25	226,25	245,25	228,5	245
13:53	13:37	893	888	977	977	908	227	227	244,25	222	244,25
14:08	13:52	863	857	973	971	912	228	228	242,75	214,25	243,25
14:23	14:07	830	823	967	963	914	228,5	228,5	240,75	205,75	241,75
14:38	14:22	794	785	961	951	915	228,75	228,75	237,75	196,25	240,25
14:53	14:37	754	743	952	936	915	228,75	228,75	234	185,75	238
15:08	14:52	710	698	942	918	912	228	228	229,5	174,5	235,5
15:23	15:07	664	650	930	896	904	226	226	224	162,5	232,5
15:38	15:22	615	599	915	869	891	222,75	222,75	217,25	149,75	228,75
15:53	15:37	564	546	897	839	872	218	218	209,75	136,5	224,25
16:08	15:52	510	491	876	804	847	211,75	211,75	201	122,75	219
16:23	16:07	455	434	850	765	816	204	204	191,25	108,5	212,5
16:38	16:22	399	377	820	721	779	194,75	194,75	180,25	94,25	205
16:53	16:37	343	319	785	672	734	183,5	183,5	168	79,75	196,25
17:08	16:52	287	262	743	618	683	170,75	170,75	154,5	65,5	185,75
17:23	17:07	232	207	693	560	624	156	156	140	51,75	173,25
17:38	17:22	179	154	635	495	558	139,5	139,5	123,75	38,5	158,75
17:53	17:37	130	105	565	425	483	120,75	120,75	106,25	26,25	141,25
18:08	17:52	86	63	481	349	399	99,75	99,75	87,25	15,75	120,25
18:23	18:07	49	38	381	265	305	76,25	76,25	66,25	9,5	95,25
18:38	18:22	30	27	250	166	192	48	48	41,5	6,75	62,5
18:53	18:37	17	16	8	16	18	4,5	4,5	4	4	2

Septiembre											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0°	E=34° A=0°	E=OPT A=OPT	E=34° A=-- 45°/45°	E=0° A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
6:23	6:07	29	30	186	126	148	37	37	31,5	7,5	46,5
6:38	6:22	64	65	316	221	259	64,75	64,75	55,25	16,25	79
6:53	6:37	105	106	412	299	345	86,25	86,25	74,75	26,5	103
7:08	6:52	152	153	491	370	421	105,25	105,25	92,5	38,25	122,75
7:23	7:07	203	204	556	435	487	121,75	121,75	108,75	51	139
7:38	7:22	256	257	610	493	543	135,75	135,75	123,25	64,25	152,5
7:53	7:37	310	310	656	545	591	147,75	147,75	136,25	77,5	164
8:08	7:52	364	364	694	593	632	158	158	148,25	91	173,5
8:23	8:07	417	417	726	635	666	166,5	166,5	158,75	104,25	181,5
8:38	8:22	468	468	753	673	693	173,25	173,25	168,25	117	188,25
8:53	8:37	518	517	775	707	714	178,5	178,5	176,75	129,25	193,75

9:08	8:52	565	565	794	737	730	182,5	182,5	184,25	141,25	198,5
9:23	9:07	610	609	810	763	739	184,75	184,75	190,75	152,25	202,5
9:38	9:22	652	651	824	786	744	186	186	196,5	162,75	206
9:53	9:37	690	689	835	805	744	186	186	201,25	172,25	208,75
10:08	9:52	726	724	843	821	742	185,5	185,5	205,25	181	210,75
10:23	10:07	757	756	851	834	738	184,5	184,5	208,5	189	212,75
10:38	10:22	785	784	857	844	733	183,25	183,25	211	196	214,25
10:53	10:37	810	808	861	852	728	182	182	213	202	215,25
11:08	10:52	830	828	865	859	722	180,5	180,5	214,75	207	216,25
11:23	11:07	846	844	867	863	718	179,5	179,5	215,75	211	216,75
11:38	11:22	859	857	869	866	714	178,5	178,5	216,5	214,25	217,25
11:53	11:37	867	865	870	868	711	177,75	177,75	217	216,25	217,5
12:08	11:52	871	869	871	869	710	177,5	177,5	217,25	217,25	217,75
12:23	12:07	871	869	871	869	710	177,5	177,5	217,25	217,25	217,75
12:38	12:22	867	865	870	868	711	177,75	177,75	217	216,25	217,5
12:53	12:37	859	857	869	866	714	178,5	178,5	216,5	214,25	217,25
13:08	12:52	846	844	867	863	718	179,5	179,5	215,75	211	216,75
13:23	13:07	830	828	865	859	722	180,5	180,5	214,75	207	216,25
13:38	13:22	810	808	861	852	728	182	182	213	202	215,25
13:53	13:37	785	784	857	844	733	183,25	183,25	211	196	214,25
14:08	13:52	757	756	851	834	738	184,5	184,5	208,5	189	212,75
14:23	14:07	726	724	843	821	742	185,5	185,5	205,25	181	210,75
14:38	14:22	690	689	835	805	744	186	186	201,25	172,25	208,75
14:53	14:37	652	651	824	786	744	186	186	196,5	162,75	206
15:08	14:52	610	609	810	763	739	184,75	184,75	190,75	152,25	202,5
15:23	15:07	565	565	794	737	730	182,5	182,5	184,25	141,25	198,5
15:38	15:22	518	517	775	707	714	178,5	178,5	176,75	129,25	193,75
15:53	15:37	468	468	753	673	693	173,25	173,25	168,25	117	188,25
16:08	15:52	417	417	726	635	666	166,5	166,5	158,75	104,25	181,5
16:23	16:07	364	364	694	593	632	158	158	148,25	91	173,5
16:38	16:22	310	310	656	545	591	147,75	147,75	136,25	77,5	164
16:53	16:37	256	257	610	493	543	135,75	135,75	123,25	64,25	152,5
17:08	16:52	203	204	556	435	487	121,75	121,75	108,75	51	139
17:23	17:07	152	153	491	370	421	105,25	105,25	92,5	38,25	122,75
17:38	17:22	105	106	412	299	345	86,25	86,25	74,75	26,5	103
17:53	17:37	64	65	316	221	259	64,75	64,75	55,25	16,25	79
18:08	17:52	29	30	186	126	148	37	37	31,5	7,5	46,5
18:23	18:07	12	13	6	13	14	3,5	3,5	3,25	3,25	1,5

Octubre											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
7:08	6:52	94	85	285	192	221	55,25	55,25	48	21,25	71,25
7:23	7:07	153	141	392	279	313	78,25	78,25	69,75	35,25	98
7:38	7:22	208	193	468	346	380	95	95	86,5	48,25	117
7:53	7:37	262	246	529	406	436	109	109	101,5	61,5	132,25
8:08	7:52	316	298	579	458	481	120,25	120,25	114,5	74,5	144,75
8:23	8:07	369	349	620	505	519	129,75	129,75	126,25	87,25	155
8:38	8:22	419	399	654	547	549	137,25	137,25	136,75	99,75	163,5
8:53	8:37	468	447	682	585	573	143,25	143,25	146,25	111,75	170,5
9:08	8:52	514	492	706	618	590	147,5	147,5	154,5	123	176,5

9:23	9:07	557	535	726	647	602	150,5	150,5	161,75	133,75	181,5
9:38	9:22	597	574	743	673	609	152,25	152,25	168,25	143,5	185,75
9:53	9:37	634	611	757	695	610	152,5	152,5	173,75	152,75	189,25
10:08	9:52	668	644	768	714	607	151,75	151,75	178,5	161	192
10:23	10:07	698	674	778	730	602	150,5	150,5	182,5	168,5	194,5
10:38	10:22	724	700	785	744	595	148,75	148,75	186	175	196,25
10:53	10:37	747	723	791	755	588	147	147	188,75	180,75	197,75
11:08	10:52	766	742	796	764	582	145,5	145,5	191	185,5	199
11:23	11:07	781	757	800	771	575	143,75	143,75	192,75	189,25	200
11:38	11:22	793	769	802	776	570	142,5	142,5	194	192,25	200,5
11:53	11:37	801	777	804	779	566	141,5	141,5	194,75	194,25	201
12:08	11:52	805	780	805	781	564	141	141	195,25	195	201,25
12:23	12:07	805	780	805	781	564	141	141	195,25	195	201,25
12:38	12:22	801	777	804	779	566	141,5	141,5	194,75	194,25	201
12:53	12:37	793	769	802	776	570	142,5	142,5	194	192,25	200,5
13:08	12:52	781	757	800	771	575	143,75	143,75	192,75	189,25	200
13:23	13:07	766	742	796	764	582	145,5	145,5	191	185,5	199
13:38	13:22	747	723	791	755	588	147	147	188,75	180,75	197,75
13:53	13:37	724	700	785	744	595	148,75	148,75	186	175	196,25
14:08	13:52	698	674	778	730	602	150,5	150,5	182,5	168,5	194,5
14:23	14:07	668	644	768	714	607	151,75	151,75	178,5	161	192
14:38	14:22	634	611	757	695	610	152,5	152,5	173,75	152,75	189,25
14:53	14:37	597	574	743	673	609	152,25	152,25	168,25	143,5	185,75
15:08	14:52	557	535	726	647	602	150,5	150,5	161,75	133,75	181,5
15:23	15:07	514	492	706	618	590	147,5	147,5	154,5	123	176,5
15:38	15:22	468	447	682	585	573	143,25	143,25	146,25	111,75	170,5
15:53	15:37	419	399	654	547	549	137,25	137,25	136,75	99,75	163,5
16:08	15:52	369	349	620	505	519	129,75	129,75	126,25	87,25	155
16:23	16:07	316	298	579	458	481	120,25	120,25	114,5	74,5	144,75
16:38	16:22	262	246	529	406	436	109	109	101,5	61,5	132,25
16:53	16:37	208	193	468	346	380	95	95	86,5	48,25	117
17:08	16:52	153	141	392	279	313	78,25	78,25	69,75	35,25	98
17:23	17:07	94	85	285	192	221	55,25	55,25	48	21,25	71,25
17:38	17:22	48	44	161	107	125	31,25	31,25	26,75	11	40,25

Noviembre											
HORA		G (W/m ²)					H (Wh/m ²)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0°	E=34° A=0°	E=OPT A=OPT	E=34° A=-- 45°/45°	E=0° A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
7:38	7:22	123	97	252	167	181	45,25	45,25	41,75	24,25	63
7:53	7:37	190	155	355	247	259	64,75	64,75	61,75	38,75	88,75
8:08	7:52	245	204	420	303	310	77,5	77,5	75,75	51	105
8:23	8:07	297	252	473	353	352	88	88	88,25	63	118,25
8:38	8:22	346	298	515	397	384	96	96	99,25	74,5	128,75
8:53	8:37	392	342	550	436	410	102,5	102,5	109	85,5	137,5
9:08	8:52	434	384	578	470	429	107,25	107,25	117,5	96	144,5
9:23	9:07	474	423	602	501	443	110,75	110,75	125,25	105,75	150,5
9:38	9:22	511	459	622	527	452	113	113	131,75	114,75	155,5
9:53	9:37	544	492	639	551	456	114	114	137,75	123	159,75
10:08	9:52	575	522	652	571	455	113,75	113,75	142,75	130,5	163
10:23	10:07	602	549	664	589	451	112,75	112,75	147,25	137,25	166
10:38	10:22	626	573	673	603	444	111	111	150,75	143,25	168,25

10:53	10:37	646	593	681	616	437	109,25	109,25	154	148,25	170,25
11:08	10:52	663	611	687	626	430	107,5	107,5	156,5	152,75	171,75
11:23	11:07	677	624	692	634	423	105,75	105,75	158,5	156	173
11:38	11:22	687	635	695	640	417	104,25	104,25	160	158,75	173,75
11:53	11:37	694	642	697	643	413	103,25	103,25	160,75	160,5	174,25
12:08	11:52	697	645	699	645	411	102,75	102,75	161,25	161,25	174,75
12:23	12:07	697	645	699	645	411	102,75	102,75	161,25	161,25	174,75
12:38	12:22	694	642	697	643	413	103,25	103,25	160,75	160,5	174,25
12:53	12:37	687	635	695	640	417	104,25	104,25	160	158,75	173,75
13:08	12:52	677	624	692	634	423	105,75	105,75	158,5	156	173
13:23	13:07	663	611	687	626	430	107,5	107,5	156,5	152,75	171,75
13:38	13:22	646	593	681	616	437	109,25	109,25	154	148,25	170,25
13:53	13:37	626	573	673	603	444	111	111	150,75	143,25	168,25
14:08	13:52	602	549	664	589	451	112,75	112,75	147,25	137,25	166
14:23	14:07	575	522	652	571	455	113,75	113,75	142,75	130,5	163
14:38	14:22	544	492	639	551	456	114	114	137,75	123	159,75
14:53	14:37	511	459	622	527	452	113	113	131,75	114,75	155,5
15:08	14:52	474	423	602	501	443	110,75	110,75	125,25	105,75	150,5
15:23	15:07	434	384	578	470	429	107,25	107,25	117,5	96	144,5
15:38	15:22	392	342	550	436	410	102,5	102,5	109	85,5	137,5
15:53	15:37	346	298	515	397	384	96	96	99,25	74,5	128,75
16:08	15:52	297	252	473	353	352	88	88	88,25	63	118,25
16:23	16:07	245	204	420	303	310	77,5	77,5	75,75	51	105
16:38	16:22	190	155	355	247	259	64,75	64,75	61,75	38,75	88,75
16:53	16:37	123	97	252	167	181	45,25	45,25	41,75	24,25	63
17:08	16:52	66	19	146	19	22	5,5	5,5	4,75	4,75	36,5

Diciembre											
HORA		G (W/m2)					H (Wh/m2)				
GMT	Pvgis	E=OPT A= 0º	E=34º A=0º	E=OPT A=OPT	E=34º A=-- 45º/45º	E=0º A=OPT	SEG EJE HORIZ panel 1,64m	SEG EJE HORIZ panel 1,559m	SEGUIDOR AZIMUTAL EJE VERT	FIJO 34	SEG 2 EJES
7:53	7:37	129	97	228	150	155	38,75	38,75	37,5	24,25	57
8:08	7:52	196	149	326	219	221	55,25	55,25	54,75	37,25	81,5
8:23	8:07	254	202	390	278	271	67,75	67,75	69,5	50,5	97,5
8:38	8:22	304	247	439	324	306	76,5	76,5	81	61,75	109,75
8:53	8:37	350	289	478	363	333	83,25	83,25	90,75	72,25	119,5
9:08	8:52	392	329	510	398	353	88,25	88,25	99,5	82,25	127,5
9:23	9:07	430	366	537	429	368	92	92	107,25	91,5	134,25
9:38	9:22	465	400	559	456	378	94,5	94,5	114	100	139,75
9:53	9:37	498	432	577	480	384	96	96	120	108	144,25
10:08	9:52	526	460	592	500	385	96,25	96,25	125	115	148
10:23	10:07	552	486	605	518	382	95,5	95,5	129,5	121,5	151,25
10:38	10:22	574	508	615	533	376	94	94	133,25	127	153,75
10:53	10:37	594	528	624	546	369	92,25	92,25	136,5	132	156
11:08	10:52	610	544	630	556	362	90,5	90,5	139	136	157,5
11:23	11:07	622	557	635	564	355	88,75	88,75	141	139,25	158,75
11:38	11:22	632	566	639	570	349	87,25	87,25	142,5	141,5	159,75
11:53	11:37	638	573	642	574	345	86,25	86,25	143,5	143,25	160,5
12:08	11:52	642	576	643	576	342	85,5	85,5	144	144	160,75
12:23	12:07	642	576	643	576	342	85,5	85,5	144	144	160,75
12:38	12:22	638	573	642	574	345	86,25	86,25	143,5	143,25	160,5
12:53	12:37	632	566	639	570	349	87,25	87,25	142,5	141,5	159,75

13:08	12:52	622	557	635	564	355	88,75	88,75	141	139,25	158,75
13:23	13:07	610	544	630	556	362	90,5	90,5	139	136	157,5
13:38	13:22	594	528	624	546	369	92,25	92,25	136,5	132	156
13:53	13:37	574	508	615	533	376	94	94	133,25	127	153,75
14:08	13:52	552	486	605	518	382	95,5	95,5	129,5	121,5	151,25
14:23	14:07	526	460	592	500	385	96,25	96,25	125	115	148
14:38	14:22	498	432	577	480	384	96	96	120	108	144,25
14:53	14:37	465	400	559	456	378	94,5	94,5	114	100	139,75
15:08	14:52	430	366	537	429	368	92	92	107,25	91,5	134,25
15:23	15:07	392	329	510	398	353	88,25	88,25	99,5	82,25	127,5
15:38	15:22	350	289	478	363	333	83,25	83,25	90,75	72,25	119,5
15:53	15:37	304	247	439	324	306	76,5	76,5	81	61,75	109,75
16:08	15:52	254	202	390	278	271	67,75	67,75	69,5	50,5	97,5
16:23	16:07	196	149	326	219	221	55,25	55,25	54,75	37,25	81,5
16:38	16:22	129	97	228	150	155	38,75	38,75	37,5	24,25	57
16:53	16:37	13	18	9	18	20	5	5	4,5	4,5	2,25

18.14. ANEXO 14: Criterios de dimensionado circuitos activos CC.

LINEA DE MÓDULOS																	
INVERSOR	LÍNEA DE MÓDULOS	STRINGS POR LÍNEA DE MÓDULOS	CRITERIO TÉRMICO				CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN										
			Ka	Kt	l.adm	sección mínima	máxima sección	cableado normalizado para cada string de cada línea de módulos según su lejanía con la caja de conexiones									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
2	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
3	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
4	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
5	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
6	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
7	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
8	1,3,5,7,9,11	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10,12	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
9	1,3,5,7,9	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
10	1,3,5,7,9	9	0,72	0,82	12,75	1,5	3,01	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	
	2,4,6,8,10	10	0,72	0,82	12,75	1,5	3,34	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0

LÍNEAS PRINCIPALES DE LOS INVERSORES																
GRUPO DE INVERSORES	FILAS	CAJAS	Nº DE AGRUPAMIENTOS	LÍNEA PRINCIPAL INVERSOR	intensidad mpp líneas de salida de caja de conexiones	Ka	LONGITUD LÍNEA INVERSOR (M)	CRITERIO TÉRMICO			CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN			RESULTADOS FINALES		
								Kt	l. adm	sección mínima Ka	sección mínima	sección normalizada	nº de agrupación	SECCIÓN MÁXIMA ENTRE CRITERIOS	AGRUPAMIENTO	SECCIÓN FINAL
1-8	1	1	4	L(1-8).FILA1.CAJA1	75,25	0,77	17	0,82	119,18	25	16,92	25,00	1	25	1	25,00
1-8	1	2	4	L(1-8).FILA1.CAJA2	67,725	0,77	17	0,82	107,26	16	15,23	16,00	1	16		
1-8	2	1	4	L(1-8).FILA2.CAJA1	75,25	0,77	9	0,82	119,18	25	8,96	10,00	2	25		
1-8	2	2	4	L(1-8).FILA2.CAJA2	67,725	0,77	9	0,82	107,26	16	8,06	10,00	3	16		
1-8	3	1	2	L(1-8).FILA3.CAJA1	75,25	0,88	3	0,82	104,28	16	2,99	4,00	3	16	2	16,00
1-8	3	2	2	L(1-8).FILA3.CAJA2	67,725	0,88	3	0,82	93,85	16	2,69	4,00	3	16		
1-8	4	1	6	L(1-8).FILA4.CAJA1	75,25	0,73	8	0,82	125,71	25	7,96	10,00	4	25	3	25,00
1-8	4	2	6	L(1-8).FILA4.CAJA2	67,725	0,73	8	0,82	113,14	25	7,16	10,00	4	25		
1-8	5	1	6	L(1-8).FILA5.CAJA1	75,25	0,73	16	0,82	125,71	25	15,92	16,00	5	25		
1-8	5	2	6	L(1-8).FILA5.CAJA2	67,725	0,73	16	0,82	113,14	25	14,33	16,00	6	25		
1-8	6	1	6	L(1-8).FILA6.CAJA1	75,25	0,73	24	0,82	125,71	25	23,88	25,00	6	25		
1-8	6	2	6	L(1-8).FILA6.CAJA2	67,725	0,73	24	0,82	113,14	25	21,49	25,00	6	25		
9-10	1	1	4	L(9-10).FILA1.CAJA1	75,25	0,77	17	0,82	119,18	25	16,92	25,00	7	25	4	25,00
9-10	1	2	4	L(9-10).FILA1.CAJA2	67,725	0,77	17	0,82	107,26	16	15,23	16,00	7	16		
9-10	2	1	4	L(9-10).FILA2.CAJA1	75,25	0,77	9	0,82	119,18	25	8,96	10,00	8	25		
9-10	2	2	4	L(9-10).FILA2.CAJA2	67,725	0,77	9	0,82	107,26	16	8,06	10,00	9	16		
9-10	3	1	2	L(9-10).FILA3.CAJA1	75,25	0,88	3	0,82	104,28	16	2,99	4,00	9	16	5	16,00
9-10	3	2	2	L(9-10).FILA3.CAJA2	67,725	0,88	3	0,82	93,85	16	2,69	4,00	9	16		
9-10	4	1	4	L(9-10).FILA4.CAJA1	75,25	0,77	8	0,82	119,18	25	7,96	10,00	10	25	6	25,00
9-10	4	2	4	L(9-10).FILA4.CAJA2	67,725	0,77	8	0,82	107,26	16	7,16	10,00	10	16		
9-10	5	1	4	L(9-10).FILA5.CAJA1	75,25	0,77	16	0,82	119,18	25	15,92	16,00	11	25		
9-10	5	2	4	L(9-10).FILA5.CAJA2	67,725	0,77	16	0,82	107,26	16	14,33	16,00	12	16		

18.15. ANEXO 15: Condiciones ambientales.

LOCALIZACIÓN 38°40'32"N 4°6'25"W

DATOS MENSUALES

Mes	Hopt	H.lopt	H(0)	H(90)	H(6)	DNI	lopt	D/G	TD	T24h	NDD	pond 34	pond 0	G(34)
Enero	3710	4140	2240	3720	2540	3390	62	0.43	7.4	5.2	314	0,054	0,033	512
Febrero	4980	5290	3340	4450	3700	4700	55	0.36	9.2	7.0	231	0,073	0,049	544
Marzo	5890	5930	4740	4260	5030	5170	42	0.40	12.2	9.9	137	0,086	0,069	558
Abril	5980	6020	5580	3280	5750	5620	26	0.36	14.6	12.5	92	0,087	0,081	644
Mayo	6430	6780	6680	2680	6750	6510	14	0.33	19.0	16.9	7	0,094	0,098	644
Junio	7070	7800	7780	2370	7760	8270	5	0.26	25.1	22.9	1	0,103	0,114	755
Julio	7530	8160	8090	2590	8120	9300	9	0.20	28.2	25.9	0	0,110	0,118	8135
Agosto	7320	7470	7080	3410	7230	8230	21	0.23	28.3	25.8	1	0,107	0,103	721
Septiembre	6310	6310	5280	4110	5560	6250	37	0.30	23.5	21.1	14	0,092	0,077	551
Octubre	5440	5650	3900	4520	4250	5060	51	0.36	18.0	15.6	93	0,079	0,057	562
Noviembre	4230	4670	2590	4130	2920	4010	61	0.38	11.6	9.1	288	0,062	0,038	548
Diciembre	3620	4140	2060	3780	2380	3410	65	0.42	8.2	6.2	318	0,053	0,030	531
Año	5710	6030	4960	3600	5170	5830	34	0.31	17.1	14.8	1496			

H(0): Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m2/día)

Hopt: Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima (Wh/m2/día)

H(90): Irradiación sobre plano inclinado:90grados (Wh/m2/día)

DNI: Irradiación directa normal (Wh/m2/día)

lopt: Inclinación óptima (grados)

D/G: Ratio entre la irradiación difusa y la global (-)

TD: Temperatura media del día (C)

T24h: Temperatura media diaria (24h) (C)

NDD: Número de grados día de calefacción (-)

H(6): Irradiación sobre plano inclinado 6 grados (Wh/m2/día)

G(34):Irradiancia media diaria plano fijo 34°

pond 34: Peso ponderado del mes en la irradiación anual recibida por un plano a 34°

pond 0: Peso ponderado del mes en la irradiación anual recibida por un plano a 0°

18.16. ANEXO 16: Precios de Venta de la energía por mes

	MEDIA (€/MW)	PONDERADA DE LA RADIACION MEDIA MENSUAL	MEDIA PONDERADA PRECIO VENTA (€/MW)
ene-17	71,5	0,054	3,871
feb-17	51,7	0,073	3,761
mar-17	43,2	0,086	3,713
abr-17	43,7	0,087	3,814
may-17	47,1	0,094	4,422
jun-16	38,9	0,103	4,014
jul-16	40,5	0,110	4,455
ago-16	41,2	0,107	4,398
sep-16	43,6	0,092	4,015
oct-16	52,8	0,079	4,195
nov-16	56,1	0,062	3,466
dic-16	60,5	0,053	3,196
			47,319

18.17. ANEXO 17: Valores de cálculo económico iniciales para la comparación entre sistemas de orientación y módulos.

nº seg	Configuración	N DE PANELES 3			Wp (KW)			IRR. RECIBIDA (MWH)			HORAS PICO EQU (h)		
		PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3
	FIJOS A 34º	14884	14855	14626	4019	4308	5046	46042	46045	45442	46041747	46044872	45441898
26	1 EJE CENITAL	12536	12512	12669	3385	3628	4371	40273	40278	40879	40273425	40277527	40879039
95	AZIMUTAL V 4H	6080	6080	5700	1642	1763	1967	21851	21895	20575	21850672	21894815	20574762
93	AZIMUTAL V 5H	5952	5952	5580	1607	1726	1925	22575	22620	21257	22574815	22620421	21256622
64	AZIMUTAL V 6H	4096	4096	3840	1106	1188	1325	16436	16470	15477	16436413	16469618	15476654
20	AZIMUTAL H 3m	10602	10602	10044	2863	3075	3465	31143	31206	30671	31142894	31205809	30671020
10	AZIMUTAL H 5m	6400	6400	6080	1728	1856	2098	24130	24179	23506	24129908	24178655	23505713
216	2 EJES PEQ 4h	3888	3888	3888	1050	1128	1341	14745	14774	14809	14744676	14774464	14809282
201	2 EJES PEQ 5h	3618	3618	3618	977	1049	1248	14594	14624	14658	14594395	14623878	14658342
199	2 EJES PEQ 6h	3582	3582	3582	967	1039	1236	15445	13612	13644	15445498	13611659	13643737
106	2 EJES G 4h	5830	5830	5406	1574	1691	1865	22109	22154	20591	22109430	22154095	20591301
94	2 EJES G 5h	5170	5170	4794	1396	1499	1654	20855	20897	19423	20854898	20897029	19422910
81	2 EJES G 6h	4455	4455	4131	1203	1292	1425	19210	16929	15735	19209853	16929073	15734862

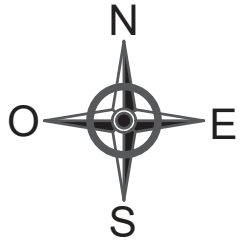
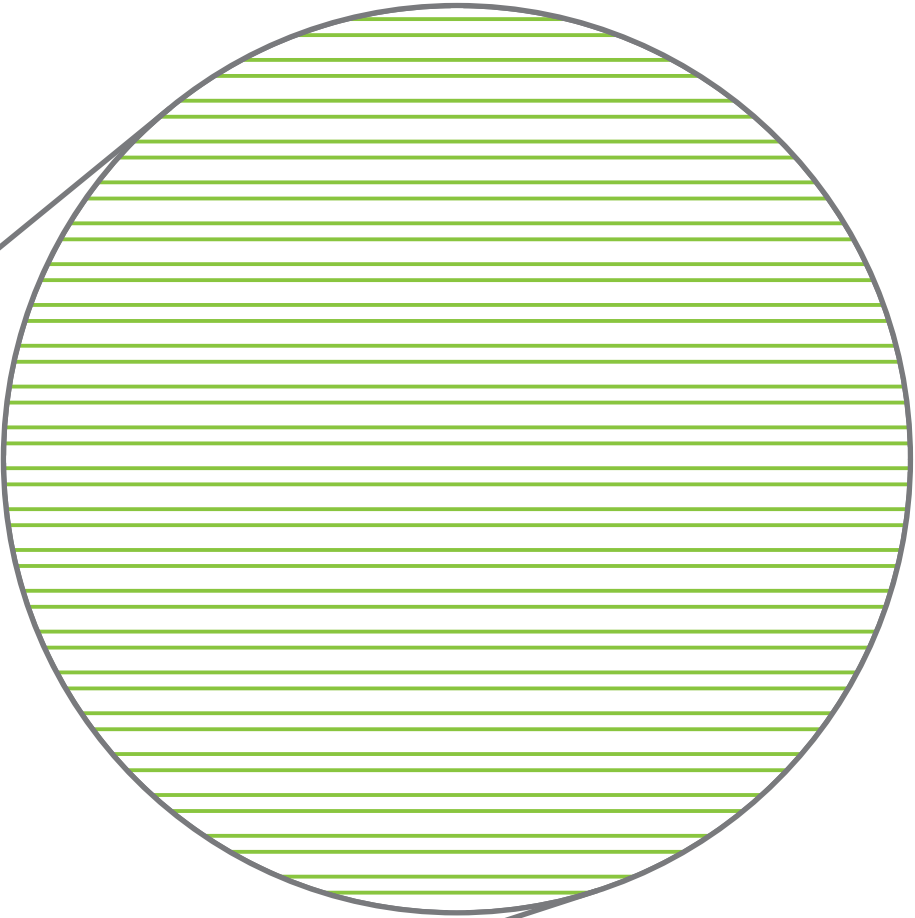
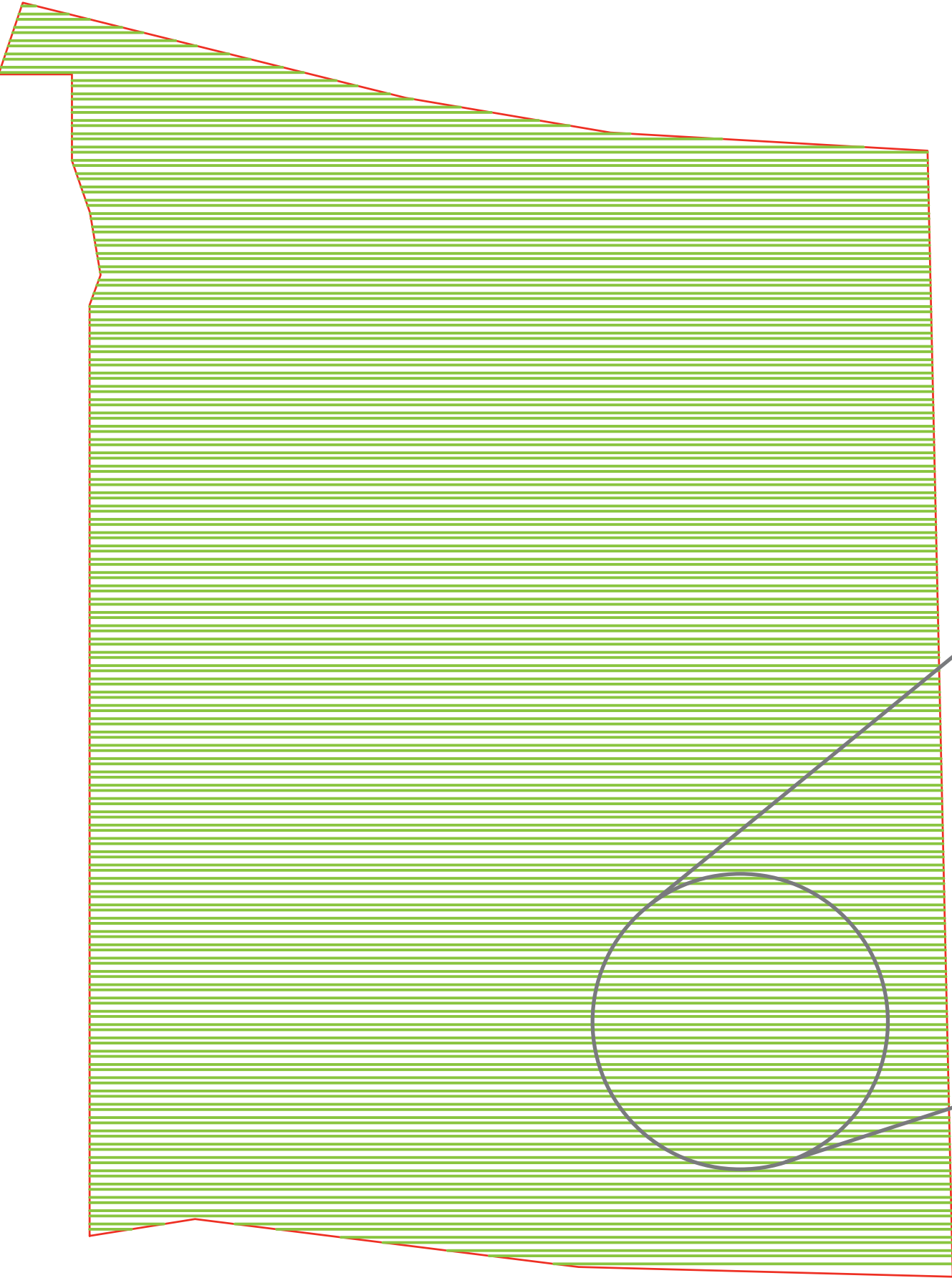
nº seg	Configuración	ENERGÍA SIN PERDIDAS 1 AÑO (MWh)			ENERGÍA CON PERDIDAS 1 AÑO (MWh)			ENERGÍA SIN PERDIDAS 25 AÑOS (MWh)			ENERGÍA CON PERDIDAS 25 AÑOS (MWh)		
		PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3
	FIJOS A 34º	12431	13353	15677	11793	12700	15103	310782	333825	391936	248504	268918	327885
26	1 EJE CENITAL	10874	11680	14103	10316	11109	13586	271846	292012	352582	217370	235234	294962
95	AZIMUTAL V 4H	5900	6349	7098	5597	6039	6838	147492	158737	177457	117936	127873	148457
93	AZIMUTAL V 5H	6095	6560	7334	5782	6239	7065	152380	163998	183338	121844	132111	153377
64	AZIMUTAL V 6H	4438	4776	5339	4210	4543	5144	110946	119405	133486	88713	96188	111672
20	AZIMUTAL H 3m	8409	9050	10582	7977	8607	10193	210215	226242	264538	168089	182252	221306
10	AZIMUTAL H 5m	6515	7012	8109	6181	6669	7812	162877	175295	202737	130238	141212	169605
216	2 EJES PEQ 4h	3981	4285	5109	3777	4075	4922	99527	107115	127730	79582	86288	106856
201	2 EJES PEQ 5h	3940	4241	5057	3738	4034	4872	98512	106023	126428	78771	85408	105767
199	2 EJES PEQ 6h	4170	3947	4707	3956	3754	4534	104257	98685	117677	83365	79497	98446
106	2 EJES G 4h	5970	6425	7104	5663	6111	6843	149239	160617	177600	119333	129387	148576
94	2 EJES G 5h	5631	6060	6701	5342	5764	6455	140771	151503	167523	112561	122046	140146
81	2 EJES G 6h	5187	4909	5429	4920	4669	5229	129667	122736	135713	103683	98871	113535

nº seg	Configuración	DIFERENCIAS IDEAL- REAL (MWh)			Ingresos VENTA ENERGÍA 25 AÑOS (K€)			BENEFICIOS (K€)			coste en paneles (K€)		
		PANE L 1	PANE L 2	PANE L 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
	FIJOS A 34º	62278	64908	64051	12236	13241	16144	9794	10553	12734	1350	1542	2129
26	1 EJE CENITAL	54475	56778	57620	10703	11582	14523	8115	8787	11038	1137	1299	1844
95	AZIMUTAL V 4H	29556	30864	29000	5807	6296	7310	4475	4861	5637	552	631	830
93	AZIMUTAL V 5H	30536	31887	29962	5999	6505	7552	4695	5099	5914	540	618	812
64	AZIMUTAL V 6H	22233	23217	21815	4368	4736	5498	3463	3762	4365	372	425	559
20	AZIMUTAL H 3m	42125	43990	43231	8276	8974	10897	6343	6861	8348	962	1101	1462
10	AZIMUTAL H 5m	32639	34084	33132	6413	6953	8351	5279	5711	6843	581	664	885
216	2 EJES PEQ 4h	19944	20827	20874	3918	4249	5261	2697	2961	3771	353	404	566
201	2 EJES PEQ 5h	19741	20615	20661	3878	4205	5208	2740	3006	3819	328	376	527
199	2 EJES PEQ 6h	20892	19188	19231	4105	3914	4847	2977	2726	3472	325	372	522
106	2 EJES G 4h	29906	31230	29024	5876	6371	7316	4326	4722	5452	529	605	787
94	2 EJES G 5h	28209	29458	27377	5542	6009	6900	4165	4545	5245	469	537	698
81	2 EJES G 6h	25984	23864	22179	5105	4868	5590	3916	3603	4161	404	463	601

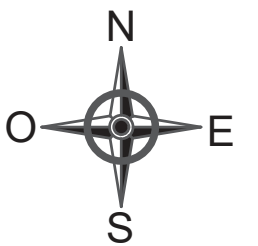
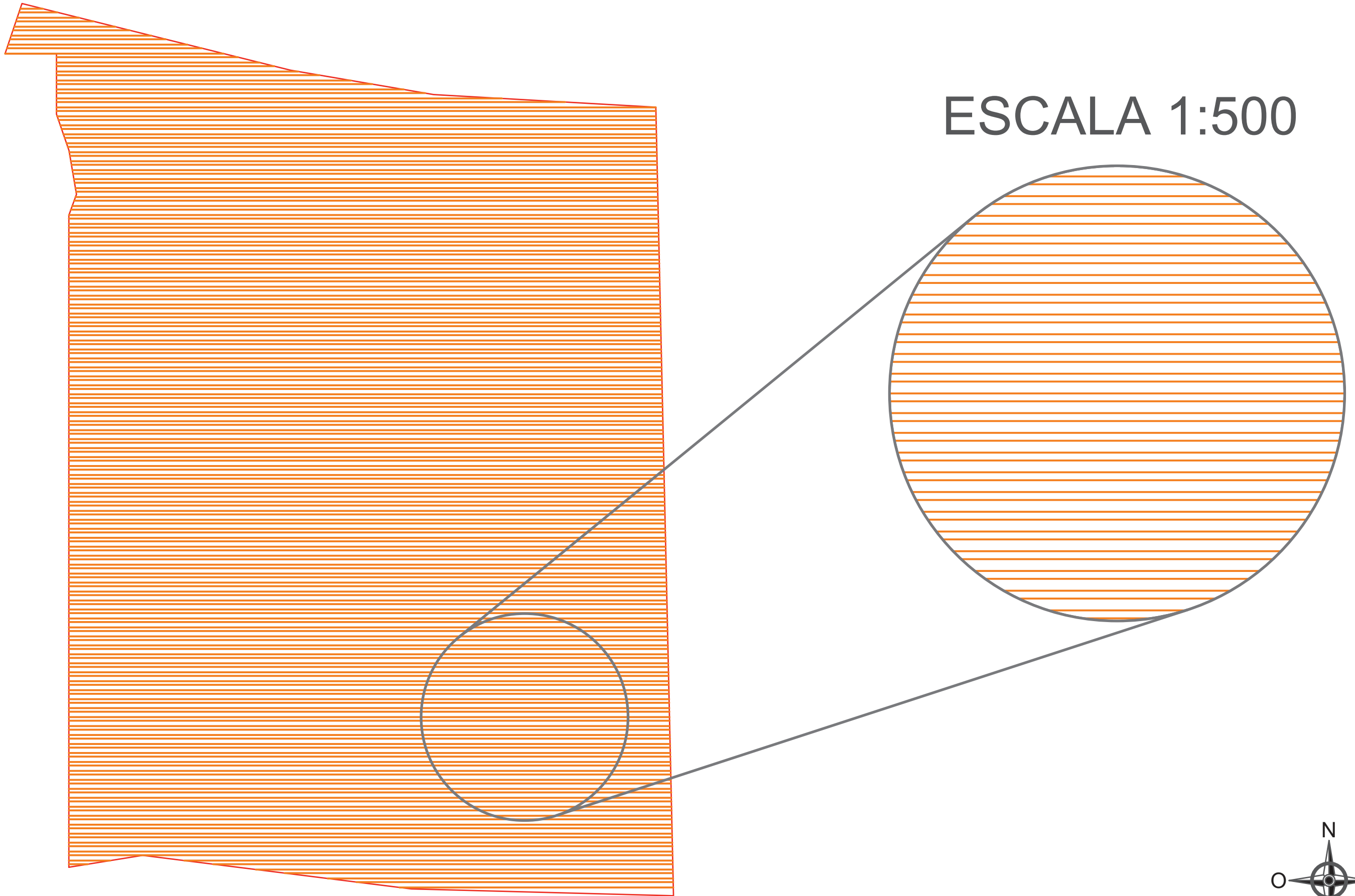
nº seg	Configuración	coste de inversión sin considerar cableado ni centro de transformación (K€)			Ratio ingresos/inversión			beneficio por panel (€)		
		PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3
	FIJOS A 34º	2441	2688	3410	5,01	4,93	4,73	658	710	871
26	1 EJE CENITAL	2587	2795	3485	4,14	4,14	4,17	647	702	871
95	AZIMUTAL V 4H	1332	1435	1672	4,36	4,39	4,37	736	800	989
93	AZIMUTAL V 5H	1305	1405	1638	4,60	4,63	4,61	789	857	1060
64	AZIMUTAL V 6H	905	974	1134	4,83	4,86	4,85	846	919	1137
20	AZIMUTAL H 3m	1933	2112	2548	4,28	4,25	4,28	598	647	831
10	AZIMUTAL H 5m	1134	1242	1508	5,66	5,60	5,54	825	892	1125
216	2 EJES PEQ 4h	1222	1288	1491	3,21	3,30	3,53	694	762	970
201	2 EJES PEQ 5h	1138	1200	1389	3,41	3,51	3,75	757	831	1056
199	2 EJES PEQ 6h	1127	1188	1375	3,64	3,30	3,53	831	761	969
106	2 EJES G 4h	1550	1649	1863	3,79	3,86	3,93	742	810	1009
94	2 EJES G 5h	1377	1464	1655	4,02	4,10	4,17	806	879	1094
81	2 EJES G 6h	1190	1265	1429	4,29	3,85	3,91	879	809	1007

PLANOS

ESCALA 1:500



ESCALA 1:500



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, 4.56MW, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SITUADA EN PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).

Plano: Distribución máxima estructura fija paneles tipo 3

Autor: Jaime Tamarit Molina

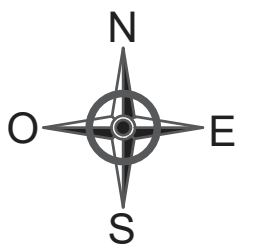
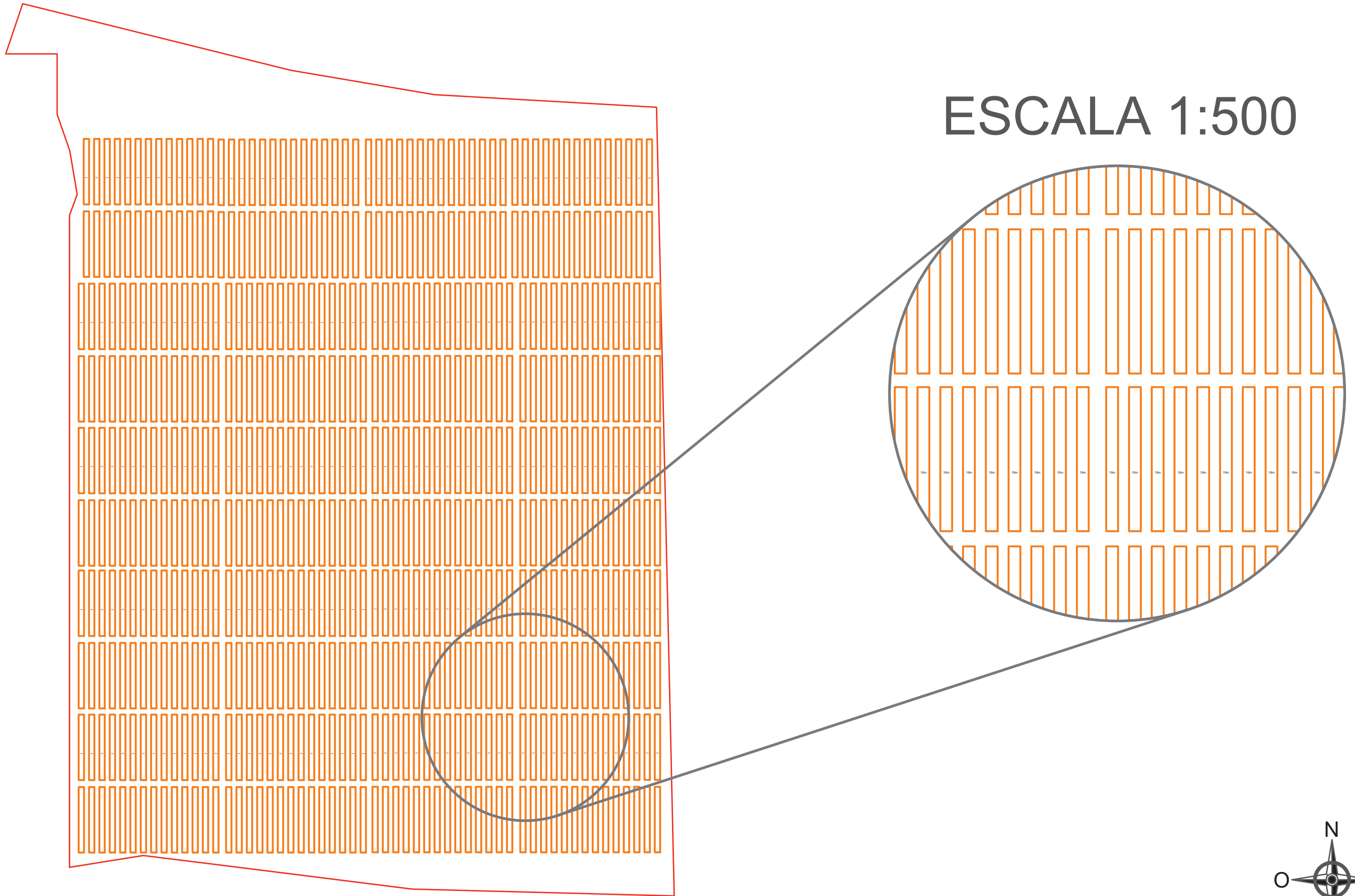
Fecha: Julio 2017

Escala: 1:1100

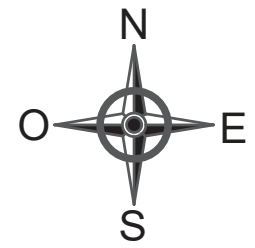
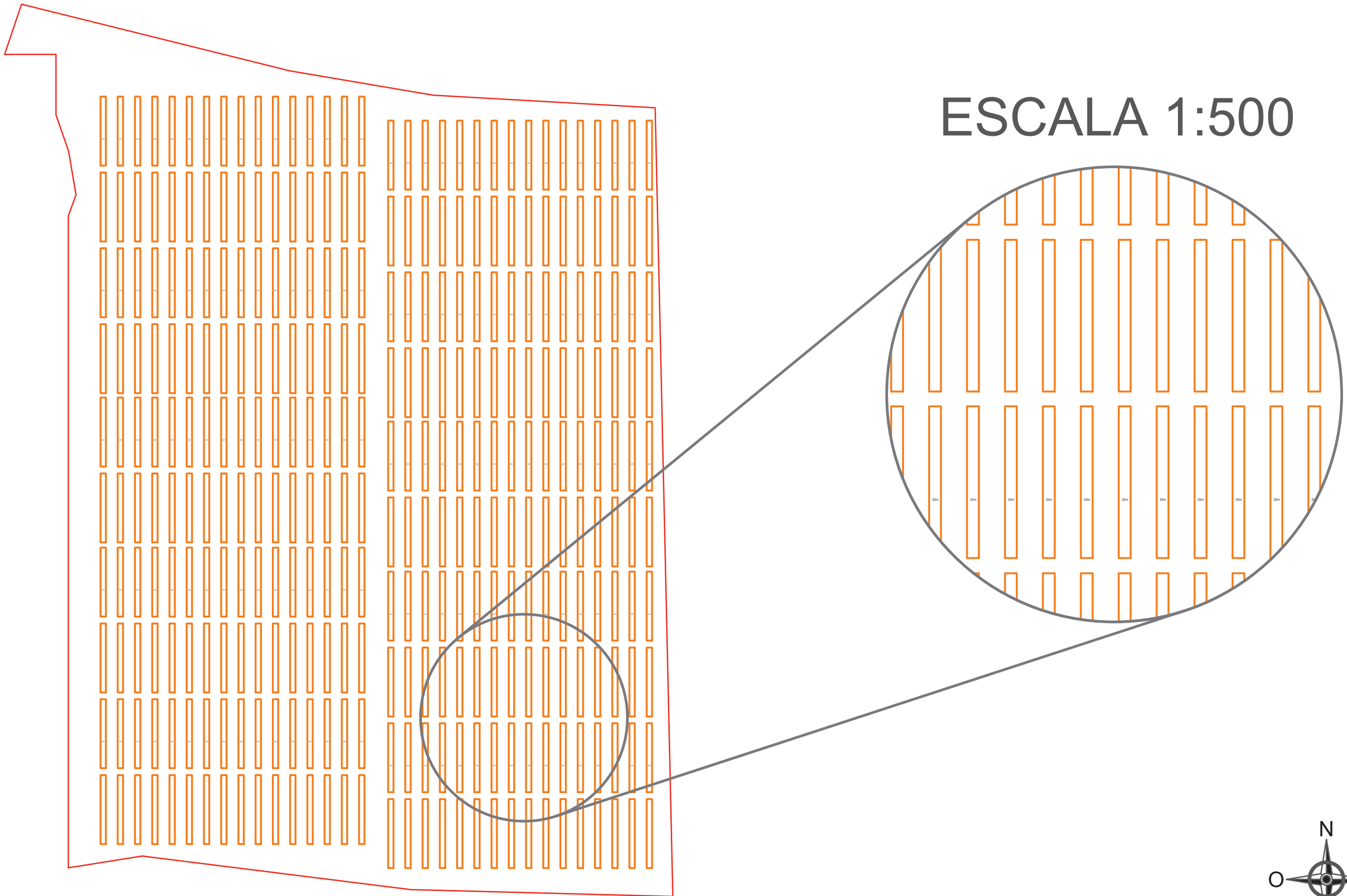
Nº Plano:

2

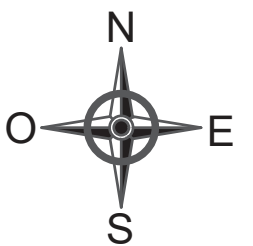
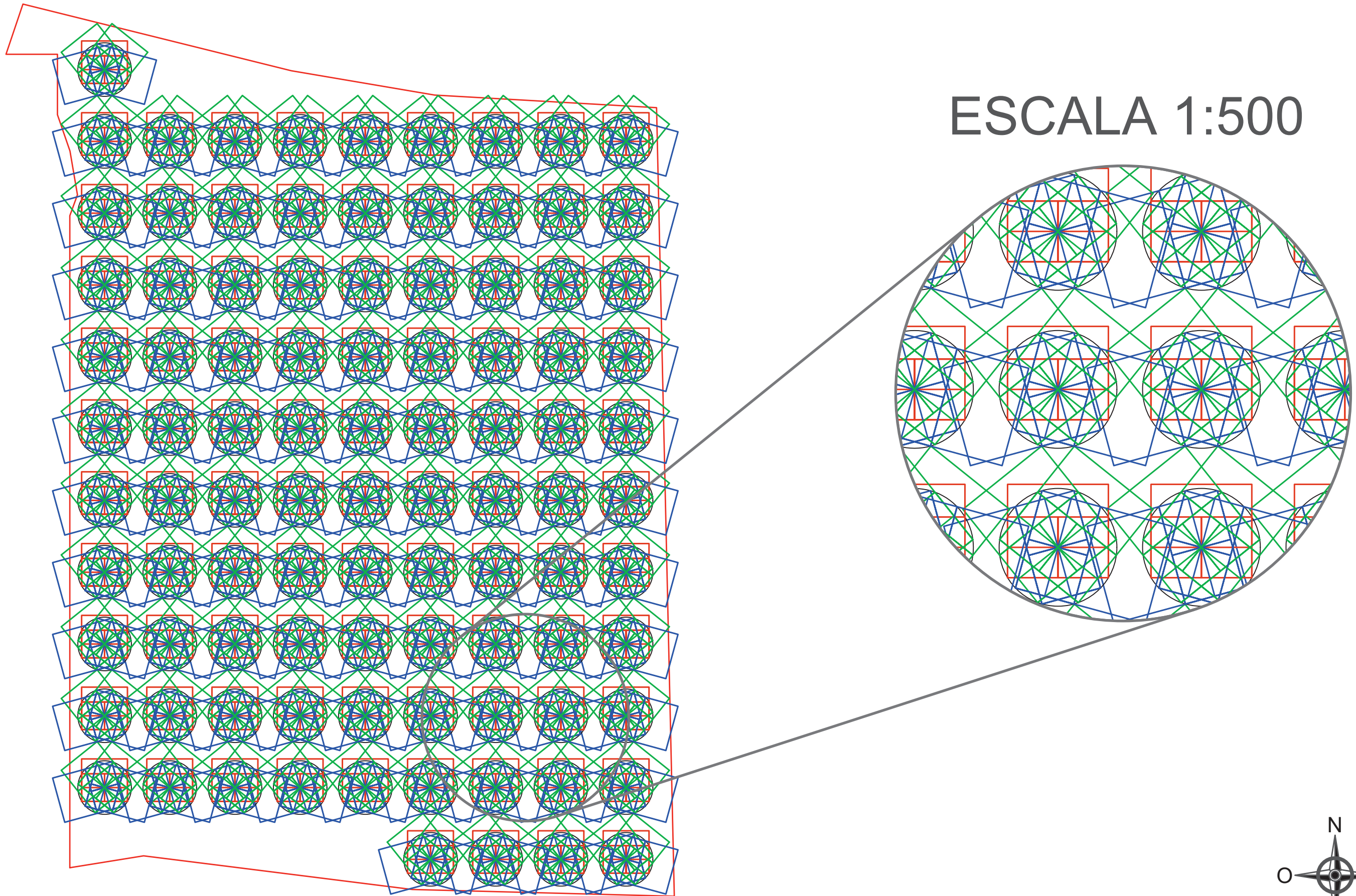
ESCALA 1:500



ESCALA 1:500



ESCALA 1:500



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, 4.56MW, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SITUADA EN PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).

Plano: Distribución máxima seguidor azimutal 4h

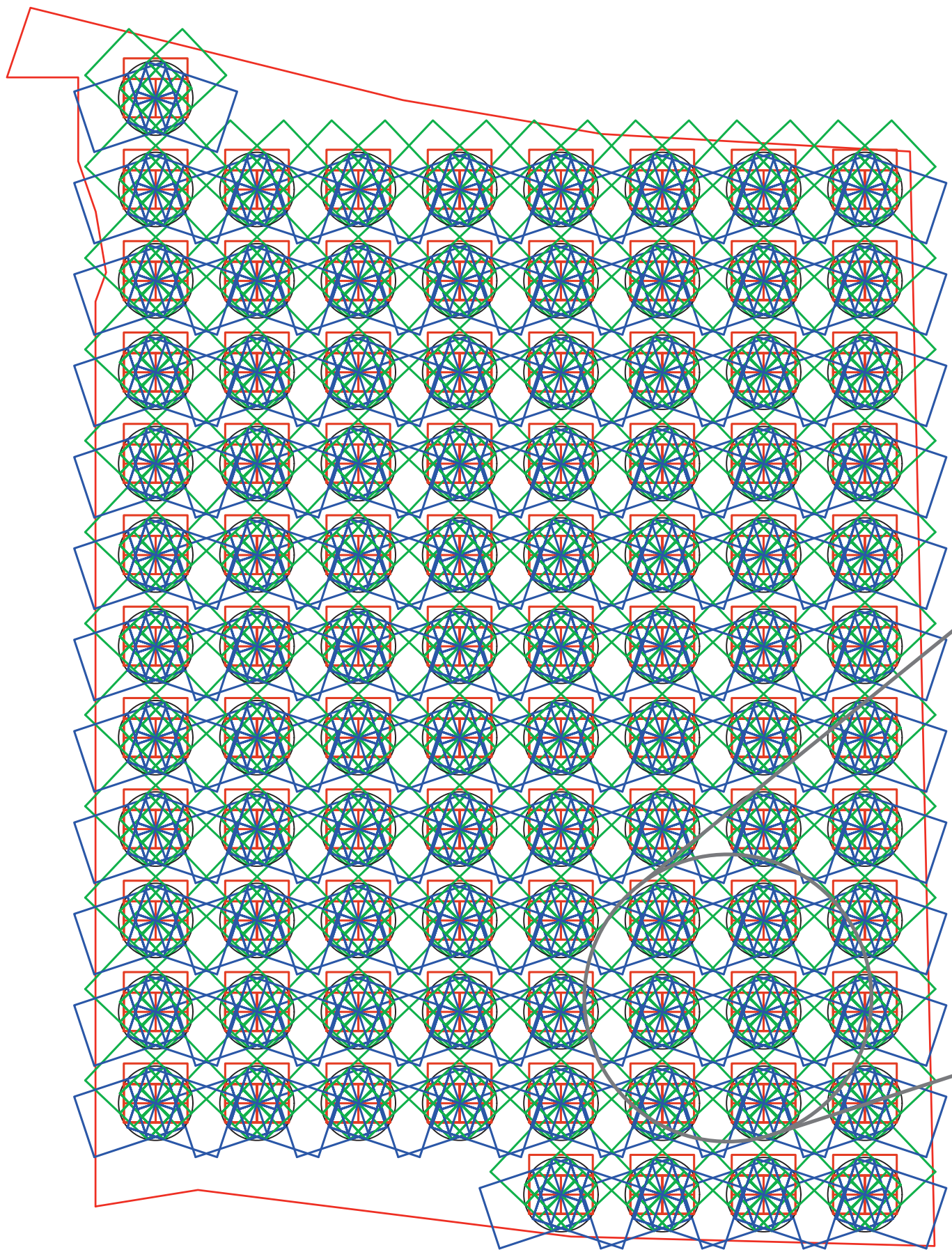
Autor: Jaime Tamarit Molina

Fecha: Julio 2017

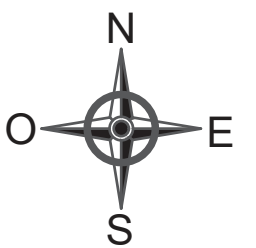
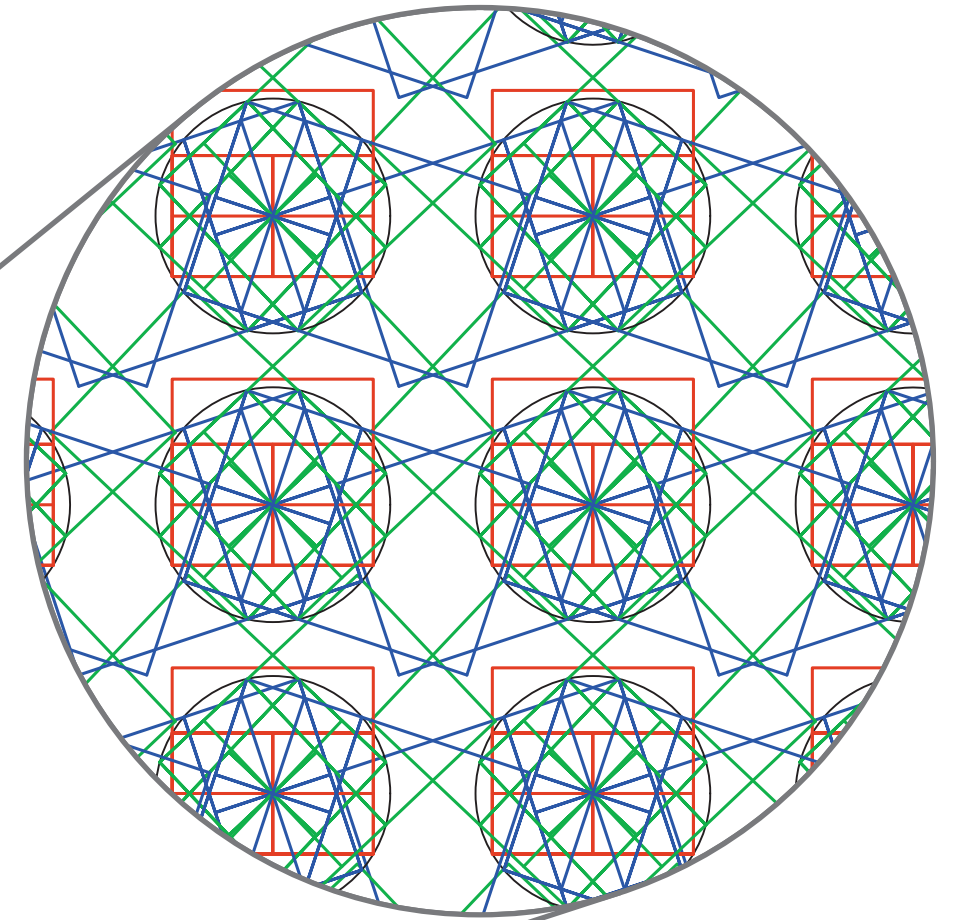
Escala: 1:1100

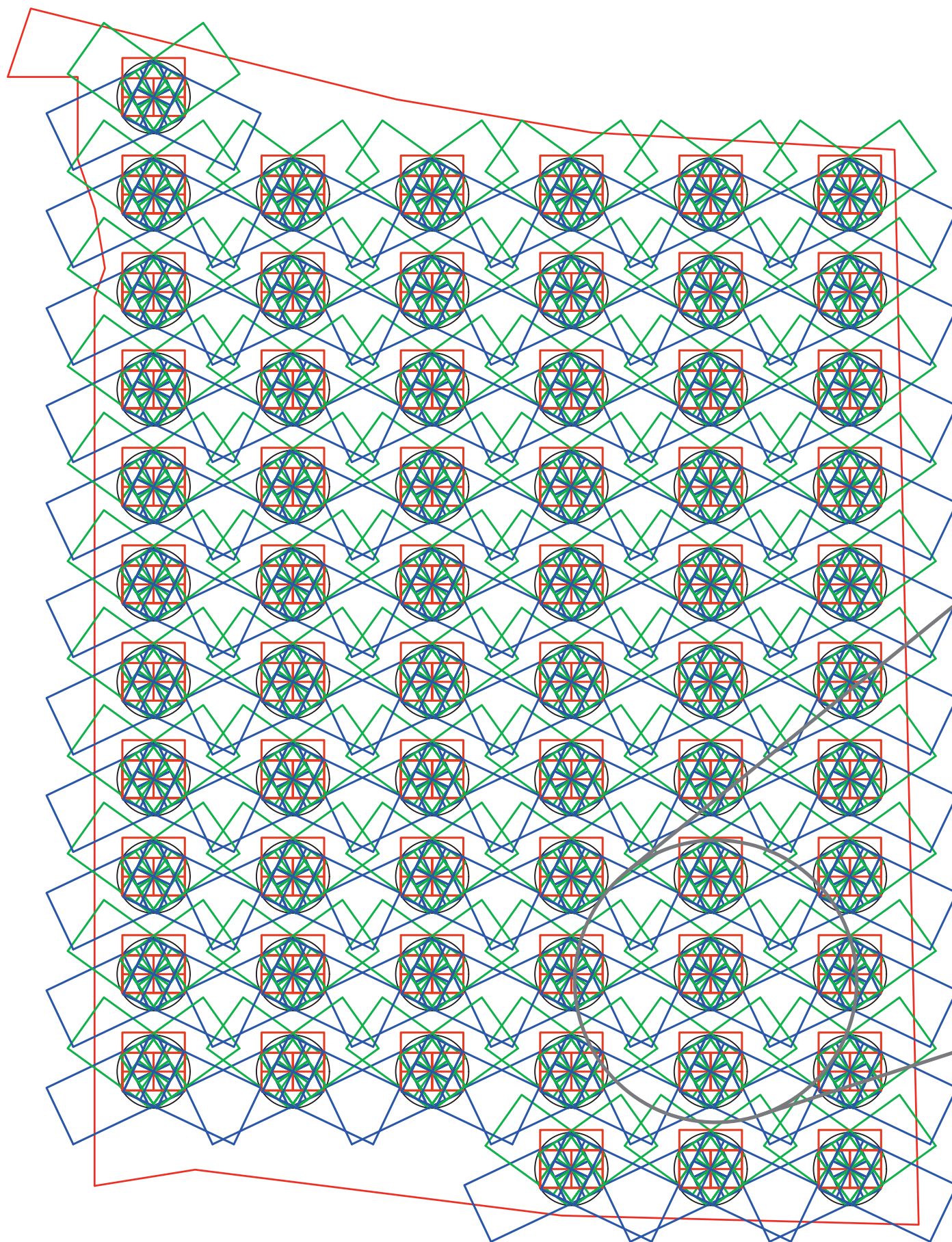
Nº Plano:

5

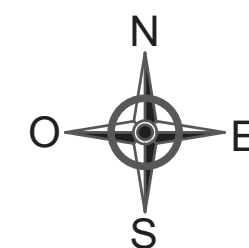
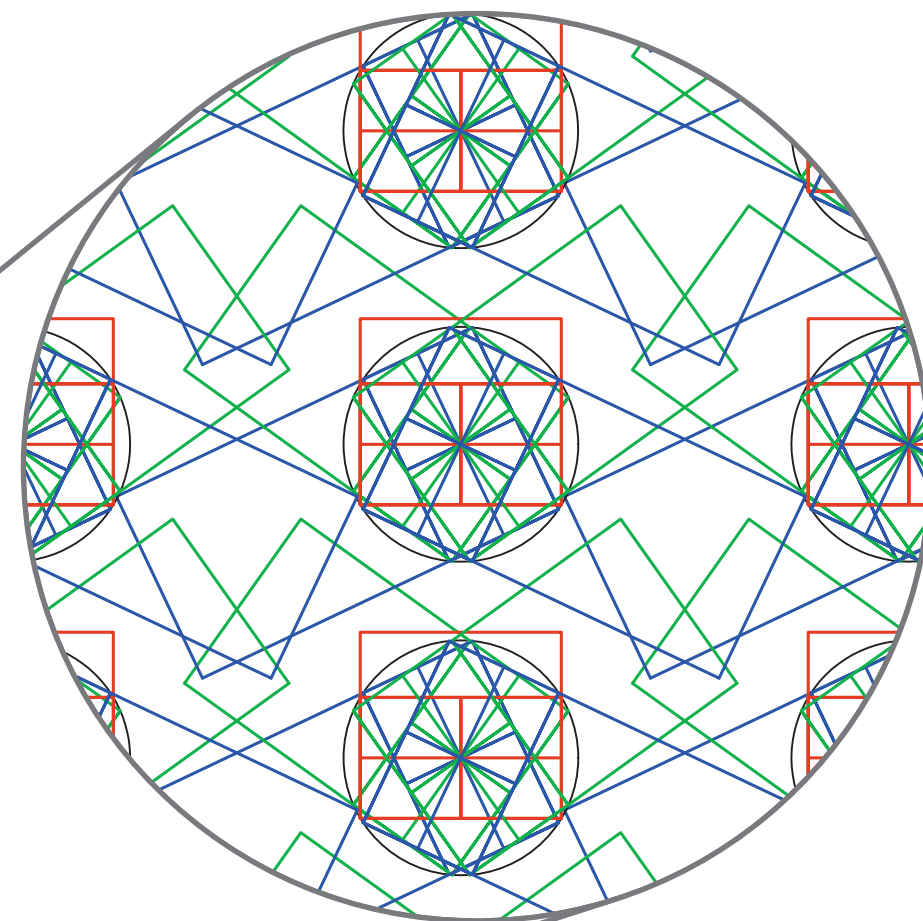


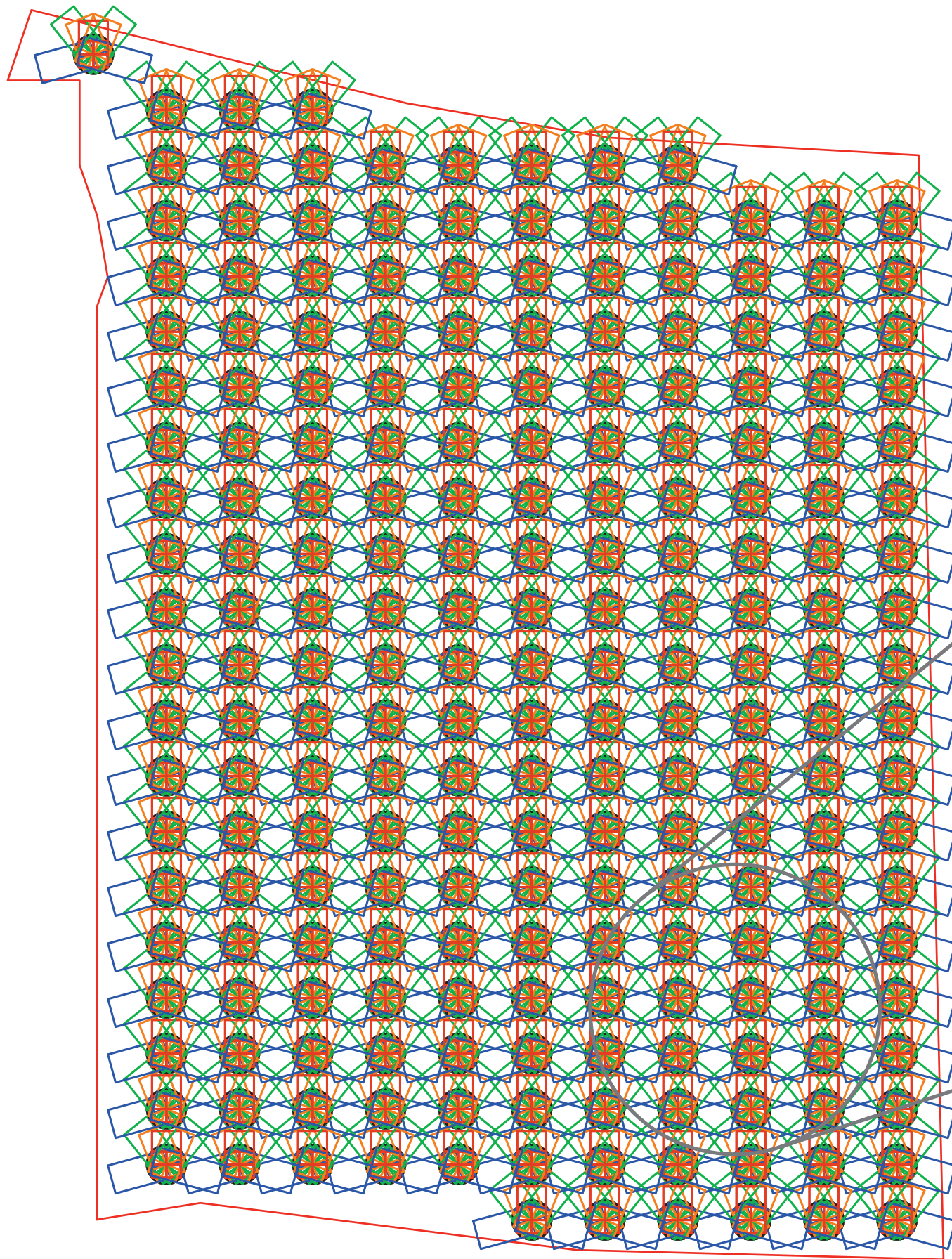
ESCALA 1:500



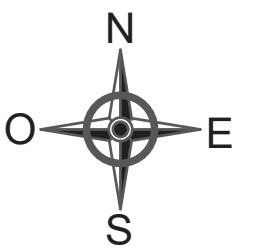
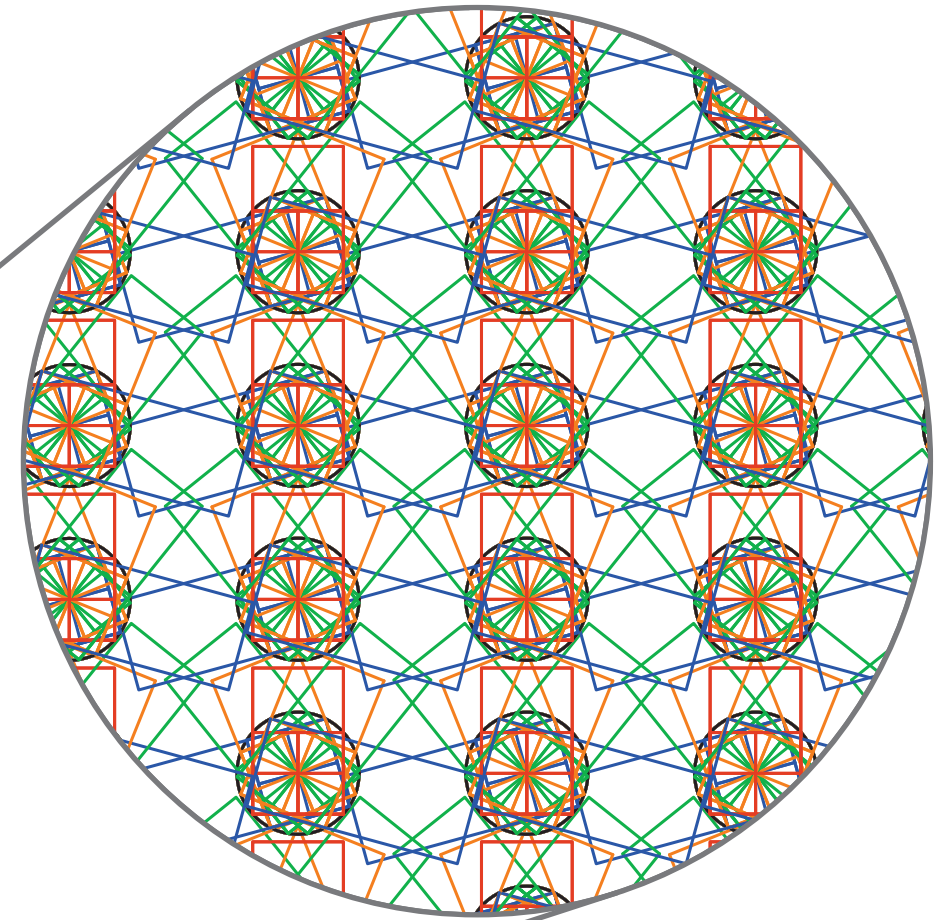


ESCALA 1:500



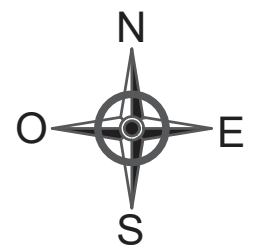
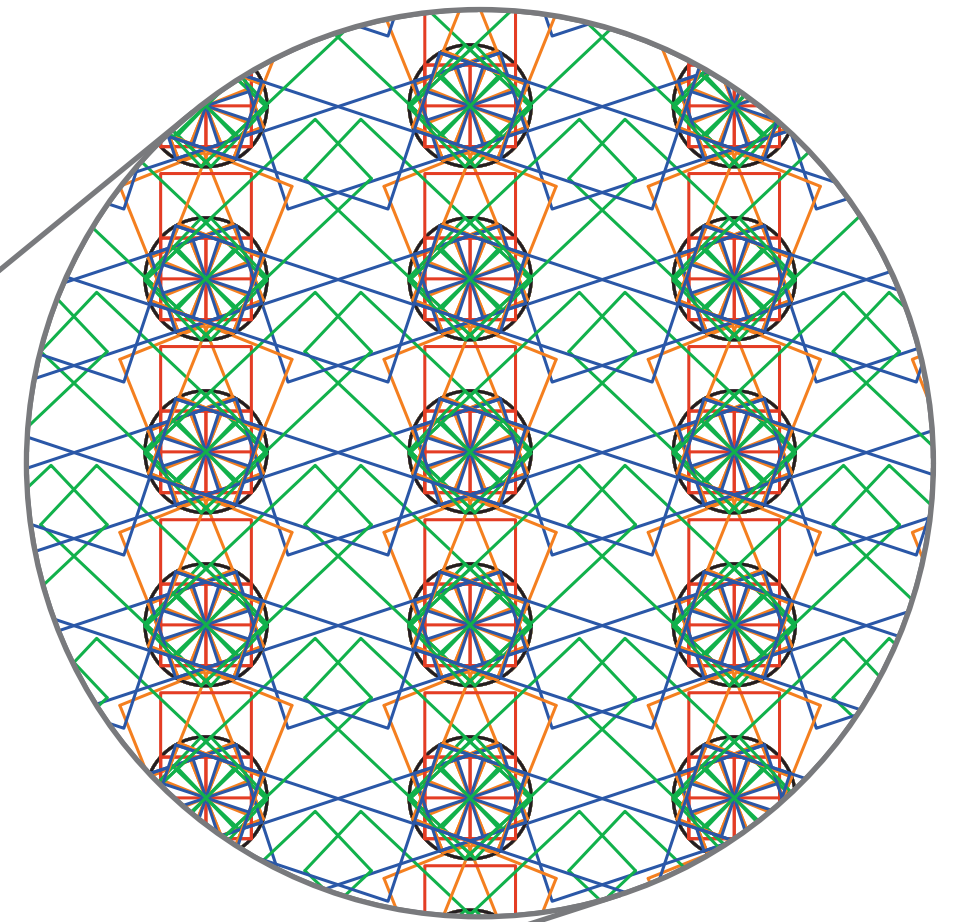


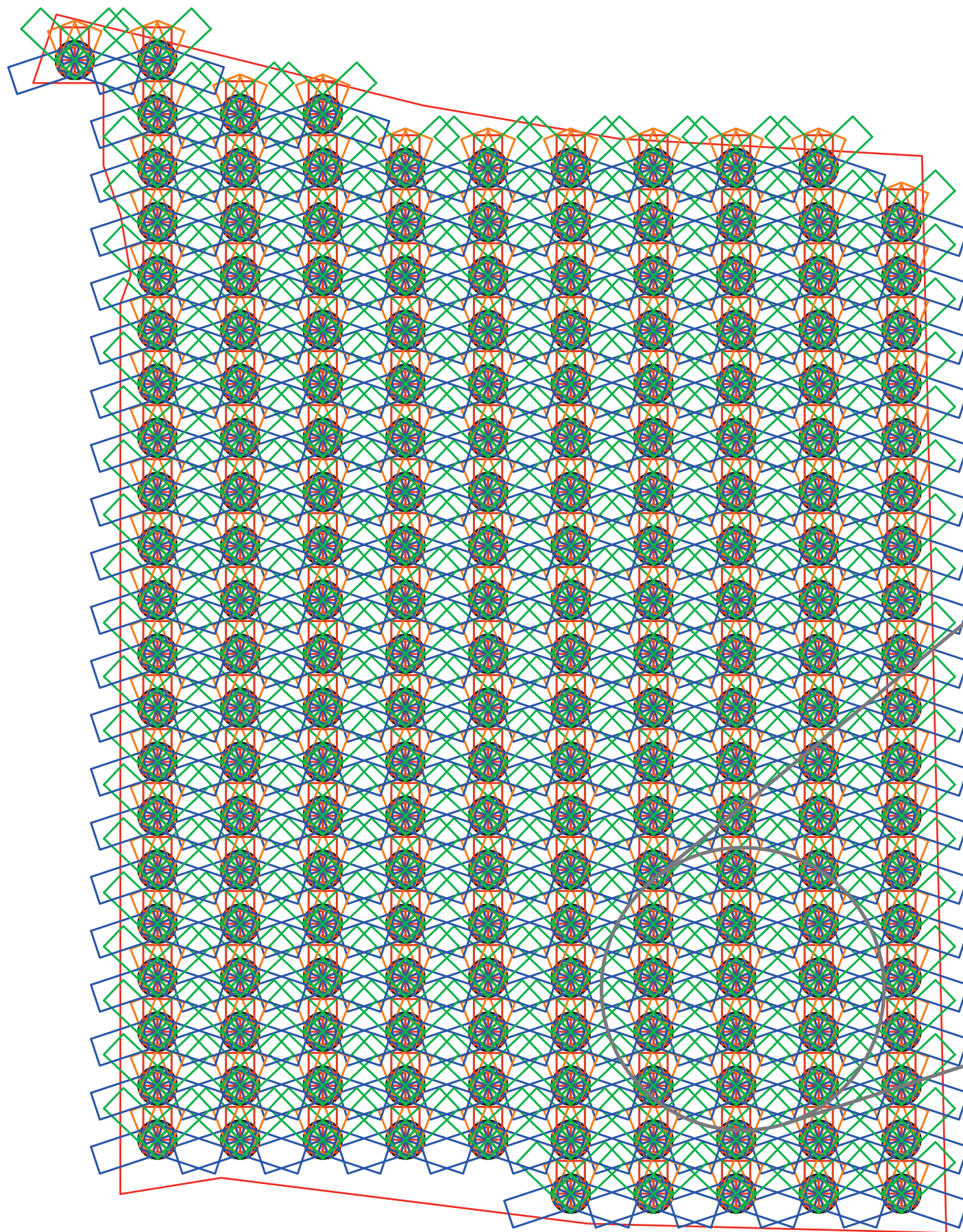
ESCALA 1:500



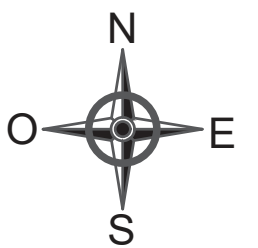
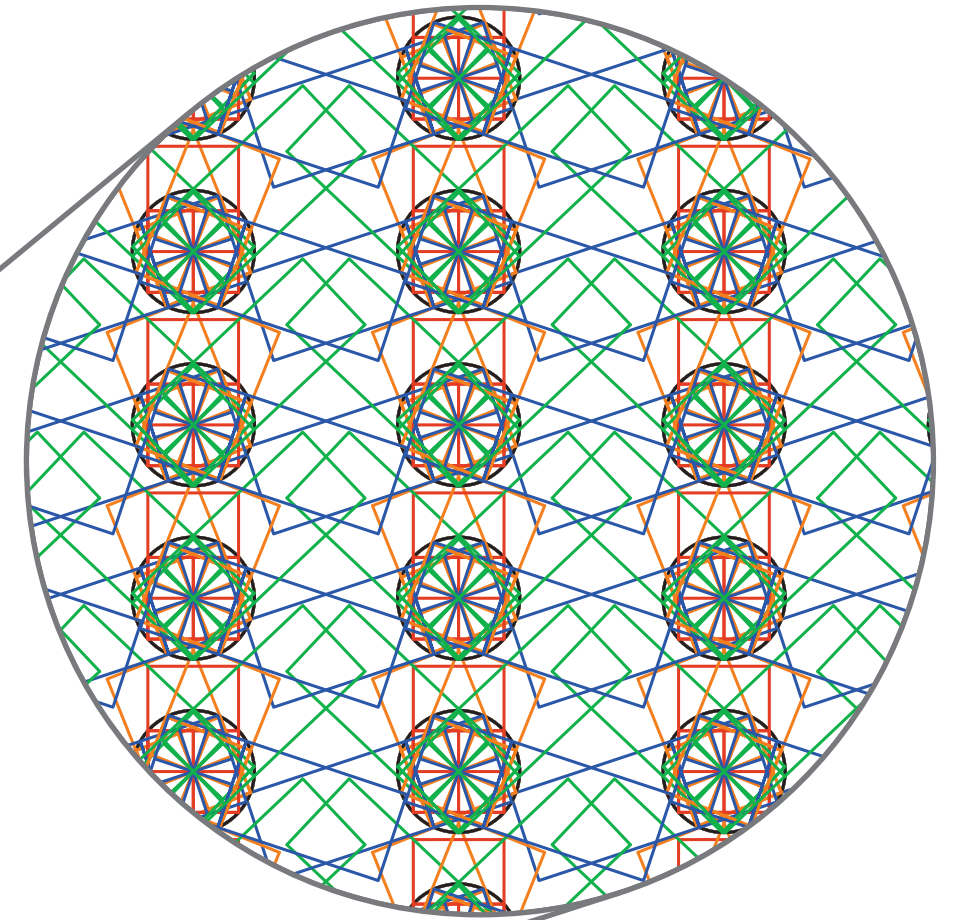


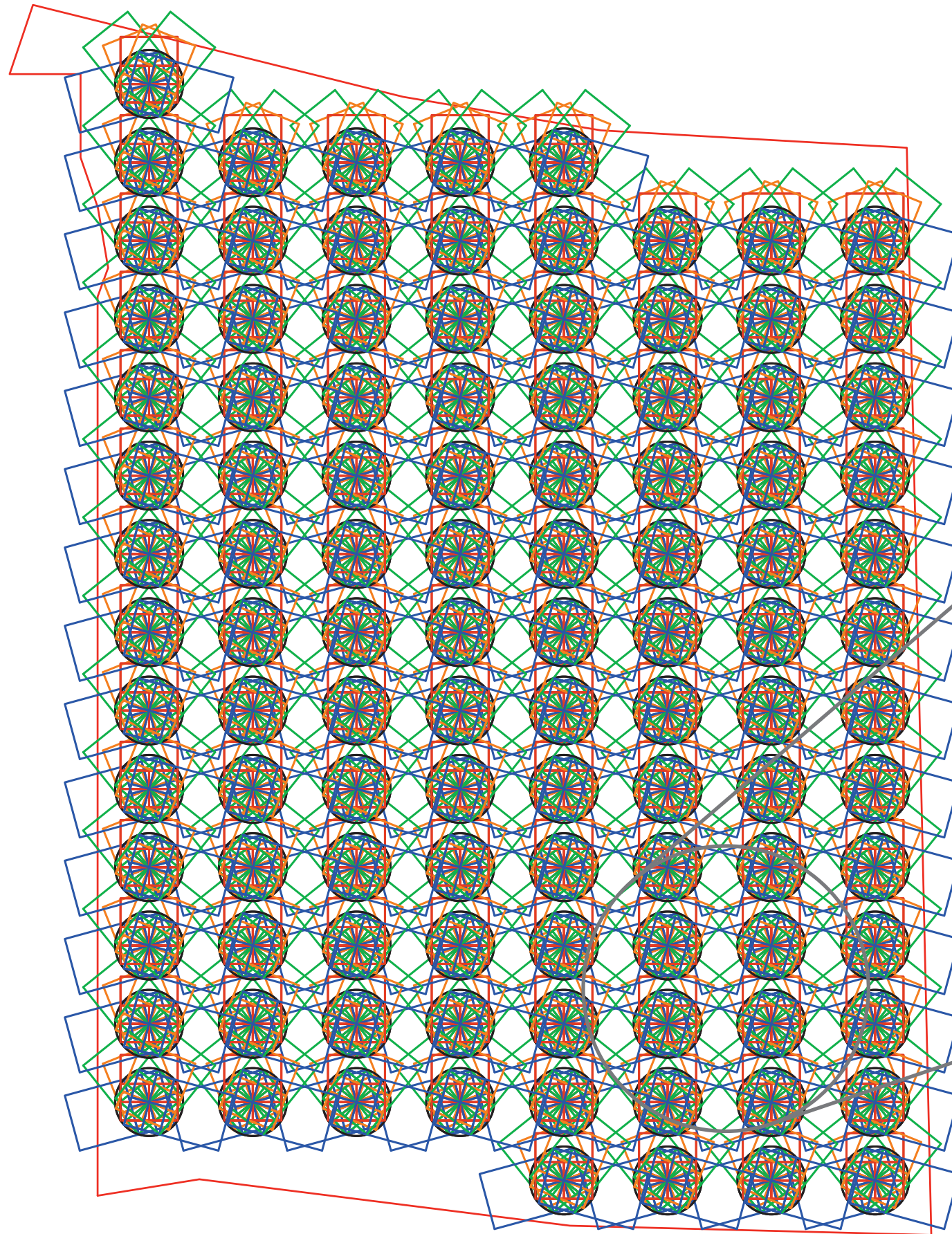
ESCALA 1:500



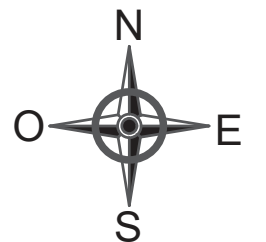
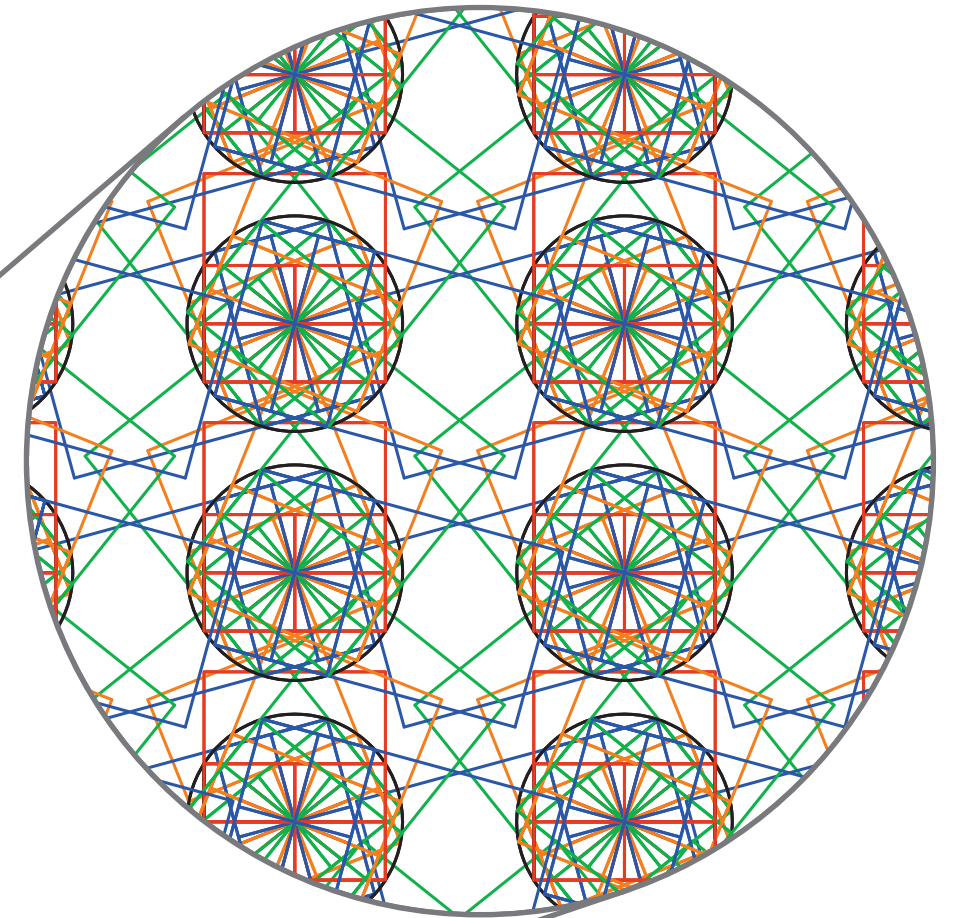


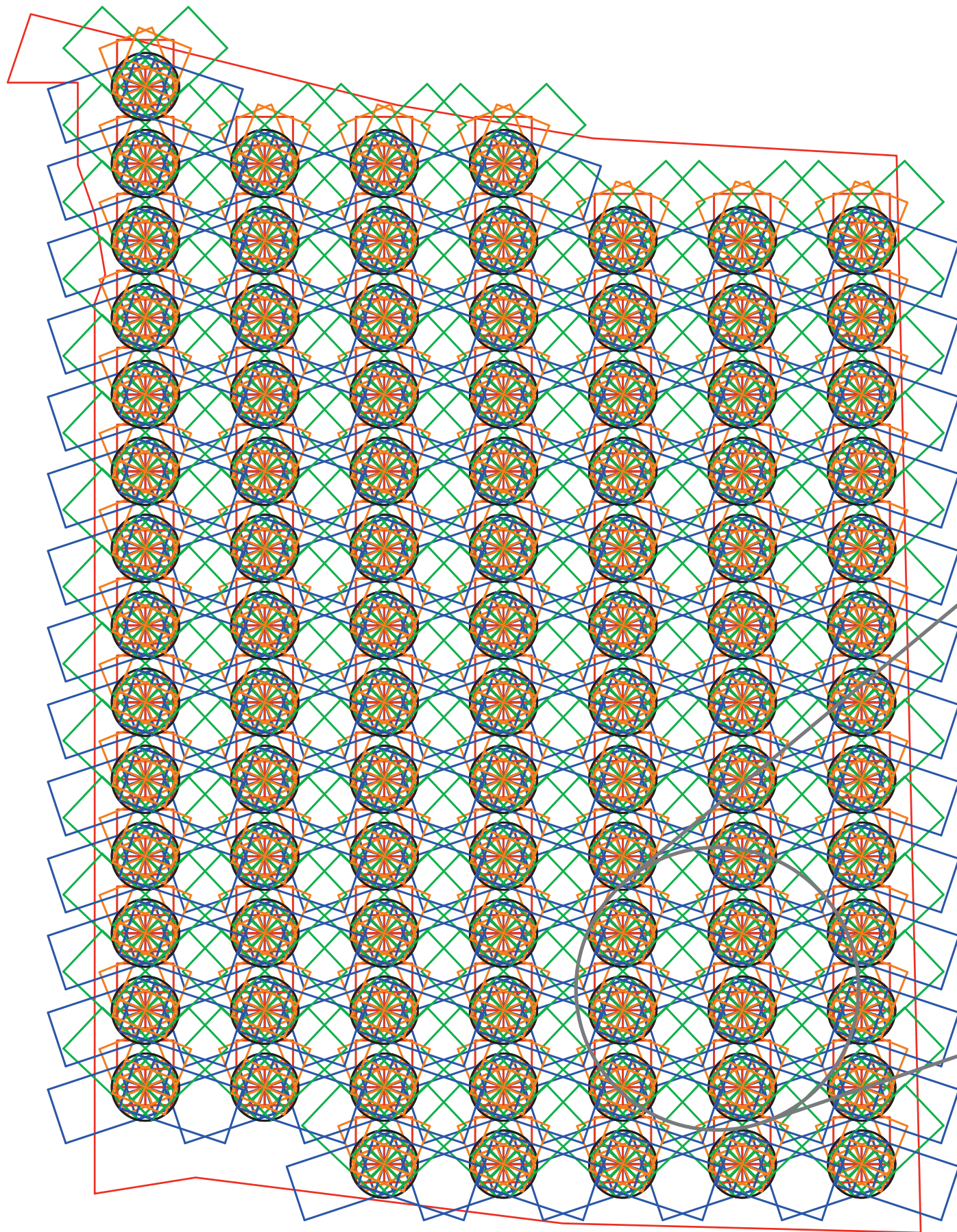
ESCALA 1:500



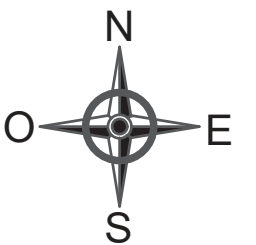
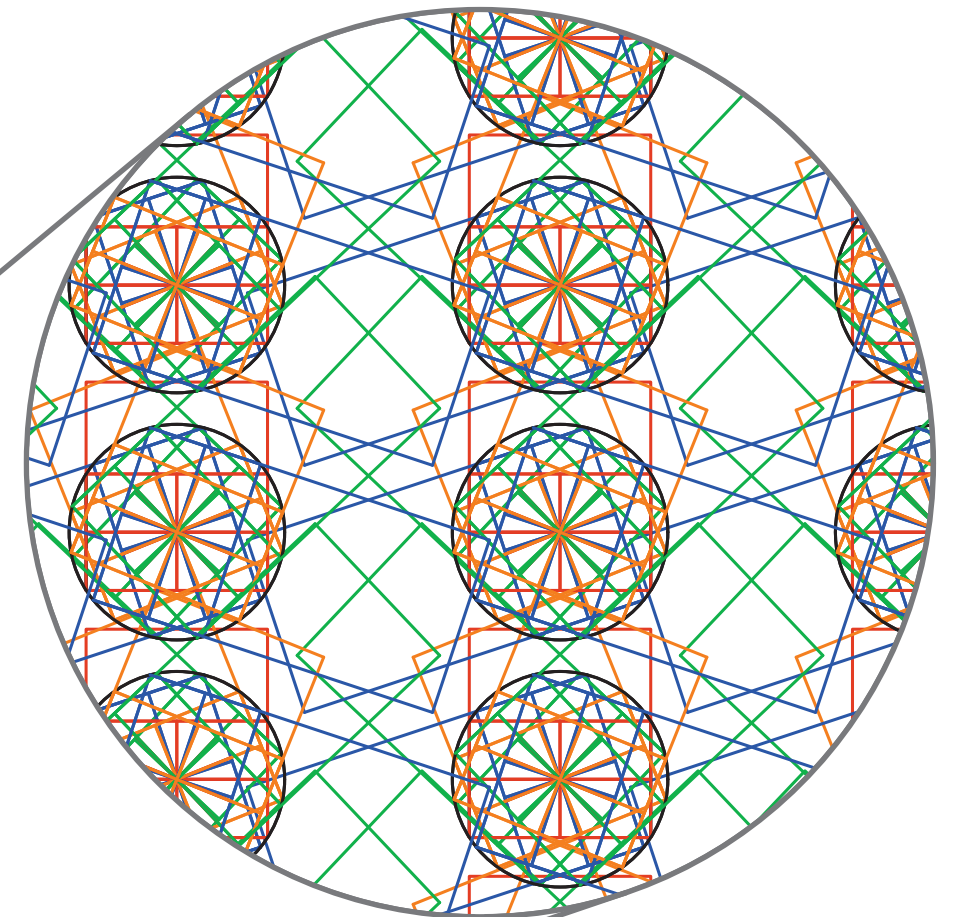


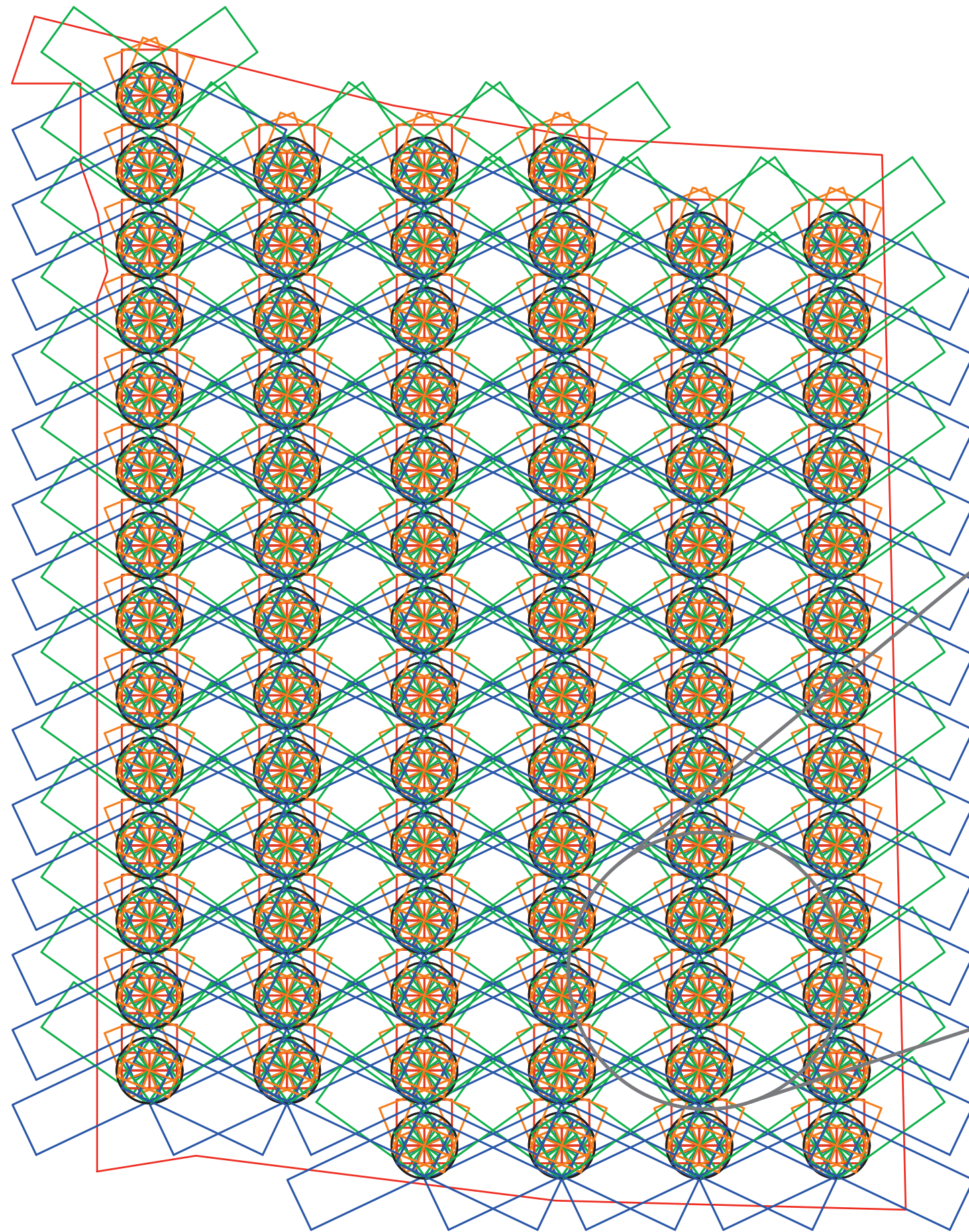
ESCALA 1:500



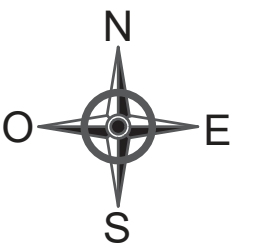
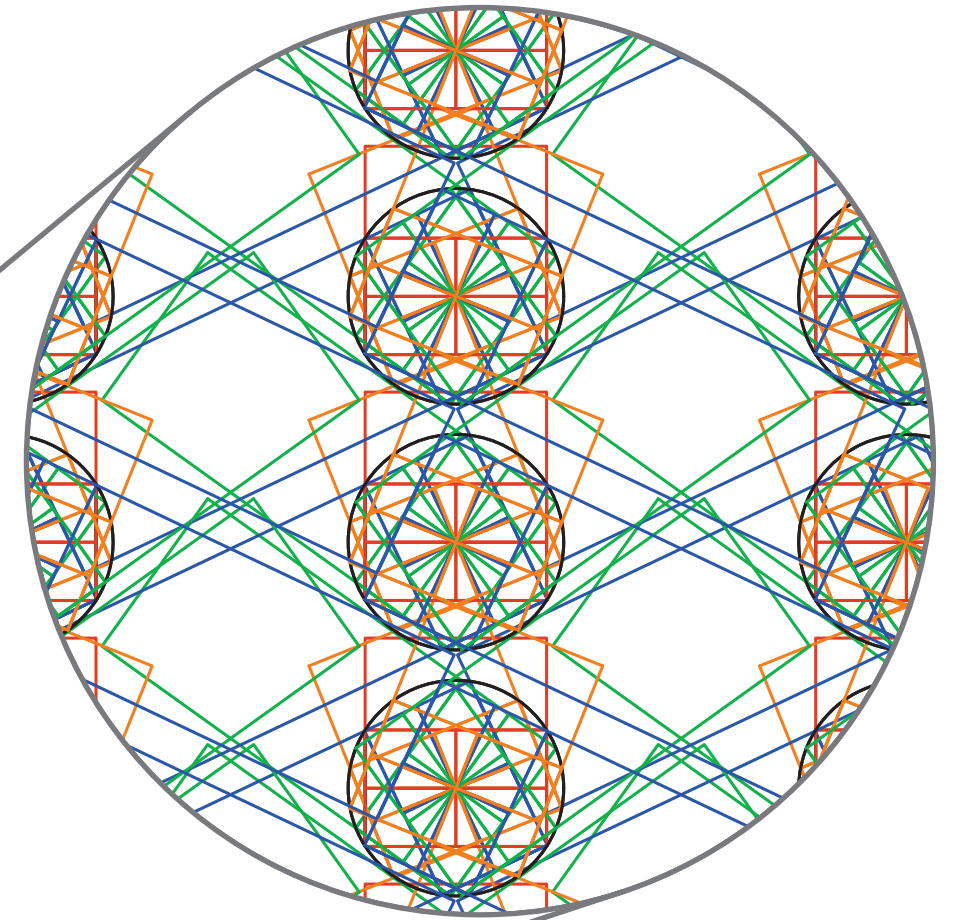


ESCALA 1:500

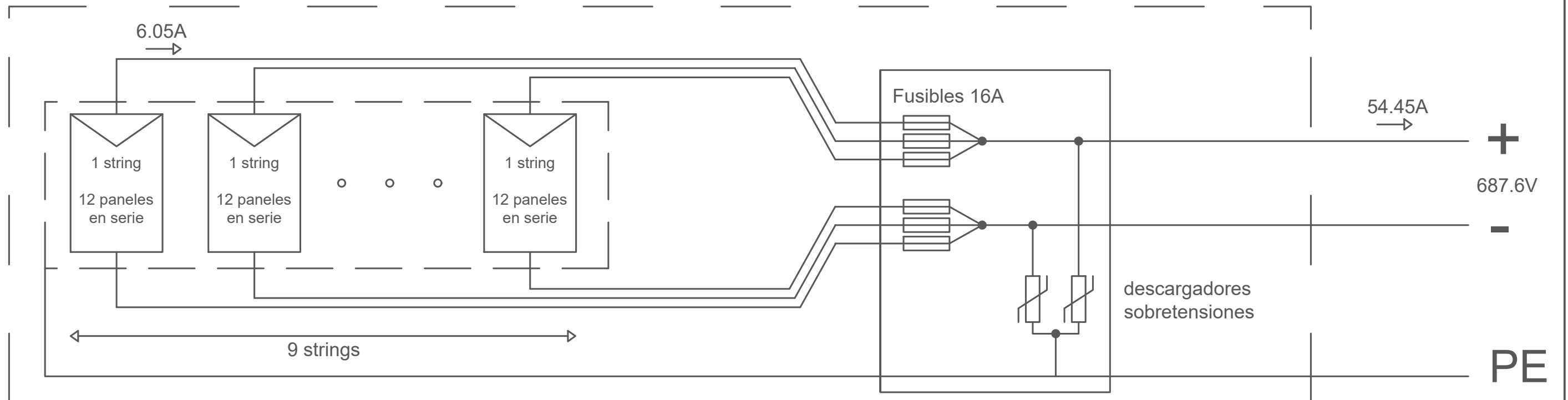




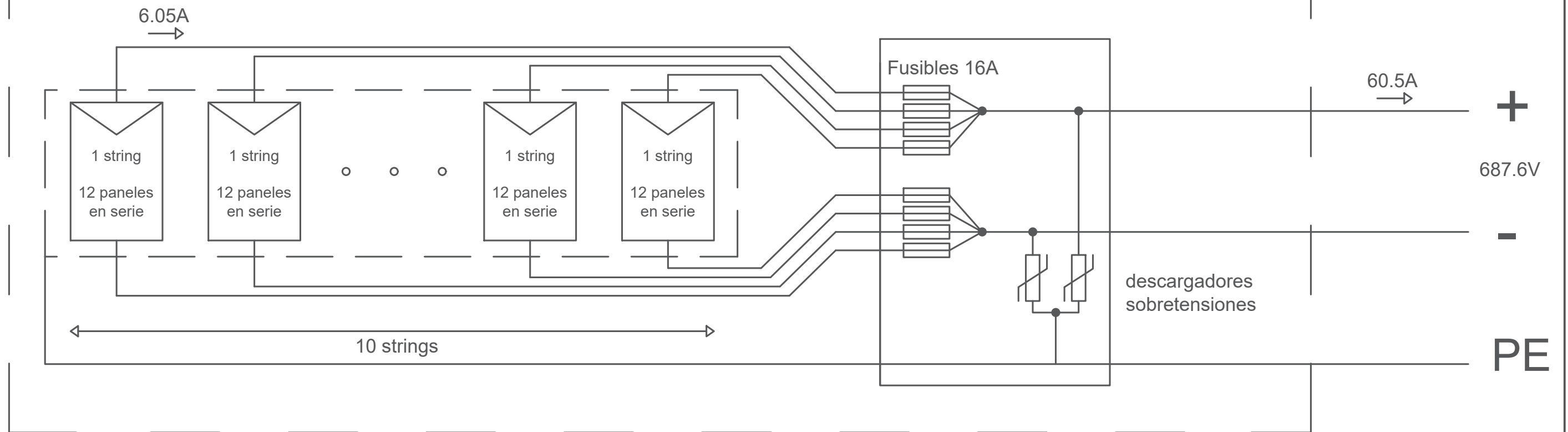
ESCALA 1:500

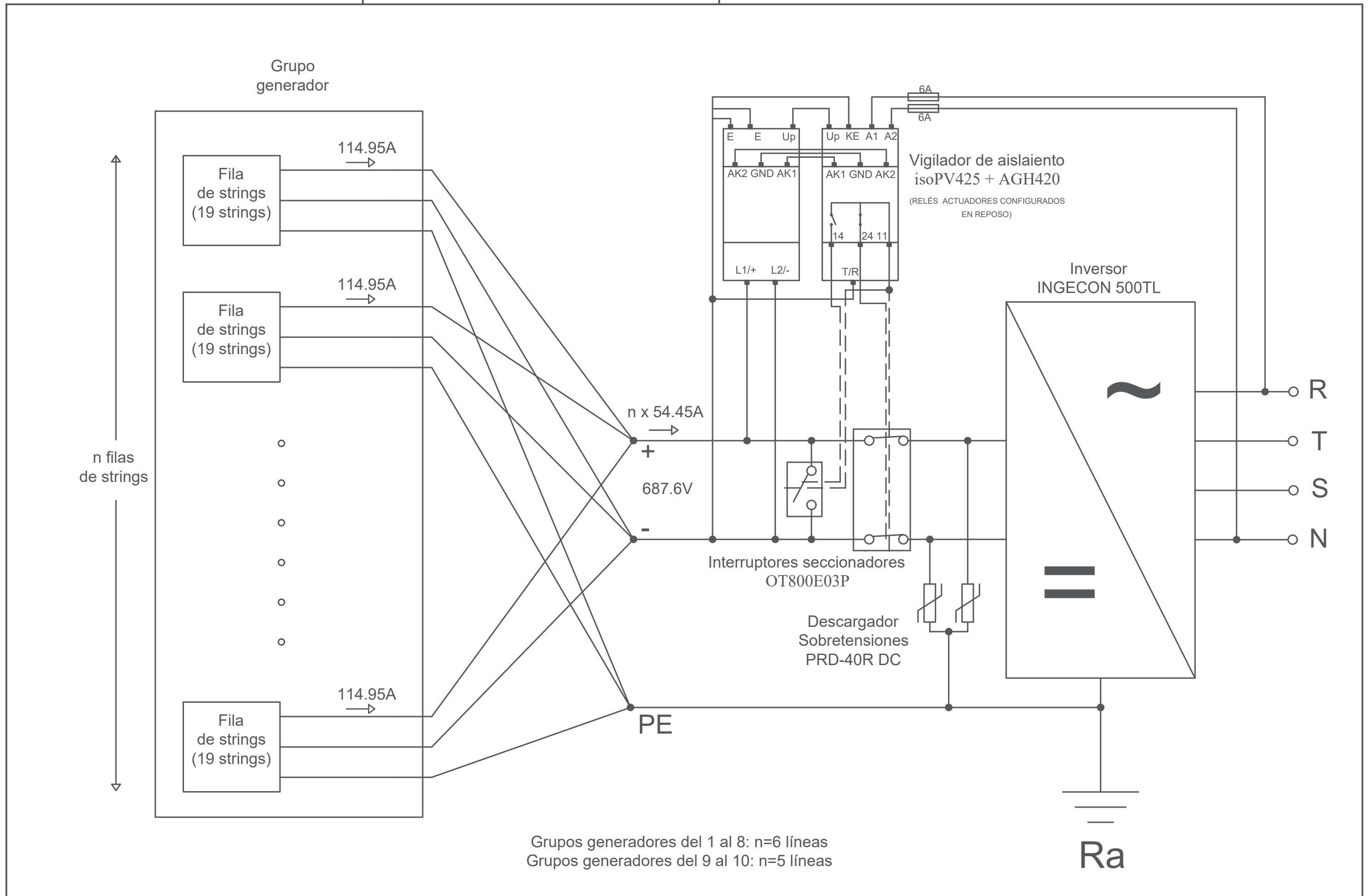


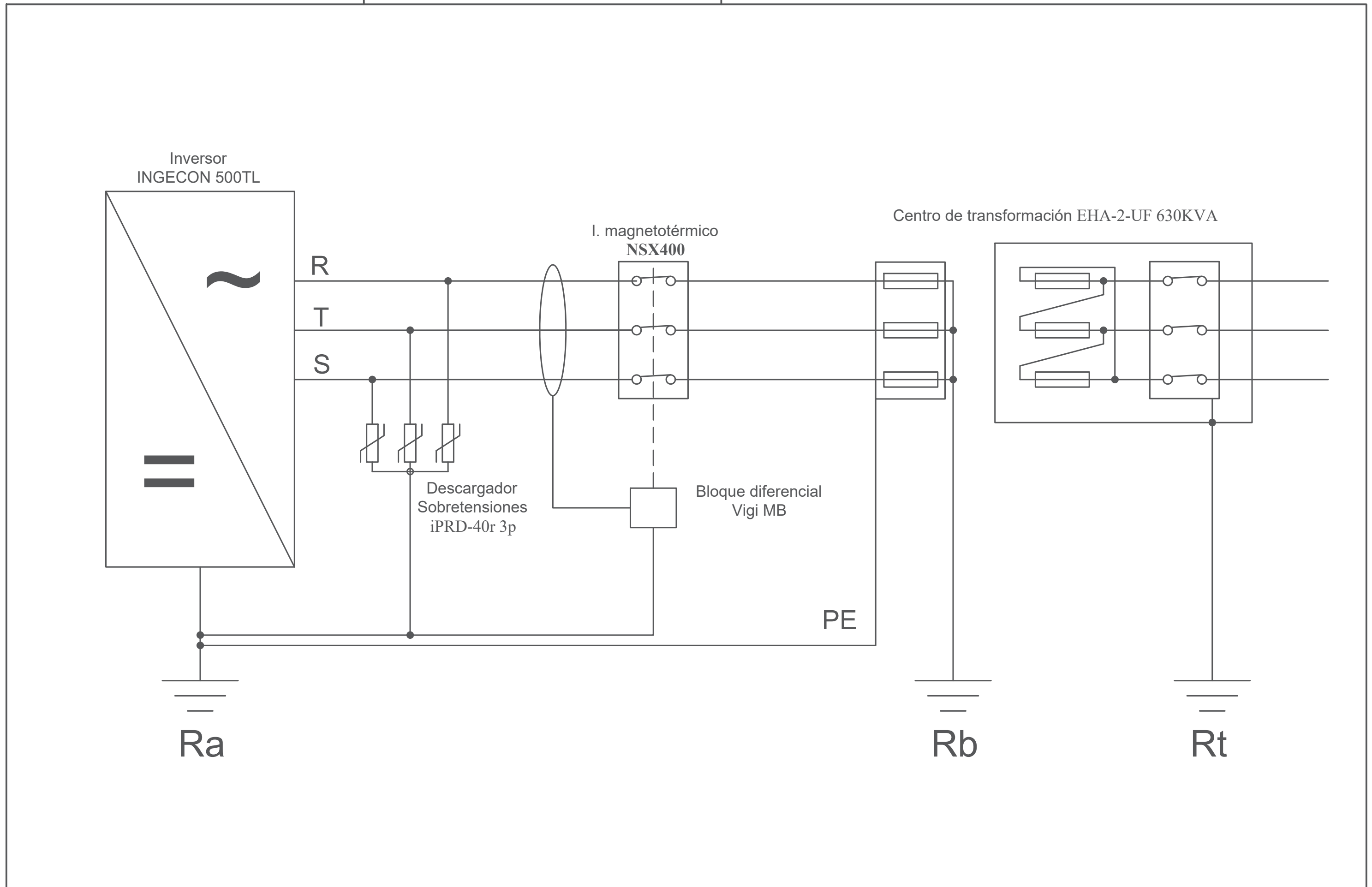
FILA DE STRINGS

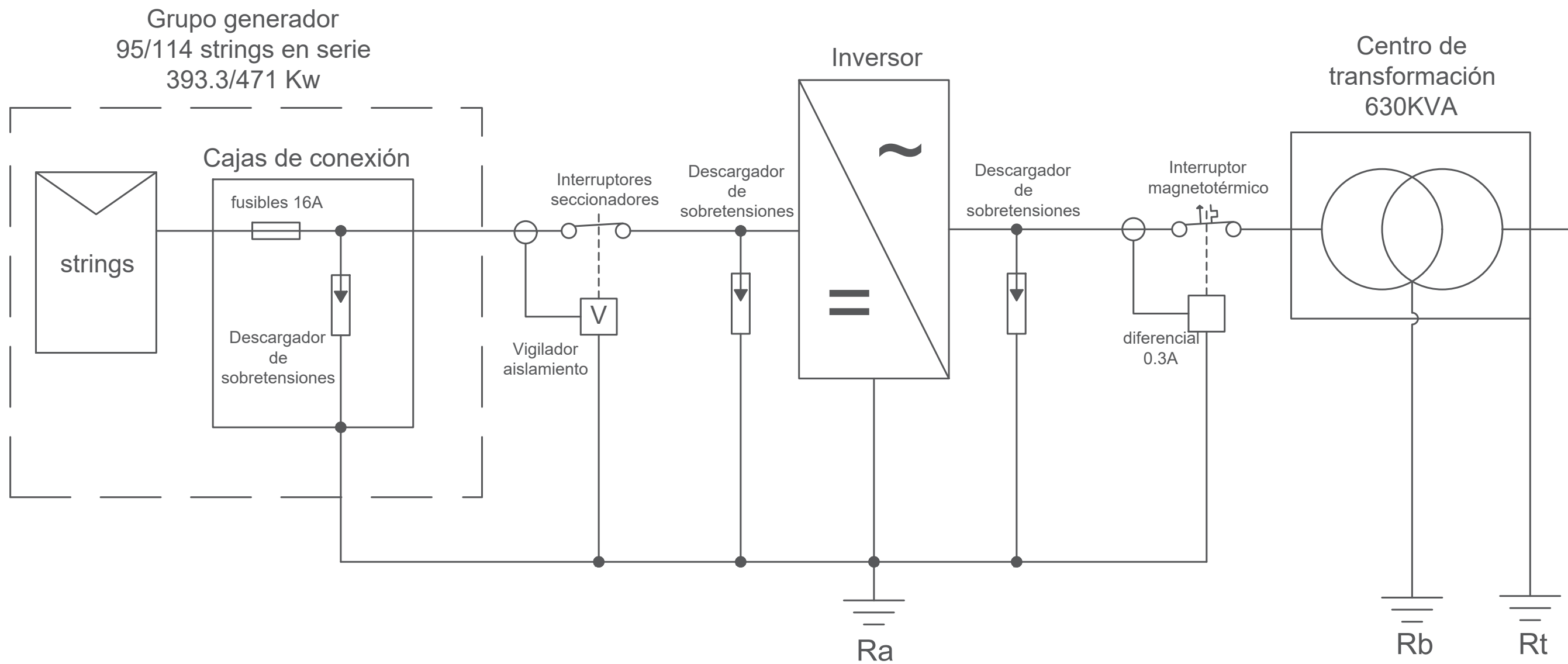


CAJAS DE CONEXIÓN

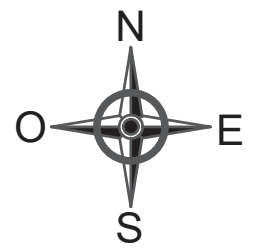
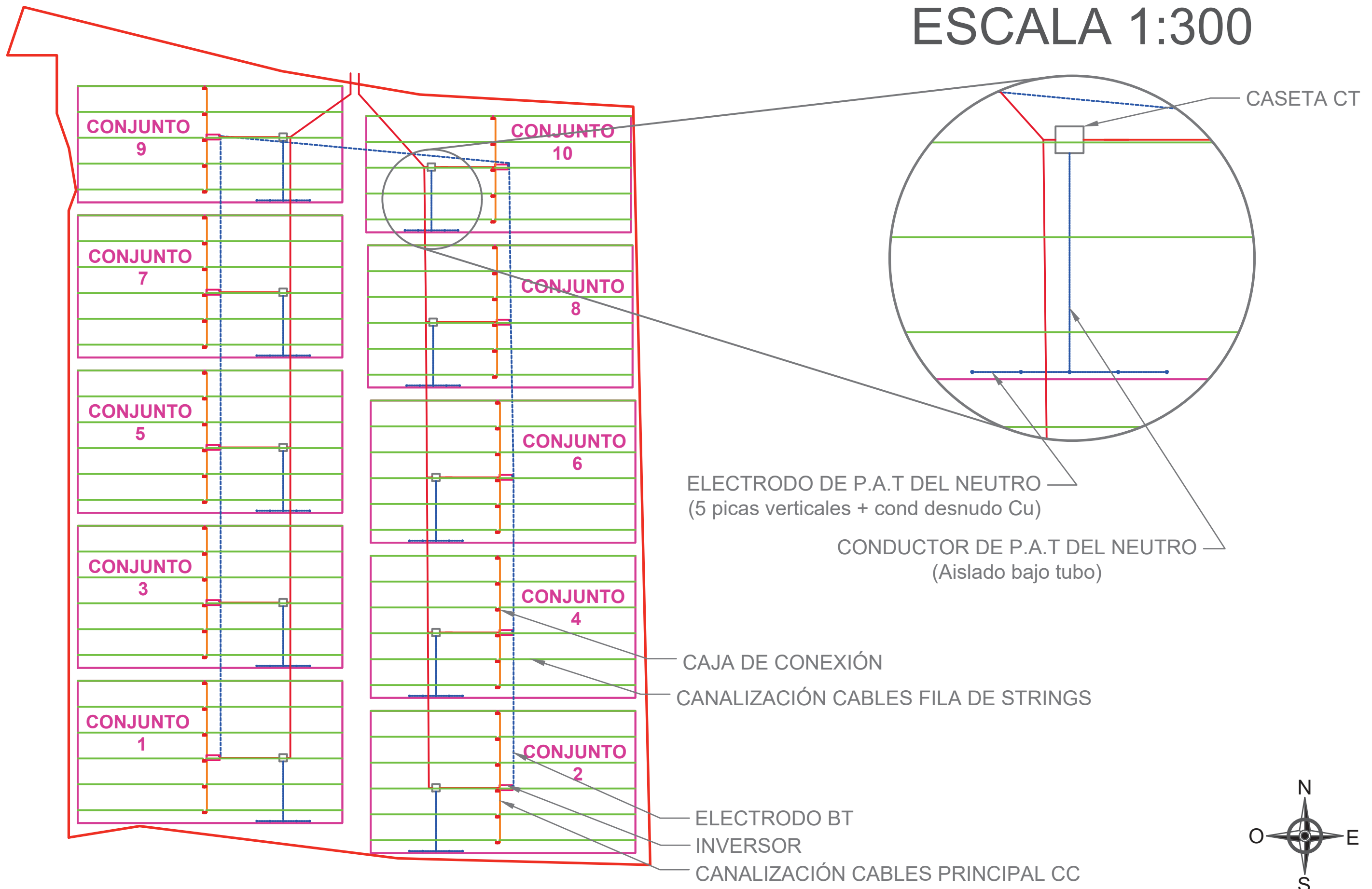


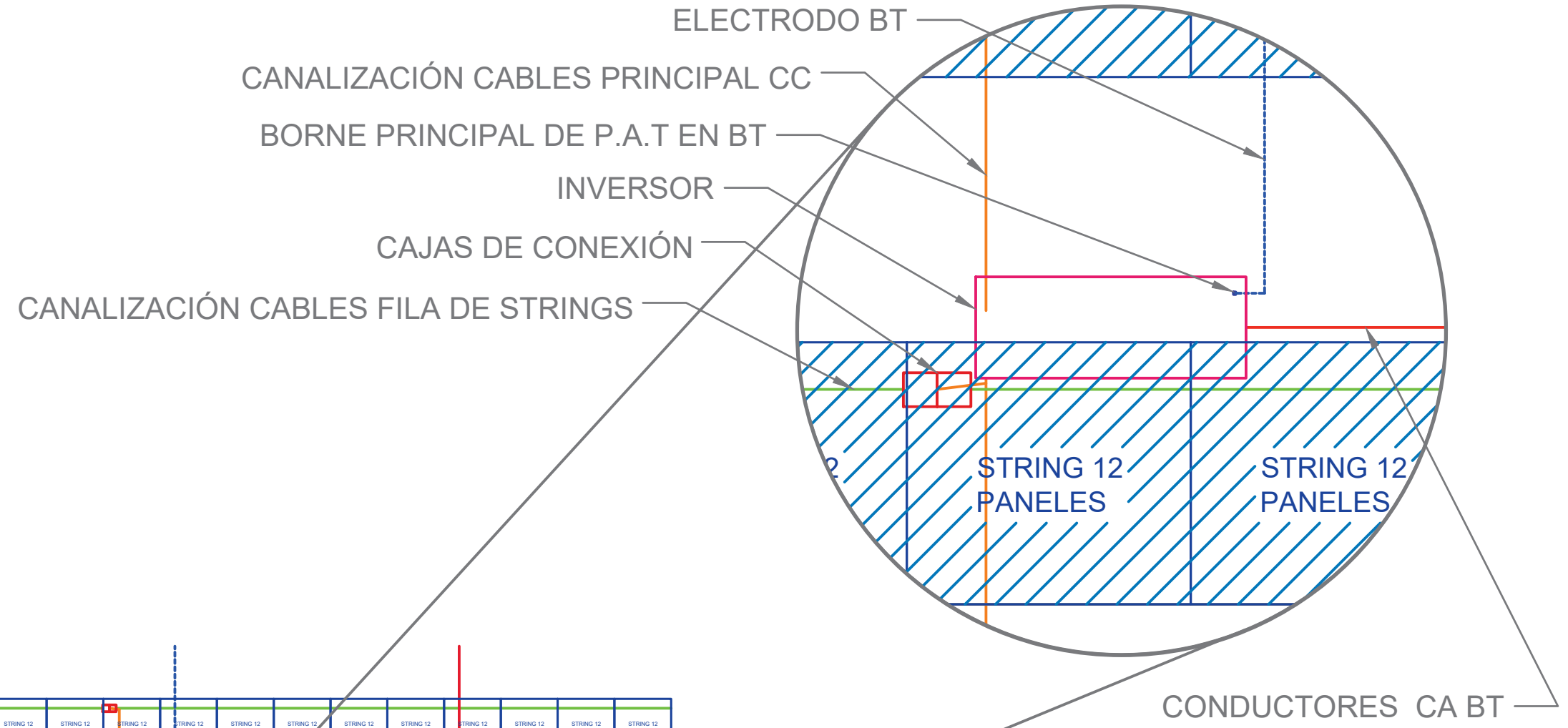




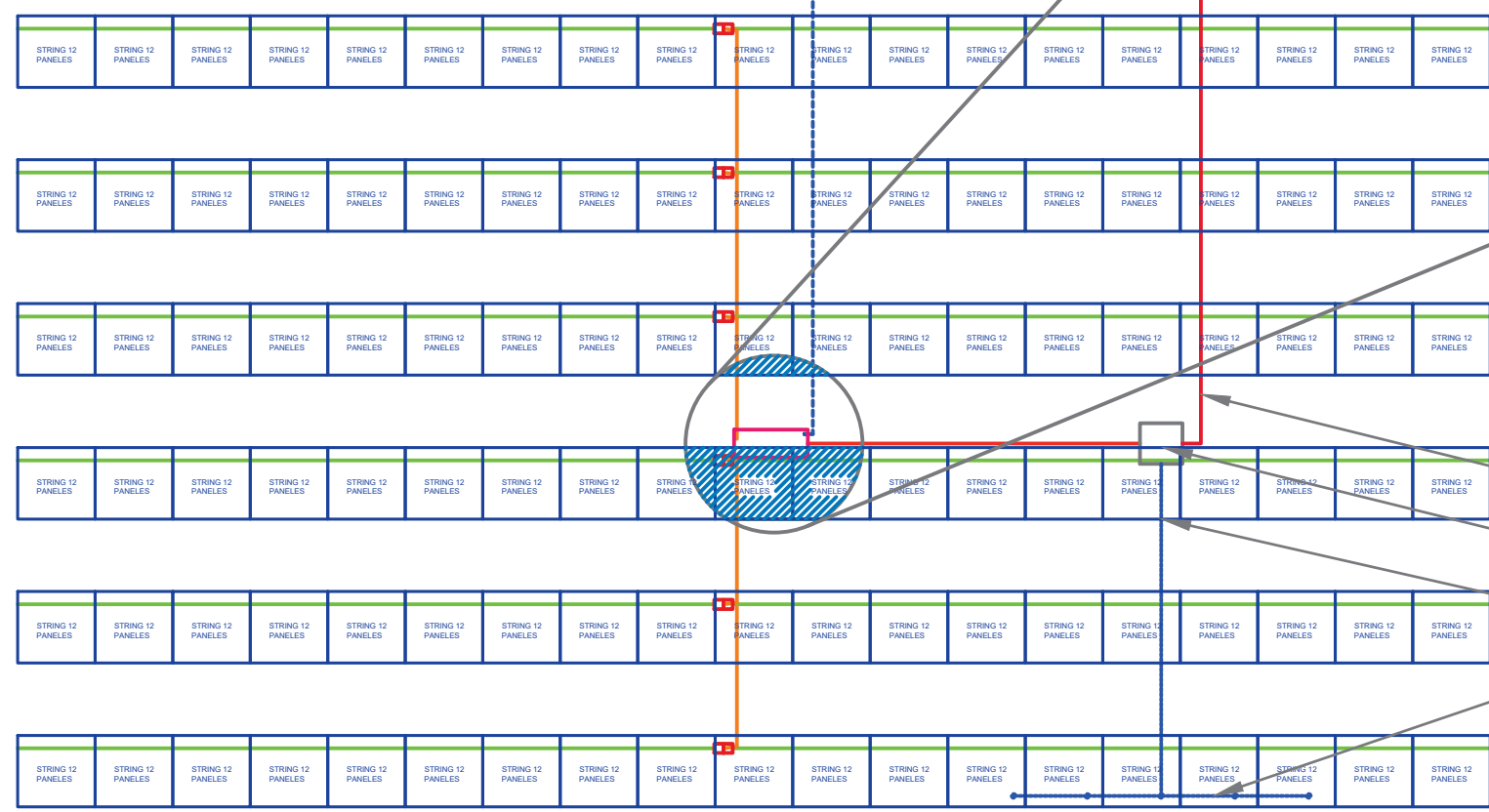


ESCALA 1:300

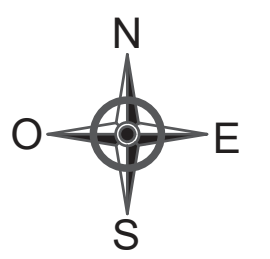


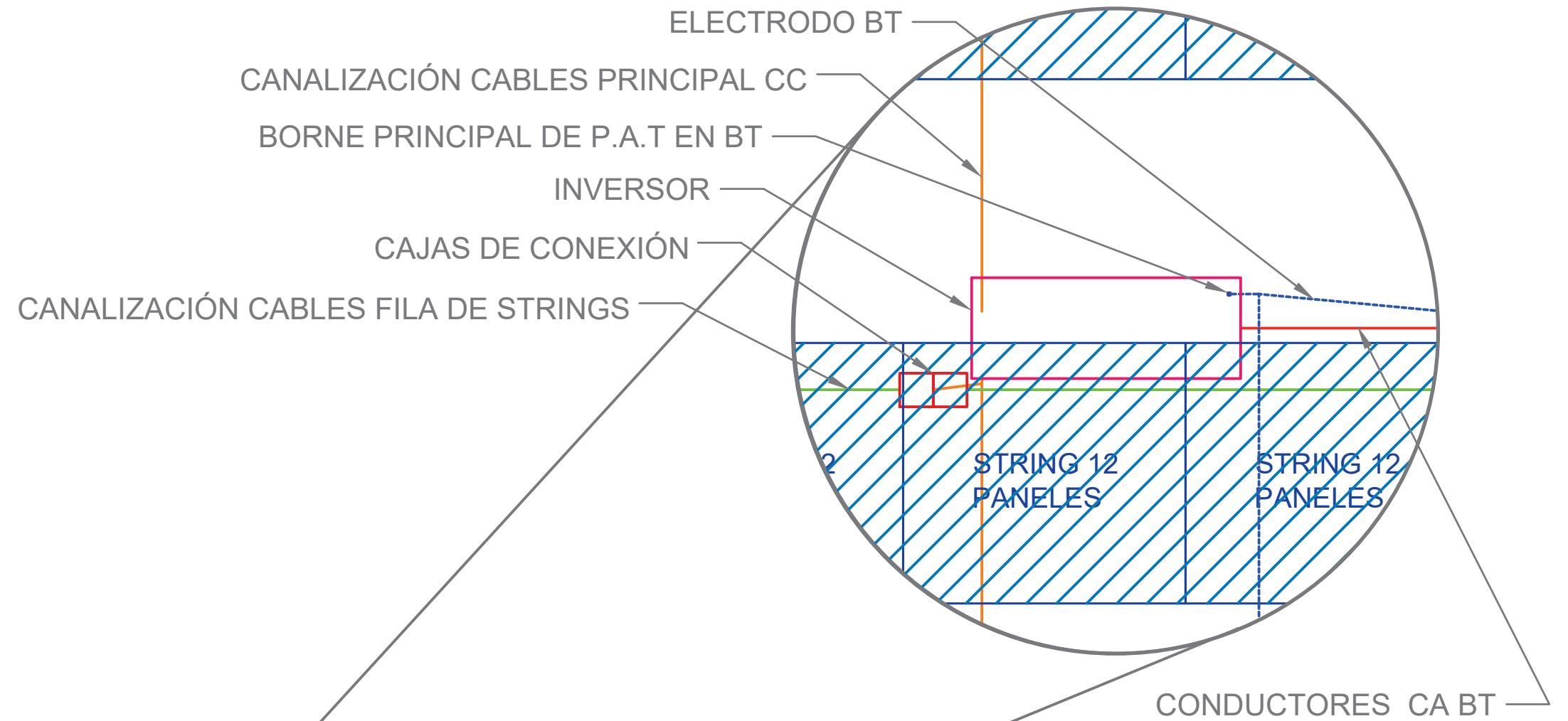


ESCALA 1:80

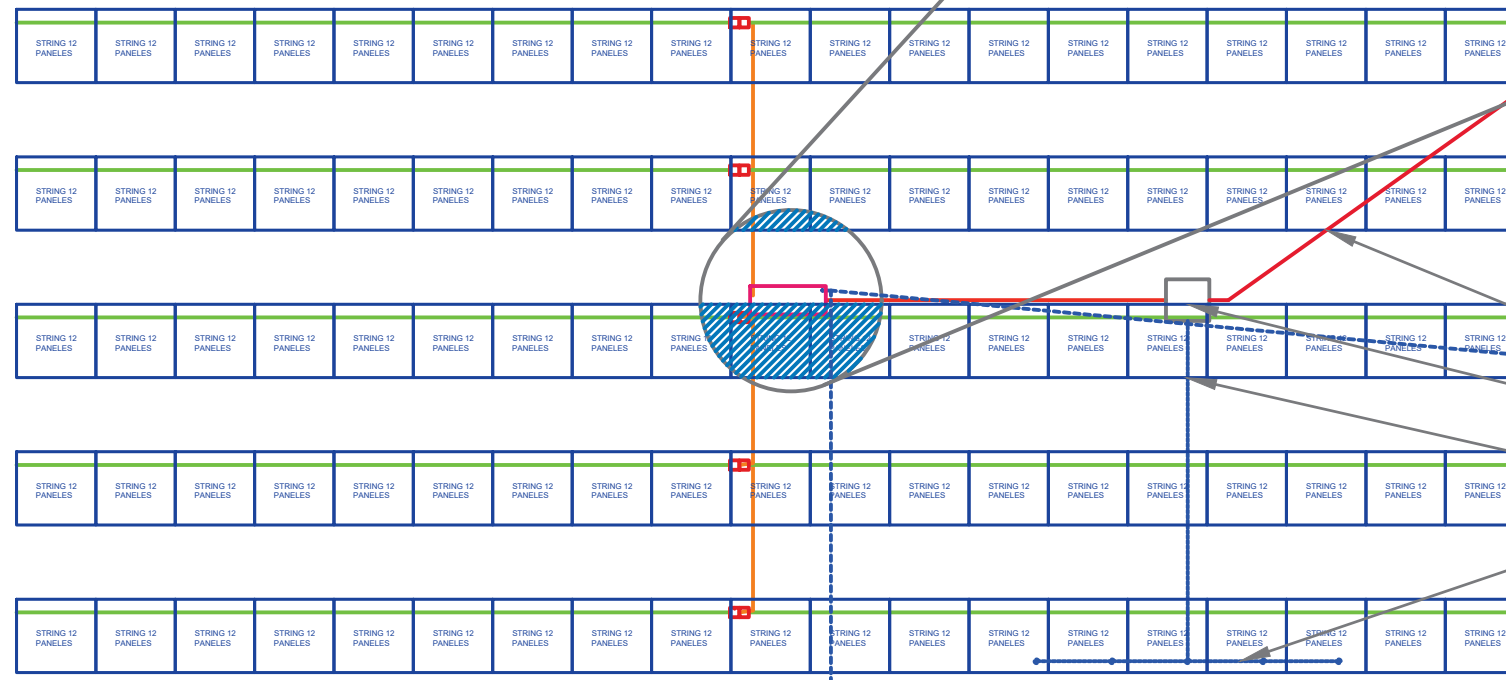


- CONDUCTORES CA MT
- CT
- CONDUCTOR DE P.A.T DEL NEUTRO CT
- ELECTRODO P.A.T NEUTRO CT





ESCALA 1:80



CONDUCTORES CA MT

CT

CONDUCTOR DE P.A.T DEL NEUTRO CT

ELECTRODO P.A.T NEUTRO CT

