

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO  
PARA LA OPTIMIZACIÓN Y  
EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS”

Curso 2018/2019

Alumno/a:

Jesús Polo Sánchez

Director/es:

Alfredo Alcayde García  
Francisco Gil Montoya





UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO  
PARA LA OPTIMIZACIÓN Y  
EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS

Almería, enero de 2019

**Alumno/a:** Jesús Polo Sánchez

**Director/es:** Alfredo Alcayde García

Francisco Gil Montoya



## AGRADECIMIENTOS

Dar las gracias en primer lugar a mi familia, especialmente a mi padre por la enseñanza y ayuda en AutoCAD y a mi madre por su preocupación constante, a Alfredo por la dirección y el seguimiento del trabajo, a mi novia por su paciencia, a mis amigos por su interés y ofrecimiento mostrado, y a mi perro “Lobo” por su compañía desinteresada.



# ÍNDICE GENERAL

Capítulo I. Memoria.....	15
1.1 Interés.....	15
1.2 Objeto.....	17
1.3 Especificaciones generales .....	19
1.3.1 Contexto .....	19
1.3.2 Energía solar fotovoltaica.....	20
1.3.2.1 Inicios.....	20
1.3.2.2 Generación de electricidad. Teoría de semiconductores.....	21
1.3.2.3 Células fotovoltaicas.....	25
1.3.2.4 Módulos fotovoltaicos.....	27
1.3.2.5 Nuevas tecnologías.....	37
1.3.2.6 Usos y aplicaciones.....	40
1.4 Especificaciones técnicas.....	43
1.4.1 Introducción al software .....	43
1.4.2 Creación de base de datos .....	44
1.4.2.1 Marcas comerciales.....	44
1.4.2.2 Base de datos .....	51
1.4.3 Java .....	55
1.4.3.1 Archivo ejecutable.....	55
1.4.3.2 Diseño y esbozo del software.....	56
1.4.3.3 Explicación paso a paso .....	58
1.5 Resultados .....	67
1.5.1 Comparativa de los distintos parámetros entre fabricantes.....	67
1.5.1.1 Comparación según el tipo de célula .....	67
1.5.1.2 Comparación según el número de células .....	69
1.5.1.3 Comparación según el tipo de célula y su eficiencia .....	70
1.5.1.4 Comparación según el tipo de célula y su potencia máxima .....	73
1.5.1.5 Comparación según la cargas máximas.....	76
1.5.1.6 Comparación según voltaje e intensidad máxima admisible .....	77
1.5.1.7 Comparación según la temperatura nominal del módulo .....	79
1.5.1.8 Comparación según las variaciones respecto la temperatura .....	81
1.5.1.9 Comparación según la longitud de los cables .....	83

1.5.1.10 Comparación de fabricantes con distinta calidad .....	84
1.5.2 Prueba y simulación .....	86
1.5.2.1 Parámetros a introducir .....	86
1.5.2.2 Simulación .....	87
1.6 Conclusiones.....	93
1.7 Bibliografía.....	95
Capítulo II. Fases de la realización del TFG y su cronograma asociado.....	99
2.1 División de tareas .....	99
2.2 Diagrama de Gantt .....	101
Capítulo III. Planos.....	105
Capítulo IV. Presupuestos .....	111
4.1 Ponderación .....	112
4.2 Garantías .....	112
4.3 Ejemplo.....	115
Anexo I. Planos .....	117
Anexo II. Javadoc .....	215

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EL 25 DE ABRIL DE 1954, LA COMPAÑÍA BELL LABORATORIES ANUNCIÓ LA CREACIÓN DE LA PRIMERA CÉLULA SOLAR BASADA EN EL SILICIO. (FUENTE: <a href="http://PREMIUMENERGIA.ES">HTTP://PREMIUMENERGIA.ES</a> ).....	20
FIGURA 2 REPRESENTACIÓN DE FOTÓN DE LUZ. (FUENTE: <a href="https://CONCEPTODEFINICION.DE">HTTPS://CONCEPTODEFINICION.DE</a> ).....	21
FIGURA 3 DETERMINACIÓN DEL GAP DE UN SEMICONDUCTOR. (FUENTE: <a href="https://DOCPLAYER.ES">HTTPS://DOCPLAYER.ES</a> ).....	22
FIGURA 4 REPRESENTACIÓN DE DOPAJE N Y P. (FUENTE: <a href="https://NAUKAS.COM">HTTPS://NAUKAS.COM</a> ).....	23
FIGURA 5 CORRIENTE DE DIFUSIÓN Y DE ARRASTRE. (FUENTE: <a href="http://JLMINCHOLE.ES">HTTP://JLMINCHOLE.ES</a> ).....	23
FIGURA 6 FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA SOLAR. (FUENTE: <a href="https://WWW.UJAEN.ES">HTTPS://WWW.UJAEN.ES</a> ).....	24
FIGURA 7 ESTRUCTURA SILICIO MONOCRISTALINO. (FUENTE: <a href="https://SOLAR-ENERGIA.NET">HTTPS://SOLAR-ENERGIA.NET</a> ).....	25
FIGURA 8 ESTRUCTURA DE UNA CÉLULA MONOCRISTALINA. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	25
FIGURA 9 ESTRUCTURA DE UNA CÉLULA POLICRISTALINA. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	26
FIGURA 10 ESTRUCTURA AMORFA DE SILICIO CON ÁTOMOS DE HIDRÓGENO. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	26
FIGURA 11 PARTES DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO. (FUENTE: <a href="http://WWW.AREATECNOLOGIA.COM">HTTP://WWW.AREATECNOLOGIA.COM</a> ).....	27
FIGURA 12 CORTE DE PERFIL, COMPONENTES DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO. (FUENTE: <a href="https://WWW.BIOTECENERGIASFV.COM">HTTPS://WWW.BIOTECENERGIASFV.COM</a> ).....	28
FIGURA 13 CÉLULA SOLAR. (FUENTE: <a href="https://WWW.ECN.NL">HTTPS://WWW.ECN.NL</a> ).....	28
FIGURA 14 CAJA DE TERMINALES DE UN PANEL SOLAR. (FUENTE: <a href="https://WWW.EBAY.ES">HTTPS://WWW.EBAY.ES</a> ).....	29
FIGURA 15 CONEXIONADO EN SERIE DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS PARA MÓDULO. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	30
FIGURA 16 INTERCONEXIONADO DE PERFIL DE LAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	31
FIGURA 17 CONEXIÓN EN SERIE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS. (FUENTE: <a href="https://WWW.CONERMEX.COM">HTTPS://WWW.CONERMEX.COM</a> ).....	31
FIGURA 18 DIFERENCIA ENTRE UNA CÉLULA ESTÁNDAR Y UNA CÉLULA PERC. (FUENTE: <a href="https://WWW.SFE-SOLAR.COM">HTTPS://WWW.SFE-SOLAR.COM</a> ).....	33
FIGURA 19 EJEMPLO CAPTACIÓN DE UN PANEL BIFACIAL. (FUENTE: <a href="https://APP.EMAZE.COM">HTTPS://APP.EMAZE.COM</a> ).....	35
FIGURA 20 EJEMPLO TECNOLOGÍA HALF-CELLS. (FUENTE: <a href="https://SINOVOLTAICS.COM">HTTPS://SINOVOLTAICS.COM</a> ).....	35
FIGURA 21 ORIENTACIÓN ADECUADA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS. (FUENTE: <a href="https://WWW.MPPTSOLAR.COM">HTTPS://WWW.MPPTSOLAR.COM</a> ).....	37
FIGURA 22 ESPECTRO TOTAL QUE PUEDE ABSORBER LA CÉLULA. (FUENTE: <a href="https://WWW.PVEDUCATION.ORG">HTTPS://WWW.PVEDUCATION.ORG</a> ).....	38
FIGURA 23 EJEMPLO CÉLULA MULTIUNIÓN. (FUENTE: <a href="https://PHYS.ORG">HTTPS://PHYS.ORG</a> ).....	38
FIGURA 24 MÓDULO FOTOVOLTAICO FLEXIBLE. (FUENTE: <a href="http://SOFIARENOVABLES.COM">HTTP://SOFIARENOVABLES.COM</a> ).....	39
FIGURA 25 CELDA ORGÁNICA. (FUENTE: <a href="http://WWW.UNIVERSIA.NET">WWW.UNIVERSIA.NET</a> ).....	40
FIGURA 26 ETREE. (FUENTE: <a href="http://WWW.CANALCLIMA.COM">HTTP://WWW.CANALCLIMA.COM</a> ).....	41
FIGURA 27 VIDRIO SOLAR "SPANDREL GLASS". (FUENTE: <a href="http://WWW.CANISENERGY.COM">HTTP://WWW.CANISENERGY.COM</a> ).....	41
FIGURA 28 LOGO DE AMERISOLAR.....	46
FIGURA 29 LOGO DE BOVIET.....	46
FIGURA 30 LOGO DE CANADIAN SOLAR.....	46
FIGURA 31 LOGO DE EXIOM SOLUTION S.A.....	46
FIGURA 32 LOGO DE HANWHA Q CELLS.....	47
FIGURA 33 LOGO DE JA SOLAR.....	47
FIGURA 34 LOGO DE JINKO SOLAR.....	47
FIGURA 35 LOGO DE KYOCERA.....	47
FIGURA 36 LOGO DE LG.....	48
FIGURA 37 LOGO DE LONGI.....	48
FIGURA 38 LOGO DE LUXOR.....	48
FIGURA 39 LOGO DE PANASONIC.....	49

FIGURA 40 LOGO DE REC SOLAR .....	49
FIGURA 41 LOGO DE SERAPHIM.....	49
FIGURA 42 LOGO DE SHARP.....	49
FIGURA 43 LOGO DE SOLARWATT.....	50
FIGURA 44 LOGO DE SOLARWORLD.....	50
FIGURA 45 LOGO DE SUNPOWER.....	50
FIGURA 46 LOGO DE TALESUN .....	50
FIGURA 47 LOGO DE TRINA SOLAR .....	51
FIGURA 48 LOGO DE VIKRAM SOLAR .....	51
FIGURA 49 LOGO DE WINAICO.....	51
FIGURA 50 EFECTO PID. (FUENTE: <a href="https://soleenergy.mx/es">HTTPS://SOLEENERGY.MX/ES</a> ) .....	53
FIGURA 51 ESQUEMA DE BLOQUES QUE FORMAN EL PROGRAMA.....	58
FIGURA 52 INTRODUCCIÓN TEMPERATURAS. ....	87
FIGURA 53 INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS MECÁNICOS. ....	88
FIGURA 54 SELECCIÓN DEL TIPO DE USO. ....	88
FIGURA 55 MENÚ DE USUARIO.....	88
FIGURA 56 RESTRICCIONES SELECCIONADAS POR EL USUARIO.....	89
FIGURA 57 MENÚ DE RESULTADOS. ....	90
FIGURA 58 RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD. ....	90
FIGURA 59 RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA. ....	90
FIGURA 60 RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA EFICIENCIA. ....	91
FIGURA 61 RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE NIEVE. ....	91

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TIPOLOGÍA. ....	67
GRÁFICO 2 GRÁFICO DE BARRAS DE CLASIFICACIÓN POR NÚMERO DE CÉLULAS. ....	69
GRÁFICO 3 GRÁFICO CIRCULAR SOBRE MÓDULOS CON DISTINTO NÚMERO DE CÉLULAS PARA UNA MISMA POTENCIA. ....	70
GRÁFICO 4 MEDIA DE EFICIENCIAS SEGÚN EL FABRICANTE.....	71
GRÁFICO 5 GRÁFICO CIRCULAR CON LAS DISTINTAS INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES. ....	79
GRÁFICO 6 DECREMENTO DE LA POTENCIA EN PORCENTAJE POR GRADO CENTÍGRADO DE CADA FABRICANTE. .....	83



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MARCAS CON CALIFICACIÓN DE CALIDAD Y SUS ENLACES A PÁGINAS WEBS. ....	45
TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE MARCAS Y LOGOTIPOS. ....	51
TABLA 3 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CÉLULA. ....	67
TABLA 4 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA MARCA Y EL TIPO DE CÉLULA. ....	68
TABLA 5 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE CÉLULAS. ....	69
TABLA 6 NÚMERO DE CÉLULAS EN RELACIÓN CON SU POTENCIA. ....	69
TABLA 7 EFICIENCIAS SEGÚN SU TIPO DE CÉLULA. ....	71
TABLA 8 MÁXIMA EFICIENCIA REGISTRADA EN CADA FABRICANTE SEGÚN SU TIPOLOGÍA. ....	72
TABLA 9 EFICIENCIAS DE FABRICANTES CON TECNOLOGÍA BIFACIAL EN AMBAS TIPOLOGÍAS. ....	73
TABLA 10 POTENCIA MÁXIMA REGISTRADA EN CONDICIONES STC POR CADA FABRICANTE EN AMBAS TIPOLOGÍAS. ....	74
TABLA 11 RELACIÓN ENTRE LA DENSIDAD DE POTENCIA Y LA EFICIENCIA. ....	75
TABLA 12 RELACIÓN ENTRE DENSIDAD DE POTENCIA Y EFICIENCIA TENIENDO EN CUENTA LA TECNOLOGÍA BIFACIAL. ....	76
TABLA 13 MÁXIMA CARGA PERMITIDA DE VIENTO Y NIEVE REGISTRADA POR CADA FABRICANTE. ....	77
TABLA 14 VOLTAJE E INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE REGISTRADA POR CADA FABRICANTE. ....	78
TABLA 15 CLASIFICACIÓN DE NÚMERO DE MÓDULOS SEGÚN SU TEMPERATURA Y FABRICANTE. ....	80
TABLA 16 TEMPERATURA NOMINAL MEDIA DE LOS MÓDULOS DE CADA FABRICANTE. ....	80
TABLA 17 INCREMENTO MEDIO DE POTENCIA, VOLTAJE E INTENSIDAD POR GRADO CENTÍGRADO DE CADA FABRICANTE. ....	82
TABLA 18 COMPARACIÓN DE LOS CONDUCTORES DEPENDIENDO DEL FABRICANTE. ....	84
TABLA 19 COMPARACIÓN DE LOS FABRICANTES KYOCERA Y LG ENERGY. ....	85
TABLA 20 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN ALMERÍA. (FUENTE: <a href="https://suelosolar.com">HTTPS://SUELOSOLAR.COM</a> ) ....	86
TABLA 21 DIAGRAMA DE GANTT CON EL CRONOGRAMA DEL TFG. ....	101
TABLA 22 CALIDAD DE CADA UNO DE LOS FABRICANTES. ....	111
TABLA 23 PONDERACIONES ESTIMADAS SEGÚN LA CALIDAD DEL FABRICANTE. ....	112
TABLA 24 GARANTÍA DEL PRODUCTO SEGÚN LOS FABRICANTES. ....	113
TABLA 25 GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL SEGÚN EL FABRICANTE. ....	114
TABLA 26 GARANTÍA MEDIA SEGÚN LOS FABRICANTES. ....	115
TABLA 27 CÁLCULO DEL GASTO DEPENDIENDO DE LA CALIDAD. ....	115



# CAPÍTULO I

## MEMORIA



## CAPÍTULO I. MEMORIA

### 1.1 INTERÉS

La inmersión de las energías renovables en la sociedad ya es irreversible. El agotamiento de los recursos no renovables, el avance tecnológico en campos alternativos y la necesidad medioambiental de efectuar un cambio en beneficio del ecosistema son los principales motores del auge de entre otras, la energía fotovoltaica. Son numerosas las variantes renovables que se estudian desde finales del siglo XX, siendo la fotovoltaica una de las principales.

Este trabajo técnico se ve principalmente motivado por la posibilidad de poder aportar facilidades que puedan contribuir en la implementación de sistemas energéticos renovables en la actualidad, para así poder disminuir el uso de energías contaminantes que están acabando con el medio ambiente.

Dentro del ámbito fotovoltaico existen distintas ramas, en este trabajo técnico se describirá como tema principal el diseño de un software avanzado para la optimización y eficiencia en instalaciones fotovoltaicas, por lo que será en beneficio de un óptimo dimensionamiento en cualquier tipo de instalación.

Gracias a esta herramienta se podrá realizar una selección de módulo dependiendo de las prioridades y necesidades del usuario y su emplazamiento suponiendo así un ahorro significativo en el desembolso para su instalación y un aumento de eficiencia en ella.

A diferencia de otros trabajos, se podrá demostrar teórica y experimentalmente la validez del software poniendo el sistema a prueba en situaciones viables donde nos expondrá distintas soluciones en base a los datos recogidos.

Tratándose de un TFG donde se desempeña un gran esfuerzo en la creación de una base de datos con elementos más que suficientes para poder realizar análisis estadísticos y recomendaciones con un índice de credibilidad adecuado para su finalidad, el software diseñado en este trabajo técnico puede ir evolucionando en una dirección clara; poder abarcar todo el espectro fotovoltaico en cuanto a módulos fotovoltaicos se refiere y con ello poder perfeccionar y recomendar con un abanico más amplio del disponible actualmente.

Por tanto, en este trabajo se muestra lo que podría ser el inicio de un software de proporciones bastante más grandes de las mostradas que contenga una base de datos de todos los fabricantes fotovoltaicos del mundo o al menos, los 100 más importantes.



## 1.2 OBJETO

El objetivo principal consiste en facilitar el trabajo de selección del módulo y poder sugerir al usuario varias opciones de elección dependiendo de varios parámetros indispensables impuestos por el creador del software y otras prioridades que podrá dar el usuario para así adaptarse a sus condiciones y con ello poder optimizar y mejorar la instalación. Entendiendo que este tipo de instalaciones están en pleno auge, y sabiendo que ya existen instalaciones con más de un millón de módulos, este trabajo es de gran importancia. Los subobjetivos que a su vez abarca este objetivo principal se podrían resumir en ocho:

- Demostrar que la elección del módulo es uno de los puntos más importantes pues, dependiendo de varios parámetros (riesgo de precipitaciones, viento, temperatura, variación de temperatura del lugar, reflexión del terreno, tamaño del cableado del módulo, intensidad máxima en serie permitida, situación del emplazamiento, tipo de demanda eléctrica...) la selección del módulo será muy distinta a la de otros usuarios.
- Poder ayudar a cualquier usuario a seleccionar el módulo fotovoltaico adecuado para su instalación teniendo en cuenta sus necesidades, su emplazamiento... sin necesidad de tener un gran conocimiento de este sector.
- Conseguir con el software resultados óptimos y corroborarlos de forma teórica. De esta forma se podrán valorar las decisiones tomadas por el programa.
- Poder dar un valor, de forma aproximada, del posible aumento de eficiencia de una instalación con la utilización del software. Esto se podría realizar comparando instalaciones reales o hipotéticas con la utilización de diferentes módulos y demostrar así el aumento de eficiencia que supone la selección del módulo adecuado.
- Comparar los diferentes módulos existentes, poder realizar gráficas y análisis comparativos entre estos para destacar las cualidades y el potencial de cada uno.
- Comparar las diferentes tecnologías utilizadas por los fabricantes para poder interpretar las preferencias de cada de ellos.
- En base a las comparaciones realizadas poder descartar módulos similares a otros, pero de peores características cuando el valor de estos sea similar para así no caer en la duda.
- Exponer las diferentes tecnologías utilizadas actualmente y dar entrada a las posibles vías futuras para tener una visión energética de los próximos años.

- Concienciar no con el software si no con el trabajo técnico a la utilización de este tipo de energía.

## 1.3 ESPECIFICACIONES GENERALES

### 1.3.1 CONTEXTO

Sería bastante complicado tratar de fechar un inicio concreto del aprovechamiento de los recursos naturales de nuestro planeta. A lo largo de la historia se han utilizado estos recursos para la supervivencia humana, como puede ser el sol para calentar, el agua para satisfacer la sed, o el viento para facilitar el movimiento.

Quizás sea más complicado (en aquellos inicios) poder llegar a la idea de producir energía gracias a estas fuentes energéticas inagotables, por ello no se planteaba la producción de energía eléctrica en aquellos entonces (no se sabía apenas de su existencia) pero sí que se empleaba la energía eólica de manera práctica para la navegación a vela, o los molinos de viento. También se diseñaban construcciones teniendo en cuenta el aprovechamiento de la energía solar de la mayor forma posible e incluso se comenzaba a asentar las bases de la energía hidroeléctrica.

Aunque debemos de saber que a raíz de la revolución industrial todo este progreso energético renovable se dejó totalmente de lado para dar paso a la utilización de combustibles fósiles, siendo impensable en esos años la escasez futura de estos. Carbón, petróleo y gas natural son algunos de los nombres propios de estos recursos no renovables que han sido dueños de los monopolios energéticos durante muchos años.

Como la mayoría de las cosas en la vida, estos recursos fueron disminuyendo de forma progresiva hasta que pasados los años 70 se comenzó a crear interés con la Energía Renovable como una clara alternativa a las fuentes energéticas anteriores. (Erenovable, 2018)

Agua, viento y sol fueron los recursos naturales desde la década de los 80 con la generación de energía hidroeléctrica, eólica y solar. El desarrollo de estas fue muy notorio pues se configuraron varios subgrupos dentro de estas. También se comenzaron estudios con la energía biomasa, mareomotriz o geotérmica donde comenzaron grandes debates acerca del tipo de energía era cada una (La energía mareomotriz se incluía dentro de la energía hidroeléctrica dependiendo de dónde se estudiase, la energía geotérmica a veces no se incluía dentro de las renovables pues no provenía del sol). Discusiones absurdas que no deben de dejar de obviar **el tema principal, la posibilidad de poder generar energía eléctrica por medio de recursos naturales inagotables.**

Sería interesante poder realizar un TFG de todas las energías renovables en profundidad, pero es bastante complicado, por ello este trabajo está enfocado a la energía solar, y dentro de ella la fotovoltaica.

Después de poner en contexto al lector conviene empezar explicando nociones mínimas del mundo fotovoltaico, que no fotoeléctrico dependiendo del punto de vista de cada uno.

Por ello comenzaremos entendiendo el efecto fotovoltaico y el funcionamiento de una célula solar.

### 1.3.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

#### 1.3.2.1 INICIOS

La energía solar, se percibió a raíz del agotamiento de las fuentes anteriores, como una alternativa energética para un desarrollo sostenible y protección del planeta.

Antes de entrar de pleno en la fotovoltaica, debemos saber que no solo existe esta. El sol es una fuente inagotable y limpia para la generación eléctrica. La generación de energía eléctrica se puede realizar por medio de la fotovoltaica o de la termosolar, esta última no se estudiará en este trabajo. Se pueden crear plantas de generación aislada para autoconsumo (sin necesidad de estar conectadas a una red eléctrica) o plantas conectadas a la red (para abastecimiento y flujo bidireccional de la electricidad depende de la necesidad).

Aunque es cierto que se propulsó el estudio de la fotovoltaica hace más de 40 años, no es hasta la entrada del siglo XXI cuando comienza el avance tecnológico y económico de forma considerable, haciéndose un hueco importante en varios países (siempre y cuando lo permitan sus políticos).

Para esta resumida explicación no nos remontaremos a los inicios de su historia cuando en 1839 Alexandre-Edmond Becquerel mostró sus estudios sobre la fotovoltaica o cuando en 1883 Charles Fritts construyó la primera celda solar, siendo esta de selenio con una delgada capa de oro y con una eficiencia del 1%. Nos basaremos en un poco de teoría de semiconductores y observar las diferentes variantes que han ido sucediendo desde entonces. (Energiza, 2018)



*Figura 1 El 25 de abril de 1954, la compañía Bell Laboratories anunció la creación de la primera célula solar basada en el silicio. (Fuente: <http://premiumenergia.es>)*

Lo primero y más importante, ¿qué es la energía solar? ¿y, el efecto fotovoltaico?

La energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del sol, tratándose de un tipo de energía renovable. Es tan abundante que se considera inagotable, estimando

que el astro solar aún no ha llegado al 50% de su existencia (llevando ya 5 mil millones de años emitiendo radiación solar). (Solar energía, 2018)

El efecto fotovoltaico, a grosso modo consiste en convertir la radiación solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Tenemos que saber que la luz solar está compuesta de diferentes tipos de partículas llamadas fotones (cuantos de luz), estando estos formados por diferentes tipos de energía; desde luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja, rayos gamma y rayos x.

#### 1.3.2.2 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD. TEORÍA DE SEMICONDUCTORES.

En este aspecto debemos ser breves y concisos pues se podría hacer un TFG únicamente con este apartado. Nos centraremos en el estudio del funcionamiento de una célula solar.

En un semiconductor los electrones pueden “saltar” a la banda de conducción con un **aporte energético**. Es importante saber la concentración de electrones libres disponibles en la banda de conducción, ya que la conductividad es directamente proporcional a esta.

El fotón debemos saber que tiene masa cero y viaja en el vacío a una velocidad constante. Presenta propiedades corpusculares y ondulatorias (dualidad onda-corpúsculo). Para que el fotón cree un par electrón-hueco en un panel de silicio, la fuerza de impacto deberá de ser como mínimo de 1,2 eV.

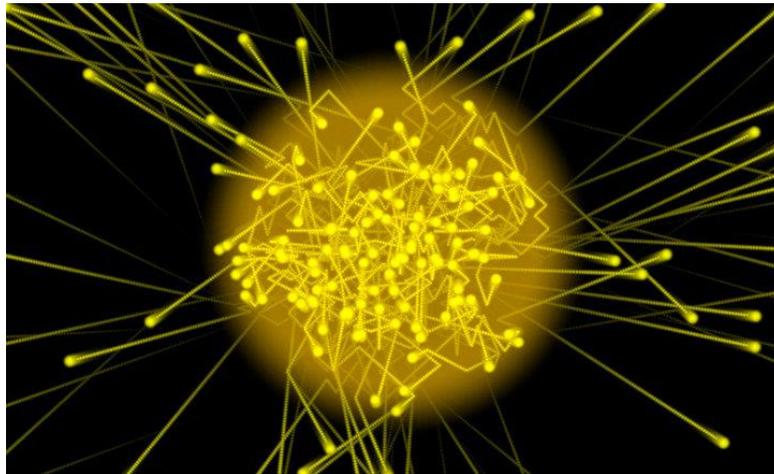


Figura 2 Representación de fotón de luz. (Fuente: <https://conceptodefinicion.de>)

En una célula fotovoltaica normal, cada fotón arranca exactamente un electrón dentro del material fotovoltaico, aunque según estudios recientes cada fotón podría arrancar dos electrones.

Los fotones correspondientes a longitudes de ondas pequeñas son más energéticos (de 2 a 3 electronvoltios, radiación ultravioleta) si los comparamos con longitudes de onda mayores como las de la radiación infrarroja.

Cada material semiconductor tiene una energía mínima para liberar electrones de sus átomos. Esta energía corresponde a fotones de una determinada banda de frecuencias (gap) que irá desde los asociados a la ultravioleta hasta los colores visibles salvo el rojo (que tiene una energía asociada inferior a 1,2 eV).

No todos los fotones alcanzan el objetivo, hay cierta pérdida energética. A veces en el momento de colisión pierden demasiada energía como para desplazar un electrón (pérdidas por no absorción) solo dependen de las propiedades del material. Otro porcentaje atraviesan la lámina sin toparse con ningún electrón, y otros iluminan la superficie del material y son reflejados (pérdidas por reflexión). Esta última puede solucionarse con tratamientos antirreflejos.

Por tanto, solo se consigue la generación de un par electrón-hueco por cada fotón con energía cinética superior a la mínima energía (gap semiconductor) que logre penetrar en el material y tope con un electrón de valencia.

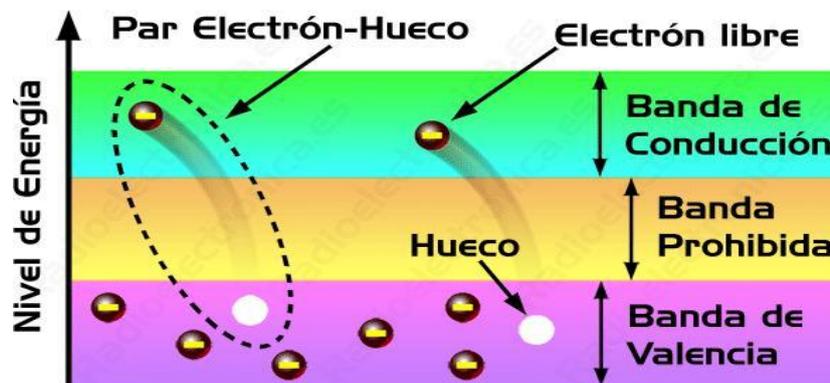


Figura 3 Determinación del gap de un semiconductor. (Fuente: <https://docplayer.es>)

Cuando se rompe un enlace, se genera un par electrón-hueco. Esta circulación es aleatoria, sin dirección predeterminada, no es aprovechable. Una de las partes fundamentales de este efecto consiste en el dopaje de semiconductores, introducir de forma controlada impurezas en el cristal para poder alterar las bandas de energía.

Los átomos de Fósforo tienen 5 electrones de valencia, si impurificamos un cristal de Silicio con átomos de Fósforo, el quinto electrón no queda bien integrado en la red. La rotura de este enlace se produce con baja aportación energética (menor que  $E_g$ ). El quinto electrón queda libre pero la carga positiva está ligada a la red cristalina (ion  $P^+$ ), esto se refleja en la imagen inferior izquierda, figura 3. Ahora la densidad de electrones (portador mayoritario) es superior a la de los huecos. A este tipo de semiconductor se le denomina semiconductor extrínseco tipo N.

Los átomos de Boro tienen 3 electrones de valencia, si impurificamos un cristal de silicio con átomos de Boro, hay un enlace sin cubrir (hueco). La rotura de este enlace se produce con

baja aportación energética (menor que  $E_g$ ). El hueco queda libre pero la carga negativa (ion  $B^-$ ) está ligada a la red cristalina, como se muestra en la parte derecha de la figura 3.

En este caso, la densidad de huecos (portador mayoritario) es mayor a la de electrones. A este tipo de semiconductor se le denomina semiconductor extrínseco tipo P.

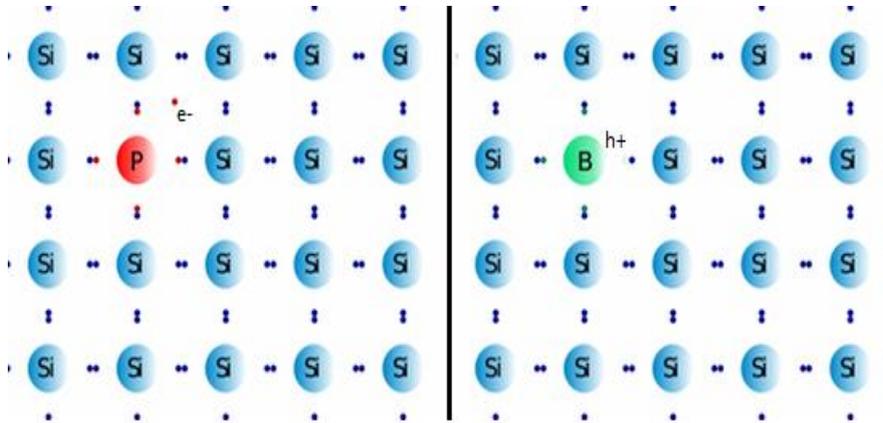


Figura 4 Representación de dopaje n y p. (Fuente: <https://naukas.com>)

Al unir un semiconductor tipo P con otro tipo N se produce un desequilibrio generando:

- Corriente de difusión: movimiento de huecos desde cristal P a cristal N, dejando iones con carga negativa y movimiento de electrones desde cristal N a cristal P, dejando iones con carga positiva.
- Corriente de Arrastre: los iones fijos cercanos a la unión generan un campo eléctrico de arrastre en sentido opuesto a la difusión: barrera de potencial. Los portadores minoritarios que atraviesan la unión se recombinan en la zona cercana a la unión deshabitada de portadores y con iones cargados ligados a la red. (Ilminchole, 2018)

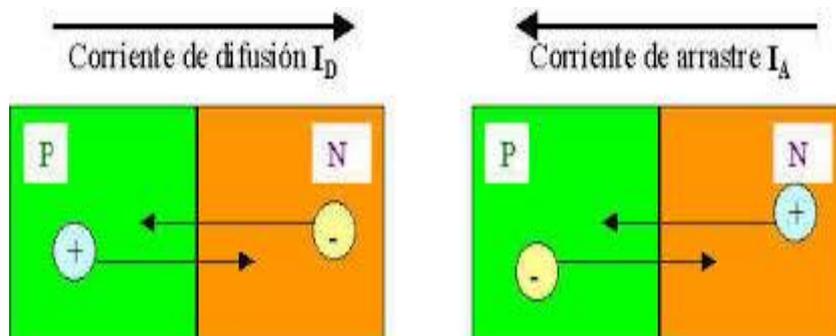


Figura 5 Corriente de difusión y de arrastre. (Fuente: <http://ilminchole.es>)

El equilibrio se alcanza al compensarse los movimientos de difusión y arrastre. **Para conseguir generar corriente es necesario romper ese equilibrio alcanzado y reducir la barrera de potencial.** Si se le aplica una diferencia de potencial con lado P positivo respecto al lado n,

polarizamos la unión PN en directa, consiguiendo reducir la barrera de potencial y en consecuencia el valor del campo eléctrico de la zona de unión. La corriente de arrastre disminuye y no puede compensar la corriente de difusión. Por convenio, la corriente entra por la zona P y sale por la zona N.

Si por el contrario la diferencia de potencial aplicada consigue que la zona P esté a mejor tensión que la N, la unión queda polarizada en inversa. La barrera de potencial en la unión queda reforzada y el paso de portadores de una zona a otra es más complicado. La corriente que atraviesa la unión en polarización inversa es de muy bajo valor.

Por ello, como síntesis de lo comentado anteriormente se podrían destacar estas ideas principales (seguirlas con la figura 5 para entender mejor el proceso):

- Los electrones se desplazan a la banda de conducción por el aporte energético de los fotones.
- Los fotones son los que forman, al romper el enlace, los pares electrón-hueco y, debido al campo eléctrico producido por la unión de materiales en la célula de tipo P y N, se separan antes de poder recombinarse formándose así la corriente eléctrica que circula por la célula y carga aplicada, por tanto, al iluminar una unión PN el campo eléctrico de la unión conduce los portadores y dificulta la recombinación.
- La fotocorriente, corriente de iluminación o corriente de generación es aprovechable por un circuito externo.
- La presencia de tensión en los terminales de la unión favorece a la recombinación (corriente de oscuridad o de diodo). (Oscarperpiñán, 2018)

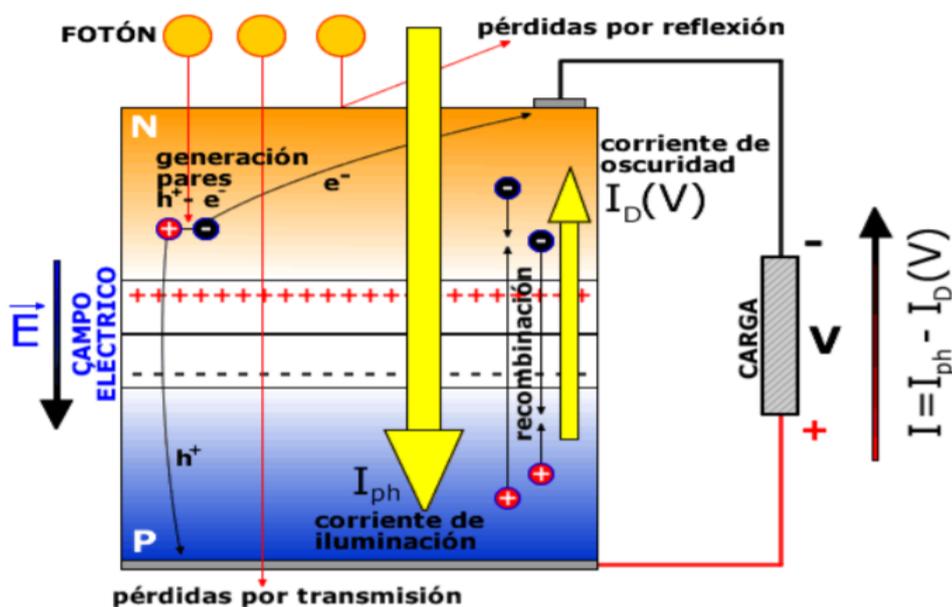


Figura 6 Funcionamiento de una célula solar. (Fuente: <https://www.ujaen.es>)

Con esta explicación podemos hacernos una idea básica del funcionamiento de una célula, sin tener que entrar en materia más compleja. Una vez el lector ha comprendido el efecto fotovoltaico podemos continuar con el estudio de los distintos tipos de células.

### 1.3.2.3 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Para la clasificación de estas se podría sugerir diferentes tipos de agrupación. En cada libro se encuentran agrupadas de distintas formas; por tipo de material, por estructura interna de los materiales, por estructura del dispositivo o por sus aplicaciones son algunos tipos de clasificación. En este proyecto se abarcan las dos primeras:

#### POR EL TIPO DE MATERIAL

- DE MATERIAL SIMPLE: Empleando un único material, normalmente es el Silicio (Si), aunque también se utilizan otros como el Germanio (Ge) y el Selenio (Se).
- DE COMPUESTOS BINARIOS: en la actualidad se sigue investigando sobre estos compuestos, tratando de mejorar el coste y eficiencia de la célula. Algunos ejemplos son el CdTe, AsGa, InP o CdS.
- DE COMPUESTOS TERNARIOS: composición más compleja aún, AlGaAs es uno de ellos, otros compuestos de estructura calcopirita basados en el Cobre, CuInSe<sub>2</sub>... son algunos de los ejemplos.

#### POR LA ESTRUCTURA INTERNA DEL MATERIAL

Referido a la estructura cristalina que estos materiales pueden tener.

- MONOCRISTALINOS: la célula es crecida o procesada como un único cristal. Entre ellas destacan Si, AsGa, CdTe. Respecto a la eficiencia, suelen mostrar valores altos, pero eso va ligado a un gran desembolso.

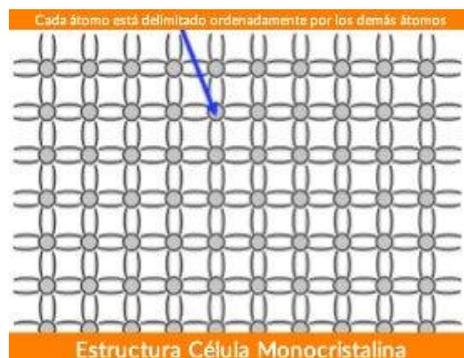


Figura 8 Estructura de una célula monocristalina.  
(Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

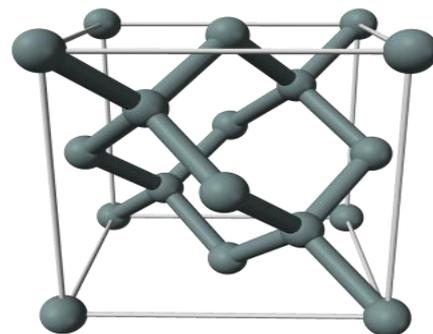


Figura 7 Estructura silicio monocristalina.  
(Fuente: <https://solar-energia.net>)

- MULTICRISTALINOS: la mayor diferencia respecto al anterior reside en el rendimiento y por tanto en el gasto. Se sacrifica parcialmente la eficiencia de la célula, aunque el

coste también es bastante inferior. La estructura interna está formada por multitud de granos o monocristales de gran tamaño. La orientación cristalina de estos granos es totalmente aleatoria.

- **POLICRISTALINOS:** parecidas a las anteriores, con estructura basada en pequeños cristales o granos, aunque el tamaño del grano en estos materiales es muy inferior al de los materiales multicristalinos.



Figura 9 Estructura de una célula policristalina. (Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

- **DISPOSITIVOS HÍBRIDOS:** en el mercado fotovoltaico podemos encontrar células fabricadas a partir de capas o **sustratos monocristalinos** sobre las que se deposita un segundo material con **estructura policristalina** por medio de técnicas de lámina delgada (thin-film solar cell).
- **AMORFOS:** todavía en proceso de investigación, pocas son las células con esta disposición. Únicamente el Silicio ha sido el material empleado, con utilización de hidrógeno en el proceso de fabricación. Aún con grandes inconvenientes, siendo el mayor la degradación que se produce en su rendimiento tras los primeros meses de operación. (Sfe solar, 2018)

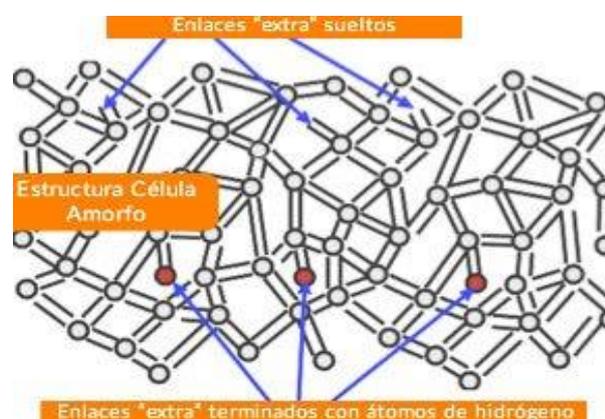


Figura 10 Estructura amorfa de silicio con átomos de hidrógeno. (Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

#### 1.3.2.4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos están formados, entre otros componentes, por multitud de células fotovoltaicas conectadas en serie (extraño ver una conexión en paralelo) para poder elevar el voltaje del módulo. En este apartado se muestra la composición de un módulo estándar, su funcionamiento, los tipos de módulos que existen en el mercado y las nuevas tecnologías.

##### COMPONENTES

###### MARCO DE ALUMINIO O DE ACERO INOXIDABLE

Para asegurar la rigidez del panel se usan anclajes y tornillos. También existen marcos de madera tornillo totalmente seco para lograr la rigidez exigida y resistencia a la humedad del ambiente.

###### CUBIERTA DE VIDRIO

Se emplea una cubierta de vidrio templado y antireflectante con cualidades de transmisión de luz a más del 90%, resistente a la abrasión. Destaca su importancia por reducir significativamente el reflejo, entrando así más luz en la célula solar, ampliando la conversión en potencia. Se utiliza con bajo contenido en hierro, presentando ésta buena protección contra los impactos y buen transmisor de radiación solar.

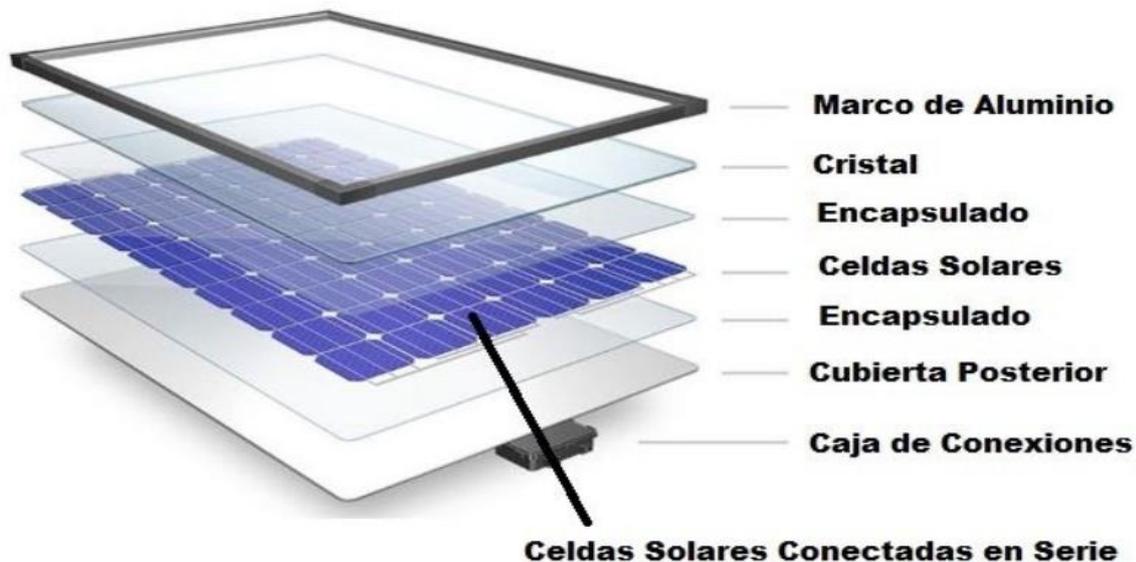


Figura 11 Partes de un módulo fotovoltaico. (Fuente: <http://www.areatecnologia.com>)

Su presencia es totalmente necesaria para la protección de las células. Dependiendo de la calidad del cristal protector podrá disminuir el rendimiento del panel solar.

###### PLANCHA BASE

También llamadas **capas encapsuladas**, protege a las células solares y sus contactos. Estructura en forma de caja con fondo de madera, aluminio o vidrio y cuyo tamaño depende del número y dimensiones de la célula.

Sobre esta plancha se apoyan las células, selladas con silicona para evitar ingreso de aire, agua... Dependiendo del fabricante, usan como plancha base el vidrio con revestimiento de un material polímero termoplástico conocido como “goma EVA”, Etileno Vinil Acetato).

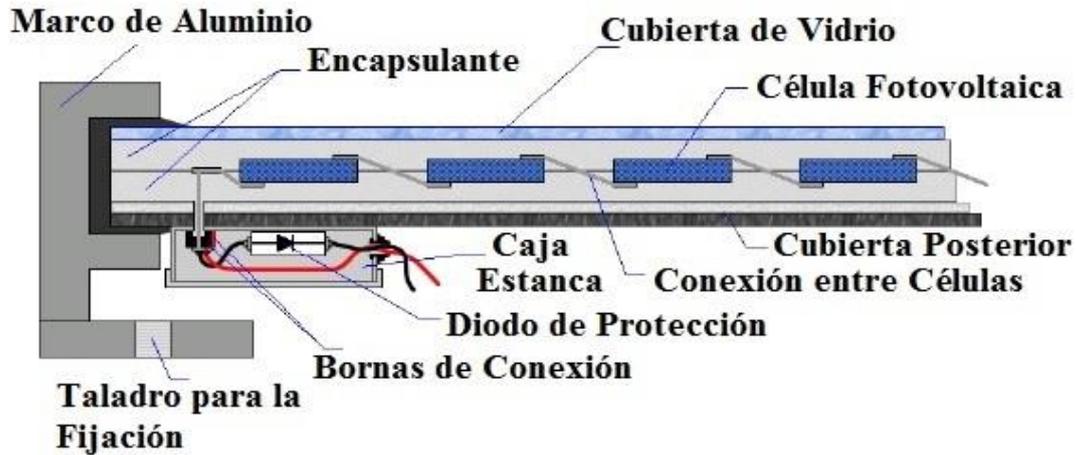


Figura 12 Corte de perfil, componentes de un módulo fotovoltaico. (Fuente: <https://www.biotecenergiasfv.com>)

Los problemas más importantes que presentan los copolímeros como la EVA son su excesiva plasticidad (cuando se estiran no recuperan su posición original), gran adherencia al polvo provocando disminución en la transmisividad a la radiación solar, y baja vida útil, condicionando la del módulo.

#### CÉLULAS SOLARES

Explicadas anteriormente, representan el corazón del módulo. Hay de diferentes formas, tipos y tamaños. Su espesor ronda los 300 micrones (0.012 pulgadas aprox), muy poca resistencia a los golpes.

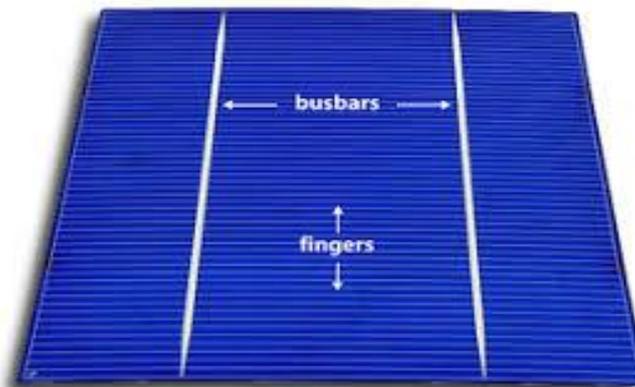


Figura 13 Célula solar. (Fuente: <https://www.ecn.nl>)

La composición de la rejilla frontal es bastante simple. Por un lado, se compone de lo que coloquialmente se denomina “dedos”, siendo esta la parrilla de conductores que recogen la corriente fotogenerada en la célula y por otra parte, los “bus bars”, que son colectores de

corriente donde están conectados todos los dedos y que conduce la corriente hacia el exterior. (Sfe solar, 2018)

#### PROTECCIÓN POSTERIOR

Protege contra los agentes atmosféricos, ejerce una barrera infranqueable contra la humedad. Se utilizan normalmente materiales 24 acrílicos, Tedlar o EVA. Suelen ser de color blanco para favorecer el rendimiento del panel debido al reflejo que produce en las células. Es de gran importancia el color de esta y más aún la protección que genera ya que de utilizarse únicamente una célula y no el panel y obviando la goma EVA la delicadeza de la celda haría muy difícil su utilización ya que se terminaría desquebrajando. (Solar Energía, 2018)

#### CAJA DE TERMINALES

Situada en la parte posterior del panel, cuenta con los bornes de salida para la conexión del panel con otros como batería, regulador...

Es cierto que en otros módulos de nueva tecnología como los Half-cells se incluyen esta caja en la mitad del módulo, disminuyendo así las pérdidas y reduciendo los centímetros de cable.

De esta caja salen dos cables, positivo y negativo.



Figura 14 Caja de terminales de un panel solar. (Fuente: <https://www.ebay.es>)

#### DIODOS DE PROTECCIÓN

Hay que destacar el trabajo de estos diodos para que la corriente eléctrica sólo se dirija en una dirección, a donde se le indique (menos de retorno a las células solares o paneles). (Eliseosebastian, 2018)

#### SALIDA LINEA A TIERRA

Es necesario estar preparado para adversidades atmosféricas, y, sobre todo, cuanto mayor sea la instalación ya que estaremos sujetos a derivaciones eléctricas mayores. Se utilizan enchufes con tomas de tierra en algunos módulos.

### FUNCIONAMIENTO

Entendido el funcionamiento de una célula fotovoltaica y, comprendiendo la utilidad de los diferentes componentes de un módulo fotovoltaico, debemos aprender finalmente la conexión entre las células para poder asimilar finalmente los parámetros de salida de nuestro panel.

En explicaciones anteriores se comentó la conexión de las células entre sí, asegurando que en casi todos los casos (menos sucesos excepcionales) se conectan todas las células en serie, viéndose claramente en la figura 11.

En los módulos comerciales se puede apreciar la conexión de sus celdas, siempre en serie, ya que así aumenta el voltaje y disminuimos la intensidad para evitar grandes pérdidas en la conducción.

Una forma bastante sencilla de saber la conexión de las celdas de cualquier módulo sería multiplicar el voltaje por el número de células y compararlo con el voltaje del módulo. Si este es igual las celdas estarán conectadas en serie, si en algún caso excepcional vemos que el producto es el doble, ocurre porque tenemos dos en paralelo. En este último caso la intensidad será el doble que en el primero, y las pérdidas 4 veces más ya que  $P=R \cdot I^2$ , si las intensidades  $I_2=2I_1$  entonces  $P_1= R I_1^2$  y por tanto  $P_2= R \cdot (2I_1)^2 = 4R I_1^2$ , siendo P las pérdidas generadas por el efecto Joule.

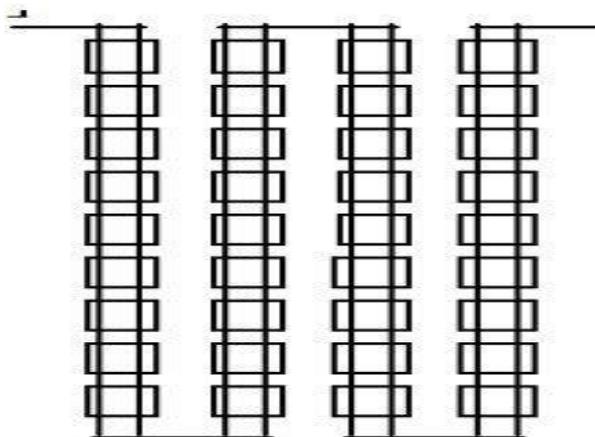


Figura 15 conexionado en serie de células fotovoltaicas para módulo. (Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

Esta conexión se puede realizar con distintos elementos y de distintas formas, únicamente se debe saber que hay que interconexionar (soldando, por ejemplo) los bus bars que están en la cara frontal (ya sea 2 3 o 5) con la cara posterior de la siguiente célula y así sucesivamente.

En los modelos de 36 células se suelen hacer 4 tiras de 9 células (figura 14).



Figura 16 Interconexión de perfil de las células fotovoltaicas. (Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

#### CONEXIONADO

El conexionado entre módulos no es muy costoso, aunque sí se deben realizar varios cálculos para poder realizarlo de la forma más económica. A priori las dos conexiones que conocemos son “en serie” y “en paralelo”.

- EN SERIE: cuando se realiza un dimensionamiento de una instalación fotovoltaica, se dividen los paneles en string (filas). Estos están formados por varios paneles conectados normalmente en serie. Los string suelen estar formados por 25-30 módulos en serie aproximadamente. Al tener esta conexión la intensidad que circula por el string  $I_S$  es la misma que la intensidad de módulo. El voltaje del string  $V_S$  será igual a la suma de los voltajes de cada módulo, es decir  $N \cdot V_M$ , siendo  $N$  el número de paneles y  $V_M$  el voltaje de cualquiera de los módulos (siendo todos iguales).

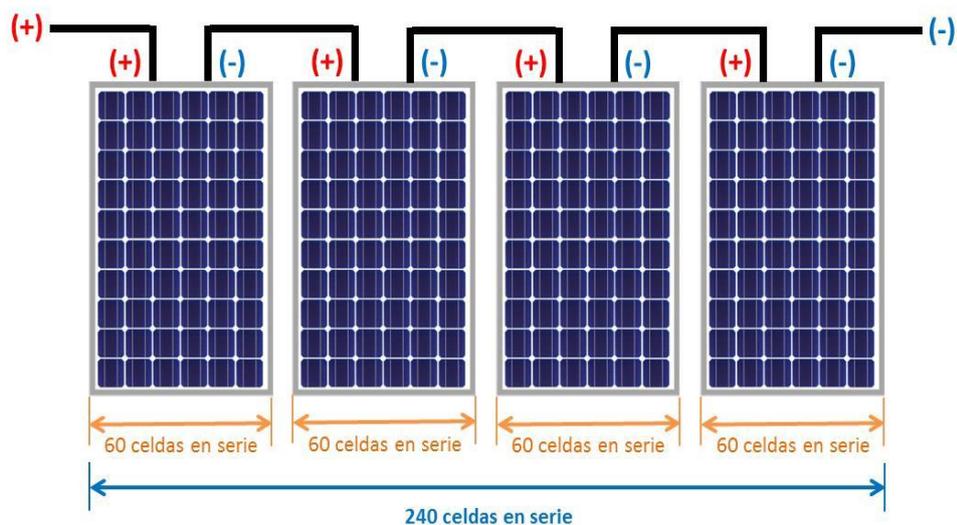


Figura 17 Conexión en serie de los módulos fotovoltaicos. (Fuente: <https://www.conermex.com>)

Al desarrollar este tipo de conexión, quedan conectados, desde el primer módulo hasta el último del string, en serie. Como se aprecia en la figura 16, hay un conductor que queda al final del string y que debe pasarse desde ese punto hasta el principio para que en el inicio de nuestra fila queden tanto el positivo como el negativo de todo el string. Este problema es más costoso de lo que parece pues en una instalación de grandes dimensiones, por cada string necesitaremos un conductor extra de unos 30 metros. Esto multiplicado por un gran número de filas hace necesitar varios miles de metros de cables (dependiendo de la instalación podría oscilar entre 10 y 1000km de conductor extra).

- EN PARALELO: esta conexión rara vez se utiliza en string, únicamente cuando tenemos filas de 60 módulos aprox, 30 en serie y 2 en paralelo, y sería mejor realizar esta conexión en serie. En una instalación inicialmente importa subir el voltaje para minimizar pérdidas, y una vez tenemos las salidas de los string, conectamos estos a un BUS principal, directamente al inversor o a una caja de conexiones (dependiendo del dimensionamiento).
- A TRESBOLILLO: Esta conexión es una variante de la primera, pues es una conexión eléctricamente hablando “en serie” pero no en la misma disposición que la inicial. Con esto se consigue ahorrar el conductor mencionado en el primer punto, por tanto, disminuirá considerablemente el precio del cableado. ¿Qué elemento es el más importante para que se pueda realizar esta conexión? Aunque parezca muy simple, la longitud de “los latiguillos” de cada panel, es decir, el positivo y negativo de cada uno. Esto es fundamental y es sorprendente la cantidad de empresas que fabrican sus paneles sin tener esto en cuenta. Ese parámetro hace decidirse a muchos inversores entre un modelo u otro. Se necesitan **como mínimo 60-70 cm por conductor** para poder realizar esta conexión.

#### TIPOS DE MÓDULOS

En explicaciones anteriores ya se ha visto de forma extensa los diferentes tipos de células fotovoltaicas. Las células fotovoltaicas tienen menos variables pues se trata únicamente de emisor y base (unión PN) y dependiendo del fabricante, diferentes capas antireflectante, tipo de texturizado y el contacto trasero.

En el caso de los módulos la clasificación es más compleja pues dependen del tipo de célula, englobando así los vistos anteriormente, y también del tipo de tecnología utilizada. Año tras año se va innovando con la finalidad de obtener una mejor eficiencia al menor coste posible.

Por tanto, en este punto se intentará clasificar los módulos de la forma más simple posible, pues es el principal objeto del trabajo.

- DEPENDIENDO DEL MATERIAL: se encuentran paneles formados por Silicio, Arseniuro de Galio, Teluro de Cadmio, Diseleniuro de cobre en indio... Cada uno de estos materiales

proporciona una diferente eficiencia al panel, siendo normalmente esta proporcional al coste.

- DEPENDIENDO DEL TIPO DE CÉLULA: desde el primer módulo diseñado hasta los actuales en el mercado. Monocristalino, policristalino, amorfo y capa fina están explicados en el apartado anterior.
  - Monocristalino
  - Policristalino
  - Amorfo
  - Capa fina: destacan los módulos de capa delgada de cobre, indio y selenio (CIS) o de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) o de capa delgada a base de cadmio y Telurio.

#### TÉCNICAS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO

Las clases anteriores ya han sido vistas en los tipos de células, ya que ambas parten de las diferentes células actuales en el mercado. Aun así, el módulo lo conforman más partes por tanto tendremos diferentes tipos de paneles dependiendo de la tecnología implementada tanto en la célula como en el módulo. Las más conocidas:

- TECNOLOGÍA PERC: esta tecnología (Passivated Emitter Rear Cell) está revolucionando el mundo de la fotovoltaica por el gran aumento de eficiencia. De forma sencilla, consiste en colocar una capa reflectante para aprovechar aún más la radiación. En ese caso se añadiría una capa más a la célula estándar, una capa PERC dieléctrica pasiva (con contactos de metal y agujeros realizados a láser). De esta forma no se permite que el excedente de radiación llegue hasta la capa de aluminio trasera. Con esta tecnología conseguimos varias ventajas:
  1. Menores pérdidas de radiación y aumento de la eficiencia de conversión.
  2. Gran rendimiento en días nublados.
  3. Gran rendimiento durante el comienzo y el final del día.
  4. Menor calentamiento del módulo. (Saclima, 2018)

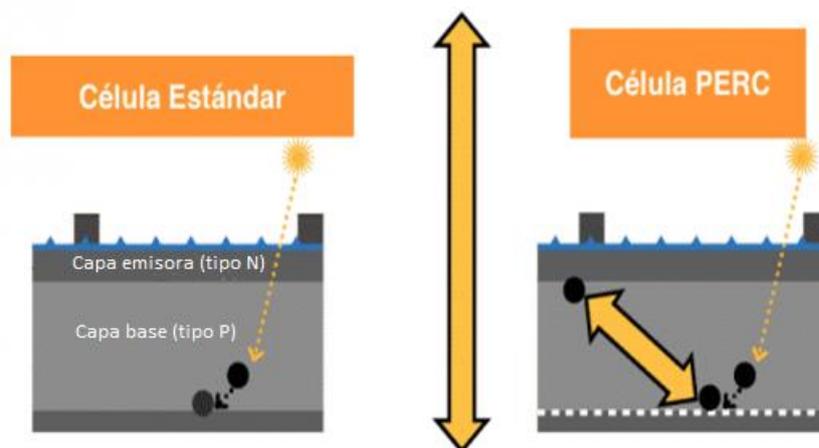


Figura 18 Diferencia entre una célula estándar y una célula PERC. (Fuente: <https://www.sfe-solar.com>)

Como se observa en la figura superior, en la célula estándar una gran parte de los electrones acaban en la cara posterior metálica de la célula mientras que, en la célula PERC la capa aislante que se incorpora entra la capa base y la superficie inferior de aluminio permite que una parte importante de estos electrones sean recuperados y captados por la capa emisora, consiguiendo así mayor corriente y, por tanto, mayor potencia. (Sfe Solar, 2018)

Cabe destacar la alta eficiencia que han conseguido algunas marcas con este tipo de células, llegando casi al 24%. Conforme avance el trabajo veremos distintas marcas, estudiándolas minuciosamente para la realización del software.

La disminución de la temperatura en el módulo es de las características más destacables de la tecnología PERC ya que esto permite obtener una mayor eficiencia al panel. **Debe saber el lector que, la temperatura NO es directamente proporcional a la potencia de nuestro módulo.** Esta afirmación lleva a confusiones en multitud de ocasiones y debe quedar claro, cuanto menor es la temperatura mayor será el voltaje entre los terminales (mejora la creación de pares electrón-hueco, teoría de semiconductores).

También debe entender que, a temperaturas bajas, la radiación suele ser más baja y ésta sí es directamente proporcional a la potencia ya que produce un aumento de intensidad. Por ello se busca un equilibrio entre temperatura y radiación en 25º y 100w/m<sup>2</sup> respectivamente (condiciones estándar STC). Si se mantiene la irradiación constante, por ejemplo, situando dos paneles uno al lado del otro, teniendo uno tecnología PERC y otro estándar, el voltaje del primero será superior al segundo, por tanto, tendremos mayor potencia por metro cuadrado siendo más eficiente el primero.

- **TECNOLOGÍA BIFACIAL:** otras de las nuevas tecnologías que podemos encontrar en el mercado actual es la bifacial. Muchas empresas se han lanzado a esta tecnología llamada “bifacial bonus”. Mediante la parte trasera se ha desarrollado una tecnología innovadora que está cambiando el concepto del módulo fotovoltaico. Es lógico pensar que a través de dos caras se puede generar más energía eléctrica por unidad de superficie comparándolas con las tecnologías vistas hasta entonces que generaban energía sólo por una de las caras. Actualmente se ha llegado a generar entre un 25-30% más de energía diaria por metro cuadrado que con los anteriores módulos. La novedad de esta tecnología reside en la utilización de la radiación reflejada, además de la directa y difusa utilizada en el resto en paneles. Este panel será más eficiente cuanto más reflectante sea la superficie en la que se instala, como techos metálicos planos, por tanto, es muy importante para la instalación de este tipo de módulos fotovoltaicos, saber la reflectancia que posee el terreno donde queremos realizar la instalación.

¿Qué rendimiento tienen este tipo de módulos? Esta pregunta quizás no sea tan fácil de responder pues, depende de la interpretación que se le quiera dar. Si entendemos rendimiento únicamente como el porcentaje de radiación que se convierte en energía eléctrica, este tipo de módulos aumentan el rendimiento considerablemente pues aprovechan más la radiación. Si debemos de contar las dos caras del módulo como 2 superficies, siendo la superficie total la suma de ambas, el rendimiento por metro cuadrado quizás sea inferior. Aun así, considerando el espacio que ocupan y la radiación que consiguen convertir en energía eléctrica, se trata de la tecnología con mayor rendimiento en el mercado actual.

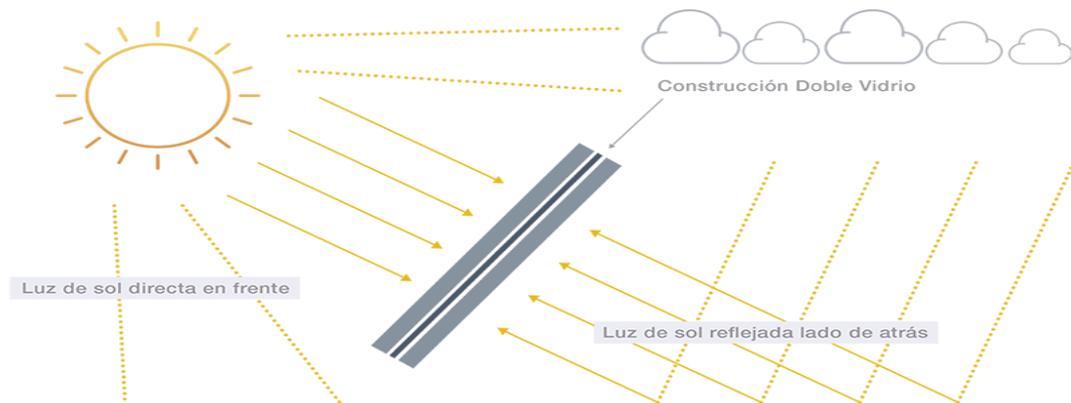


Figura 19 Ejemplo captación de un panel bifacial. (Fuente: <https://app.emaze.com>)

- **TECNOLOGÍA HALF-CELLS:** este tipo de tecnología se está dando a conocer de forma avanzada, consiste en el uso de células solares cortadas por la mitad y ubicar la caja de conexiones al centro del panel. Con esto se obtienen dos principales ventajas: una de ellas se trata de la reducción de pérdidas por resistividad ya que al tener la célula la mitad de superficie produce la mitad de corriente y disminuye las pérdidas por conducción. Esta disminución provoca un aumento de la eficiencia (sobre todo en tiempos de alta irradiancia).

Otra de ellas es que los sombreados parciales de una mitad del panel no afectan sobre el total de éste. El aumento de eficiencia en módulos de este tipo oscila entre 1.5 y 3%. (Sinovoltaics, 2018)

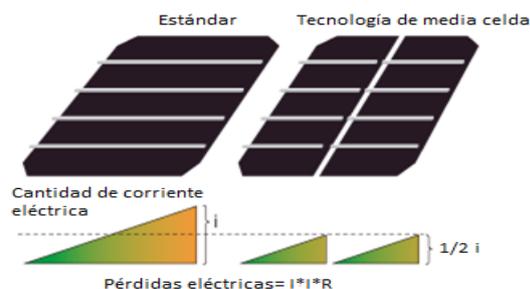


Figura 20 Ejemplo Tecnología Half-Cells. (Fuente: <https://sinovoltaics.com>)

- **MÚLTIPLES PISTAS CONDUCTORAS:** Ya se explicó en puntos anteriores las diferentes partes de una célula. Una de ellas se denominaba “bus” o “pista conductora” y son las encargadas del transporte de electrones de una a otra célula hasta el exterior del módulo.

Se está incrementando el número de buses por célula con la finalidad de obtener una menor resistencia y un camino más corto, aunque se debe estudiar el compromiso de reducir la superficie de captación de ésta. El resultado final es el aumento de rendimiento.

- **DOUBLE GLASS:** Este tipo de paneles se utiliza en lugares con condiciones climáticas extremas. Se utiliza principalmente como protección del módulo, aunque son varias las utilidades: a causa de viento o nieve las células pueden doblarse incluso estirarse creando microfracturas. En paneles de vidrio doble no se produce este estiramiento y algunas marcas ya se han encargada de demostrarlo (ejemplo, Solar Watts).

Otra de las grandes ventajas es la posible reducción o eliminación del daño a causa de la degradación de potencial inducida (PID). (Solarquotes, 2018)

#### *MEJORAS DE RENDIMIENTO*

- **SECCION CORRECTA DEL CONDUCTOR**  
Los conductores para emplear en una instalación deberán tener la sección necesaria. Los tramos de corriente continua son propensos a tener pérdidas de tensión en tramos largos.
- **LIMPIEZA DE LOS PANELES SOLARES**  
La limpieza periódica de los paneles no puede pasarse por alto pues la suciedad impide el funcionamiento óptimo del panel.
- **MANTENER CONSTANTE EL NIVEL DE LÍQUIDO DE LA BATERÍA**  
Las baterías utilizadas en las instalaciones fotovoltaicas (tipo ácido abierto) como la monoblok, OPZS.... Requieren mantenimiento y relleno periódico del agua destilada en su interior acorde con el nivel exigido por la batería.
- **INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN CORRECTA DE LOS MÓDULOS**  
No son pocas las instalaciones mal realizadas por culpa de un mal cálculo en la inclinación y orientación de los paneles pierden un gran rendimiento, por ello, se debe realizar un estudio sobre la inclinación optima en el lugar donde se quiere instalar la planta. Lo mismo ocurre con la orientación, dependiendo del hemisferio tendrá que ir en una dirección o en otra.
- **DESCONECTAR EL INVERSOR EN PERIODOS O DÍAS SEGUIDOS SIN USO**  
Aunque en este trabajo no se estudie el inversor, este es el dispositivo encargado de transformar la corriente continua en alterna y se recomienda desconectarlo durante aquellos periodos de tiempo en los que no se va a utilizar.

Esto no afecta a la instalación ya que el regulador seguirá funcionando de la misma forma y la captación de energía será la misma. (DamiaSolar, 2018)

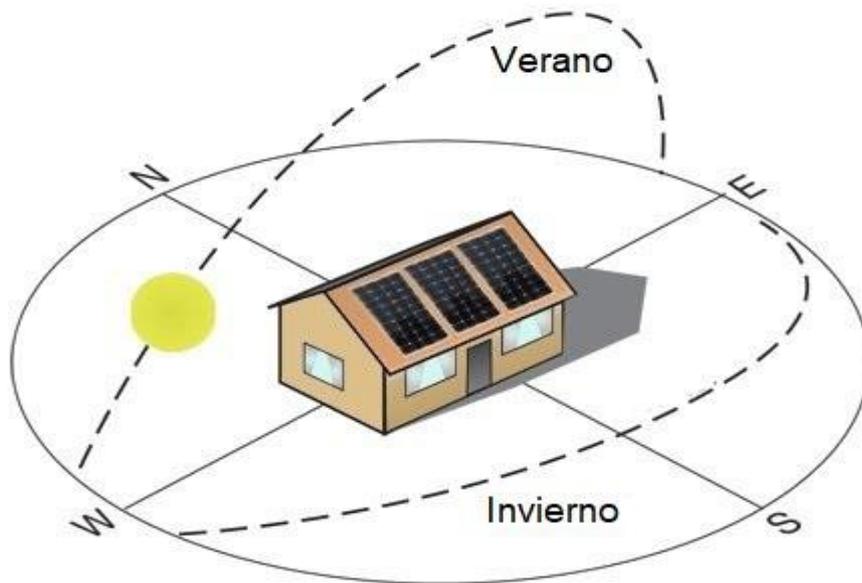


Figura 21 Orientación adecuada de los paneles fotovoltaicos. (Fuente: <https://www.mpptsolar.com>)

#### 1.3.2.5 NUEVAS TECNOLOGÍAS

En esta sección se mostrarán los mayores avances tecnológicos (aunque la mayoría no estén en el mercado) del mundo de la fotovoltaica, haciendo hincapié en las células.

- **CÉLULAS TÁNDEM:** Constituye un método novedoso para el aumento de la eficiencia de una célula solar dividiendo el espectro y usando una célula solar que está optimizada para cada sección del espectro. Consiste en el apilamiento monolítico de dos células individuales.

Combinando dos células (capa delgada de silicio amorfo sobre silicio cristalino, por ejemplo, o colocando sobre el silicio una capa semitransparente hecha de un material llamado **perovskita**), una de las capas absorbe los fotones de alta energía, mientras que la otra absorbe los de menos aumentando la variedad de longitudes de onda que pueden ser útiles.

En algunas escuelas de ingeniería como la Universidad de California en Los Ángeles han desarrollado este tipo de célula de cobre, indio, galio y Selenio (CIGS).

La celda con la que se realizó el experimento tenía un 18.7% de eficiencia en sí misma, viéndose potenciada por la capacidad del perovskita que absorbe una parte diferente del espectro de luz, llegando hasta más del 24%. Se afirmó que se llegaría a alcanzar más del 30% de eficiencia con este tipo de tecnología. (Energy news, 2018)

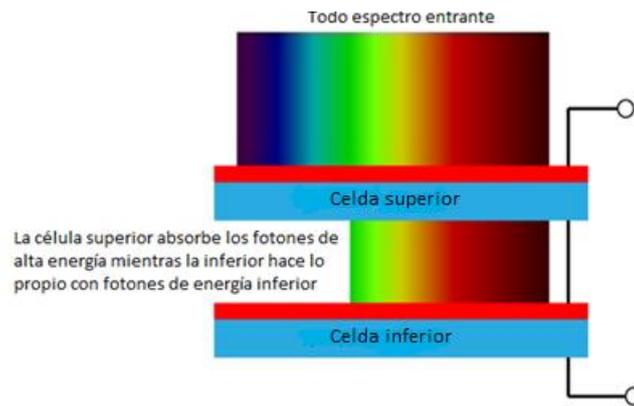


Figura 22 Espectro total que puede absorber la célula. (Fuente: <https://www.pveducation.org>)

- **CÉLULAS MULTIUNIÓN:** Consiste en una célula solar con múltiples uniones PN de diferentes materiales semiconductores. Cada unión PN de cada material produce corriente eléctrica en respuesta a una diferente longitud de onda de la luz. Por lo que producirá una corriente en múltiples longitudes de onda aumentando la eficiencia de conversión de la energía de la luz solar a energía eléctrica utilizable. En laboratorios de células multiunión se ha demostrado un rendimiento por encima del 43%.

Se puede construir empleando técnicas de impresión permitiendo poner muy juntas pequeñas y delgadas capas de elementos semiconductores. En el futuro se podrían crear células con un gran número de capas, llegando hasta ahora a las cuatro (multiunión cuádruple). (Blog Arquitectura, 2018)

Los llamados “diodos de túnel” conectan las subcélulas.

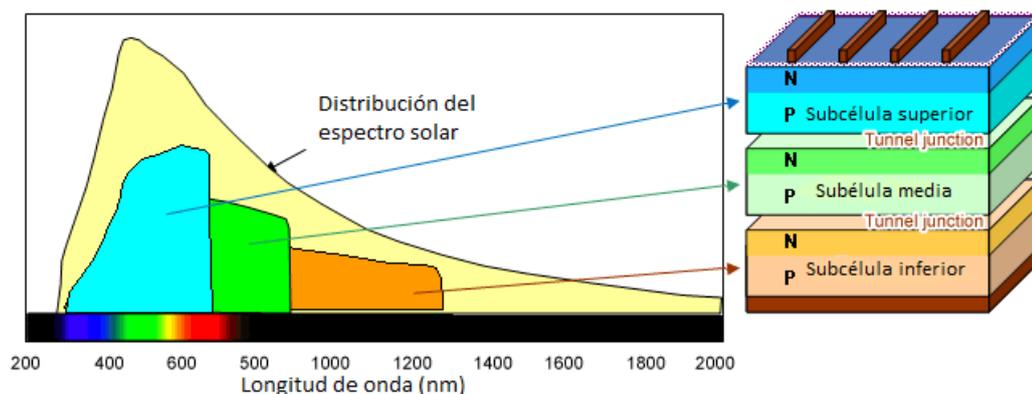


Figura 23 Ejemplo célula multiunión. (Fuente: <https://phys.org>)

- **MÓDULOS FLEXIBLES:** Conciben un nuevo tipo de placa de estructura semiflexible que, a diferencia del resto, no dispone de marco de aluminio ni de cristal de seguridad.

Dispone de un diseño innovador encontrándose las células fijadas en una estructura de plástico y con una capa de protección por encima. Actualmente se están fabricando de silicio monocristalino y ofrecen un alto rendimiento.

Entre sus ventajas destaca la ligereza de estos paneles, teniendo un peso mucho menor a los módulos convencionales, facilitando mucho su transporte.

También, gracias a este tipo de superficie plástica, pueden adaptarse a los tejados de viviendas u autocaravanas de forma curvada. La caja de conexiones se encuentra en la parte superior para que la base sea totalmente plana. Su principal inconveniente como era de esperar, el precio. (DamiaSolar, 2018)



Figura 24 Módulo fotovoltaico flexible. (Fuente: <http://sofiarenovables.com>)

- **CÉLULAS ORGÁNICAS:** Este tipo de celdas solares (OPV) se componen, al menos en su capa activa, de moléculas orgánicas. Hay varios tipos; moleculares, de polímeros orgánicos, híbridas...

Están basadas en polímeros orgánicos semiconductores las más empleadas. El empleo de un sustrato plástico como el naftalato de polietileno facilita la fabricación en continuo y permite reducir los costes de producción.

En general se basan en una mezcla de heterounión de bulto (BHJ, unión de semiconductores con banda prohibida diferentes), obteniéndose esta al mezclar en un disolvente orgánico, un polímero semiconductor orgánico rico en electrones con un fullereno, que es fácilmente reducible.

Esta mezcla de donador y aceptador de electrones ya colocada en la celda solar es fotovoltaica y al recibir la radiación solar genera un estado excitado conocido como excitón, el cual está formado por un par electrón hueco. Éste en presencia del campo eléctrico generado por los electrodos se separa en el electrón y hueco generando corriente eléctrica.

Actualmente se supera eficiencias del 10% (en condiciones de laboratorio) y una vida útil únicamente de 1 año. (Cceea, 2018) (Twenergy, 2018)

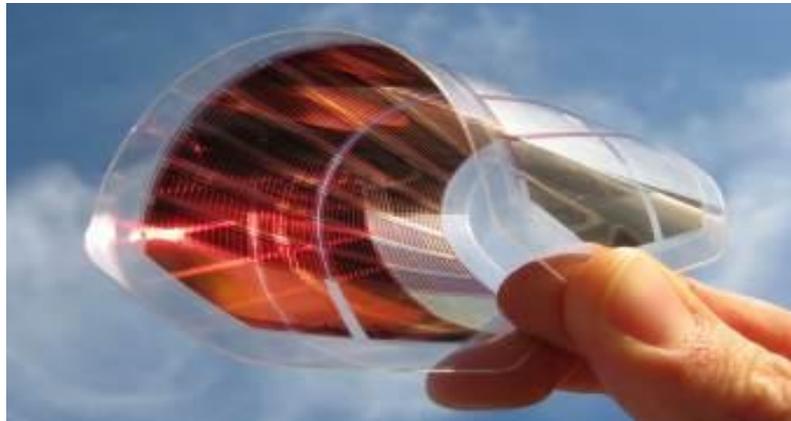


Figura 25 Celda orgánica. (Fuente: [www.universia.net](http://www.universia.net))

#### 1.3.2.6 USOS Y APLICACIONES

Los módulos fotovoltaicos NO solo se utilizan en plantas solares o instalaciones particulares. De hecho, sorprendería bastante ver la cantidad de utilidades que se le pueden dar. Conforme pasan los años se abren nuevos caminos y son multitud de aplicaciones las disponibles actualmente.

Debemos entender que el siglo XXI tiene la necesidad de realizar un cambio brusco en el mercado energético, por lo que todas las aplicaciones en las que se consume energía se intentarán llevar al lado de las renovables, y en gran cantidad a la fotovoltaica.

#### *ETREE*

Un invento muy innovador de la empresa israelí Sologic apodado como “árbol solar”. Lo conforman una estructura de módulos solares simulando la copa de un árbol siendo estos sostenidos por una estructura asemejándose a un tronco.

El uso de este árbol solar son varios, ya que por un lado los paneles generan energía eléctrica mientras que dan sombra a unos bancos situados en la base que sirven como zona de descanso para las personas. Con la electricidad generada se puede abastecer de Wifi gratuito a las personas cercanas a ese punto, tener alumbrado nocturno e incluso podría ser un punto de carga de móviles u otros similares.

Los creadores afirman que este eTree será un icono de la tecnología aplicada al cuidado del medio ambiente además de un símbolo de las Smart cities. (Holaluz, 2018)



Figura 26 eTree. (Fuente: <http://www.canalclima.com>)

#### VIDRIOS SOLARES

Esta tecnología trata de un acristalamiento avanzado para los edificios. Los paneles solares transparentes pueden sustituir a los materiales de construcción tradicionales de las fachadas, con la ventaja de poder generar electricidad. Lo más interesante de esta innovación es la estética del edificio, ya que este no la perderá. Actualmente se construyen edificios cuyas fachadas se podrían simular con este tipo de vidrios.

También se incluye aquí el cristal fotovoltaico, ya que se puede aplicar este tipo de tecnología en las ventanas.

Otra ventaja de este tipo de vidrio solar es el poder permitir la iluminación natural sin descuidar la protección contra la radiación uva e infrarroja, la mejora del aislamiento térmico y acústico y la reducción del CO<sub>2</sub>.

Es destacable la alta calidad de los acabados de este material, la alta eficiencia energética de los edificios con esta tecnología y el cumplimiento de todas las normas de seguridad en la construcción. (Inarquia, 2018)



Figura 27 Vidrio solar "Spandrel Glass". (Fuente: <http://www.canisenergy.com>)



## 1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### 1.4.1 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE

Todo lo visto en el trabajo hasta ahora nos ha servido para poder poner en contexto al lector. El mundo de la fotovoltaica es bastante amplio y conviene entender los conceptos básicos antes de avanzar en materia. Una vez aprendido los conceptos principales conviene pasar al siguiente punto, en el mundo comercial. Siempre que haya un descubrimiento o avance hay una gran oportunidad para miles de personas emprendedoras e inversoras que, disponen de medios suficientes para poder actuar.

La fotovoltaica, a pesar de llevar varios años, no ha sido hasta la entrada del siglo XXI cuando ha avanzado de forma exponencial y, por tanto, han sido muchos los intereses que se han generado alrededor de ella. Si realizamos una búsqueda rápida por internet no podremos dar abasto a la cantidad de empresas que han invertido millonadas en este mercado, desde pequeñas empresas instaladoras hasta grandes multinacionales con sede en todo el mundo.

En los apartados anteriores se han mostrado los diferentes módulos que existen hoy en día, sabiendo que algunos pueden funcionar de forma más eficientes dependiendo de las condiciones de lugar. Con esto es posible seleccionar a groso modo el tipo de módulo que se necesita en cada instalación, pero.... Cuando se da uno cuenta de la cantidad de módulos de ese mismo tipo aparece un problema aún más grande. Hanwha Q CELLS, JA Solar, Trina Solar, JinkoSolar, Talesun Solar, Sharp, Panasonic son solo algunas de los miles de marcas que existen actualmente en el mercado.

La mayoría estas empresas tienen sede en varios países y cuentan con la mayoría de las clases de módulos, desde estructuras estándar de monocristalinos y policristalinos, hasta las últimas tecnologías como las Half-cells o Bifacial.

Por ello se hace imposible seleccionar un módulo concreto para una instalación sin tener la certeza de ser más eficiente para nuestras condiciones que el resto.

Hasta ahora no se ha mencionado ninguna de los parámetros característicos de un módulo fotovoltaico, y es que hay algunos que siguen sin tenerse en cuenta a la hora de elegir el tipo de panel. Comparar cada uno de los módulos que ofrecen las empresas puede ser un infierno y si se realizan varias instalaciones con módulos distintos en cada una de ellas más aún. Es por ello el motivo principal de este trabajo, **el diseño de un software avanzado para la optimización y eficiencia en instalaciones fotovoltaicas.**

Para la realización de este software sería importante diferenciar cada una de las partes que comprenden la creación de este, por ello se van a analizar parte por parte para así entender mejor el concepto:

#### 1.4.2 CREACIÓN DE BASE DE DATOS

Esta parte es bastante más compleja de lo que parece a primera vista. Como ya se ha explicado anteriormente, el objetivo principal de este programa consiste en facilitar el trabajo de selección del módulo y con ello poder optimizar y mejorar la instalación. Entendiendo que este tipo de instalaciones están en pleno auge, y sabiendo que ya existen instalaciones con más de un millón de módulos, este trabajo es de gran importancia. Por tanto, la base de datos tendrá que ser lo suficientemente amplia como para poder elegir entre un gran abanico de posibilidades.

Para ello en este apartado se llevará a cabo una explicación concisa de cómo se ha construido esta base de datos, qué marcas se han incorporado y qué parámetros se han establecido de valor para la futura selección de módulos.

Para comenzar a recopilar datos es imprescindible saber qué datos recopilar y de dónde recopilarlos, esto se resume en saber los parámetros necesarios y marcas que se van a incorporar. No importa empezar por uno u otro, para la explicación se iniciará con las distintas marcas que se han introducido en la base de datos.

##### 1.4.2.1 MARCAS COMERCIALES

Son cientos y cientos de marcas las presentes en el mercado fotovoltaico actualmente y, sería prácticamente imposible añadir todas. Es por ello, se ha llevado a cabo una selección de más de 20 marcas punteras a nivel mundial, entre las que se encuentran desde las más económicas hasta las que se necesita un mayor desembolso.

La recopilación se realiza con la finalidad de tener paneles de todo tipo de tecnología, todo el rango de precio y con mismos parámetros para poder realizar comparaciones, por lo que existen una gran cantidad de marcas que no se han podido incluir por la falta de parámetros en sus datasheets.

¿Qué marcas se han incluido? En la siguiente tabla se muestran los distintos fabricantes.

Fabricante	Calidad	Enlace
<b>Amerisolar</b>	E	<a href="http://www.weamerisolar.com/">http://www.weamerisolar.com/</a>
<b>Boviet</b>	E	<a href="http://www.boviet.com/">http://www.boviet.com/</a>
<b>Canadian Solar</b>	E	<a href="https://www.canadiansolar.com/">https://www.canadiansolar.com/</a>
<b>Exiom</b>	G	<a href="http://www.exiomsolution.com/">http://www.exiomsolution.com/</a>
<b>Hanwha Q Cells</b>	C	<a href="https://www.hanwha-qcells.com/">https://www.hanwha-qcells.com/</a>
<b>JA Solar</b>	E	<a href="http://www.jasolar.com/">http://www.jasolar.com/</a>
<b>Jinko Solar</b>	E	<a href="https://www.jinkosolar.com/">https://www.jinkosolar.com/</a>
<b>Kyocera</b>	F	<a href="http://www.kyocerasolar.es/">http://www.kyocerasolar.es/</a>
<b>LG</b>	B	<a href="https://www.lg.com/">https://www.lg.com/</a>
<b>Longi</b>	E	<a href="http://en.longi-solar.com/">http://en.longi-solar.com/</a>
<b>Luxor</b>	F	<a href="https://www.luxor-solar.com">https://www.luxor-solar.com</a>
<b>Panasonic</b>	B	<a href="https://eu-solar.panasonic.net/">https://eu-solar.panasonic.net/</a>
<b>REC</b>	E	<a href="https://www.recgroup.com/">https://www.recgroup.com/</a>

Fabricante	Calidad	Enlace
Seraphim	E	<a href="https://www.seraphim-energy.com/">https://www.seraphim-energy.com/</a>
Sharp	A	<a href="https://www.sharp.es">https://www.sharp.es</a>
SolarWatt	D	<a href="https://www.solarwatt.es/">https://www.solarwatt.es/</a>
SolarWorld	C	<a href="https://www.solarworld.de">https://www.solarworld.de</a>
SunPower	A	<a href="https://us.sunpower.com/">https://us.sunpower.com/</a>
Talesun	D	<a href="https://www.talesunenergy.com/">https://www.talesunenergy.com/</a>
Trina Solar	E	<a href="https://www.trinasolar.com/">https://www.trinasolar.com/</a>
Vikram	G	<a href="https://www.vikramsolar.com/">https://www.vikramsolar.com/</a>
Winaico	B	<a href="http://www.winaico.com/">http://www.winaico.com/</a>

Tabla 1 Marcas con calificación de calidad y sus enlaces a páginas webs.

La tabla 2 muestra cada uno de los fabricantes que se han incluido en el trabajo. En la siguiente columna se muestra la calidad de sus módulos con letras que van desde la A hasta la G.

El criterio que se ha tenido en cuenta no ha sido solo el precio, si no las críticas de varias páginas webs y la polivalencia de las distintas marcas que lo forman.

Para poder entender mejor esta clasificación se procede a la explicación de las siglas.

- **A:** Fabricantes con gran reputación mundial, mucha experiencia y módulos de primeras calidades. Altas eficiencias y grandes garantías de durabilidad. Aptos en la prueba de PID.
- **B:** Aquellas que dentro de la gama alta, se encuentran en un nivel inferior a las anteriores. Grandes eficiencias y sometidos a la prueba de PID con buenos resultados.
- **C:** Marcas con menos experiencia pero con productos innovadores. Precios inferiores a los anteriores y con buenas prestaciones.
- **D:** Con varias líneas de trabajo bien diferenciadas, menos experiencia en el sector y módulos de alta calidad.
- **E:** Principalmente marcas de procedencia china, precios muy competitivos. Gran variedad en sus productos con eficiencias bastante interesantes. Relación calidad/precio posiblemente los mejores.
- **F:** Posiblemente con las peores prestaciones, marcas menos reconocidas mundialmente y con menos variedad.
- **G:** Fabricantes con menos experiencia aunque con un gran potencial por delante. Marcas como Vikram y Exiom que aun sin estar en el top 15 están invirtiendo en muchas variantes dentro de la fotovoltaica.

Los fabricantes se podrían enumerar de varias formas, por su precio, calidad, procedencia... en este caso se hará de forma alfabética, aunque luego se procederá a explicar diferencias entre las distintas empresas y modelos.

Fabricante	Logo
<p><b><u>Amerisolar</u></b>                      Fabricante profesional con más de 25 años de experiencia, con gran fuerza en los mercados de EE. UU y UE. Modelos policristalinos donde destacan el AS-6P30 o el AS-6P27, respecto a los monocristalinos el AS-6M30PERC destaca por su tecnología PERC. También fabrican módulos de doble glass como el AS-6P-ET.</p>	 <p><i>Figura 28 Logo de Amerisolar</i></p>
<p><b><u>Boviet</u></b>                      Boviet Solar Technology Co es el nombre con el que se conoce a esta empresa de Vietnam, siendo el mayor fabricante de su país. De esta marca se han extraído los datasheets de módulos monocristalinos como el BVM6612M (con varias potencias distintas) o modelos policristalinos como el BVM6612P de 72 células.</p>	 <p><i>Figura 29 Logo de Boviet</i></p>
<p><b><u>Canadian Solar</u></b>                      Empresa Canadiense fundada en 2001 que opera actualmente en más de 20 países. La mayor parte de la producción se sitúa en China y dentro de sus modelos caben destacar los BiKu, módulos bifaciales tanto monocristalinos como policristalinos y otros como los Ku Modules o Dyamond.</p>	 <p><i>Figura 30 Logo de Canadian Solar</i></p>
<p><b><u>Exiom</u></b>                      Creada en 2009 por un conjunto de profesionales del sector de las energías renovables. Con oficinas en Europa (España, Francia y Portugal), en Asia y África. Trabajan con módulos monocristalinos y policristalinos, tecnologías como HALF CELLS o Doble capa.</p>	 <p><i>Figura 31 Logo de Exiom Solution S.A.</i></p>

Fabricante	Logo
<p><b><u>Hanwha Q Cells</u></b>            Empresa con sede en Seúl, Corea del Sur, y con instalaciones de fabricación en varios países. Módulos monocristalinos donde destaca la gana Q. PEAK o Q. PRIME, y Q. POWER en policristalino.</p>	 <p>Figura 32 Logo de Hanwha Q Cells</p>
<p><b><u>JA Solar</u></b>            Es una compañía de la República Popular de China fundada en Shanghái en 2005. Ha sufrido un crecimiento exponencial los últimos 10 años situándola en una posición privilegiada dentro de la fotovoltaica. Dentro de sus tipos de módulos se podría nombrar la gama Half-Cell Module, siendo una de las pocas que incorporan 120 y 144 células en sus módulos. También incorpora una gama bifacial pero el datasheets de estos no se encontraba completo.</p>	 <p>Figura 33 Logo de JA Solar</p>
<p><b><u>Jinko Solar</u></b>            Fabricante chino y a nivel mundial de los más importantes del mundo. Gran variedad en sus productos, donde destaca la gama SMART para viviendas y EAGLE (con tecnología dual, PERC...) monocristalinos y policristalinos.</p>	 <p>Figura 34 Logo de Jinko Solar</p>
<p><b><u>Kyocera</u></b>            Empresa Japonesa fundada en 1959 por Kazuo Inamori en Kioto, Japón. Destaca su trabajo con módulos policristalinos donde resaltan las gamas KD Series, KK Series y KT Series.</p>	 <p>Figura 35 Logo de Kyocera</p>

Fabricante	Logo
<p style="text-align: center;"><b><u>LG</u></b></p> <p>Una de las marcas que no necesita presentación es LG, conocida en todo el mundo la marca coreana por su labor en la tecnología se ha incorporado al mundo de la fotovoltaica con paneles premium entre los que podríamos resaltar los LG NEON 2 BIFACIAL, LG NEON 2 o LG NEON R, tecnología monocristalina.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 36 Logo de LG</i></p>
<p style="text-align: center;"><b><u>Longi</u></b></p> <p>Longi solar es una empresa de la República Popular China con más de 15 años de experiencia en estudio de células monocristalinas. Por ello su gran variedad en este tipo de módulos, con gran número de células la gama LR6-72HPH o la bifacial LR6-72HBD. La calidad de sus módulos es estándar, situándose en la media de las empresas de este nivel. Debemos destacar el gran impulso de estos últimos años gracias en gran parte a la comercialización de la mayoría de sus productos en Europa.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 37 Logo de Longi</i></p>
<p style="text-align: center;"><b><u>Luxor</u></b></p> <p>Empresa con oficina principal en Alemania con varias líneas de trabajo destacables. Destacan por su gran diversidad en cuanto a módulos se refiere, su línea segura, línea ECO, línea VIDRIO-VIDRIO, HALF CELLS e incluso SMART LINE. Es una de las empresas más polivalentes actualmente y con mayor avance tecnológico pues es de los pocos fabricantes con multitud de variantes en cuanto tipo de instalaciones fotovoltaicas.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 38 Logo de Luxor</i></p>

Fabricante	Logo
<p><b><u>Panasonic</u></b></p> <p>Otra de las marcas conocidas internacionalmente y no precisamente por su nombre en la fotovoltaica, la empresa japonesa también se ha hecho hueco en el diseño y venta de paneles solares. No destacan precisamente por su variedad, teniendo pocos diseños actualmente, aunque de gran fiabilidad.</p>	 <p><i>Figura 39 Logo de Panasonic</i></p>
<p><b><u>REC</u></b></p> <p>Empresa fundada en Noruega en 1996, ha adquirido mucha importancia en la fabricación de módulos fotovoltaicos. Dentro de su amplia gama podemos destacar los módulos N-PEAK SERIES, REC TWINPEAK 2 o los REC PEAK ENERGY SERIES. Gran variedad y buena calidad la que presta esta marca.</p>	 <p><i>Figura 40 Logo de Rec Solar</i></p>
<p><b><u>Seraphim</u></b></p> <p>Compañía fundada en 2011 en la República Popular China. Desde entonces ha sufrido un crecimiento al alcance de muy pocas compañías posicionándose como una de las mayores representantes de China. Su amplia variedad es una de las principales culpables de hacerse hueco en este mercado. Dentro de su línea Innovative destacan los módulos Blade y Eclipse. Además, disponen de módulos estándar a un precio bastante competente.</p>	 <p><i>Figura 41 Logo de Seraphim</i></p>
<p><b><u>Sharp</u></b></p> <p>Del mismo modo que Panasonic o LG, Sharp también se ha introducido en este mercado con la fabricación de módulos de alta calidad (y alto coste). Módulos monocristalinos como el NQR256A o NU-RC300 y Policristalinos como la serie ND-AK.</p>	 <p><i>Figura 42 Logo de Sharp</i></p>

Fabricante	Logo
<p style="text-align: center;"><b><u>SolarWatt</u></b></p> <p>Es uno de los grupos pioneros en la industria fotovoltaica, teniendo su sede en Alemania. Entre sus productos destaca la gama Vision con varias vertientes y la gama Blue. Además, cuenta con otras gamas como EasyIn, Carport o Veranda para tejados o terrazas.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 43 Logo de Solarwatt</i></p>
<p style="text-align: center;"><b><u>SolarWorld</u></b></p> <p>Compañía alemana dedicada a la fabricación y comercialización de productos fotovoltaicos desde su materia prima. Fabricación de módulos bifaciales Bisun Protect y otros módulos monocristalinos.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 44 Logo de SolarWorld</i></p>
<p style="text-align: center;"><b><u>SunPower</u></b></p> <p>Con sede en Estados Unidos, fue fundada en 1985 siendo una de las empresas con más experiencia en el mercado. Entre sus modelos principales se sitúan los X SERIES, E SERIES y P SERIES (policristalinos).</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 45 Logo de Sunpower</i></p>
<p style="text-align: center;"><b><u>Talesun</u></b></p> <p>Con sede central en China y oficinas en varios países, Talesun Solar Technologies fue fundada en 2010 y actualmente compite con las grandes empresas del sector. Con su línea BISTAR, HIPRO y NIPRO ha conseguido tener una gran variedad de productos en su catálogo.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Figura 46 Logo de Talesun</i></p>

Fabricante	Logo
<p><b><u>Trina Solar</u></b></p> <p>Una de las primeras empresas chinas de módulos fotovoltaicos, fue fundada en 1997 en Jiangsu y actualmente tiene representación en EE. UU., UE y Asia. Quizás sea de los fabricantes con más variedad y mejor calidad precio junto a Jinko Solar. Dentro de sus productos, destacan la gama HONEY M PLUS, TALLMAX M PLUS y ALLMAX (tanto en monocristal como en policristal) y la gama DUOMAX M tanto en doble vidrio como doble vidrio bifacial.</p>	 <p><i>Figura 47 Logo de Trina Solar</i></p>
<p><b><u>Vikram</u></b></p> <p>Una de las compañías más potentes de la Industria India, la sede de Vikram Solar reside en Calcuta y actualmente ocupa la segunda plaza en industrias de energía solar con mayor ingreso. Son numerosas las variedades que disponen, destacando SOMERA SERIES en monocristalino y ELDORA SERIES en policristalino.</p>	 <p><i>Figura 48 Logo de Vikram Solar</i></p>
<p><b><u>Winaico</u></b></p> <p>Con sede principal en Taiwán opera a escala internacional contando con sucursales en Asia, Australia, EE. UU. y Europa. Dentro de la gama monocristalina incluimos el WSP-M6 PERC Series por su tecnología PERC al igual que el WST-P6 PERC Series en la gama policristalina.</p>	 <p><i>Figura 49 Logo de Winaico</i></p>

Tabla 2 Clasificación de marcas y logotipos.

#### 1.4.2.2 BASE DE DATOS

Para poder realizar un software bastante versátil se ha tenido que recoger información de cada una de las marcas expuestas anteriormente. Se han seleccionado en base a unos criterios mínimos para asegurar la calidad y producción de cada uno de los módulos. Dentro de estas marcas se encuentran las 5 más importantes actualmente ya sea por su calidad o por su precio. Para la elección de un módulo en concreto nos tenemos que basar en varios parámetros, y

dependiendo de las necesidades quizás prevalezcan incluso más los datos mecánicos que los eléctricos. También debe fijarse en el tipo de tecnología utilizada, garantías, pruebas realizadas etc. Es por ello de bastante importancia para el lector, deba entender y conocer los distintos parámetros que se fijan en la hoja de datos del fabricante y el significado de cada uno.

#### *DATOS DEL FABRICANTE*

Este posiblemente sea uno de los puntos más tediosos de todo el trabajo. Para poder realizar la recopilación se debe saber qué parámetros son de mayor importancia y en cuales recaerá mayor peso de elección... El problema viene cuando cada fabricante tiene parámetros distintos y se rigen por certificados diferentes. Esto ocurre cuando se engloba en un mismo trabajo a fabricantes de todo el mundo.

Por ello es de gran importancia encontrar datasheet completos para poder realizar una adecuada comparación entre módulos de mismos fabricantes y entre fabricantes.

Una vez seleccionado los parámetros a tener en cuenta en el trabajo se procede a la explicación:

#### *DATOS GENERALES*

- *MARCA*: primer parámetro e imprescindible, es necesario conocer el fabricante de cada módulo.
- *MODELO*: cada uno de los fabricantes dispone de varios modelos distintos, de esta forma diferenciaremos entre unos y otros.
- *REFERENCIA*: cada uno de los módulos tienen una referencia distinta, ya que dentro de un modelo existen varios módulos diferentes.
- *TIPO*: este parámetro se introduce para diferenciar entre los módulos monocristalinos y policristalinos.
- *CALIDAD*: se ha asignado a cada fabricante una letra correspondiente a la calidad de este. Así se diferenciarán los fabricantes más económicos de los más caros, quedando como muestra la tabla 1.
- *BIFACIAL*: este parámetro servirá para clasificar los módulos según sean o no bifaciales.
- *NÚMERO DE CÉLULAS*: como su nombre indica, hace referencia al número de celdas de cada panel.

#### *DATOS MECÁNICOS*

- *LATIGUILLOS(MM)*: los latiguitos son los dos cables, positivo y negativo, de cada módulo. El valor de este parámetro corresponderá a la longitud de estos, en milímetros.
- *PESO (KG)*: referencia al peso de cada uno de los módulos, en kilogramos.
- *LONGITUD (MM)*: referencia a la longitud de cada uno de los módulos, en milímetros.
- *ANCHO (MM)*: referencia a la anchura de cada uno de los módulos, en milímetros.
- *GROSOR (MM)*: referencia al grosor de cada uno de los módulos, en milímetros.
- *CARGA DE NIEVE (PA)*: Carga que es capaz de soportar el panel, validada con sus pruebas correspondientes, a la nieve, en pascales.

- **CARGA DE VIENTO (PA):** Carga que es capaz de soportar el panel, validada con sus pruebas correspondientes, al viento, en pascales.

#### DATOS ELÉCTRICOS

- **DEGRADACIÓN DEL POTENCIAL INDUCIDO (PID):** el efecto PID tiene bastante más importancia de la que le dan los instaladores al realizar una planta fotovoltaica, quizás en numerosas ocasiones incluso lo desconozcan. Se habla de un gran porcentaje de pérdidas, lo que lleva a la disminución en las instalaciones, en medio y largo plazo. No entraremos en los ensayos realizados a los módulos para comprobar que está libre de este efecto, pero sí cabe mencionar lo que sucede cuando un panel no está libre de este efecto.

Este efecto es causado por corrientes de parásitas (corrientes de fuga) entre las células del panel y el resto de los componentes ya estudiados en puntos anteriores pudiendo ser el vidrio, marco, tedlar, EVA... los factores que pueden ocasionar este efecto son varios: condiciones medioambientales con fuerte choque térmico, condiciones eléctricas del sistema fotovoltaico (sistemas con gran voltaje, por ejemplo), la calidad del módulo y de las células... Hay que destacar que, este efecto puede reducir la generación fotovoltaica hasta un 25%.

Aunque la mayoría de las empresas (por no decir todas) se someten a estos ensayos para comprobar si está libre de este efecto, los resultados no suelen ser los reflejados en la hoja del fabricante por lo que no ayuda demasiado el hecho de realizar las pruebas sin saber hasta qué punto se degrada el módulo. Es por ello, para el diseño de software no clasificaremos los módulos según tengan o no este efecto, pues la mayoría lo tienen en mayor o menor medida. De otra forma ya se ha incluido pues la calidad del panel en gran parte depende de parámetros como este, es por ello marcas como LG o Sharp están catalogadas como marcas top. También hay otras como SolarWorld o Kyocera Solar que, aunque no tengan la misma reputación ni las mismas características, al igual que las dos anteriores han pasado de forma muy satisfactoria el test anti-PID. (Sfe solar, 2018)

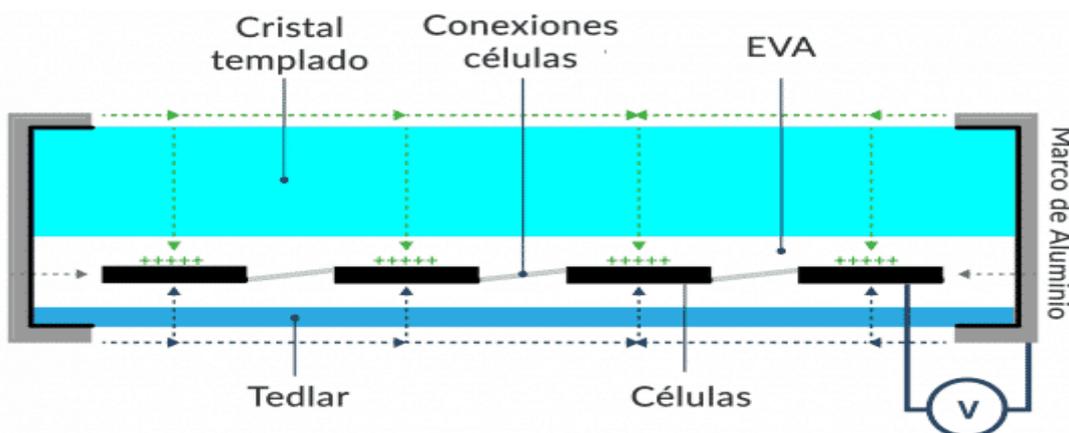


Figura 50 Efecto PID. (Fuente: <https://solenergy.mx/es>)

*DATOS STC:* estos datos están recogidos en unas condiciones masa de aire AM 1.5, radiación de 1000W/m<sup>2</sup> y temperatura de la célula de 25°C. Potencia máxima Pmax (W)

- Voltaje a máxima potencia Vmpp (V).
- Intensidad a máxima potencia, Impp (A).
- Voltaje en circuito abierto, Voc (V).
- Intensidad en cortocircuito, Isc (A).
- Eficiencia: definida como la relación entre la producción de energía de la célula solar y la cantidad de energía solar que entra.
- Aumento de porcentaje de potencia en bifacial, %Pmax (Bifacial).

*DATOS TONC:* estos datos están recogidos en unas condiciones de velocidad del viento de 1m/s radiación de 800W/m<sup>2</sup> y temperatura ambiente de 20°C.

- Potencia máxima Pmax (W).
- Potencia máxima Pmax (W).
- Voltaje a máxima potencia Vmpp (V).
- Intensidad a máxima potencia, Impp (A).
- Voltaje en circuito abierto, Voc (V).
- Intensidad en cortocircuito, Isc (A).

#### *CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA*

- Variación de potencia respecto la temperatura (%P/°C): parámetro utilizado para conocer la potencia del módulo a cualquier temperatura. Se refiere a la pérdida porcentual de potencia por cada grado por encima de los 25°. Su valor suele oscilar entre -0,45 y -0,35%, por tanto, cuanto mayor es la temperatura, menor será la potencia.
- Variación de voltaje respecto la temperatura (%V/°C): parámetro utilizado para conocer el voltaje del módulo a cualquier temperatura. Corresponde a la pérdida porcentual de tensión de circuito abierto (Voc) del módulo fotovoltaico por cada grado de diferencia entre la temperatura ambiente de referencia 25°C y la temperatura de operación de las celdas. Su valor suele oscilar entre -0,37 y -0,27%, por tanto, cuanto mayor es la temperatura, menor será el voltaje, por tanto, cuanto menor sea este coeficiente, mejor para la instalación.
- Variación de intensidad respecto la temperatura (%A/°C): parámetro utilizado para conocer la intensidad del módulo a cualquier temperatura. Su valor suele oscilar entre +0,03 y 0,09%, por tanto, cuanto mayor es la temperatura, mayor será la intensidad.
- Temperatura nominal del módulo, T<sup>°</sup><sub>M</sub> (°C): Temperatura que alcanza la célula en determinadas condiciones. Se mide en condiciones TONC.

#### *OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS*

- Intensidad máxima admisible (A).

- Voltaje máximo admisible (V), en las que se incluyen los certificados IEC (europeo), UL (americano) y Tuv (alemán).
- Densidad de potencia (w/m<sup>2</sup>).
- Densidad de potencia máxima, para módulos con tecnología bifacial.

#### ENLACES

- *DIRECCIÓN A LA PÁGINA WEB.*

#### INTRODUCCION EN BASE DE DATOS

Una vez analizado los parámetros indispensables para poder realizar comparaciones entre los diferentes módulos, seleccionado los diferentes fabricantes que vamos a tener en cuenta para la realización del programa y haber comprobado la validez de los datasheets de cada uno de los módulos, se comienza a introducir los datos en la base de datos. Este punto es bastante simple pero muy laborioso tratándose de más de 1235 módulos distintos con 42 parámetros cada uno, para finalmente formar “una matriz” de 1235\*42.

Hay que prestarle especial atención al formado de cada una de las columnas de celdas ya que dependiendo de este se podrán realizar distintas operaciones para poder calcular otros parámetros. Por otro lado, el formato también se tendrá en cuenta para extraer los datos y leerlos en java.

#### 1.4.3 JAVA

Recopilada toda la información necesaria y, por tanto, creado nuestra base de datos (registro) se comienza con la programación. Utilizaremos NetBeans IDE 8.2 para la creación del software.

Se ha realizado el software en java ya que es ejecutable en cualquier computadora y por una intención futura de estandarización de la aplicación sin costes de licencia alguno.

##### 1.4.3.1 ARCHIVO EJECUTABLE

Saber que primero se necesita tener un formato adecuado para que nuestro programa pueda leer la base de datos creada, siendo esto bastante sencillo.

- 1- Copiar los datos que queremos archivar en nuestro programa, por tanto, en esta hoja no insertaremos nombres de grupos u otros parámetros no relevantes, únicamente todos los valores de cada uno de los parámetros o variables.
- 2- Una vez creada esta nueva hoja de datos se guarda en un formato distinto, este será “CSV (MS-DOS) (\*.csv).
- 3- Se deja el archivo en el disco duro y listo para utilizarlo.

Creado el registro en CSV debemos de crear un programa acorde con esta base de datos para poder leerla.

#### 1.4.3.2 DISEÑO Y ESBOZO DEL SOFTWARE

Antes de comenzar con el código, es imprescindible tener una idea general del programa y esbozarla. Este paso es fundamental para tener las ideas bien organizadas y realizar una programación secuencial.

Como marca uno de los objetivos, el diseño de esta aplicación tiene la finalidad, entre otras, de poder ayudar al usuario a decidirse por un módulo fotovoltaico o al menos poder sugerirle un abanico de posibilidades según sus necesidades, emplazamiento... Por ello, esta aplicación estará enfocada para cualquier tipo de personas, sin necesidad de tener conocimientos profundos del sector.

Se puede dividir el funcionamiento de la aplicación en tres partes:

##### *RESTRICCIONES OBLIGATORIAS*

Al ejecutar la aplicación, el software deberá pedir una serie de parámetros obligatorios que serán:

- TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DIURNA EN EL EMPLAZAMIENTO DE LA FUTURA INSTALACIÓN: este dato se solicitará por dos motivos:
  - 1- Poder conocer cada una de las temperaturas diurnas de los meses del año y realizar una media anual.
  - 2- Conocer la variación de temperatura entre verano e invierno y así entender el tipo de clima en ese emplazamiento. Este dato será de gran importancia para un hipotético filtro con los decrementos de potencia respecto la temperatura.
- CARGA MÁXIMA DE VIENTO: Valor imprescindible para conocer las propiedades mecánicas mínimas que debe tener el módulo.
- CARGA MÁXIMA DE NIEVE: carga mecánica de gran importancia cuando se trata de emplazamientos con posibilidad de nieve. Este valor es totalmente restrictivo pues no se podrá instalar módulos con menos resistencia a la carga de nieve que la indispensable en ese lugar.
- REFLEXIÓN DEL SUELO: principalmente para poder descartar los módulos con tecnología bifacial o darles preferencia. La reflexión del suelo en algunos casos será proporcional a la carga máxima de nieve.
- TIPO DE USO: este parámetro será muy útil en algunos casos, sobre todo cuando la instalación no sea utilizada durante todo el año, por ejemplo cuando se trata de una instalación fotovoltaica en una vivienda con uso en verano. Se le consultará al usuario el tipo de uso en cuestión, para ello se ofrecerán varias alternativas donde deberá seleccionar la acorde con su instalación. Si la instalación es para una vivienda principal o para una planta fotovoltaica se seleccionará la opción que englobe todos los meses del año, en este caso, "uso anual".

Una vez escritos estos parámetros el programa deberá filtrar todos aquellos módulos que cumplan todas las restricciones sin excepción alguna. De no tener ningún módulo con estas características (por ejemplo, un módulo con resistencia a carga de nieve de 20000 Pa), la aplicación mandará un mensaje explicando lo ocurrido y se cerrará el programa para poder ejecutarse de nuevo cuando se desee.

En caso satisfactorio, la aplicación habrá descartado los módulos que no cumplan con estos requisitos. Con aquellos que sean válidos se procederá a la segunda parte.

#### *SELECCIÓN DE OTRAS RESTRICCIONES.*

En este apartado el propio usuario podrá encauzar sus necesidades. Posterior al primer paso, aparecerá un menú por pantalla con varios parámetros. El usuario seleccionará los parámetros que crea necesarios para su instalación y escribirá por teclado el valor mínimo necesario a alcanzar de cada uno de estos.

Cada vez que seleccione un parámetro como prioritario, se le preguntará por el valor mínimo de este y al finalizar tendrá la opción de seguir seleccionando parámetros o de avanzar hacia el tercer paso.

Cada una de las restricciones seleccionadas harán filtrar aún más nuestra búsqueda siendo así más preciso. Algunos de estas restricciones podrán ser:

- POTENCIA MÍNIMA DEL MÓDULO
- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE MÍNIMA NECESARIA
- LONGITUD MÍNIMA DE LOS LATIGUILLOS
- PESO MÁXIMO

*\*No tienen por qué ser exactamente estas las restricciones optativas para el usuario, estas se expondrán en la explicación del código del software. Conforme se avance en la mejora del software se dispondrán de más restricciones opcionales.*

#### *MUESTRA DE RESULTADOS*

Por último, una vez filtrado todos los módulos disponibles con esas características se procederá a mostrar los resultados.

Se mostrará al usuario un conjunto de tablas, cada una de ellas se clasificarán en función a un parámetro. Las tablas mostrarán el top 5 de módulos. Por ejemplo, en el caso de potencia máxima, se mostrará una tabla con los 5 módulos con mayor potencia, ordenados de mayor a menor potencia.

Para darle mayor versatilidad al programa, en las tablas se insertarán restricciones para imposibilitar la opción de tener dos módulos del mismo modelo, y así poder darle opciones muy distintas al usuario.

Una vez mostradas las distintas tablas el usuario deberá seleccionar el módulo que se ajuste más a sus características. Como adelanto, una mejora futura sería ponderar por el propio usuario las restricciones que haya seleccionado y darle puntuaciones a los módulos que hayan pasado el primer filtro, donde el panel con mayor puntuación será el que se ajuste más a sus necesidades.

#### 1.4.3.3 EXPLICACIÓN PASO A PASO

En este apartado se tratará de explicar al usuario todos los pasos necesarios para la implementación del código. Una vez entendido el esbozo del programa se debe comenzar a programar.

A diferencia de otros lenguajes como C, en java se utiliza otro tipo de programación, orientada a objetos, siendo distinta en varios aspectos a la vista en la carrera aunque lo aprendido hasta entonces resulta de gran utilidad para entenderlo.

Primero se deben crear las distintas clases que van a componer nuestro programa.

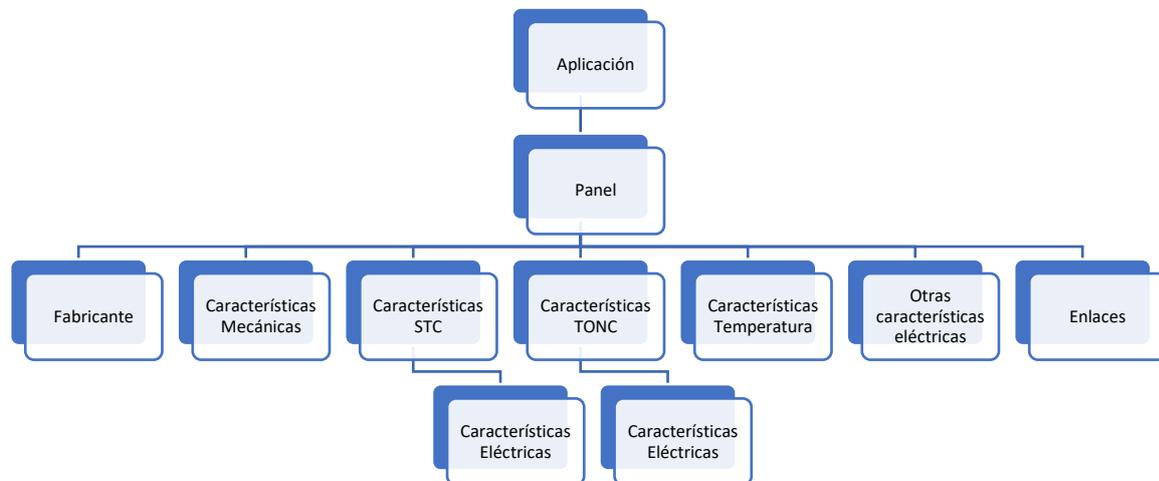


Figura 51 Esquema de bloques que forman el programa.

En la figura 51 se muestra un esquema jerárquico de las distintas clases que forman el programa. Por un lado las clases STC y TONC heredan de la clase características eléctricas. La clase panel lo forman todas las clases intermedias, teniendo así el conjunto completo de parámetros. Por último, la clase aplicación será donde se creen las funciones principales y representará el cerebro del software.

En cada una de estas clases se declaran los parámetros que pertenecen a estas. A continuación se muestra una clasificación de cada uno de los parámetros, como ya se hizo anteriormente, aunque esta vez con el nombre dado en el programa. Los nombres entre paréntesis detrás de las clases hacen referencia al nombre real en el programa, mientras que los paréntesis seguidos de cada uno de los parámetros referencian el tipo de variable.

*CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (PELECTRICAS)*

- Pmax: potencia máxima.
- Pmaxbif: potencia máxima de aquellos módulos con tecnología bifacial.
- Vmpp: voltaje en máxima potencia.
- Impp: intensidad en máxima potencia.
- Voc: voltaje en circuito abierto.
- Isc: intensidad en cortocircuito.

*\* La primera letra de los parámetros es preferible sea en minúscula, guardando las mayúsculas para las clases.*

*FABRICANTE (FABRICANTE)*

- Marca: nombre de los fabricantes.
- Modelo: cada una de las gamas de las distintas marcas.
- Referencia: nombre técnico de cada uno de los módulos.
- Tipo: referido a la tipología de la célula, monocristalina o policristalina.
- Calidad: clasificación desde la letra A hasta la G.
- Bifacial: aquellos módulos que presentan esta tecnología.
- Numcel: número de células por módulo.

*CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS (PMECANICA)*

- Lat1: conductor positivo del módulo (valor en mm).
- Lat2: conductor negativo del módulo (valor en mm).
- Peso: de cada uno de los módulos.
- Grosor: de cada uno de los módulos.
- Longitud: de cada uno de los módulos.
- Ancho: de cada uno de los módulos.
- Carganieve: valor en pascales que soporta como máximo el módulo en este tipo de cargas.
- Cargaviento: valor en pascales que soporta como máximo el módulo en este tipo de cargas.

*CARACTERÍSTICAS STC (STC)*

- Pelectricas: clase que engloba las variables de las características eléctricas.
- Eficiencia: de cada uno de los módulos.
- Eficienciafib: referido a aquellos módulos con tecnología bifacial.
- Porcentajebif: ganancia máxima adicional por tener tecnología bifacial.

#### *CARACTERÍSTICAS TONC (TONC)*

- Pelectricas: clase que engloba las variables de las características eléctricas.

#### *CARACTERÍSTICAS TEMPERATURA (CARACTERISTICASTEM)*

- Ctemp: variación de potencia respecto la temperatura (en porcentaje).
- Ctempv: variación de voltaje respecto la temperatura (en porcentaje).
- Ctemi: variación de intensidad respecto la temperatura (en porcentaje).
- Tmod: temperatura nominal del módulo.

#### *OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS*

- Imaxs: intensidad máxima admisible.
- Vmaxiec: voltaje máximo admisible según certificado europeo.
- Vmaxul: : voltaje máximo admisible según certificado estadounidense.
- Vmaxtuv: : voltaje máximo admisible según certificado alemán.
- Densidadpotencia: potencia por metro cuadrado del módulo.
- Densidadpotenciabif: potencia por metro cuadrado de un módulo con tecnología bifacial.

#### *ENLACES (ENLACES)*

- Internet: enlace directo al datasheets de la página web.
- Ordenador: enlace directo al datasheets guardado en el ordenador.

*\*El enlace desde ordenador dispone de la ventaja de no tener la necesidad de estar conectado a internet aunque sólo será válido en aquel ordenador donde se dispongan todos los datasheets de los fabricantes.*

#### *PANEL*

Una vez declarada todas las variables en cada una de las clases se crea una nueva clase que engloba a las mencionadas anteriormente. Esta clase, de nombre "Panel", contiene todos los parámetros vistos hasta entonces.

#### *PARÁMETROS OBLIGATORIOS*

Esta clase incluirá aquellos parámetros de obligado cumplimiento. En usuario debe responder acerca de los valores que deben tener estos. Se crea una clase que los contengan y más adelante se realizan las comparaciones pertinentes para el filtrado.

#### *MAIN*

Acorde con la figura 51, quedaría por último una nueva clase llamada "Aplicación". Esta clase se podría definir como el conjunto de acciones a realizar por nuestro software, "el cerebro del programa".

Se compone de varias partes y siguiendo un orden lógico:

Inicialmente deberemos importar las librerías necesarias para las distintas acciones a realizar. Para ello, a diferencia de C, en java conforme se crean las funciones, se van sugiriendo las distintas librerías a importar. Esto no tiene por qué hacerse al principio pues las funciones se incorporan progresivamente, pero suelen quedar al principio de esta clase.

Aprovechamos esta clase para definir un array de paneles y se dimensiona convenientemente, en este caso formado por 1235 objetos tipo panel.

Lo segundo que se observa en esta clase es el método main, este método es utilizado en Java para iniciar la ejecución de cualquier programa. Desde esta clase se llamarán a cada uno de los métodos que se quieran realizar, estos son:

#### LEER CSV

Este método es utilizado para leer la base de datos creada y guardada en formato CSV. El código de este método es bastante intuitivo, aun así se puede encontrar de forma sencilla en internet. No hay una única forma de leer archivos, existen muchos métodos para poder leer estos sin problemas. Dependiendo del utilizado, se requerirá la inclusión de distintas librerías de Java.

Para comprobar el correcto funcionamiento de este método, se le requerirá al programa una lectura completa del archivo CSV sin necesidad de organizar los distintos parámetros que componen este, únicamente para probar el enlace CSV-JAVA. Se recomienda incluir un contador para comprobar que se ha realizado la lectura de todos los módulos.

Una vez realizada esta comprobación, se debe saber interpreta el funcionamiento de este método pues, el programa lee continuamente líneas de código en orden natural y dependiendo del método utilizado los parámetros de cada String quedarán delimitados unos de otros de una forma u otra.

De esta forma, cada una de las líneas de código que representan un String quedarán separadas por puntos y comas (en nuestro caso) y por tanto seccionadas en tokens, secciones más pequeñas de estas cadenas.

Hasta ahora se puede leer el archivo sin problemas aunque no de forma muy cómoda. El siguiente paso consiste en estructurar esta lectura y así poder ser algo más atractiva para la vista.

Por ello se deben relacionar cada una de las clases creadas al inicio del software con los tokens adecuados. Para ello basta con abrir el archivo y observar que posición ocupa cada uno de los parámetros sabiendo que la celda 1 en nuestro registro será el token[0].

De esta forma creamos un objeto de la clase que queremos que contiene los parámetros de la base de datos que marca la posición de cada token. Es decir, se relaciona con una línea de código la clase creada anteriormente con los parámetros de nuestro registro que corresponden a esas posiciones y configurando a la vez la tipología de las variables. También será necesario “parsear” los parámetros necesarios, es decir, las variables las convertiremos en el tipo adecuado.

Para verificar este paso se puede crear un método en cada una de las clases iniciales para imprimir cada una de ellas con los valores extraídos de la base de datos. Cuando esta se haya creado, se llamará a esta función desde la clase aplicación. De esta forma se puede comprobar si se han asociado correctamente todos los parámetros.

Recapitulando, se han creado todas las clases asociadas a las variables, el método adecuado para la lectura del archivo, una lectura clasificada según nuestras clases y la comprobación de esta.

El siguiente paso será construir uno a uno los métodos necesarios para realizar las tres partes principales del funcionamiento del software comentado en la página 51.

#### ENTRADA DE DATOS

Las primeras restricciones son obligatorias, por tanto el usuario deberá responder a unas preguntas realizadas por el software.

Para ello, se escribirá por pantalla la pregunta en cuestión y se utilizará la clase scanner, creando objetos de este tipo, y luego llamando al método nextLine de la clase Scanner para poder leer la cadena de caracteres que introduzca el usuario y asignarle a una variable la dirección de memoria donde está almacenado dicho dato. El valor se asignará en las variables de la clase "Parámetros Obligatorios".

De esta forma se pueden introducir los datos. Observando cada restricción por separado, en la temperatura se puede crear un "bucle for" para pedir 12 veces este dato, correspondiente a los 12 meses del año, o pedir mes a mes (con el nombre de cada mes) por separado.

Respecto a las cargas máximas mecánicas serán preguntas simples donde se insertarán los datos en pascuales del valor máximo de nieve y viento en ese emplazamiento.

El valor de la reflexión del suelo oscila entre 0 y 1, basta con saber el material del terreno y mirarlo en alguna tabla. Dependiendo del valor de este se incluirá o no en el filtro la tecnología bifacial.

El tipo de uso será una consulta distinta, en este caso se utilizará un "switch", un menú en el que el usuario podrá seleccionar uno entre los distintos casos que se le presentan dependiendo del tipo de instalación.

#### FILTROS PARA RESTRICCIONES INICIALES

Los valores introducidos anteriormente por teclado se utilizan para limitar el número de placas disponibles a aquellas que cumplan todos los requisitos.

Con los datos introducidos de temperatura se realizarán dos cálculos. El primero consiste en calcular la temperatura media anual diurna del emplazamiento, el segundo en calcular la variación de temperatura entre verano e invierno.

Con los valores de las cargas mecánicas será trabajo sencillo, se construye un condicional donde solo se aceptan los módulos que tengan un valor en viento y en nieve superior a los escritos por teclado.

La reflexión del suelo será algo similar, si el valor de la reflexión es **menor de 0.5**, en todos aquellos módulos donde se tecnología bifacial sea sí, no se incluirán.

Por último, en el caso del grado de utilización será algo más enrevesado ya que se dispondrá de distintas opciones y dependiendo de la seleccionada se filtrará de una u otra forma, **siempre dependiendo de las temperaturas.**

[0] *USO ANUAL*: se debe tener en cuenta todos los meses del año. Teniendo el valor de la media anual diurna se puede conocer la temperatura media anual diurna del módulo. Conociendo estas dos se podrán eliminar aquellos módulos donde su temperatura nominal sea demasiado alta. Por tanto, para aquellos emplazamientos donde la temperatura media diurna sea 23°C o más, no se incluirán módulos con un valor TONC mayor a 45°C. Esta medida mejora la eficiencia de la instalación, a modo explicativo, en un emplazamiento con temperatura media de 27º, un módulo con un valor TONC de 50°C y otro con un valor de 45, suponiendo ambos misma potencia máxima, el primer módulo tendrá un 2.5% de pérdida de potencia más que el segundo. Este tipo de cálculos se expondrán más adelante.

Si la variación de temperatura entre el invierno y verano es considerable, se requerirá disponer únicamente de módulos donde la variación de la potencia respecto la temperatura no sea tan grande, en este caso, si la diferencia entre temperaturas estacionales es mayor de 15º, solo se aceptarán aquellos módulos donde la variación de potencia respecto la temperatura sea mayor o igual a -0,40. Como ya se ha comentado, esta opción es válida para viviendas habituales, viviendas secundarias sin preferencia estacional y huertos/plantas solares.

[1] *USO PRIMAVERAL*: Se tendrá en cuenta únicamente los valores de temperatura de los meses primaverales. Si en algún momento se utiliza esta instalación en otros meses el funcionamiento será correcto pero sin tanta eficiencia. En este caso la media no adquiere importancia. En aquellos emplazamientos donde la temperatura media diurna primaveral sea superior a 22º no se incluirán módulos con valor TONC mayor a 45°C.

[2] *USO VERANIEGO*: Se tendrá en cuenta únicamente los valores de temperatura de los meses de verano. Si en algún momento se utiliza esta instalación en otros meses el funcionamiento será correcto pero sin tanta eficiencia. En este caso la media no adquiere importancia. En aquellos emplazamientos donde la temperatura media diurna veraniega sea superior a 27º no se incluirán módulos con valor TONC mayor a 45°C.

[3] *USO OTOÑAL*: Se tendrá en cuenta únicamente los valores de temperatura de los meses de otoño. Si en algún momento se utiliza esta instalación en otros meses el funcionamiento será correcto pero sin tanta eficiencia. En este caso la media no adquiere importancia. En este caso la media no adquiere importancia. En aquellos emplazamientos donde la temperatura media diurna otoñal sea superior a 21º no se incluirán módulos con valor TONC mayor a 45°C.

[4] *USO INVERNAL*: Se tendrá en cuenta únicamente los valores de temperatura de los meses de invierno. Si en algún momento se utiliza esta instalación en otros meses el funcionamiento será correcto pero sin tanta eficiencia. En este caso la media no adquiere importancia. En este caso la media no adquiere importancia. En aquellos emplazamientos donde la temperatura media diurna invernal sea superior a 18º no se incluirán módulos con valor TONC mayor a 45°C.

Ya han sido enumeradas las condiciones, todos los módulos que cumplan cada una de estas sin excepción alguna podrán filtrarse y pasar a la segunda parte. Para ello se impone un

condicional (SI) con varios AND indicando que, únicamente si este módulo cumple un requisito, y(AND) otro y así con el resto, se seleccionará.

Terminada la primera parte de la selección, queda como resultante los módulos que cumplen todos los requisitos y por tanto, se procede al filtro impuesto por el usuario.

#### FILTROS PARA RESTRICCIONES IMPUESTAS POR EL USUARIO

En esta segunda fase es necesaria la creación de un método que muestre por pantalla los distintos parámetros que el usuario pueda limitar.

La creación del módulo es similar al menú del “uso”, se construye mediante un switch y se le ofrecen varias opciones. A diferencia del caso anterior, en este apartado cada vez que el usuario seleccione un parámetro a limitar e introduzca por teclado el valor mínimo o máximo a alcanzar por este, se le devuelve al menú para poder seleccionar otras variables a limitar en caso de querer hacerlo.

De no querer limitar ninguna más, se pulsará una tecla indicando la finalización de este paso. Los parámetros ajustables serán:

- LONGITUD MÍNIMA DE LOS LATIGUILLOS
- PESO MÁXIMO
- POTENCIA MÍNIMA
- EFICIENCIA MÍNIMA
- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE MÍNIMA
- VOLTAJE MÁXIMO ADMISIBLE MÍNIMO
- OPCIÓN SALIR

Como aclaración, en cada una de las variables modificables se imprimirá por pantalla junto con cada una de estas, el tipo de limitación que se requiere, siendo el valor máximo admisible o el mínimo. **En caso de seleccionar “Longitud mínima de los latiguillos”, el usuario escribirá por teclado el valor mínimo que cree necesario en su instalación de los conductores de los módulos.**

Para la selección del parámetro calidad, el usuario podrá introducir una letra de A hasta G, donde cada una hace referencia a un tipo de calidad distinto explicado anteriormente.

El precio de los módulos está relacionado con su calidad (A-G) en orden decreciente aunque existe la posibilidad de tener precios muy distintos en cada una de las letras ya que la mayoría fabricantes dispone de gamas muy diferentes.

Por consiguiente, una vez finalizada esta fase, el software filtrará de nuevo los módulos cuyos parámetros se encuentran dentro de cada una de las limitaciones fijadas por el usuario. De la misma forma, solo serán válidos aquellos paneles que cumplan todos los requisitos impuestos.

#### TABLAS DE RESULTADOS

Dentro de las 1235 placas en cada una de las simulaciones se habrán eliminado hasta llegar a un número reducido. Dentro de este subgrupo, se construirán distintos métodos para exponer los resultados.

Con la creación de otro método se imprimirán por pantalla distintas tablas en orden decreciente, teniendo cada una un parámetro referente. En esta ocasión los parámetros son fijados por el software siendo una posible mejora futura dejar seleccionar al usuario el orden y parámetros clasificatorios en las tablas.

Se incluirán 4 tablas distintas:

*CLASIFICACIÓN POR CARGA DE NIEVE*

*CLASIFICACIÓN POR POTENCIA*

*CLASIFICACIÓN POR EFICIENCIA*

*CLASIFICACIÓN POR CALIDAD*

*\*En esta última se incluirán 1 módulo de cada tipo si lo hubiese, pudiendo darse la circunstancia de no disponer de módulos con algún tipo de calidad al haberse eliminado anteriormente.*

Para la creación de las distintas tablas será necesario disponer de un método que ordene en orden decreciente (de mayor a menor) según la clasificación seleccionada y otro método para filtrar en cada una de ellas los 5 mejores módulos para cada uno de esos parámetros. En el segundo método, cuando se filtre se tendrá que tener en cuenta una restricción: no se podrá imprimir por pantalla en una misma tabla dos módulos del mismo modelo, en ese caso deberá quedarse únicamente con el de mayor valor.



## 1.5 RESULTADOS

Este capítulo lo forman dos partes:

- Una primera donde se analizarán y discutirán los diferentes módulos de nuestro registro empleando el registro. Se realizarán comparaciones de los distintos parámetros para poder evaluar así tanto el potencial de cada uno de los fabricantes como las carencias más significativas de sus paneles. Los resultados de cada una de las comparaciones se analizarán para poder entender los perfiles de cada marca.
- En la segunda parte, gracias al desarrollo del software, en función de la implantación geográfica se realizará una simulación con datos reales de un lugar concreto y con unas preferencias concretas en la instalación. Posterior a esto, se evaluará el resultado obtenido por el programa.

### 1.5.1 COMPARATIVA DE LOS DISTINTOS PARÁMETROS ENTRE FABRICANTES

Antes de la creación del software conviene realizar varias comparaciones entre las distintas marcas con los parámetros más interesantes, de esta forma se podría analizar en gran medida las tecnologías más utilizadas, las tendencias de los diferentes fabricantes e incluso las prioridades de las empresas.

Como se mencionó anteriormente, para la recogida de datos se seleccionaron las empresas más relevantes, algunas por la calidad de su producto, otras por su polivalencia y varios fabricantes por su relación calidad/precio. Por tanto, se tiene una gran variedad tanto de fabricantes como de módulos distintos con los que se pueden realizar varios sondeos estimativos. Por ello, se muestran a continuación varias comparaciones acerca de los distintos parámetros que conforman los módulos fotovoltaicos:

#### 1.5.1.1 COMPARACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CÉLULA

Uno de los primeros puntos de este trabajo fue explicar las diferentes células y módulos existentes, y principalmente se mostraba la tecnología monocristalina y policristalina, en la tabla inferior (tabla 3) se muestra una comparación bastante ilustrativa.

Tipo	Cantidad	Porcentaje
<b>Monocristalino</b>	731	59,19%
<b>Policristalino</b>	504	40,81%
<b>Total general</b>	<b>1235</b>	

Tabla 3 Clasificación según el tipo de célula.



Gráfico 1 Clasificación según su tipología.

Como se puede observar en esta tabla, casi un 60% de los módulos son de tecnología monocristalina, frente a un 40.81% de paneles policristalinos. Esto depende en gran medida del fabricante, algunas empresas se decantan por tecnología monocristalina donde prevalece la calidad mientras que otras compañías optan por la opción policristalina en la mayoría de sus módulos, teniendo en la mayoría de los casos un precio más asequible.

Fabricante	Monocristalino	Policristalino	Total general
<b>Amerisolar</b>	57	47	104
<b>Boviet</b>	15	10	25
<b>Canadian Solar</b>	55	72	127
<b>Exiom</b>	24	13	37
<b>Hanwha Q cell</b>	20	13	33
<b>JA Solar</b>	50	30	80
<b>Jinko Solar</b>	35	74	109
<b>Kyocera</b>		7	7
<b>LG Energy</b>	19		19
<b>Longi</b>	66		66
<b>Luxor</b>	56	30	86
<b>Panasonic</b>	3		3
<b>REC</b>	8	27	35
<b>Seraphim</b>	48	28	76
<b>Sharp</b>	7		7
<b>SolarWatt</b>	12		12
<b>SolarWorld</b>	7		7
<b>SunPower</b>	9	5	14
<b>Talesun</b>	27	20	47
<b>Trina Solar</b>	82	31	113
<b>Vikram</b>	126	93	219
<b>Winaico</b>	5	4	9
<b>Total general</b>	<b>731</b>	<b>504</b>	<b>1235</b>

Tabla 4 Clasificación según la marca y el tipo de célula.

Marcas como LG, Panasonic, Sharp, SolarWatt o SolarWorld tienen clara preferencia por la fabricación de módulos monocristalinos, uno de los principales motivos de la calidad de sus productos, optando por una tecnología más costosa, pero con una mayor eficiencia. Otras como Longi, de procedencia china, ofrece esta tecnología a precios algo inferiores, aunque carecen de tanta fiabilidad.

Por contraposición tenemos a Kyocera que se decanta por paneles policristalinos. Otro dato cautivador es la gran versatilidad de las principales empresas chinas como Seraphim, JA Solar, Jinko Solar o Trina Solar, adaptándose a las diferentes tecnologías del sector.

1.5.1.2 COMPARACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE CÉLULAS

La variedad de los módulos es abrumadora. Se pueden llegar a clasificar de numerosas formas distintas. En este caso se ha realizado una distinción de estos dependiendo del número de células.

Número de células	Cantidad
36	4
48	26
50	3
54	15
60	565
72	415
96	18
102	3
120	98
128	4
136	3
144	75
204	3
306	3

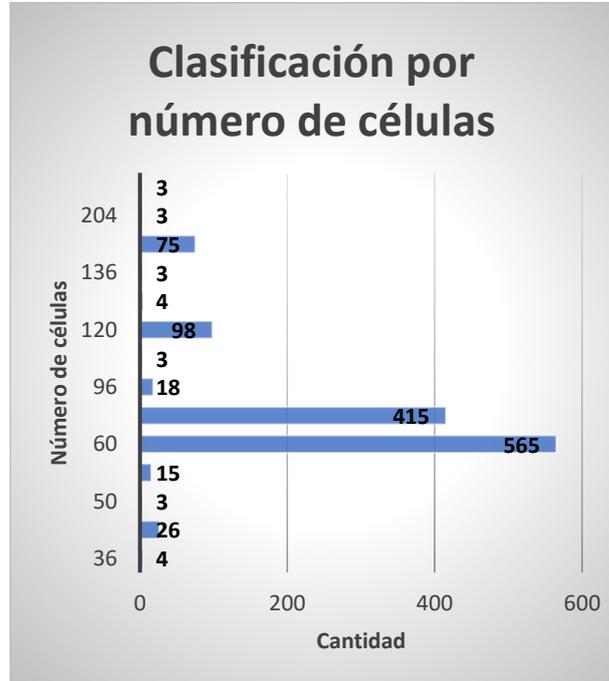


Tabla 5 Clasificación según el número de células. Gráfico 2 Gráfico de barras de clasificación por número de células.

Las estadísticas son aplastantes. Casi el 50% de los módulos están constituidos por 60 células, una gran parte (el 33%) lo forman paneles de 72 celdas, mientras que el 20% restante está compuesto por módulos de diferentes números.

Se debe resaltar que no existe una proporcionalidad directa entre el número de células y la potencia, aunque se puede dar el caso. Esto se debe a las diferentes células en el mercado, por tamaño (medida en pulgadas), por la eficiencia de estas y por su tipología. En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo.

Esta última aclaración puede llevar a confusión al lector. Con lo explicado no quiere decir que para una potencia asignada el número de células será aleatoria, pero sí saber que los fabricantes trabajan con células distintas, tanto en su tipología, como en su tamaño, eficiencia e incluso en pérdidas. Por tanto, existen módulos de distintos números de células donde la potencia máxima es la misma.

Para una potencia de 300W:

Número de células	Número de módulos
60	52
72	4
120	13
<b>Total general</b>	<b>69</b>

Tabla 6 Número de células en relación con su potencia.

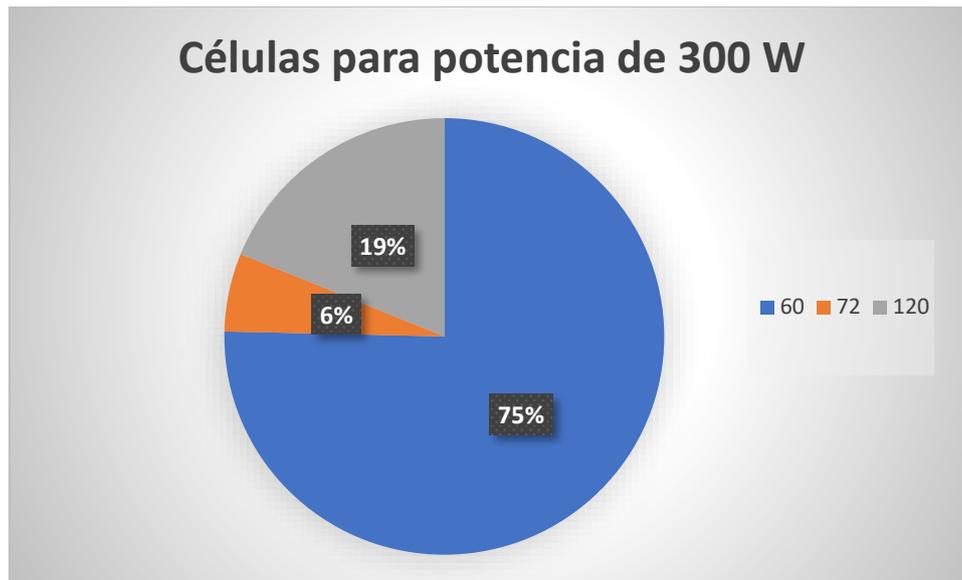


Gráfico 3 Gráfico circular sobre módulos con distinto número de células para una misma potencia.

Para una potencia de 300 vatios, se han registrado tres tipos de módulos distintos en cuanto a número de células se refiere. No obstante, para esta potencia predomina con claridad los módulos de 60 celdas.

#### 1.5.1.3 COMPARACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CÉLULA Y SU EFICIENCIA

También se destacó la mayor eficiencia de las células monocristalinas frente a las policristalinas, por tanto, se deduce la mayor eficiencia (en términos generales) de aquellos fabricantes que trabajen en alto porcentaje con esta tecnología. En la siguiente tabla se muestra una relación directa en lo comentado, veamos:

Fabricante	Eficiencia Monocristalino (%)	Eficiencia Policristalino (%)	Eficiencia media (%)
Amerisolar	16,42	16,13	16,29
Boviet	18,17	16,94	17,68
Canadian Solar	18,54	17,53	17,97
Exiom	17,23	17,05	17,17
Hanwha Q cell	18,00	16,64	17,46
JA Solar	18,74	16,66	17,96
Jinko Solar	17,96	16,49	16,96
Kyocera		15,51	15,51
LG Energy	19,44		19,44
Longi	18,45		18,45
Luxor	17,87	16,95	17,54
Panasonic	19,50		19,50
REC	18,54	16,60	17,04

Fabricante	Eficiencia Monocristalino (%)	Eficiencia Policristalino (%)	Eficiencia media (%)
Seraphim	18,32	17,05	17,86
Sharp	18,26		18,26
SolarWatt	17,64		17,64
SolarWorld	17,21		17,21
SunPower	20,09	16,72	18,89
Talesun	18,20	16,87	17,64
Trina Solar	18,14	16,89	17,80
Vikram	18,36	16,72	17,66
Winaico	18,36	16,98	17,75
<b>Total media</b>	<b>18,15</b>	<b>16,78</b>	<b>17,59</b>

Tabla 7 Eficiencias según su tipo de célula.



Gráfico 4 Media de eficiencias según el fabricante.

De esta forma se puede justificar la teoría expuesta en los primeros puntos. En todas las marcas registradas, la tecnología monocristalina ofrece un rendimiento notoriamente superior a la policristalina. Hay que destacar no se ha considerado la tecnología bifacial en estas primeras tablas, por lo que los módulos con dicha tecnología se consideran estándar (sin aplicarles porcentajes adicionales).

Además, se puede afirmar que las marcas comentadas en la tabla anterior, consideradas de gama alta como son LG o Panasonic, serían las marcas con mayor eficiencia media. SunPower, catalogado de “tipo A” estaría en el top 1 de eficiencia en paneles monocristalinos, llegando a sobrepasar el 20% de eficiencia media en los paneles de este tipo.

Otro dato muy conmovedor sería la posición que ocupa Kyocera, con un 15,51% de eficiencia media, sería el fabricante con peor promedio, siendo uno de los principales motivos su empeño en tecnología policristalina.

Sería conveniente saber hasta dónde han llegado actualmente los diferentes fabricantes, ya que un promedio puede llegar a castigar a aquellos que tengan varias líneas de trabajo. Por ello conviene saber la máxima eficiencia que cada empresa ha conseguido sacar a sus paneles. En la siguiente tabla se muestran los máximos rendimientos con los que están trabajando las diferentes empresas, para los dos tipos de tecnología principal.

Fabricante	Máxima Eficiencia Monocristalino (%)	Máxima Eficiencia Policristalino (%)
<b>Amerisolar</b>	19,05	17,52
<b>Boviet</b>	19,1	17,5
<b>Canadian Solar</b>	19,89	18,63
<b>Exiom</b>	19,5	17,7
<b>Hanwha Q cell</b>	19,6	17,2
<b>JA Solar</b>	19,8	17,4
<b>Jinko Solar</b>	19,24	17,52
<b>Kyocera</b>		16,4
<b>LG Energy</b>	21,1	
<b>Longi</b>	19,7	
<b>Luxor</b>	20,25	18,45
<b>Panasonic</b>	19,7	
<b>REC</b>	19,8	18
<b>Seraphim</b>	19,7	18,23
<b>Sharp</b>	19,82	
<b>SolarWatt</b>	18,8	
<b>SolarWorld</b>	17,89	
<b>SunPower</b>	22,1	17,2
<b>Talesun</b>	19,3	17,5
<b>Trina Solar</b>	19,3	17,5
<b>Vikram</b>	19,56	17,52
<b>Winaico</b>	18,9	17,43

*Tabla 8 Máxima eficiencia registrada en cada fabricante según su tipología.*

De nuevo se encuentran en una situación bastante similar. SunPower junto con LG sobrepasan el 22 y 21% de eficiencia respectivamente. Destaca la gran eficiencia de Luxor en uno de sus módulos, su modelo LX-330M/156-120 con una eficiencia del 20,25%.

De esta forma puede quedar reflejada la diferencia principal entre ambos tipos de tecnología para células. Por otro lado, se ha distinguido en la hoja de datos los módulos bifaciales, hasta

hora utilizándose sus potencias estándar (sin contar su tecnología bifacial). Considerando situaciones óptimas de funcionamiento y terreno con reflexión adecuada, la situación sería muy diferente a la anterior. En la siguiente tabla se muestra las máximas eficiencias en las mejores condiciones posibles de los diferentes fabricantes.

Fabricante	Máxima Eficiencia Monocrystalino (%)	Máxima Eficiencia Policristalino (%)
<b>Canadian Solar</b>	24,427	23,777
<b>JA Solar</b>	24,125	
<b>LG Energy</b>	25,22	
<b>Longi</b>	23,75	
<b>SolarWorld</b>	21,625	
<b>Talesun</b>	24,505	
<b>Trina Solar</b>	23,25	

Tabla 9 Eficiencias de fabricantes con tecnología bifacial en ambas tipologías.

La tecnología bifacial ha supuesto un aumento de eficiencia considerable. Actualmente la mayoría de los fabricantes no utilizan este tipo de módulos, aunque no tardarán en incorporarlos. De nuevo LG Energy tiene el módulo con mayor eficiencia, superando el 25%. Empresas como Canadian Solar ha implementado esta tecnología en módulos con células de ambos tipos, siendo el único que se ha atrevido con tecnología bifacial en módulos policristalinos y como no podía ser de otra forma, es el fabricante con mayor eficiencia registrada en paneles de esta tipología.

Fabricantes como Trina Solar, Talesun, JA Solar y Longi, todas de procedencia china, también han incorporado en su catálogo esta tecnología, con eficiencias superiores al 23%.

#### 1.5.1.4 COMPARACIÓN SEGÚN EL TIPO DE CÉLULA Y SU POTENCIA MÁXIMA

Una vez analizada la eficiencia de los módulos dependiendo de su tecnología y del fabricante se muestra un estudio de la potencia máxima de estos. Es complicado el funcionamiento al 100% de los módulos ya que solo en unas condiciones estándar (STC) podrán suministrarla.

Para la realización de comparativas no es relevante ya que lo importante es la relación entre unos y otros, suponiendo que las pérdidas serán aproximadamente proporcionales.

A continuación, se muestra una tabla con la máxima potencia de cada uno de los fabricantes.

Fabricante	Potencia Monocrystalino	Potencia Policristalino
<b>Amerisolar</b>	360	340
<b>Boviet</b>	365	340
<b>Canadian Solar</b>	410	365
<b>Exiom</b>	360	340

Fabricante	Potencia Monocrystalino	Potencia Policristalino
Hanwha Q cell	330	340
JA Solar	385	345
Jinko Solar	360	340
Kyocera		270
LG Energy	405	
Longi	390	
Luxor	360	340
Panasonic	330	
REC	330	355
Seraphim	400	370
Sharp	360	
SolarWatt	310	
SolarWorld	300	
SunPower	440	355
Talesun	375	340
Trina Solar	375	340
Vikram	385	335
Winaico	315	290

Tabla 10 Potencia máxima registrada en condiciones STC por cada fabricante en ambas tipologías.

En esta tabla se reflejan las máximas potencias de cada uno de los fabricantes, SunPower, Canadian y LG son los únicos que superan los 400W sin tener en cuenta tecnología bifacial. Es imprescindible NO dejarse llevar únicamente por la potencia pues de mayor importancia es la radiación por metro cuadrado, siendo esta proporcional a la eficiencia.

Por ello es preferible la eficiencia frente a la potencia, ya que para un mismo terreno la generación de electricidad será superior en la instalación con mayor eficiencia, es decir, donde se absorba más radiación por metro cuadrado.

Como mera aclaración para poder comprender mejor el significado exacto de eficiencia, se muestra la siguiente tabla donde se compara la densidad de potencia en  $W/m^2$  con la eficiencia y poder así sacar dos conclusiones claras.

Fabricante	Máx. de Densidad de potencia ( $W/m^2$ )	Máx. de Eficiencia(%)
Amerisolar	190,55	19,05
Boviet	190,55	19,10
Canadian Solar	198,90	19,89
Exiom	194,91	19,50
Hanwha Q cell	195,85	19,60
JA Solar	198,21	19,80
Jinko Solar	192,45	19,24

Fabricante	Máx. de Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )	Máx. de Eficiencia(%)
Kyocera	164,10	16,40
LG Energy	211,32	21,10
Longi	197,17	19,70
Luxor	198,60	20,25
Panasonic	197,10	19,70
REC	197,61	19,80
Seraphim	196,95	19,70
Sharp	205,17	19,82
SolarWatt	186,39	18,80
SolarWorld	178,93	17,89
SunPower	220,76	22,10
Talesun	189,39	19,30
Trina Solar	192,87	19,30
Vikram	195,62	19,56
Winaico	189,38	18,90

Tabla 11 Relación entre la densidad de potencia y la eficiencia.

La eficiencia se mide en tanto por ciento, sabiendo que esta eficiencia es en condiciones STC (1000W/m<sup>2</sup>) para un rendimiento del 19.05% en dichas condiciones, un módulo absorbería:

$$\text{Densidad de potencia} \left( \frac{W}{m^2} \right) = \frac{\text{Eficiencia}(\%)}{100} * 1000 \frac{W}{m^2}$$

Aplicando esta fórmula sabemos la densidad de potencia de un panel. Por otro lado, también sabemos que la densidad de potencia de un panel es:

$$\text{Densidad de potencia} \left( \frac{W}{m^2} \right) = \frac{\text{Potencia (W)}}{\text{Largo(m)} * \text{Ancho(m)}} = \frac{\text{Potencia (W)}}{\text{Superficie (m}^2\text{)}}$$

Sabiendo que el largo y ancho es del módulo.

De esta forma se puede calcular la eficiencia sin necesidad de proporcionarla el fabricante, calculando la densidad de potencia, dividiendo por la radiación en condiciones STC y multiplicando por cien para sacar el porcentaje. Podemos afirmar que, la densidad de potencia y la eficiencia son idénticos parámetros expresados de diferente forma.

También, mediante el cálculo de la densidad de potencia podremos saber si la eficiencia proporcionada por el fabricante es correcta. En este caso todos son iguales exceptuando el módulo de Talesun, el cual tendría una eficiencia de 18,9 y no la proporcionada por el fabricante de 19,3.

De la misma forma se podría analizar estos parámetros teniendo en cuenta la tecnología bifacial que ostentan algunos módulos, veamos:

Fabricante	Máx. de Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )	Máx. de Eficiencia (%)	Máx. de Densidad de potencia tecnología bifacial (W/m <sup>2</sup> )	Máx. de Eficiencia tecnología bifacial (%)
Canadian Solar	198,90	19,89	244,26	24,43
JA Solar	198,21	19,80	241,60	24,13
LG Energy	211,32	21,10	242,96	24,31
Longi	197,17	19,70	238,05	23,75
SolarWorld	178,93	17,89	216,20	21,63
Talesun	189,39	19,30	245,02	24,51
Trina Solar	192,87	19,30	231,39	23,25

Tabla 12 Relación entre densidad de potencia y eficiencia teniendo en cuenta la tecnología bifacial.

Los resultados invariables se deben a la falta de esta tecnología por parte de algunos fabricantes, es por ello su ausencia en esta tabla. Con la tecnología bifacial se llega actualmente hasta los 245 w/m<sup>2</sup> que registra la marca Talesun.

Eficiencia, potencia y densidad proporcionan información necesaria para realizar una instalación, aunque existen otros parámetros imprescindibles de conocer como son la resistencia a las condiciones medioambientales.

#### 1.5.1.5 COMPARACIÓN SEGÚN LA CARGAS MÁXIMAS

Cuando se explicó los tipos de paneles que había y las tecnologías utilizadas, entre ellas se encontraba la “dual glass”, parámetro poco relevante en emplazamientos con condiciones medioambientales estándar, pero siendo óptima para lugares con condiciones de mucho viento y precipitaciones.

En estas condiciones, por mucha eficiencia que pueda tener un módulo, si no tiene grandes características mecánicas no será el adecuado.

Fabricante	Máx. de Carga de nieve (Pa)	Máx. de Carga de viento (Pa)
Amerisolar	5400	2400
Boviet	5400	2400
Canadian Solar	8100	4000
Exiom	5400	2400
Hanwha Q cell	5400	4000
JA Solar	5400	2400
Jinko Solar	5400	2400
Kyocera	7000	2400

Fabricante	Máx. de Carga de nieve (Pa)	Máx. de Carga de viento (Pa)
<b>LG Energy</b>	6000	5400
<b>Longi</b>	5400	2400
<b>Luxor</b>	9600	2400
<b>Panasonic</b>	5400	5400
<b>REC</b>	4666	1600
<b>Seraphim</b>	5400	5400
<b>Sharp</b>	5400	2400
<b>SolarWatt</b>	6000	2400
<b>SolarWorld</b>	8500	5400
<b>SunPower</b>	5400	2400
<b>Talesun</b>	5400	2400
<b>Trina Solar</b>	5400	2400
<b>Vikram</b>	5400	2400
<b>Winaico</b>	5400	5400

Tabla 13 Máxima carga permitida de viento y nieve registrada por cada fabricante.

Esta tabla refleja los valores máximos de resistencia de cargas de cada una de las marcas. En este caso Luxor obtiene el mayor valor registrado, con una garantía de resistencia a la nieve de 9600 Pascales, concretamente el modelo SECURE LINE M60, con tecnología glass-glass. También se registran datos elevados de SolarWorld o Canadian Solar, aunque estos son de tecnología bifacial, en caso de terreno sin reflexión alguna no sería rentable su instalación.

En aquellos casos en los que prevalezca la carga de nieve, como en lugares con gran altitud, sería muy interesante el estudio de la instalación con módulos bifaciales. Aunque el terreno no tuviese una gran reflexión, en épocas de nieve, siendo esta muy reflexiva, la eficiencia podría llegar a la máxima en estos paneles. Se realizaría un estudio sabiendo el tiempo de nevadas del emplazamiento para obtener una eficiencia media anual y compararla así con otros módulos.

Respecto la carga de viento vemos datos más regulares, aunque LG, Panasonic, Seraphim, SolarWorld o Winaico registran garantías de mayor valor.

#### 1.5.1.6 COMPARACIÓN SEGÚN VOLTAJE E INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Estos dos parámetros son bastante restrictivos, ya que limitan las conexiones de los módulos. Para instalaciones unifamiliares no son tan relevantes, pero en plantas de grandes dimensiones pueden llegar a ser un gran inconveniente.

Si un módulo tiene una limitación de voltaje a 1000V, la conexión de los módulos del mismo tipo deberá ser de tal forma que nunca se supere este valor, por lo que la conexión en serie tendrá limitaciones.

En el caso de tener una limitación a 15 A, la corriente que circule por estos módulos deberá ser inferior a este valor, dificultando así conexiones en paralelo. Este parámetro suele afectar menos ya que no en todas las instalaciones se utiliza conexión en paralelo.

Por tanto, estas limitaciones nos condicionan el tipo de conexión para un número límite de módulos.

Fabricante	Voltaje máximo IEC (V)	Voltaje máximo UL (V)	Voltaje máximo Tuv (V)	Intensidad máxima (A)
<b>Amerisolar</b>	1000	1000		15
<b>Boviet</b>	1500	1500		15
<b>Canadian Solar</b>	1500	1500		30
<b>Exiom</b>	1000	1000	1000	15
<b>Hanwha Q cell</b>	1000	1500		20
<b>JA Solar</b>	1500			30
<b>Jinko Solar</b>	1500			20
<b>Kyocera</b>	1000	1000	1000	15
<b>LG Energy</b>	1000	1500		20
<b>Longi</b>	1500	1500		20
<b>Luxor</b>	1000	1000	1000	25
<b>Panasonic</b>	1000	1000		15
<b>REC</b>	1500	1500		25
<b>Seraphim</b>		1000	1500	20
<b>Sharp</b>	1000	1000		20
<b>SolarWatt</b>	1000	1000		20
<b>SolarWorld</b>	1000	1000		25
<b>SunPower</b>	1500	1500		15
<b>Talesun</b>	1500			15
<b>Trina Solar</b>	1500	1500		20
<b>Vikram</b>	1500	1500		15
<b>Winaico</b>	1000	1000		20

Tabla 14 Voltaje e intensidad máxima admisible registrada por cada fabricante.

Dentro de los fabricantes tenemos distintos certificados que dependen del lugar. Marcas como Amerisolar, Exiom, Kyocera o Luxor no permiten conexión que supere los 1000 Voltios en los módulos, por tanto, tendrán mayores límites en cuanto conexiones en serie.

En lo que respecta a la intensidad, de nuevo Amerisolar, Exiom y Kyocera (entre otras) son las que poseen mayores limitaciones, teniendo gran dificultad para realizar otro tipo de conexiones menos frecuentes.

Aunque en esta ocasión como se había mencionado anteriormente, la importancia de este parámetro no es prioritario entre los fabricantes, por ello más del 50% de los módulos tiene limitación a 15 Amperios.

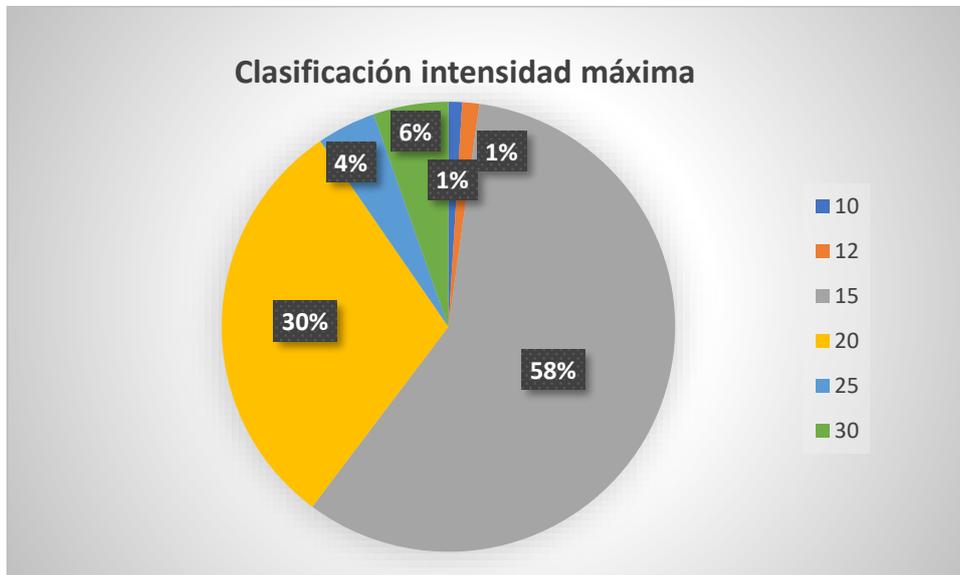


Gráfico 5 Gráfico circular con las distintas intensidades máximas admisibles.

Solo el 10% superan los 20A, parámetro suficiente para poder realizar conexiones alternativas.

#### 1.5.1.7 COMPARACIÓN SEGÚN LA TEMPERATURA NOMINAL DEL MÓDULO

La temperatura de operación nominal de la célula es un parámetro que oscila entre 42 y 47 grados de forma general, pudiendo tener otros valores similares. Esta temperatura es la que se obtiene a condiciones TONC, como ya se vio anteriormente, a 20º de Temperatura ambiente, radiación de 800W/m<sup>2</sup> y una velocidad del viento de 1m/s.

Fabricante   Temperatura	41	42	43	44	45	46	47	48	49	41.5	44.6	44.9	45.7	46.6	47.9
Amerisolar					104										
Boviet					25										
Canadian Solar	32	66	29												
Exiom				9	28										
Hanwha Q cell					33										
JA Solar					80										
Jinko Solar					109										
Kyocera					7										
LG Energy				4											
Longi															
Luxor															
Panasonic				3											

Fabricante   Temperatura	41	42	43	44	45	46	47	48	49	41.5	44.6	44.9	45.7	46.6	47.9
REC				5							15	3	6	6	
Seraphim					76										
Sharp				1				1	4						1
SolarWatt					12										
SolarWorld						7									
SunPower							12			2					
Talesun		5			42										
Trina Solar				113											
Vikram				27	192										
Winaico					9										
<b>Total general</b>	<b>32</b>	<b>71</b>	<b>29</b>	<b>162</b>	<b>884</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

Tabla 15 Clasificación de número de módulos según su temperatura y fabricante.

Salvo algunos módulos de Canadian Solar y uno en concreto de Winaico y Sharp, el resto se sitúan entre los valores que se mencionan. Bien es cierto la existencia de una relación entre temperatura y fabricante, es lógico ya que el montaje e implementación de cada fabricante es distinta y hacen que existan este tipo de variaciones.

Fabricante	Media de Temperatura nominal módulo
Amerisolar	45,00
Boviet	45,00
Canadian Solar	41,98
Exiom	44,76
Hanwha Q cell	45,00
JA Solar	45,00
Jinko Solar	45,00
Kyocera	45,00
LG Energy	44,79
Longi	45,00
Luxor	45,00
Panasonic	44,00
REC	44,00
Seraphim	45,00
Sharp	48,00
SolarWatt	45,00
SolarWorld	46,00
SunPower	47,00
Talesun	44,68
Trina Solar	44,00
Vikram	44,88
Winaico	45,00

Tabla 16 Temperatura nominal media de los módulos de cada fabricante.

La media de los fabricantes es bastante similar, exceptuando Sharp o Canadian Solar con una diferencia media de 6 grados entre ambos.

Cuanto menor sea el valor de la temperatura (en estas condiciones) mejor. Hay que mencionar que en numerosas ocasiones se utiliza como valor referencia 45°C. La **temperatura de un módulo** a una temperatura ambiente determinada se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_c = T_a + G * \frac{TONC - 20^\circ}{800 \text{ w/m}^2}$$

Donde  $T_a$  se refiere a la temperatura ambiente,  $G$  a la irradiancia ( $\text{W/m}^2$ ),  $TONC$  al valor de la temperatura nominal del módulo, el valor 20 se refiere a la temperatura ambiente de las condiciones  $TONC$  y el valor de 800 por la irradiancia en esas mismas condiciones.

Para calcular la variación de temperatura  $\Delta T$  en el módulo;

$$\Delta T = T_c - 25^\circ$$

Los 25 grados representan las condiciones estándar de medida.

#### 1.5.1.8 COMPARACIÓN SEGÚN LAS VARIACIONES RESPECTO LA TEMPERATURA

Estas variables son decisivas en ocasiones pues dependiendo del emplazamiento será imprescindible un módulo lo más invariante posible (en potencia) respecto la temperatura.

Aunque los parámetros suelen ser similares entre los distintos fabricantes, existen diferencias suficientemente considerables como para realizar un estudio y seleccionar el módulo óptimo.

Fabricante	Promedio de Coef Tem (Pmax) %/Cº	Promedio de Coef Tem (Voc) %/Cº	Promedio de Coef Tem (Isc) %/Cº
Amerisolar	-0,407%	-0,309%	0,048%
Boviet	-0,404%	-0,310%	0,056%
Canadian Solar	-0,378%	-0,294%	0,050%
Exiom	-0,327%	-0,322%	0,054%
Hanwha Q cell	-0,391%	-0,295%	0,045%
JA Solar	-0,381%	-0,306%	0,057%
Jinko Solar	-0,397%	-0,298%	0,057%
Kyocera	-0,453%	-0,360%	0,060%
LG Energy	-0,352%	-0,262%	0,030%
Longi	-0,379%	-0,299%	0,057%
Luxor	-0,305%	-0,299%	0,057%
Panasonic	-0,258%	-0,151%	0,033%

Fabricante	Promedio de Coef Tem (Pmax) %/Cº	Promedio de Coef Tem (Voc) %/Cº	Promedio de Coef Tem (Isc) %/Cº
REC	-0,373%	-0,284%	0,044%
Seraphim	-0,397%	-0,314%	0,050%
Sharp	-0,395%	-0,262%	0,050%
SolarWatt	-0,390%	-0,310%	0,050%
SolarWorld	-0,394%	-0,290%	0,066%
SunPower	-0,349%	-0,191%	0,030%
Talesun	-0,393%	-0,304%	0,054%
Trina Solar	-0,395%	-0,298%	0,050%
Vikram	-0,393%	-0,289%	0,057%
Winaico	-0,430%	-0,308%	0,060%

Tabla 17 Incremento medio de potencia, voltaje e intensidad por grado centígrado de cada fabricante.

Tanto la variación de potencia como la de voltaje es inversamente proporcional a la temperatura, por tanto, cuanto mayor sea esta menor será la potencia de nuestro módulo.

La intensidad aumenta, aunque no lo suficiente como para que la potencia también lo haga. Estas variaciones son en porcentaje, por tanto, por cada grado centígrado respecto los valores TONC, la potencia variará entre -0,258 y -0,43%, dependiendo del fabricante.

La variación entre unos fabricantes y otros puede llegar a ser motivo decisivo en instalaciones de grandes dimensiones, y aún más cuando se realiza una instalación en lugares con grandes variaciones de temperatura.

Cuando se quiere calcular la tensión en circuito abierto que tendrá un módulo en una temperatura determinada, se calcula la temperatura de trabajo del módulo con la fórmula mostrada anteriormente y, se le resta 25ºC. El valor restante se multiplica por los parámetros de la tabla superior y dicho resultado por los parámetros iniciales de Voc e Isc.

$$\frac{\text{Caída de tensión}}{\text{voltio}} = \text{Coef Voc} * \Delta T$$

$$\text{Caída total} = \frac{\text{Caída de tensión}}{\text{voltio}} * \text{Voc}$$

De esta forma se calcula la caída de tensión total en circuito abierto. De la misma forma se haría el cálculo de la intensidad, con la diferencia del signo positivo en el caso de la intensidad.

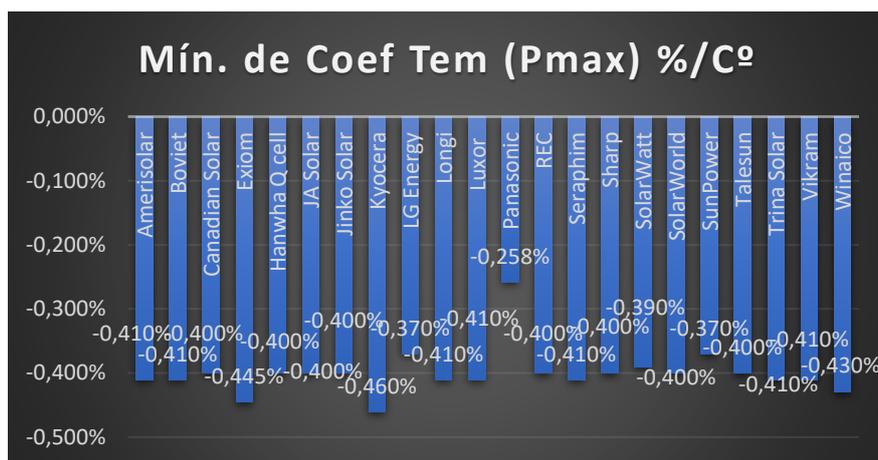


Gráfico 6 Decremento de la potencia en porcentaje por grado centígrado de cada fabricante.

En el gráfico 6 se aprecia diferencias significativas del coeficiente de temperatura de potencia dependiendo del fabricante. Como ha ocurrido en otras ocasiones, para instalaciones de grandes dimensiones en las que se empleen miles de módulos este parámetro será de gran importancia. Por el contrario, en instalaciones de unas decenas de módulos quizás no requiere de gran atención, siempre y cuando el emplazamiento no tenga variaciones drásticas de temperatura.

#### 1.5.1.9 COMPARACIÓN SEGÚN LA LONGITUD DE LOS CABLES

Como ya se sabe, la longitud de los conductores (latiguillos) de los módulos es otro de los parámetros a tener en cuenta, aunque, despreciado por muchos. En instalaciones de pequeñas dimensiones no es relevante, pero en plantas fotovoltaicas de gran tamaño es otra cosa. Sería interesante realizar un estudio acerca del ahorro que supone utilizar este tipo de conexión, no olvidemos que es una variante de la conexión en serie pues sus parámetros son exactamente los mismos, aunque el orden de conexión no se respete.

Fabricante	Longitud máx Latiguillo 1+ (mm)	Longitud máx Latiguillo 2- (mm)	Longitud mín Latiguillo 1+ (mm)2	Longitud mín Latiguillo 2- (mm)
Amerisolar	1000	1000	900	900
Boviet	1200	1200	900	1000
Canadian Solar	1160	1160	400	200
Exiom	1250	1250	900	900
Hanwha Q cell	1200	1200	1000	1000
JA Solar	400	300	400	300
Jinko Solar	1200	1200	250	150
Kyocera	1200	2200	200	200
LG Energy	1200	1200	1000	1000
Longi	1200	1200	300	300
Luxor	1300	1300	1000	1000
Panasonic	1020	1020	960	960

Fabricante	Longitud máx Latiguillo 1+ (mm)	Longitud máx Latiguillo 2- (mm)	Longitud mín Latiguillo 1+ (mm)2	Longitud mín Latiguillo 2- (mm)
REC	1200	1200	900	1200
Seraphim	1100	1100	900	900
Sharp	1200	1200	1000	800
SolarWatt	1000	1000	450	450
SolarWorld	1000	1000	1000	1000
SunPower	1000	1000	600	700
Talesun	1200	1200	300	300
Trina Solar	1750	1750	1000	1000
Vikram	1200	1200	1200	1200
Winaico	1000	1000	1000	1000

Tabla 18 Comparación de los conductores dependiendo del fabricante.

Aunque la mayoría de las fabricantes respetan un tamaño mínimo considerable para poder realizar la conexión que se desee, con esta tabla podríamos sacar alguna conclusión muy interesante.

JA Solar, una de las marcas de moda en fotovoltaica a nivel mundial, no supera el medio metro en ninguno de sus conductores. Esto implica la imposibilidad de poder realizar conexión a tresbolillo en una instalación con módulos de este fabricante. Por tanto, se deduce, para instalaciones fotovoltaicas de grandes dimensiones muy pocos inversores contarán con esta compañía pues le supondría un gasto considerablemente mayor pudiendo seleccionar otros módulos de características similares de otra marca.

Otros fabricantes como Canadian Solar, Kyocera o Talesun, comercializan con módulos con distintas longitudes en sus conductores. Esta opción es muy inteligente por su parte ya que dependiendo del tipo de conexión se podría usar unos u otros.

#### 1.5.1.10 COMPARACIÓN DE FABRICANTES CON DISTINTA CALIDAD

Se ha visto con las comparaciones anteriores algunas diferencias que se pueden encontrar entre fabricantes de calidad distinta. No obstante, en esta sección se pretende mostrar una comparativa entre algunos fabricantes concretos y así poder entender todas las diferencias que existen entre estos.

Para ello, se mostrará una comparativa entre dos marcas opuestas en cuanto a estatus de calidad, LG Energy y Kyocera.

Kyocera	valor
Promedio de Voltaje máximo adm (UL)	1000,00000
Promedio de Eficiencia STC	15,51429
Promedio de Coef Tem (Pmax) %/Cº	-0,00453
Promedio de I máx serie	15,00000
Promedio de Temperatura nominal módulo	45,00000

Promedio de Carga de nieve (Pa)	6085,71429
Promedio de Latiguillo 1 + (mm)	931,42857
<b>LG Energy</b>	<b>valor</b>
Promedio de Voltaje máximo adm (UL)	1210,52632
Promedio de Eficiencia STC	19,39474
Promedio de Coef Tem (Pmax) %/Cº	-0,00352
Promedio de I máx serie	20,00000
Promedio de Temperatura nominal módulo	44,78947
Promedio de Carga de nieve (Pa)	5810,52632
Promedio de Latiguillo 1 + (mm)	1063,15789

Tabla 19 Comparación de los fabricantes Kyocera y LG Energy.

Para esta comparativa se han seleccionado siete parámetros de distintos ámbitos: generales, mecánicos y eléctricos.

En los parámetros eléctricos se observa primero el voltaje máximo admisible, ambos con certificado americano. Aquí se aprecia la primera diferencia, los módulos de Kyocera se fabrican en su totalidad para voltajes inferiores a 1000 V. En LG esto cambia, teniendo un mayor abanico de posibilidades para poder tener voltajes hasta los 1500V. Nótese el valor de 1210 es la media.

La eficiencia (siguiente parámetro) es de los parámetros con mayor importancia y en esta sección LG gana casi por cuatro puntos. LG ronda el 20% mientras Kyocera no pasa apenas del 15%. Otro detalle sería la tecnología bifacial y el posterior aumento de eficiencia donde LG pasaría a superar el 24% y Kyocera se quedaría exactamente igual al carecer de esta tecnología.

El tercer parámetro hace referencia a la disminución de potencia respecto a la temperatura. Cuanto menor sea mejor, pues la variación de temperatura no afectará tanto al módulo. En esa sección de nuevo se lleva la victoria LG con una gran diferencia.

La intensidad máxima en serie, otro valor restrictivo en dimensionamiento, donde LG permite a sus módulos conexiones hasta los 20A mientras Kyocera limita a 15.

La temperatura nominal de la célula, valor que ronda los 45º en la mayoría de los fabricantes. En este caso LG tiene una media inferior a esta, siendo muy positivo en sus módulos. Por parte de Kyocera, la temperatura media es 45º, valor típico.

Para la comparativa de datos mecánicos se han incluido la carga máxima de nieve, donde Kyocera gana ligeramente a LG, y la longitud de sus latiguillos, siendo LG 8cm de media mayor a Kyocera.

En un cómputo global, LG gana 6-1 a Kyocera, por tanto se entiende la letra de calidad en cada una de ellas.

### 1.5.2 PRUEBA Y SIMULACIÓN

Una vez finalizado el software y someterlo a distintas pruebas en busca de cualquier tipo de error se procede a una simulación como ejemplo de funcionamiento del programa.

Para ello se necesita datos de algún emplazamiento en concreto, pudiéndose ser este Almería.

#### 1.5.2.1 PARÁMETROS A INTRODUCIR

Se necesita:

- Temperatura mensual diurna del emplazamiento.
- Carga de viento máxima en el emplazamiento.
- Carga de nieve máxima en el emplazamiento.
- Reflexión del suelo del emplazamiento.
- Tipo de instalación.

Suponiendo una instalación en una pedanía costera de la ciudad, las temperaturas mensuales serán:

Mes	Tº Media
Enero	15
Febrero	15
Marzo	16
Abril	18
Mayo	21
Junio	24
Julio	27
Agosto	28
Septiembre	26
Octubre	22
Noviembre	18
Diciembre	16

Tabla 20 Temperatura media mensual en Almería. (Fuente: <https://suelosolar.com>)

Los valores escogidos representan la temperatura media mensual en Almería, se podría hacer de forma más exacta tratando un histórico de datos de temperaturas medias mensuales por año y hacer la media de estas aunque para ello en la mayoría de los casos hay que comprarlas, no siendo necesario en esta ocasión.

El tipo de instalación en este caso será habitual, ya que el ejemplo consiste en una planta fotovoltaica.

La carga de viento es un parámetro importante en este caso debido al emplazamiento, por lo que se fijará en 2300 Pa, siendo esta muy difícil de superar.

Por otro lado, la carga de nieve no es de gran importancia en este caso, podría serlo si situásemos el emplazamiento en el calar alto por ejemplo, por tanto se le dará un valor bastante bajo, 1600Pa.

La reflexión del suelo se debe saber de forma precisa, analizando la reflexión del material, en este caso ignorando el terreno por no disponer de un emplazamiento fijo, introduciremos un valor de 0.25, bastante bajo y sin ser suficiente para poder usar módulos bifaciales.

También habrá que fijar algunos parámetros que se crean importantes en esta instalación, podrían ser:

- Longitud: la conexión entre módulos será a tresbolillo, por lo que es indispensable una longitud del conductor mínima de 600 mm.
- Eficiencia: la eficiencia mínima requerida es de 17%.
- Voltaje: debido que se quiere minimizar la pérdida de potencia en el transporte se trabajará a la máxima tensión permitida, siendo este de 1500 V.

Estas limitaciones, en concreto la última, son bastante restrictivas, por lo que es de esperar un filtrado donde nos quede apenas el 20-30% de los módulos.

#### 1.5.2.2 SIMULACIÓN

Ejecutamos el programa y los primeros datos que pide son las temperaturas medias mensuales diurnas, por tanto, se introducen una a una.

```
Introduce las temperaturas(diurnas medias de cada mes):  
  
Enero:  
15  
Febrero:  
15  
Marzo:  
16  
Abril:  
18  
Mayo:  
21  
Junio:  
24  
Julio:  
27  
Agosto:  
28  
Septiembre:  
26  
Octubre:  
22  
Noviembre:  
18  
Diciembre:  
16
```

Figura 52 Introducción temperaturas.

Una vez introducidas, los siguientes parámetros que solicita corresponden con las cargas de nieve y viento y el parámetro de reflexión. Se especifica las unidades en las que se tienen que introducir los parámetros, y es necesario que sea de esa forma.

```
Introduce carga de viento máxima en su emplazamiento, en pascales:
2300

Introduce carga de nieve máxima en su emplazamiento, en pascales:
1600

Introduce la reflexion del suelo de su emplazamiento (0-1), utilizar (,) para numero decimal
0,25
```

*Figura 53 Introducción de parámetros mecánicos.*

Introducidas las temperaturas y los parámetros mecánicos, queda la última restricción obligatoria, tratándose del tipo de uso que se le da a la instalación.

```
Introduce uso instalación:
[0] Uso habitual
[1] Uso primaveral
[2] Uso veraniego
[3] Uso otoñal
[4] Uso invernal
0

El número de módulos filtrados es:
1109
```

*Figura 54 Selección del tipo de uso.*

En este caso se introduce el valor 0, seleccionando un uso habitual (anual) como se fijó en el apartado 1.5.2.1. También muestra el número de módulos que han pasado el primer filtro, en este caso 1109, un alto porcentaje. Las restricciones no eran demasiado extremas y la mayoría de los módulos que no han pasado el primer filtro son de tecnología bifacial por la restricción de la reflexión.

La segunda parte, como se indicó anteriormente, trata de un menú de opciones donde el usuario puede seleccionar las que crea conveniente.

```
MENÚ OPCIONES USUARIO
[1] longitud minima de los latiguillos
[2] peso maximo del módulo
[3] Potencia mínima
[4] Eficiencia mínima
[5] Voltaje maximo admisible mínimo
[6] Intensidad maxima admisible mínima
[0] Mostrar resultados
```

*Figura 55 Menú de usuario.*

En este caso se fijaron 3 restricciones, longitud mínima de 600 milímetros, eficiencia mayor al 17% y voltaje admisible al menos de 1500V.

```
1
Longitud mínima de los conductores, en milímetros:
600

MENÚ OPCIONES USUARIO
  [1] longitud minima de los latiguillos
  [2] peso maximo del módulo
  [3] Potencia mínima
  [4] Eficiencia mínima
  [5] Voltaje maximo admisible mínimo
  [6] Intensidad maxima admisible mínima
  [0] Mostrar resultados

4
Eficiencia mínima del módulo, en porcentaje:
17

MENÚ OPCIONES USUARIO
  [1] longitud minima de los latiguillos
  [2] peso maximo del módulo
  [3] Potencia mínima
  [4] Eficiencia mínima
  [5] Voltaje maximo admisible mínimo
  [6] Intensidad maxima admisible mínima
  [0] Mostrar resultados

5
Voltaje máximo admisible mínimo del módulo, en voltios:
1500

MENÚ OPCIONES USUARIO
  [1] longitud minima de los latiguillos
  [2] peso maximo del módulo
  [3] Potencia mínima
  [4] Eficiencia mínima
  [5] Voltaje maximo admisible mínimo
  [6] Intensidad maxima admisible mínima
  [0] Mostrar resultados

0

El número de módulos filtrados es:
239
```

Figura 56 Restricciones seleccionadas por el usuario.

De nuevo se especifica las unidades de cada parámetro para ser introducidas de esta forma. Para introducir los valores primero se selecciona el parámetro a cambiar y luego se introduce el valor.

Cuando se introduce el 0 se sale del bucle para ir al menú de resultados. De nuevo nos imprime el número de módulos que, habiendo pasado el primer filtro, también pasan el segundo, en este caso 239.

Por último nos muestra un menú de resultados, como se muestra en la figura 57.

**MENÚ RESULTADOS**

- [1] Tabla de módulos ordenados en función de la calidad (Una de cada tipo si las hay)
- [2] Tabla de módulos ordenados en función de la potencia (Top 5)
- [3] Tabla de módulos ordenados en función de la eficiencia (Top 5)
- [4] Tabla de módulos ordenados en función de la carga de nieve (Top 5)
- [0] Salir

Figura 57 Menú de resultados.

En este caso se seleccionarán cada una de las tablas para poder analizar los resultados en función a cada uno de los parámetros.

1

En función de la calidad:

Marca	Modelo	Rereferencia	Tipo	Calidad	Latiguillo	Carga de nieve	Potencia máxima	STC	Eficiencia
SunPower	E SERIES	SPR-E20-440-COM	Monocristalino	A	700	5400	440,00	20,30	
LG Energy	LG NEON 2	LG320E1K-A5	Monocristalino	B	1000	6000	320,00	18,70	
Hanwha Q cell	Q.PRIME-G5	Q.PRIME-G5-280	Monocristalino	C	1000	5400	280,00	17,10	
Talesun	HIPRO	TP660M - 290	Monocristalino	D	900	5400	290,00	17,70	
Trina Solar	DUOMAX M PLUS	TSM-DEGS (II)	Monocristalino	E	1200	5400	310,00	18,80	
Vikram	Serie SOMERA Grand Ultima Silver 1500V	SOMERA VSM.72.340.05	Monocristalino	G	1200	5400	340,00	17,55	

Figura 58 Resultados en función de la calidad.

La primera tabla de resultados muestra un módulo de cada tipo de calidad siempre y cuando se haya filtrado al menos uno de cada tipo, sin repetir la calidad y ordenados de mejor a peor.

Por tanto no se han filtrado ningún módulo de calidad F. También se puede comprobar cómo no se repiten ninguna letra en la calidad.

Los otros parámetros no están ordenados de ninguna forma.

MENÚ RESULTADOS

- [1] Tabla de módulos ordenados en función de la calidad (Una de cada tipo si las hay)
- [2] Tabla de módulos ordenados en función de la potencia (Top 5)
- [3] Tabla de módulos ordenados en función de la eficiencia (Top 5)
- [4] Tabla de módulos ordenados en función de la carga de nieve (Top 5)
- [0] Salir

2

En función de la potencia

Marca	Modelo	Rereferencia	Tipo	Calidad	Latiguillo	Carga de nieve	Potencia máxima	STC	Eficiencia
SunPower	E SERIES	SPR-E20-440-COM	Monocristalino	A	700	5400	440,00	20,30	
Canadian Solar	H10M	CS1U-410MS	Monocristalino	E	740	5400	410,00	19,89	
LG Energy	LG NEON 2	LG405N2W-A5	Monocristalino	B	1200	5400	405,00	19,50	
Longi	LR6-72MPH	LR6-72MPH-380M	Monocristalino	E	1200	5400	380,00	19,60	
Trina Solar	DUOMAX M PLUS	TSM-DEG14.40 (II)	Monocristalino	E	1400	5400	375,00	19,10	

Figura 59 Resultados en función de la potencia.

En este caso, la tabla refleja los resultados en función de la potencia. Los resultados son muy distintos a la tabla anterior aunque vemos como el modelo E Series de SunPower y NEON 2 de LG se repiten. Esto es bastante positivo para el usuario a la hora de decidirse. El orden de nuevo decreciente, teniendo como pico el valor de 440 W.

```

MENÚ RESULTADOS
  [1] Tabla de módulos ordenados en función de la calidad (Una de cada tipo si las hay)
  [2] Tabla de módulos ordenados en función de la potencia (Top 5)
  [3] Tabla de módulos ordenados en función de la eficiencia(Top 5)
  [4] Tabla de módulos ordenados en función de la carga de nieve(Top 5)
  [0] Salir
3
En función de la eficiencia
Marca      Modelo      Rerefencia      Tipo      Calidad      Latiguillo      Carga de nieve Potencia máxima STC Eficiencia
SunPower   E SERIES     SPR-E20-440-COM Monocristalino A      700      5400      440,00      20,30
Canadian Solar HIDM      CS1U-410MS      Monocristalino E      740      5400      410,00      19,89
Longi      LR6-72MPH    LR6-72MPH-300M      Monocristalino E      1200     5400      380,00      19,60
LG Energy  LG NEON 2    LG405M2W-AS      Monocristalino B      1200     5400      405,00      19,50
Vikram     Serie SOMERA Ultima Silver 1500V SOMERA VSM.60.315.05 Monocristalino G      1200     5400      315,00      19,36

```

Figura 60 Resultados en función de la eficiencia.

Los resultados de la figura 60 muestran un orden decreciente en función de la eficiencia alcanzando valores superiores al 20%. Casualmente se repite el módulo de SunPower, siendo a priori una gran opción para la instalación.

```

MENÚ RESULTADOS
  [1] Tabla de módulos ordenados en función de la calidad (Una de cada tipo si las hay)
  [2] Tabla de módulos ordenados en función de la potencia (Top 5)
  [3] Tabla de módulos ordenados en función de la eficiencia(Top 5)
  [4] Tabla de módulos ordenados en función de la carga de nieve(Top 5)
  [0] Salir
4
En función de la carga de nieve
Marca      Modelo      Rerefencia      Tipo      Calidad      Latiguillo      Carga de nieve Potencia máxima STC Eficiencia
LG Energy  LG NEON 2    LG320E1K-AS      Monocristalino B      1000     6000      320,00      19,30
Canadian Solar All-Black      All-Black CS6K 290MS      Monocristalino E      1000     6000      290,00      17,72
Canadian Solar Standard      CS6K-290MS      Monocristalino E      1000     6000      290,00      17,72
Trina Solar TALLMAX M PLUS      TSM-DE14A (II)      Monocristalino E      1200     5400      365,00      19,80
Trina Solar ALLMAX M Plus 1500V      TSM-DE05A(II)      Monocristalino E      1000     5400      280,00      17,10

MENÚ RESULTADOS
  [1] Tabla de módulos ordenados en función de la calidad (Una de cada tipo si las hay)
  [2] Tabla de módulos ordenados en función de la potencia (Top 5)
  [3] Tabla de módulos ordenados en función de la eficiencia(Top 5)
  [4] Tabla de módulos ordenados en función de la carga de nieve(Top 5)
  [0] Salir
0
BUILD SUCCESSFUL (total time: 3 minutes 26 seconds)

```

Figura 61 Resultados en función de la carga de nieve.

Esta última figura representa los módulos con mayor carga de nieve. Sabiendo que en este ejemplo no es de gran importancia esta condición, sería conveniente decidirse en función a las 3 primeras tablas de resultados.

Por tanto, ahora es momento de decisión por parte del usuario. En esta ocasión se destacan hasta 3 módulos:

- E Series de SunPower
- NEON 2 de LG
- HIDM de Canadian Solar

Se podría analizar los 3 modelos de forma específica y tomar la decisión.

- Por cuestión económica, a veces la más importante, el modelo HIDM sería el más interesante. Respecto a la eficiencia y potencia en comparación con E Series no es tan distinta.
- Por cuestión de calidad y garantías, SunPower y LG tienen una gran reputación aunque las garantías que ofrece Canadian Solar son muy atractivas como se verá en el capítulo IV.

El modelo elegido para la instalación es **HIDM de Canadian Solar**.

Se podría seleccionar un módulo de los registrados en la base de datos partiendo de los mismos datos. Los resultados en la mayoría de los casos serían muy distintos ya que se escogerían módulos diferentes. Únicamente con las restricciones impuestas internamente en el software, como se comentó en la explicación paso a paso, el parámetro temperatura restringe el filtro de distinta forma dependiendo del uso de la instalación.

Únicamente con ese tipo de restricciones se aumentaría la eficiencia en un 5%, sin tener en cuenta otras cuestiones. Si a esto se le añaden otros parámetros como la longitud de los conductores, y se hubiese escogido otro módulo con una longitud en conductores inferior, la conexión no se podría realizar al tresbolillo y el coste de la instalación aumentaría considerablemente. Si sumamos esta condición con la anterior, los posibles errores de selección por cargas mecánicas que deriven en roturas, las limitaciones por voltaje e intensidad impidiendo reducir pérdidas... el ahorro podría ser de un porcentaje bastante considerable.

## 1.6 CONCLUSIONES

Son varias las conclusiones que se pueden extraer de este TFG. La más importante quizás sea la gran inmersión del sector fotovoltaico a nivel mundial y el enorme avance de este día tras día. La evolución que está teniendo es una muestra más del cambio de producción energética en el planeta. Poco a poco se van disipando las dudas acerca de este tipo de energía renovable gracias al avance tecnológico y las demostraciones experimentales que afirman la utilidad de energías limpias en nuestro planeta.

Después muchos años obviando este tipo de energías, ya no solo la fotovoltaica, otras como termosolar, geotérmica.... Se reconoce de buena manera el crecimiento y desarrollo de estos sectores.

Tras la lectura de esta memoria se puede afirmar la gran variedad fotovoltaica de la que se dispone actualmente, tanto en células fotovoltaicas, como en módulos, tecnologías y aplicaciones. Quizás esta última aún en fase de desarrollo aunque en algunos países ya se están implementando. Estas aplicaciones son las encargadas de demostrar que la utilidad de la fotovoltaica no tiene límite alguno.

Como consecuencia de este crecimiento y por ende la apertura de nuevos caminos para inversores, resulta de gran importancia saber seleccionar el módulo más adecuado, y para ello se debe saber primero qué se busca, y que parámetros se quieren priorizar.

Esto es una tarea complicada ya que los fabricantes defenderán sus productos a capa y espada para ponerlos en lo más alto. Por ello se hace necesario confrontar distintos fabricantes y poder aprovechar las virtudes de cada uno.

Las comparaciones realizadas en este proyecto nos ofrecen varias conclusiones:

- Antepone la tecnología monocristalina delante de la policristalina.
- Rechaza la relación proporcional de calidad precio, aunque en algunas ocasiones se pueda dar.
- No siempre las marcas más conocidas son las adecuadas, esto depende del tipo de instalación y su emplazamiento.
- Resalta la importancia de otros parámetros poco comunes para mejorar la eficiencia.
- Renovación anual de los fabricantes.
- Importancia del tipo de garantía y su proporcionalidad dependiendo del fabricante.

Por ello resulta imprescindible saber seleccionar el módulo y por tanto resalta la gran utilidad de este software. De esta forma no se dejará llevar por imágenes o impresiones de las distintas empresas y sí por la calidad de los productos.

Con la base de datos que se ha trabajado, una persona tardaría varios días en decidirse por un módulo y sin saber realmente si es el que necesita, tener una aplicación que reduzca esa tarea a minutos e incluso con más fiabilidad, es de agradecer.

De la misma forma que con las comparaciones, con el software se extraen otras conclusiones:

- Demuestra la utilidad del software proporcionando soluciones acordes a lo demandado.
- Relaciona todas las posibilidades y tecnologías disponibles para una mejor optimización.
- La selección de parámetros a gusto del usuario ofrece una flexibilidad y acoplamiento a distintas opciones dependiendo de los emplazamientos y condiciones atmosféricas ajustándose así a las necesidades.
- La muestra de resultados mediante distintas tablas ofrece al usuario distintas opciones dependiendo de sus preferencias.

Se debe comprender que, para cualquier inversor del mundo fotovoltaico, esta herramienta puede optimizar de forma considerable sus instalaciones , dando mas de 1200 opciones distintas.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

- Blog Arquitectura.* (20 de Noviembre de 2018). Obtenido de <http://blog.is-arquitectura.es/2014/06/05/multiunion-de-celulas-solares-bate-record-de-eficiencia/>
- Cceea.* (21 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://cceea.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/celdas-fotovoltaicas-organicas>
- DamiaSolar.* (21 de Noviembre de 2018). Obtenido de [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/como-mejorar-rendimiento-instalacion-solar\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/como-mejorar-rendimiento-instalacion-solar_1)
- DamiaSolar.* (21 de Noviembre de 2018). Obtenido de [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/ventajas-inconvenientes-paneles-solares-flexibles\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/ventajas-inconvenientes-paneles-solares-flexibles_1)
- Eliseosebastian.* (16 de Noviembre de 2018). Obtenido de <http://eliseosebastian.com/wp-content/uploads/2012/07/Componentes-de-Panel-Solar-Fotovoltaico.pdf>
- Energiza.* (13 de Noviembre de 2018). Obtenido de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/624-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica>
- Energy news.* (20 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.energynews.es/celula-tandem-perovskita-cigs/>
- erenovable.* (14 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://erenovable.com/historia-energia-renovable/>
- holaluz.* (21 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://blog.holaluz.com/etree-el-primer-arbol-solar-y-otras-formas-creativas-de-generar-energias-renovables/>
- Inarquia.* (22 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://inarquia.es/vidrios-fotovoltaicos-energia-solar-edificios>
- Jlminchole.* (14 de Noviembre de 2018). Obtenido de <http://jlminchole.es>
- Oscarperpiñán.* (15 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://oscarperpinan.github.io/esf/Celula.pdf>
- Saclima.* (20 de Noviembre de 2018). Obtenido de <http://www.saclimafotovoltaica.com/3-ventajas-celdas-perc/>
- Sfe Solar.* (20 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/paneles-solares-de-alto-rendimiento-tecnologia-celulas-perc/>
- Sfesolar.* (15 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/celula-fotovoltaica-tipos-y-estructura/>
- Sfesolar.* (19 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-encintado-y-conexion-de-celulas/>
- Sinovoltaics.* (3 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://sinovoltaics.com>
- Solar energía.* (14 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://solar-energia.net/>

*Solar Energía*. (16 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/panel-fotovoltaico/estructura>

*Solarquotes*. (2 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.solarquotes.com>

*Twenergy*. (21 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-son-las-celdas-solares-organicas-2861>

CAPÍTULO II  
FASES DE LA  
REALIZACIÓN DEL TFG



## CAPÍTULO II. FASES DE LA REALIZACIÓN DEL TFG Y SU CRONOGRAMA ASOCIADO

### 2.1 DIVISIÓN DE TAREAS

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado se diseñó un cronograma a principios de octubre de 2018.

Se comenzó con la elección del TFG y su correspondiente organización. Para ello se propusieron diferentes vías de trabajo y se eligió finalmente el diseño del software.

Una vez elegido el TFG y organizarlo, se comenzó la selección de fabricantes. Inicialmente se eligieron las veinte mejores marcas, a juicio propio, aunque posterior a esto se añadieron algunas más. Para la selección de los fabricantes se tuvo que estudiar con anterioridad los distintos parámetros que componían un módulo y estudiar las diferencias entre estos.

Para realizar clasificaciones en función de la calidad del fabricante se contó con la ayuda de páginas como <https://sotysolar.es> o <https://panelessolaresfotovoltaicos.org/> entre otros.

Una vez seleccionados estos, se inició la tarea de búsqueda y análisis de los datasheets. Este trabajo duró más de 4 semanas ya que fueron 1235 los módulos que se tuvieron que registrar en la base de datos. Existieron algunas dificultades como la ausencia de algunos parámetros en datasheets de marcas como SunPower que se solucionaron gracias a su servicio y facilidad para conseguir datasheets completos. Resaltar la complejidad de esta tarea, tanto en el registro como en su organización, clasificación de parámetros etc.

La construcción de la base de datos fue posterior a esta tarea, donde se consiguió un registro en CSV adecuado para su posterior lectura con Java.

Acabada la recopilación y construcción de base de datos se inició la construcción de la memoria, donde se ha empleado dos meses aproximadamente. Se comenzó con la estructuración de esta y con el análisis de la información.

Fijada la información a redactar en la memoria, se dio paso a la revisión del estado del arte, donde se redactó una introducción del sector energético, para dar paso a una explicación concisa de la fotovoltaica y sus diferentes ramas para poder introducir al lector en el ámbito fotovoltaico.

La siguiente tarea consistió en la realización de comparaciones de los diferentes parámetros de cada uno de los módulos y el estudio de tendencias de cada uno de los fabricantes.

La elaboración del algoritmo genético se comenzó más tarde, empezando con un diseño del software que luego se implementó en Java.

Como cualquier aplicación existente, se sometió a un conjunto de pruebas para así comprobar su eficiencia y poder retocar algunas imprecisiones.

Terminada la aplicación y redacción de memoria, se dio paso a la conclusión y elaboración de una presentación en PowerPoint para su exposición.

2.2 DIAGRAMA DE GANTT

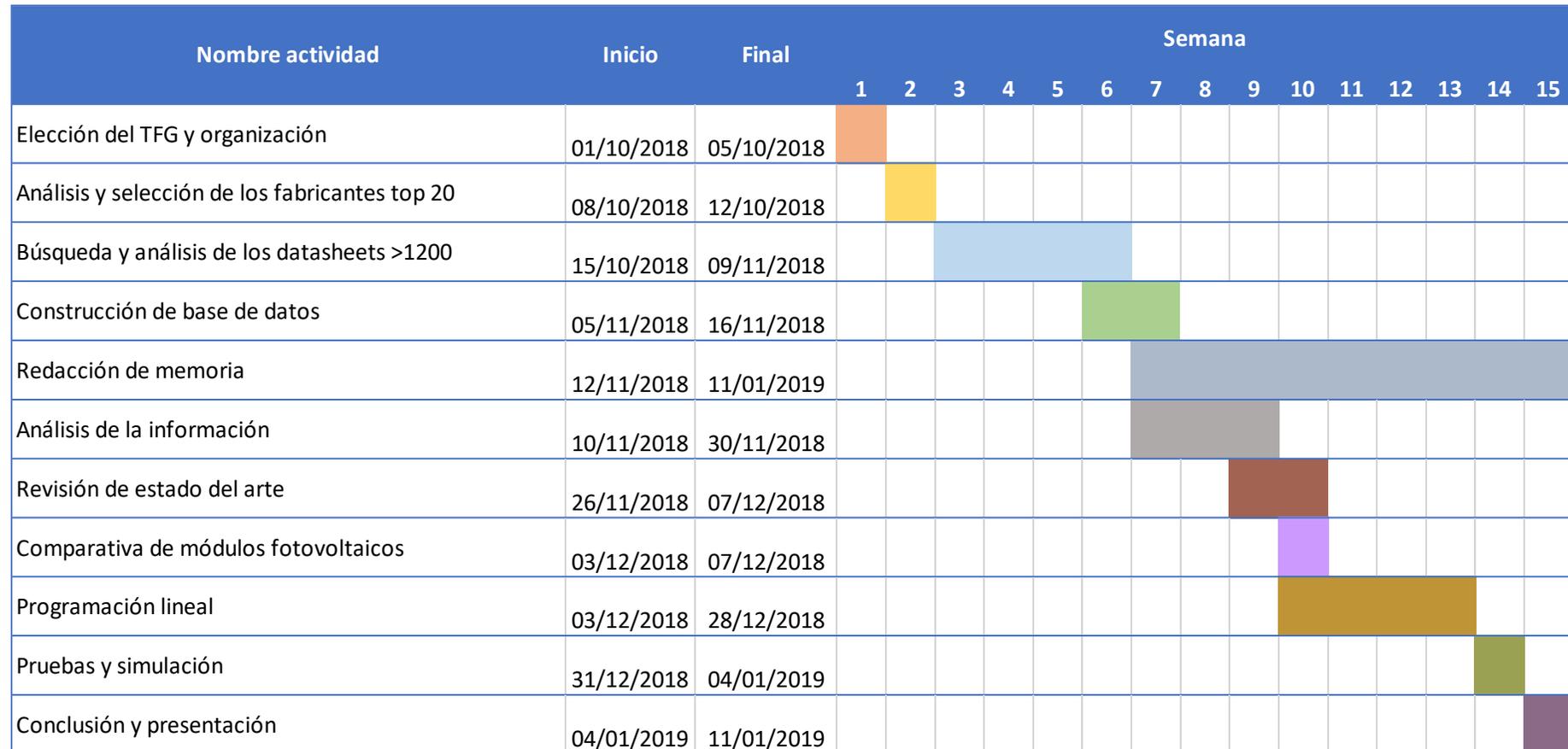


Tabla 21 Diagrama de Gantt con el cronograma del TFG.



# CAPÍTULO III

## PLANOS



## CAPÍTULO III. PLANOS

A continuación se muestran como Anexo I, los detalles dimensionales de las principales referencias comerciales de paneles fotovoltaicos de este trabajo.

No obstante, se han incluido los planos proporcionados por los distintos fabricantes para cada uno de los modelos registrados en la base de datos.

A continuación se expondrán los distintos planos en orden alfabético en cuanto a las marcas, y en el mismo orden que en la base de datos en base al modelo.

- AMERISOLAR
  - D01 AMERISOLAR\_AS-5M
  - D02 AMERISOLAR\_AS-6M30PERC
  - D03 AMERISOLAR\_AS-6P27
  - D04 AMERISOLAR\_AS-6P30 BLACK
  - D05 AMERISOLAR\_AS-6P30
  - D06 AMERISOLAR\_AS-6P-ET AS-6P-EW
- BOVIET
  - D07 BOVIET\_BVM6612M
  - D08 BOVIET\_BVM6612P
- CANADIAN SOLAR
  - D09 CANADIAN SOLAR\_ALL-BLACK
  - D10 CANADIAN SOLAR\_BIKU
  - D11 CANADIAN SOLAR\_DYAMOND
  - D12 CANADIAN SOLAR\_HIDM
  - D13 CANADIAN SOLAR\_KU MODULES
  - D14 CANADIAN SOLAR\_MAXPOWER
  - D15 CANADIAN SOLAR\_STANDARD
- EXIOM
  - D16 EXIOM\_3X72M
  - D17 EXIOM\_EX72M
  - D18 EXIOM\_EX120M
- HANWHA Q CELL
  - D19 HANWHA Q CELL\_Q.PEAK DUO-G5
  - D20 HANWHA Q CELL\_Q.PLUS L-G4.1
  - D21 HANWHA Q CELL\_Q.PRIME-G5
- JA SOLAR
  - D22 JA SOLAR\_BIFACIAL
  - D23 JA SOLAR\_DOUBLE GLASS MODULE

- D24 JA SOLAR\_HALF-CELL MODULE
- D25 JA SOLAR\_STANDARD MODULE
- JINKO SOLAR
  - D26 JINKO SOLAR\_EAGLE 48
  - D27 JINKO SOLAR\_EAGLE 60
  - D28 JINKO SOLAR\_EAGLE 72
  - D29 JINKO SOLAR\_EAGLE 1500V 60
  - D30 JINKO SOLAR\_EAGLE DUAL 60
  - D31 JINKO SOLAR\_EAGLE MX (JK07A)
  - D32 JINKO SOLAR\_EAGLE PERC 48
  - D33 JINKO SOLAR\_EAGLE PLUS 60
  - D34 JINKO SOLAR\_SMART MODULE
- KYOCERA
  - D35 KYOCERA\_KD-SERIE
  - D36 KYOCERA\_KK-SERIE
  - D37 KYOCERA\_KT-SERIE
- LG ENERGY
  - D38 LG\_NEON 2 BIFACIAL
  - D39 LG\_NEON R
- LONGI
  - D40 LONGI\_LR6-72HPH
  - D41 LONGI\_LR6-72PE
- LUXOR
  - D42 LUXOR\_ECO LINE
  - D43 LUXOR\_SECURE LINE
- PANASONIC
  - D44 PANASONIC\_N245
  - D45 PANASONIC\_N325K
  - D46 PANASONIC\_N330
- REC
  - D47 REC\_N-PEAK SERIES
  - D48 REC\_PEAK ENERGY 2S SERIE MONO 50
  - D49 REC\_PEAK ENERGY SERIES
  - D50 REC\_TWINPEAK 2 BLK2 SERIES
  - D51 REC\_TWINPEAK 2
  - D52 REC\_TWINPEAK 2S 72
- SERAPHIM
  - D53 SERAPHIM\_1500V SERIES
  - D54 SERAPHIM\_ELIPSE MODULE MINI

- D55 SERAPHIM\_ELIPSE MODULE
- D56 SERAPHIM\_STANDARD MODULE
- SHARP
  - D57 SHARP\_NQR
  - D58 SHARP\_NU-RD
- SOLARWATT
  - D59 SOLARWATT\_VISION
- SOLARWORLD
  - D60 SOLARWORLD\_BISUN PROTECT
  - D61 SOLARWORLD\_SUN PLUS
- SUNPOWER
  - D62 SUNPOWER\_E SERIES
  - D63 SUNPOWER\_P SERIES
  - D64 SUNPOWER\_X SERIES
- TALESUN
  - D65 TALESUN\_BISTAR
  - D66 TALESUN\_FEATHER TP660P
  - D67 TALESUN\_HIPRO
  - D68 TALESUN\_MIPRO III
  - D69 TALESUN\_NIPRO DUAL
  - D70 TALESUN\_TP660M
  - D71 TALESUN\_TWINKLE TP6H60P
- TRINA SOLAR
  - D72 TRINA SOLAR\_ALLMAX M Plus 1500V
  - D73 TRINA SOLAR\_DUOMAX M PLUS
  - D74 TRINA SOLAR\_HONEY M PLUS
  - D75 TRINA SOLAR\_HONEY M PLUS
  - D76 TRINA SOLAR\_TALLMAX M PLUS
- VIKRAM
  - D77 VIKRAM\_ELDORA GRAND 1500V
  - D78 VIKRAM\_ELDORA PRIME 1500V
  - D79 VIKRAM\_ELDORA PRIME SERIES
  - D80 VIKRAM\_ELDORA ULTIMA ALL BLACK
  - D81 VIKRAM\_ELDORA ULTIMA SILVER 1500V
  - D82 VIKRAM\_GRAND ULTIMA SILVER DE ELDORA
  - D83 VIKRAM\_GRADES SERIES DE ELDORA
  - D84 VIKRAM\_MEDIA CELDA
  - D85 VIKRAM\_SOMERA GRAND SERIES
  - D86 VIKRAM\_SOMERA GRAND ULTIMA SILVER 1500V
  - D87 VIKRAM\_SOMERA GRAND ULTIMA SILVER SERIES
  - D88 VIKRAM\_SOMERA PRIME 1500V

- D89 VIKRAM\_ SOMERA PRIME SERIES
- D90 VIKRAM\_ SOMERA ULTIMA ALL BLACK SERIES
- D91 VIKRAM\_ SOMERA ULTIMA SILVER SEIES
- WINAICO
  - D92 WINAICO\_N-PEAK SERIES
  - D93 WINAICO\_WSP-M6 FULL BLACK SERIES
  - D94 WINAICO\_WST-P6 PERC SERIES
  - D95 WINAICO\_WST-P6 SERIES

# CAPÍTULO IV

# PRESUPUESTO



## CAPÍTULO IV. PRESUPUESTOS

Este trabajo al ser un trabajo de optimización de recursos y comparativas de marcas, no trabajará directamente a precio de mercado, ya que sería muy difícil tener actualizada la base de datos de todos los paneles, para ello se ha realizado una normalización a precio unitario y una ponderación en función de la calidad de fabricante, de esta forma tendremos un estudio económico lo bastante aproximado para una fase de estudio, afinado este con presupuestos formales para la fase de desarrollo.

En este capítulo toma gran importancia el parámetro de calidad. Aunque ya se ha tenido en cuenta para el diseño del software, para presupuestar cualquier instalación que utilice alguno de estos módulos será de gran utilidad saber el valor que tiene esta variable. Si se tiene en cuenta la tabla expuesta en el capítulo I acerca de la calidad de cada una de las marcas:

Fabricante	Calidad
Amerisolar	E
Boviet	E
Canadian Solar	E
Exiom	G
Hanwha Q Cells	C
JA Solar	E
Jinko Solar	E
Kyocera	F
LG	B
Longi	E
Luxor	F
Panasonic	B
REC	E
Seraphim	E
Sharp	A
SolarWatt	D
SolarWorld	C
SunPower	A
Talesun	D
Trina Solar	E
Vikram	G
Winaico	B

Tabla 22 Calidad de cada uno de los fabricantes.

## 4.1 PONDERACIÓN

Como se mencionó en ocasiones anteriores, las letras son orientativas, en ningún caso están impuestas por ningún tipo de empresa, únicamente son una forma simbólica de clasificar a los fabricantes dependiendo del coste y prestaciones de sus módulos.

También se resaltaron otros factores determinantes para la puntuación impuesta, como son la prueba PID o la garantía.

Para poder presupuestar se van a ponderar cada uno de los fabricantes, sabiendo que se podría ser aún más preciso ponderando cada uno de sus modelos, pero para realizar una aproximación no es necesario.

Se dará valor unitario a un fabricante estándar, donde el coste de un panel será:

$P=1$ ;

Las ponderaciones oscilarán desde 0,85 hasta 1,15.

Calidad	Ponderación
<b>A</b>	1,15
<b>B</b>	1,1
<b>C</b>	1,05
<b>D</b>	1
<b>E</b>	0,95
<b>F</b>	0,9
<b>G</b>	0,85

Tabla 23 Ponderaciones estimadas según la calidad del fabricante.

Por tanto, para poder normalizar todas las marcas se utilizarán los coeficientes marcados en la tabla 22. De esta forma obtenemos presupuestos en relación con el número de módulos, ya que no se incluye en este trabajo ningún tipo de dimensionamiento ni otros elementos de instalaciones fotovoltaicas.

## 4.2 GARANTÍAS

Antes de entrar en un ejemplo práctico, se muestran las garantías de los distintos fabricantes:

Fabricante	10	12	15	20	25	30	35
<b>Amerisolar</b>	13	91					
<b>Boviet</b>		25					
<b>Canadian Solar</b>	127						
<b>Exiom</b>		37					
<b>Hanwha Q cell</b>		33					
<b>JA Solar</b>		80					

Fabricante	10	12	15	20	25	30	35
Jinko Solar	109						
Kyocera	7						
LG Energy					19		
Longi	66						
Luxor			55			10	21
Panasonic					3		
REC	30	5					
Seraphim	76						
Sharp	7						
SolarWatt						12	
SolarWorld				7			
SunPower					14		
Talesun	47						
Trina Solar	113						
Vikram	147	72					
Winaico			9				

Tabla 24 Garantía del producto según los fabricantes.

La tabla 23 representa la variedad de garantías que tienen cada uno de los fabricantes **en cuanto al producto**. En horizontal, los años de duración de la garantía.

Algunos como Canadian Solar tienen la misma garantía en todos sus módulos, 10 años. Por otro lado, sorprende la garantía de fabricantes como SolarWatt o Luxor, llegando a los 35 años en caso de Luxor en algunos de sus módulos y a los 30 años en SolarWatt.

Hay diferentes criterios dependiendo del tipo de módulos, para tecnología bifacial se suelen dar garantías con un mayor número de años.

Las empresas de este sector nos ofrecen dos tipos de garantías, una de ellas del producto, y una segunda de potencia lineal. Esta última es un tanto engañosa pues la linealidad depende del fabricante.

Algunos ofrecen una garantía con una pérdida máxima de 0,4% al año mientras otros 0,5% e incluso 0,6%. En la siguiente tabla se ofrecen las diferentes garantías dependiendo de cada uno de los fabricantes, habiendo distintas dependiendo del tipo de modelo.

Fabricante	25	27	30	35
Amerisolar			104	
Boviet	25			
Canadian Solar	21		106	
Exiom			37	
Hanwha Q cell	33			

Fabricante	25	27	30	35
JA Solar	40		40	
Jinko Solar	98		11	
Kyocera	7			
LG Energy	19			
Longi	20		46	
Luxor	55		10	21
Panasonic	3			
REC	35			
Seraphim	76			
Sharp	7			
SolarWatt			12	
SolarWorld	4		3	
SunPower	14			
Talesun	42		5	
Trina Solar	40		73	
Vikram		219		
Winaico	9			

Tabla 25 Garantía de potencia lineal según el fabricante.

De nuevo Luxor nos ofrece la garantía de mayor duración, al contrario ocurre con Hanwha Q cell, cuyas garantías no superan los 25 años. Otros fabricantes de primer nivel como Sharp o SunPower proporcionan garantías de 25 años, punto débil de estas compañías.

Para tener una idea general de la garantía de cada uno de los fabricantes y, la garantía media en módulos fotovoltaicos se muestra la siguiente tabla:

Fabricante	Promedio de Garantía Producto	Promedio de Garantía pérdida lineal
Amerisolar	11,75	30,00
Boviet	12,00	25,00
Canadian Solar	10,00	29,17
Exiom	12,00	30,00
Hanwha Q cell	12,00	25,00
JA Solar	12,00	27,50
Jinko Solar	10,00	25,50
Kyocera	10,00	25,00
LG Energy	25,00	25,00
Longi	10,00	28,48
Luxor	21,63	28,02
Panasonic	25,00	25,00
REC	10,29	25,00
Seraphim	10,00	25,00
Sharp	10,00	25,00
SolarWatt	30,00	30,00
SolarWorld	20,00	27,14

Fabricante	Promedio de Garantía Producto	Promedio de Garantía pérdida lineal
SunPower	25,00	25,00
Talesun	10,00	25,53
Trina Solar	10,00	28,23
Vikram	10,66	27,00
Winaico	15,00	25,00
<b>Total</b>	<b>12,09</b>	<b>27,33</b>

Tabla 26 Garantía media según los fabricantes.

El promedio en cada uno de los fabricantes es bastante distinto en cuanto a la garantía del producto, esta cubre cualquier tipo de fallo de los módulos fotovoltaicos. La garantía media de pérdida lineal si es bastante similar en todos los fabricantes.

Por último, la garantía media de producto se sitúa en 12,09 años mientras que la de pérdida lineal en 27,33. Por tanto se entiende la garantía es una variable para tener en cuenta en la mayoría de las situaciones.

Una vez analizado este parámetro se da paso a un presupuesto en función del número de módulos.

### 4.3 EJEMPLO

Para realizar este ejemplo, se toman como datos iniciales una instalación en la que se necesitan 50000 módulos fotovoltaicos. No se va a entrar en materia de dimensionamiento en cuanto a potencia, radiación y rendimientos de forma técnica ya que no se trata de un proyecto técnico y sí una pequeña interpretación de este parámetro.

Con este número de paneles se podría calcular el gasto en estos en función a la calidad implementada:

Calidad	Ponderación	Gasto
A	1,15	57500,00 P
B	1,1	55000,00 P
C	1,05	52500,00 P
D	1	50000,00 P
E	0,95	47500,00 P
F	0,9	45000,00 P
G	0,85	42500,00 P

Tabla 27 Cálculo del gasto dependiendo de la calidad.

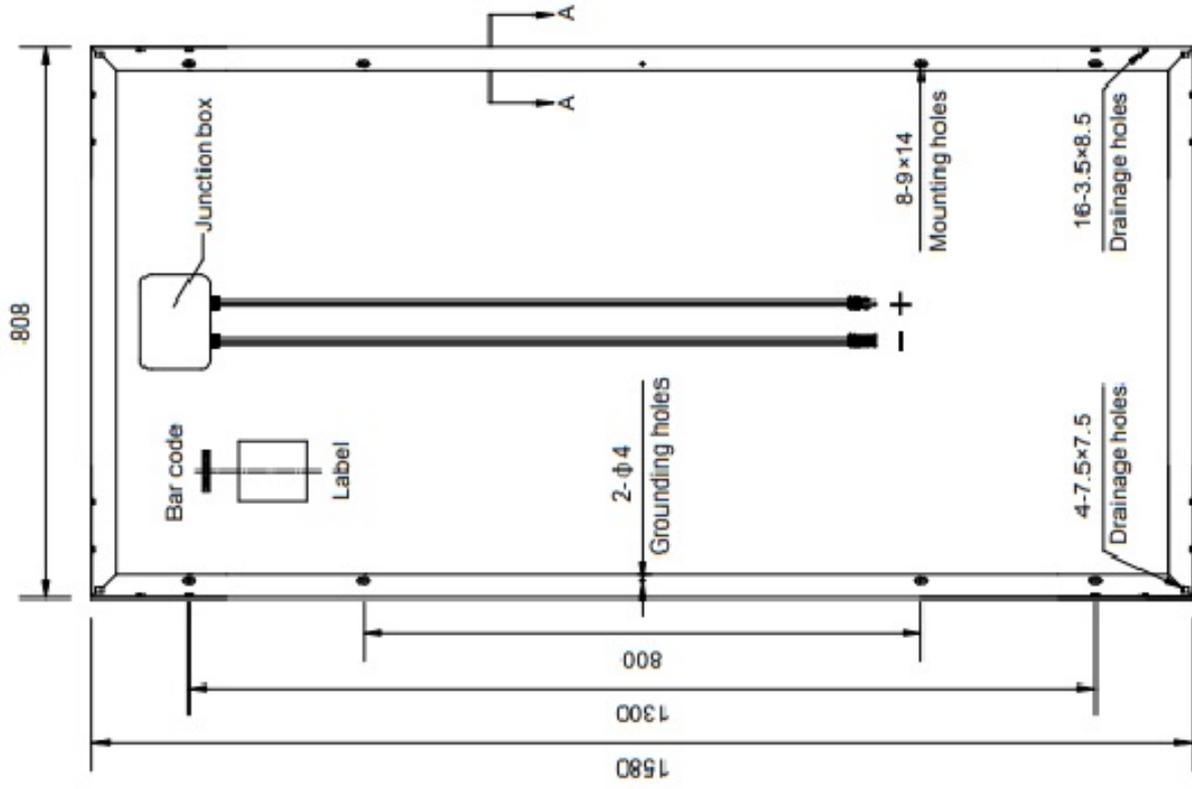
Donde el valor de P representa el precio unitario del módulo. Al ponderarse estos valores, el valor de P será común en todos los casos, teniendo un precio medio, acorde con la gama D. Este rondaría los 220€. Con unas características estándar, una potencia

máxima en condiciones STC de 320W y una eficiencia del 17,5%. Dependiendo de la calidad, estos valores podrían variar un poco así como los resultados de prueba de PID libre o garantías.

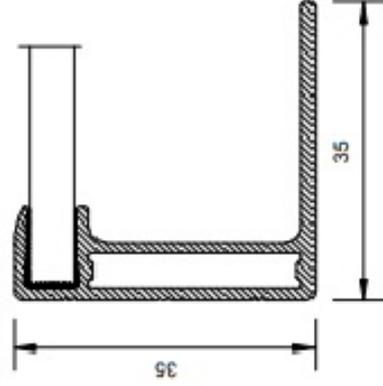
# ANEXO I

# PLANOS



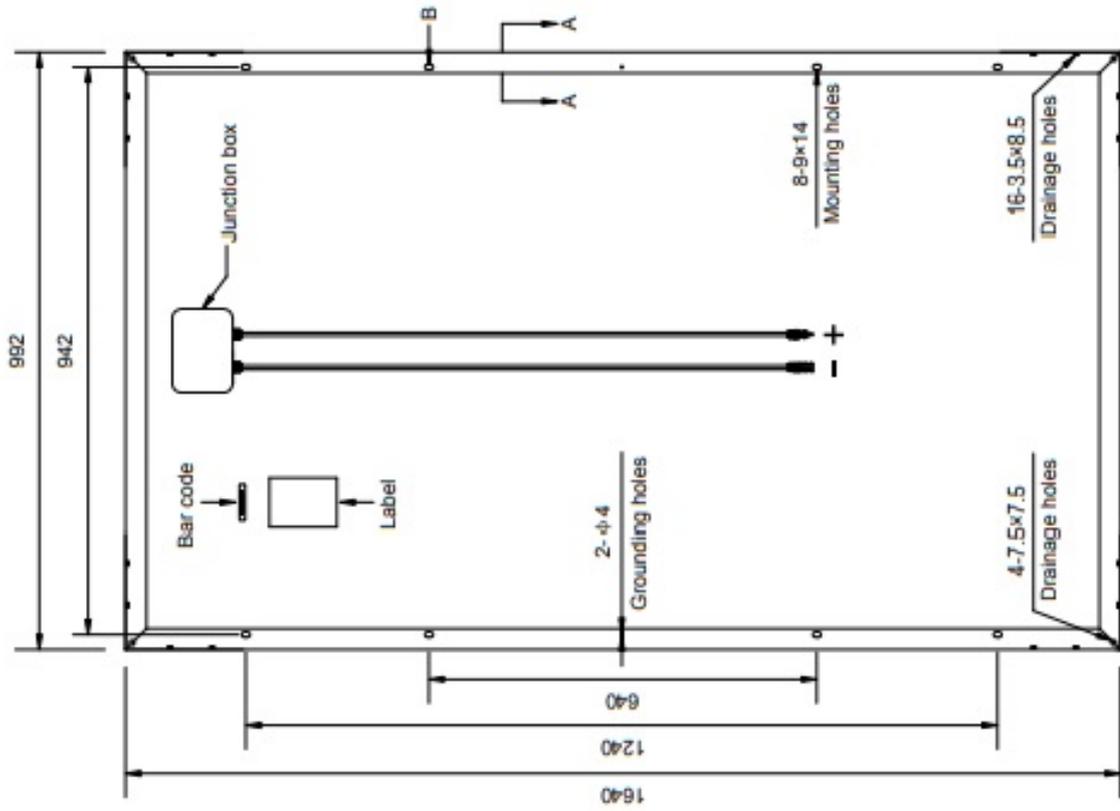


Unit: mm

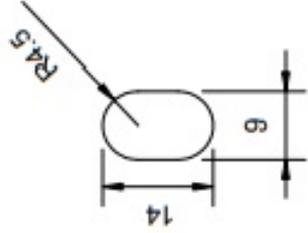


Section A-A

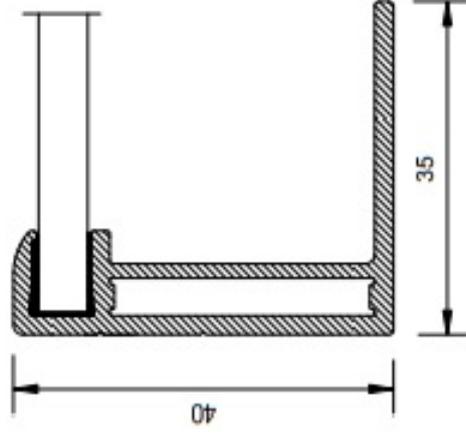
Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Plano Nº: <b>D01</b>
			MARCA: AMERISOLAR MODELO: AS-5M	
			Fecha: DICIEMBRE 2018	



Unit: mm



B



Rear View

Section A-A

Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

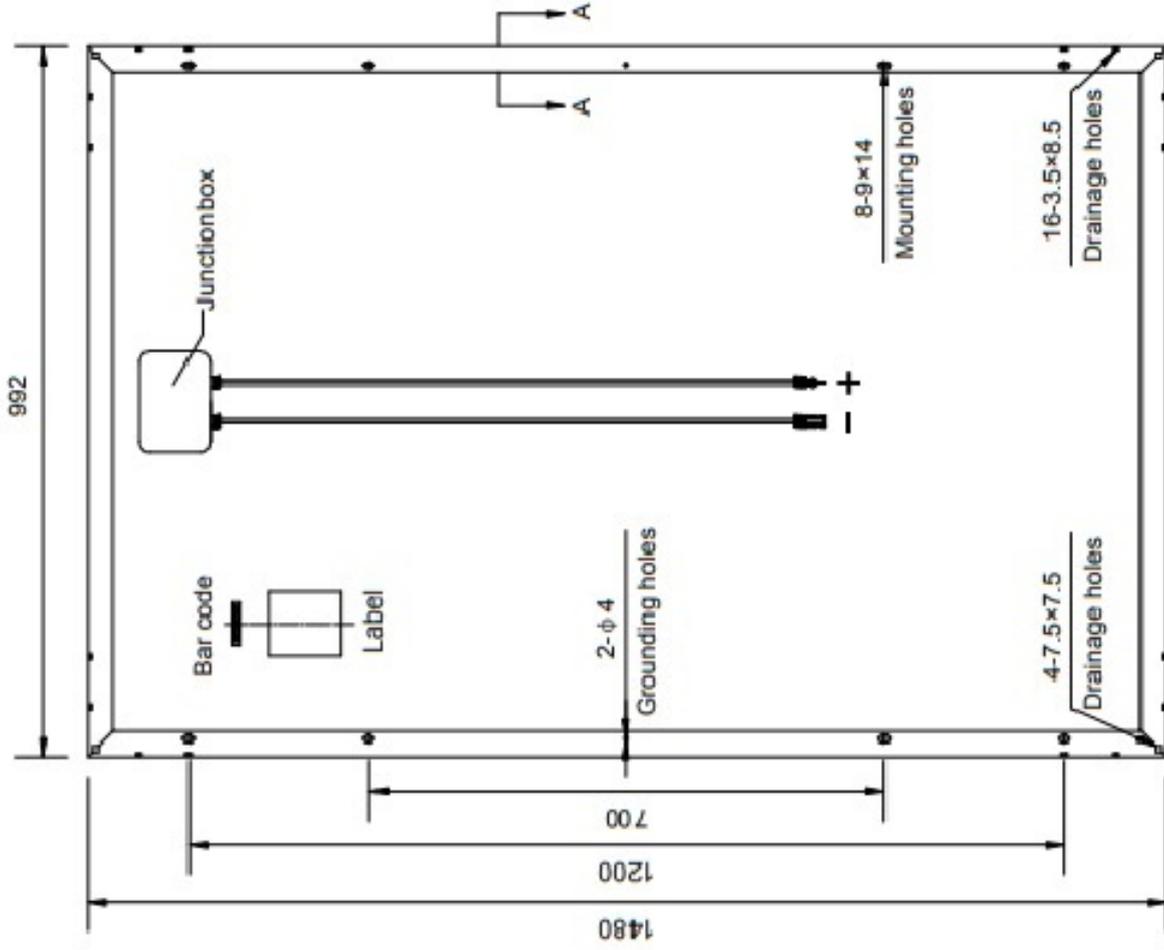
Plano:

MARCA: AMERISOLAR  
MODELO: AS-6M30 PERC

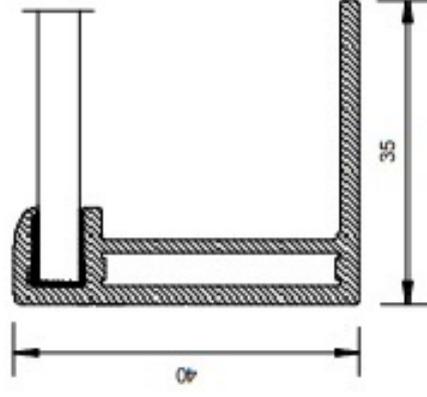
Plano N°:

D02





Unit: mm



Section A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

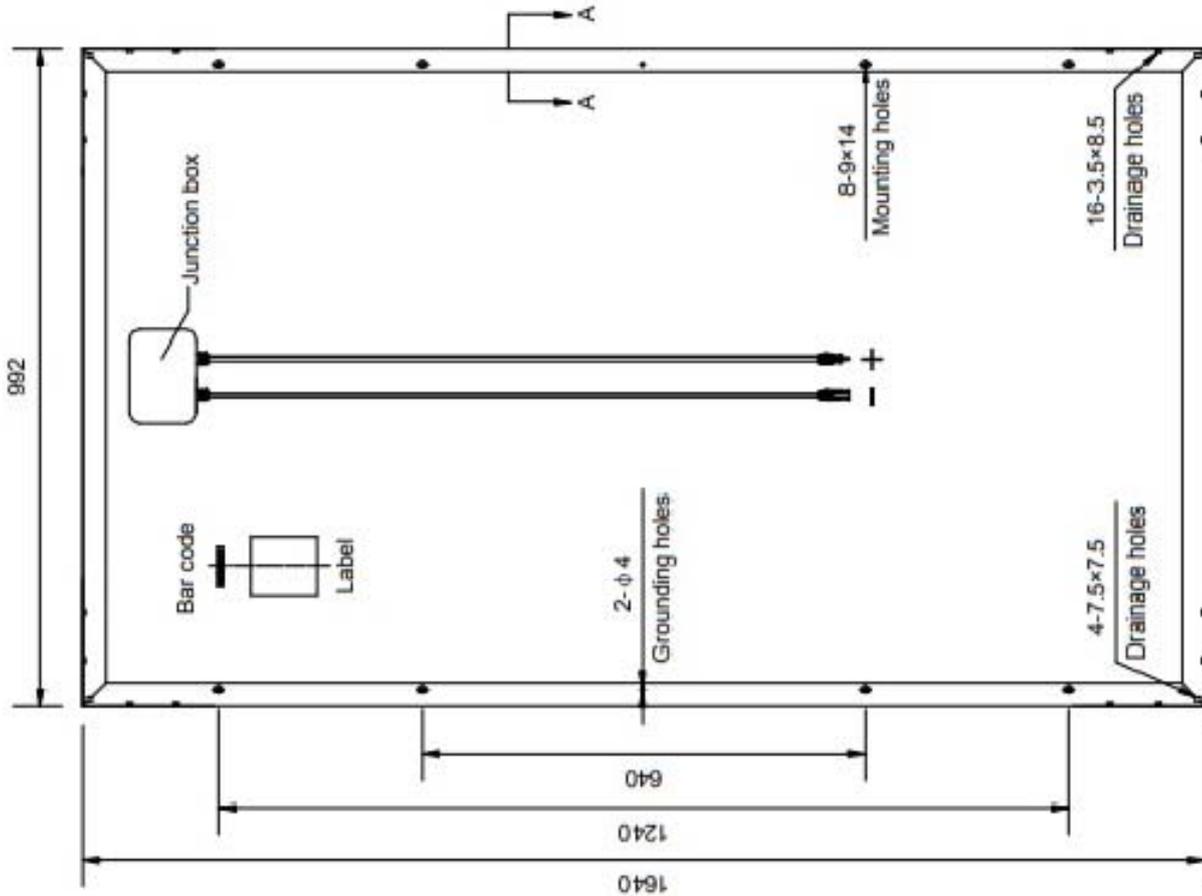
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: AMERISOLAR  
 MODELO: AS-6P27

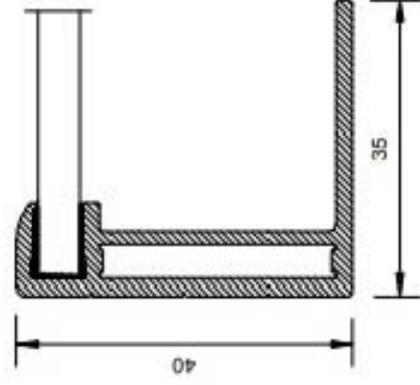
Plano N°:  
**D03**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

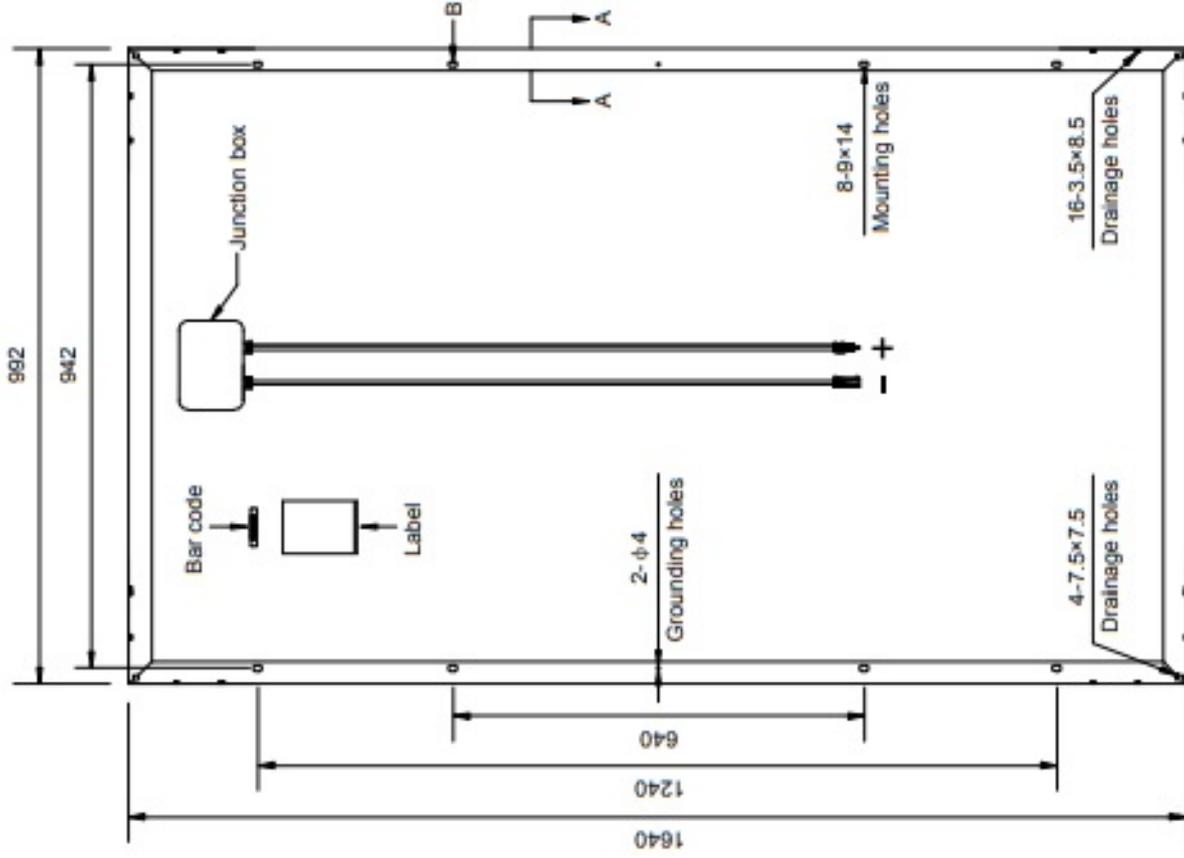


Unit: mm

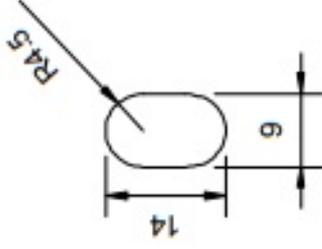


Section A-A

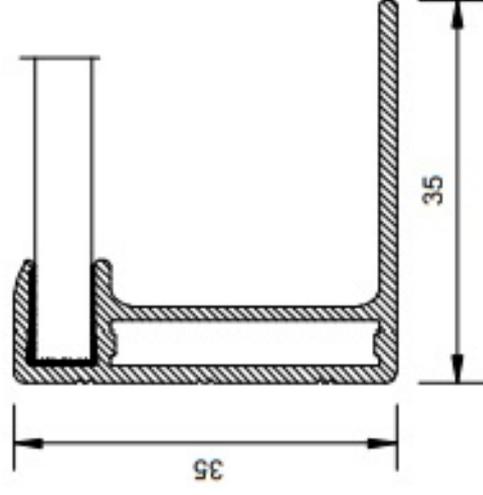
Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> <small>ALUMNO</small>	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano N°: <b>D04</b>
--	---	-----------------------	---	-------------------------



Unit: mm



B



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

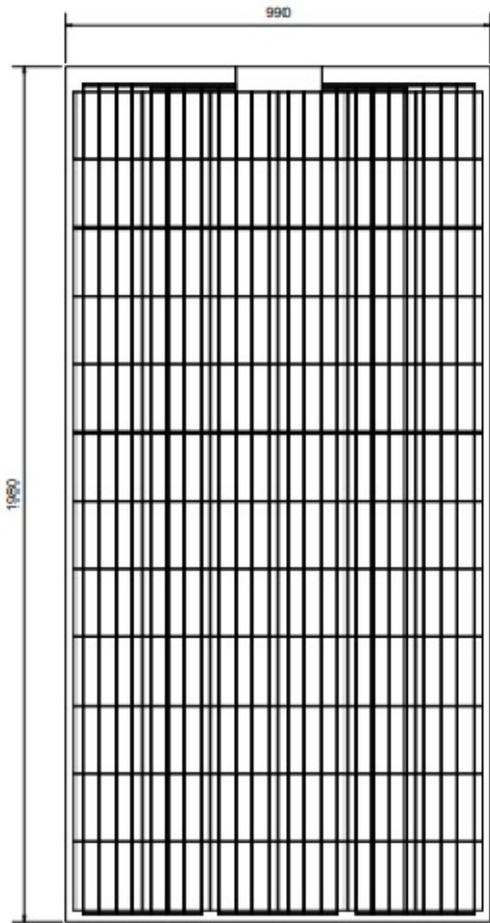
Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

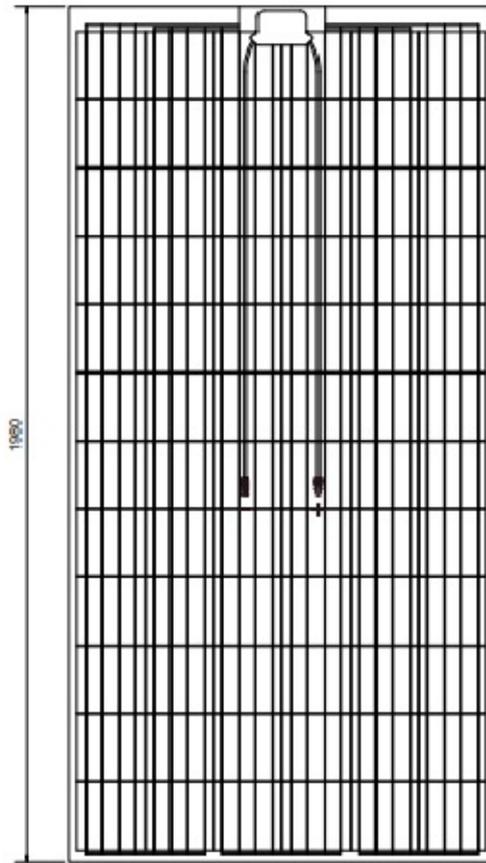
Plano:  
 MARCA: AMERISOLAR  
 MODELO: AS-6P30

Plano N°:

**D05**



Front



Back

Redactor del Proyecto:

**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMINO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

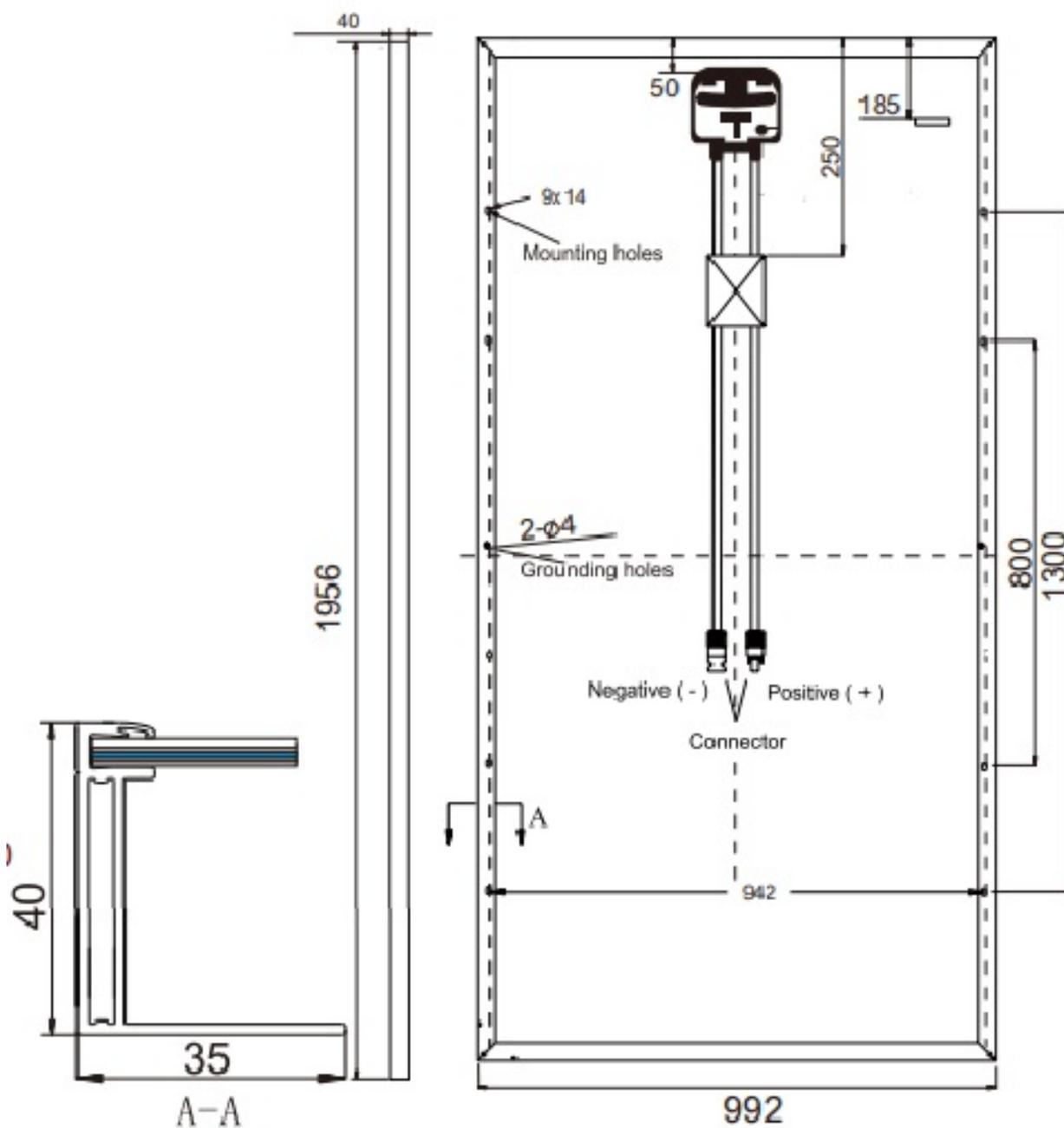
DICIEMBRE 2018

Plano N°:

**D06**

Plano:

MARCA: AMERISOLAR  
MODELO: AS-6P-ET AS-6P-EW



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

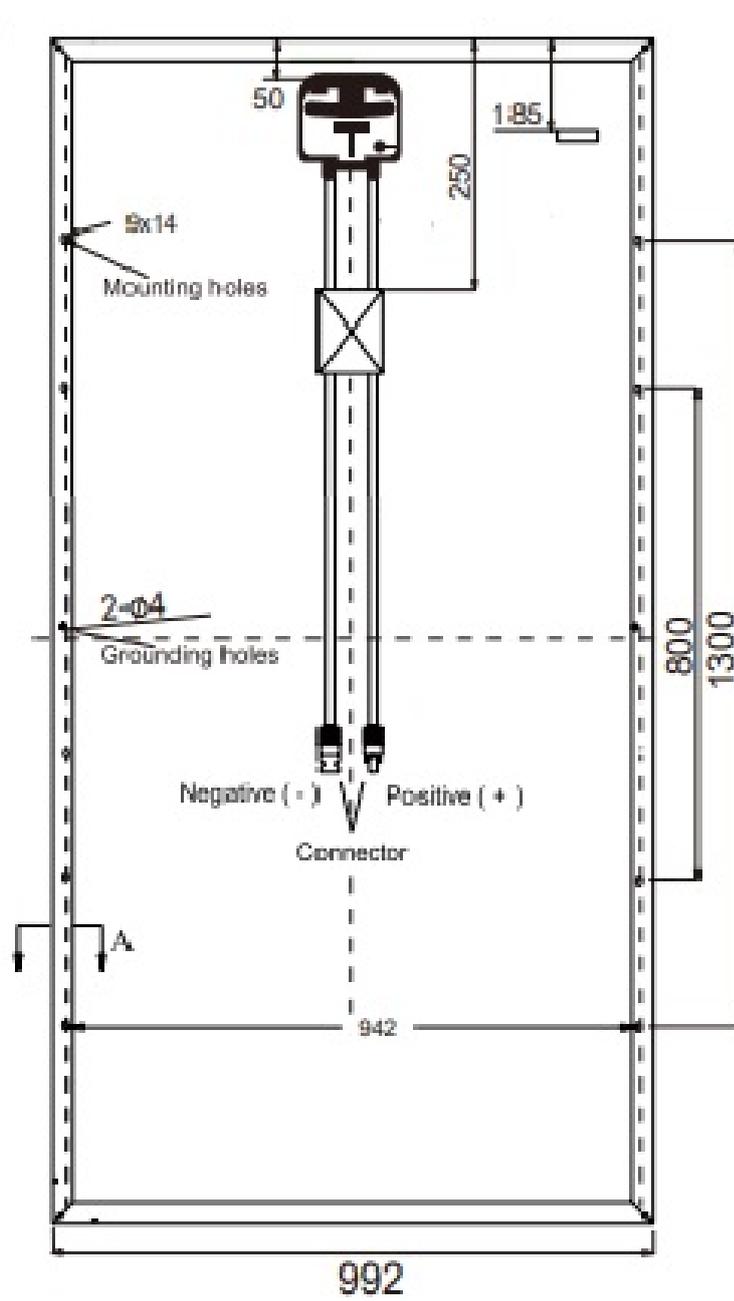
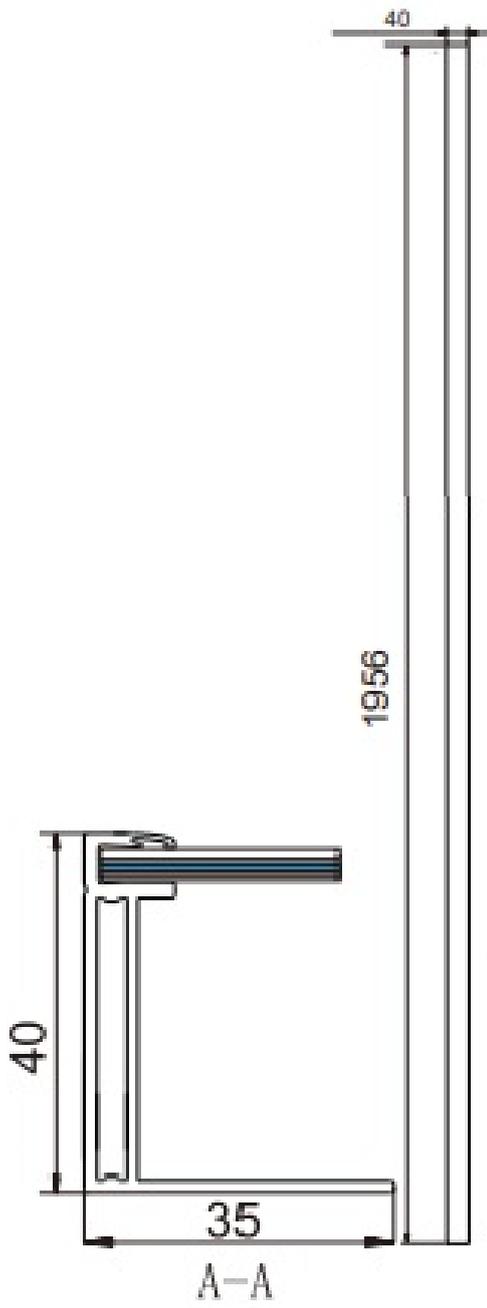
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: BOVIET  
 MODELO: BVM6612M

Plano N°:  
**D07**



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO

Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

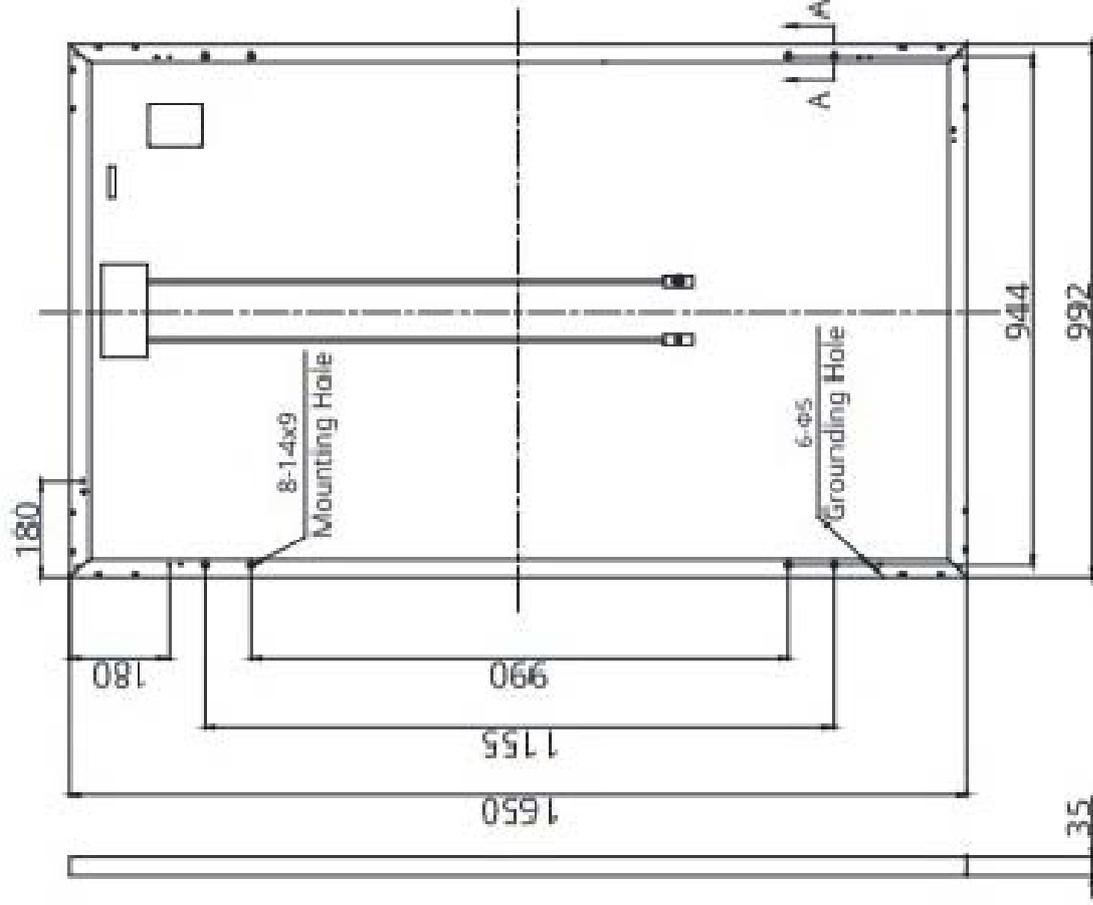
Situación:  
ALMERIA

Escala:  
VARIAS  
Fecha:  
DICIEMBRE 2018

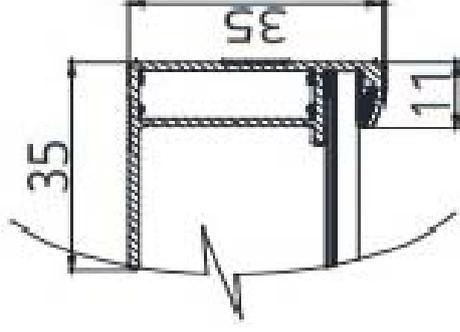
Plano:  
MARCA: BOVIET  
MODELO: BVM6612P

Plano N°:  
**D08**

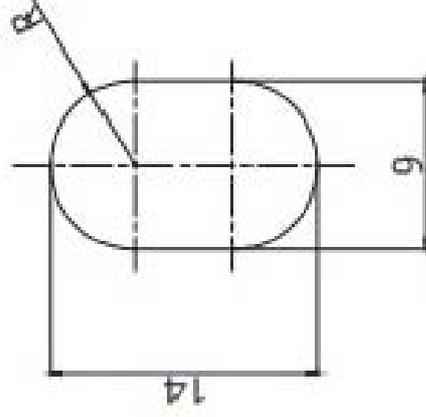
# Rear View



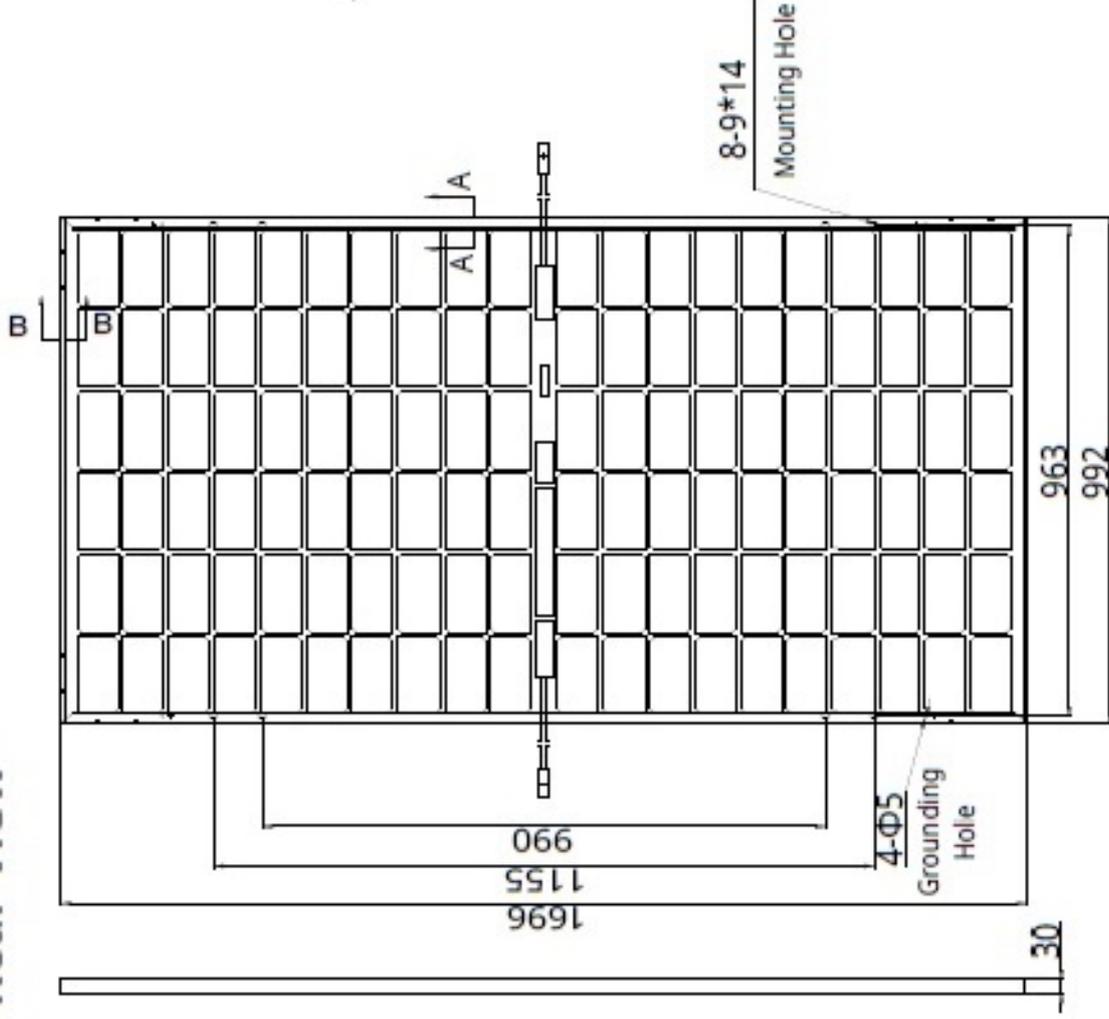
# Frame Cross Section A-A



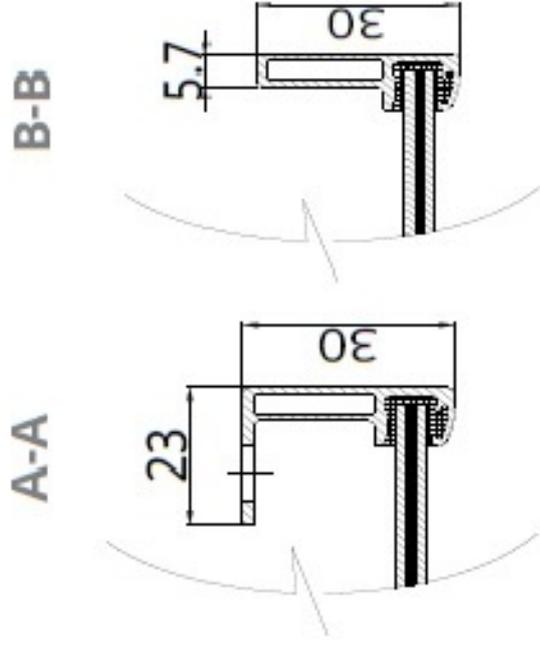
# Mounting Hole



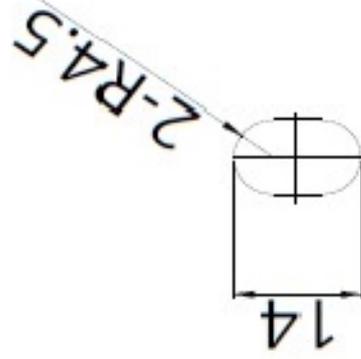
# Rear View



# Frame Cross Section

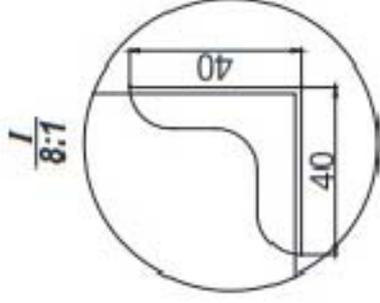
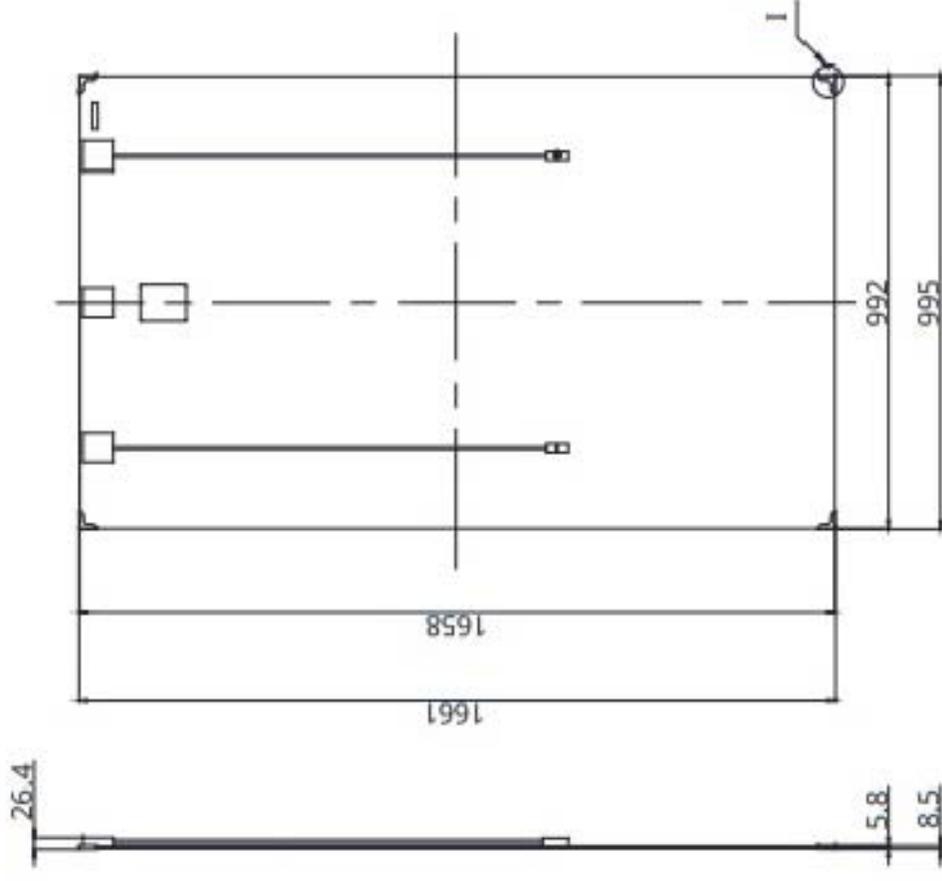


# Mounting Hole



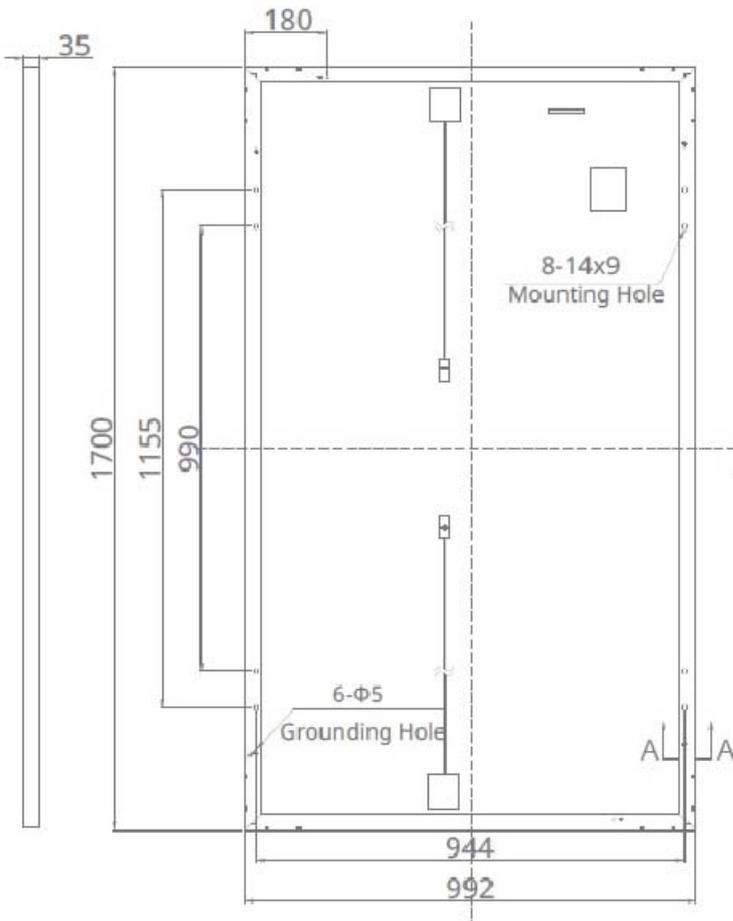
# ENGINEERING DRAWING (mm)

## Rear View

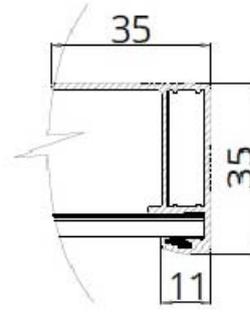


## Corner Protector Detail

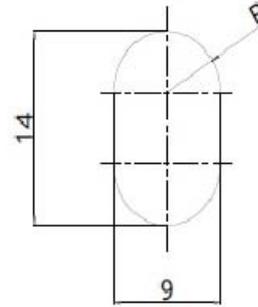
### Rear View



### Frame Cross Section



### Mounting Hole



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

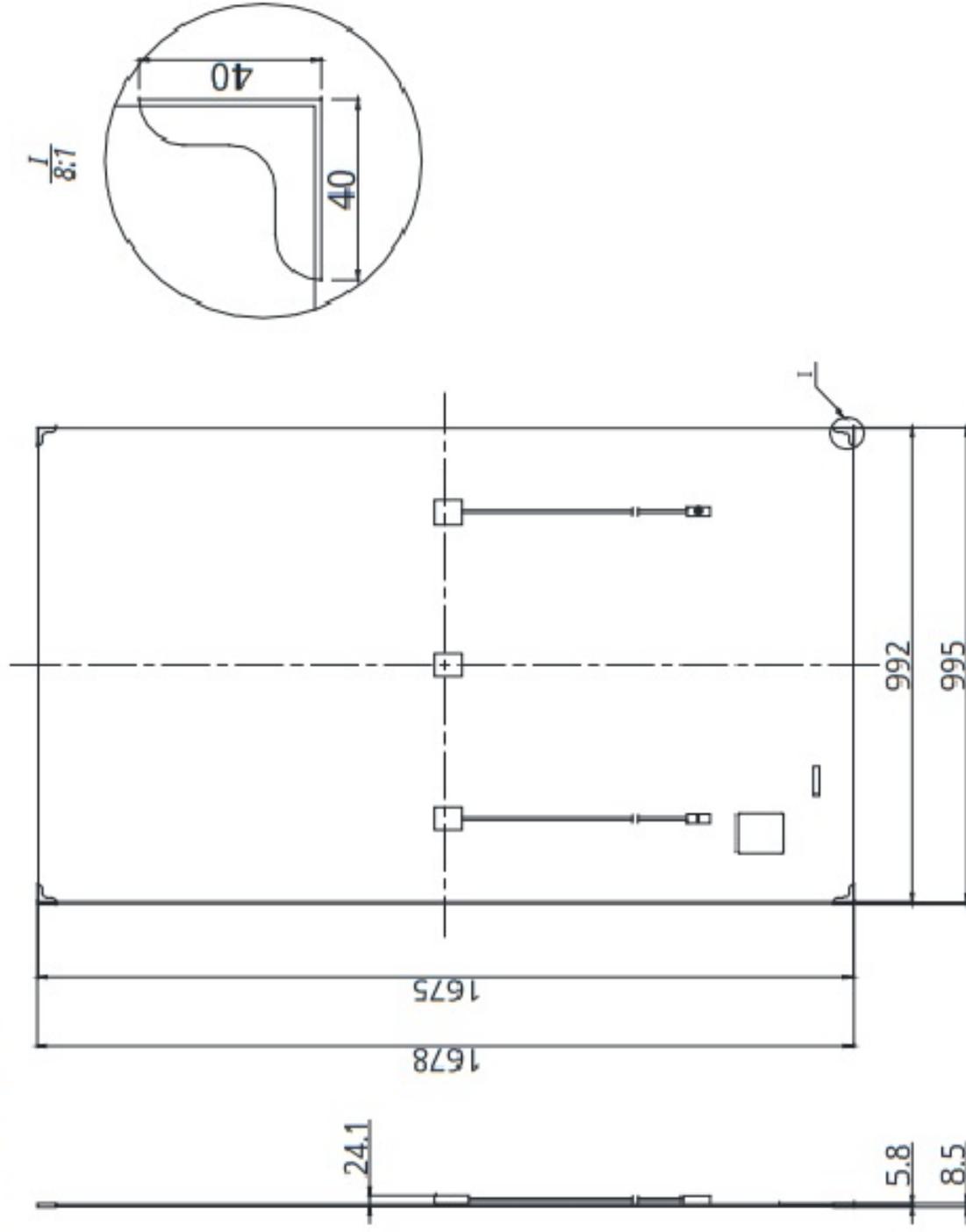
Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: CANADIAN SOLAR  
 MODELO: HIDM

Plano N°:  
**D12**

# Rear View



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO



Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
ALMERIA

Escala:  
VARIAS

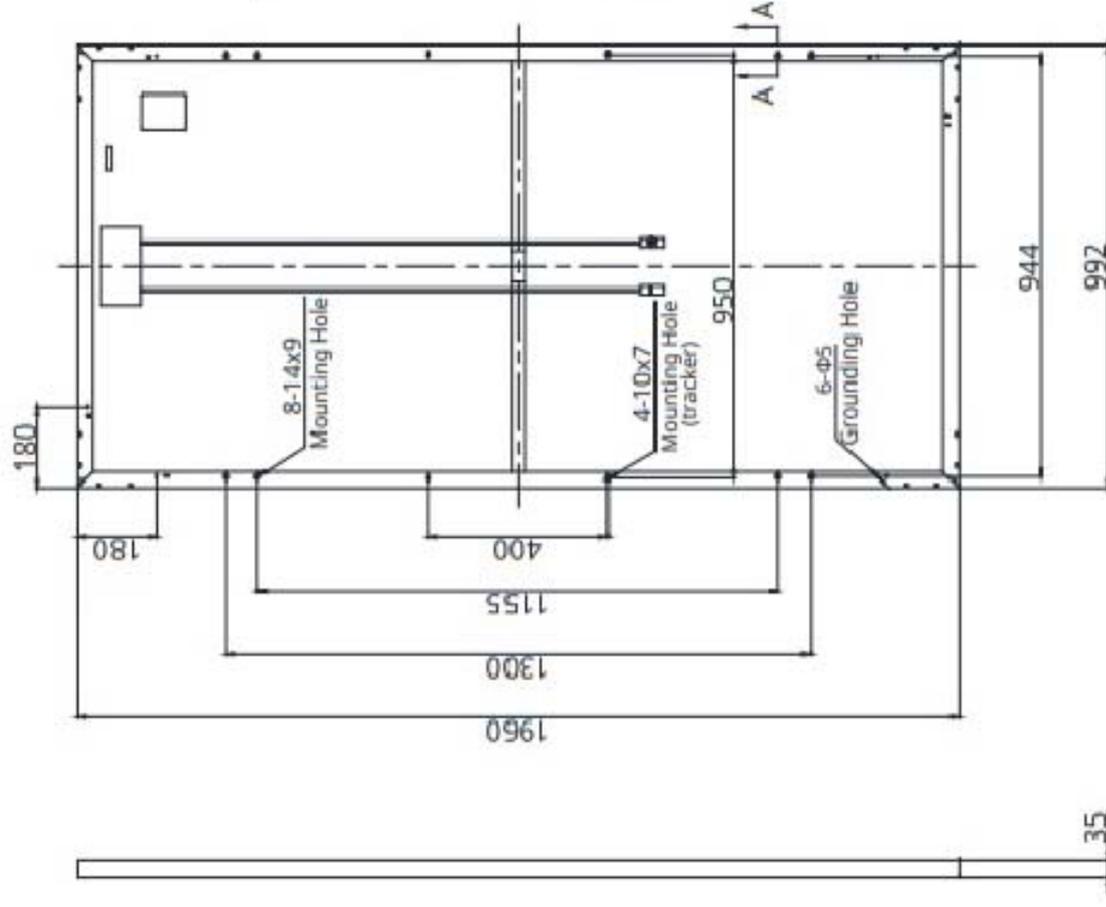
Fecha:  
DICIEMBRE 2018

Plano:  
MARCA: CANADIAN SOLAR  
Ku Modules

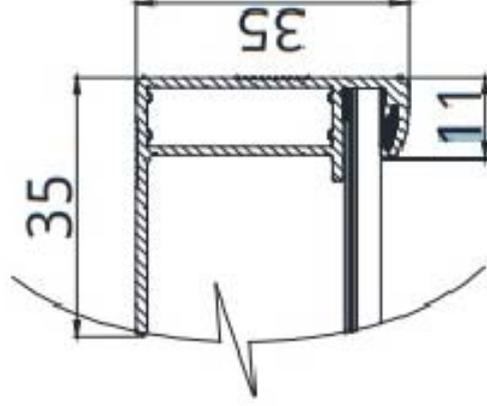
Plano N°:

**D13**

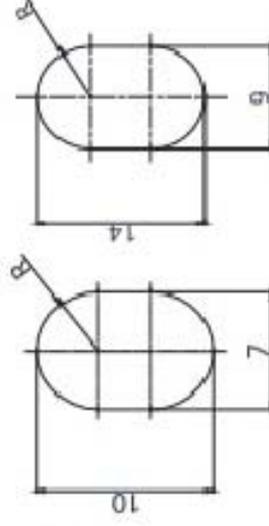
# Rear View



# Frame Cross Section A-A



# Mounting Hole



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

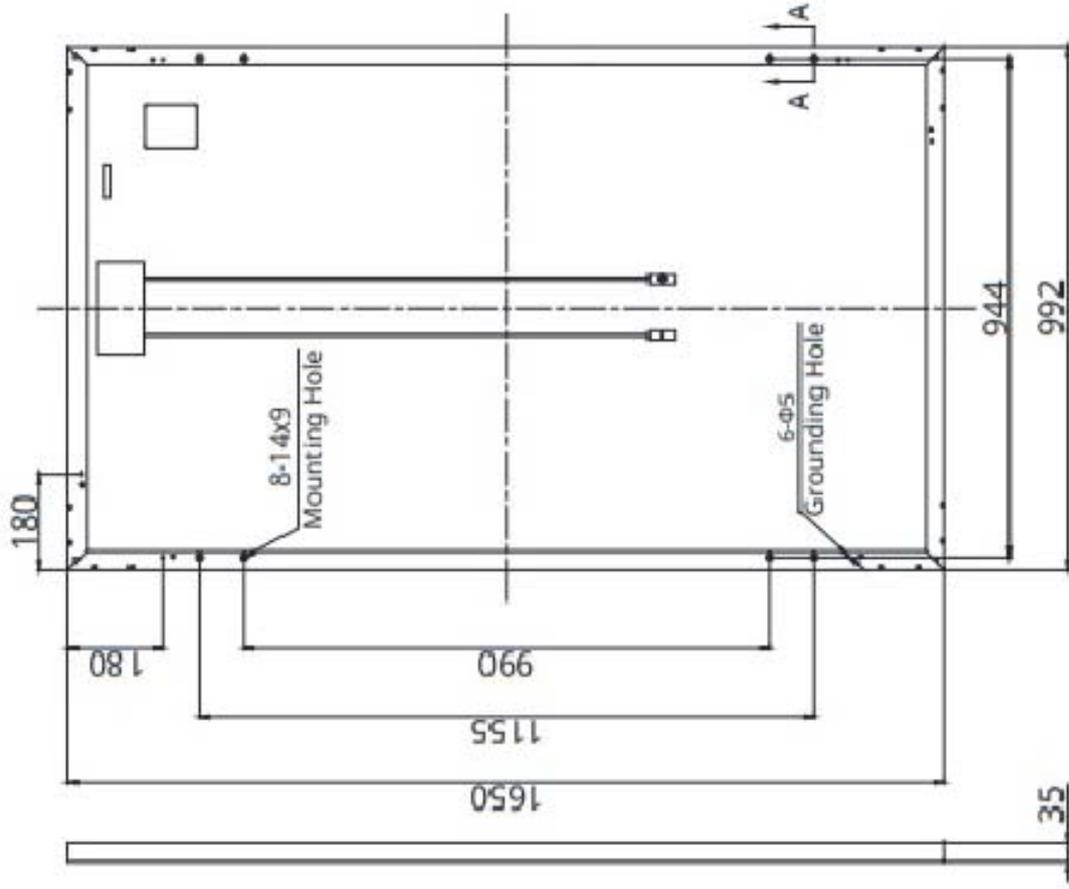
Plano:  
 MARCA: CANADIAN SOLAR  
 MODELO: MAXPOWER

Plano N°:  
**D14**

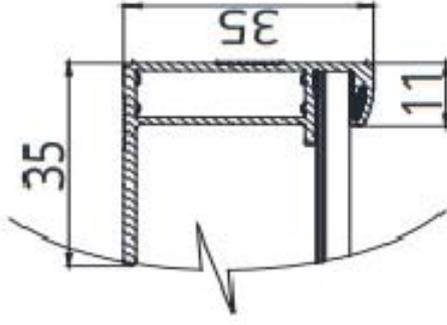


UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

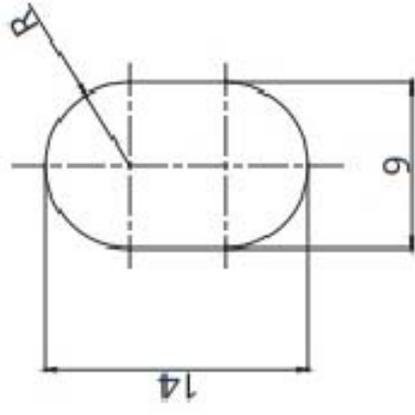
# Rear View

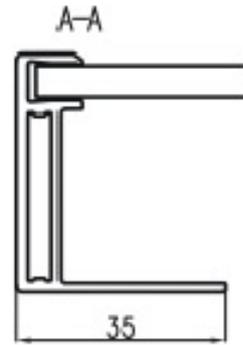
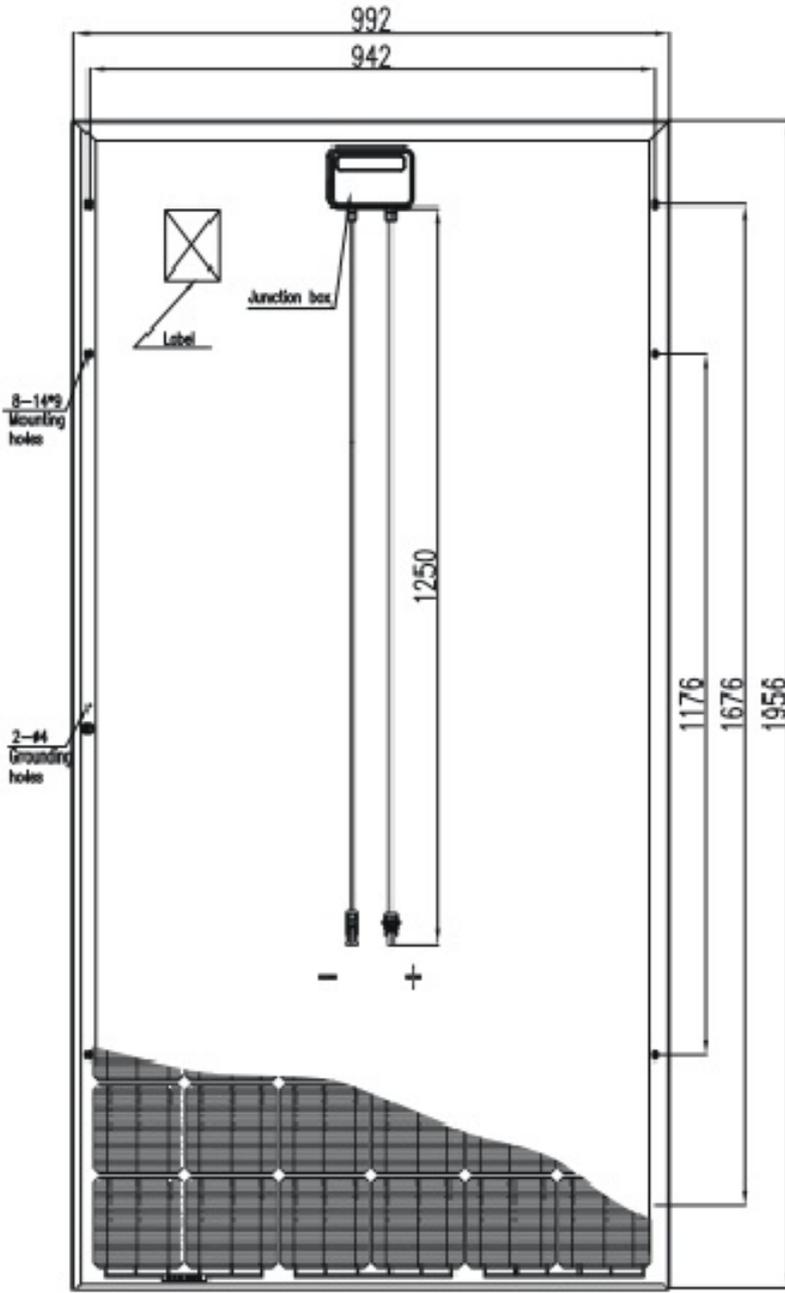


# Frame Cross Section A-A

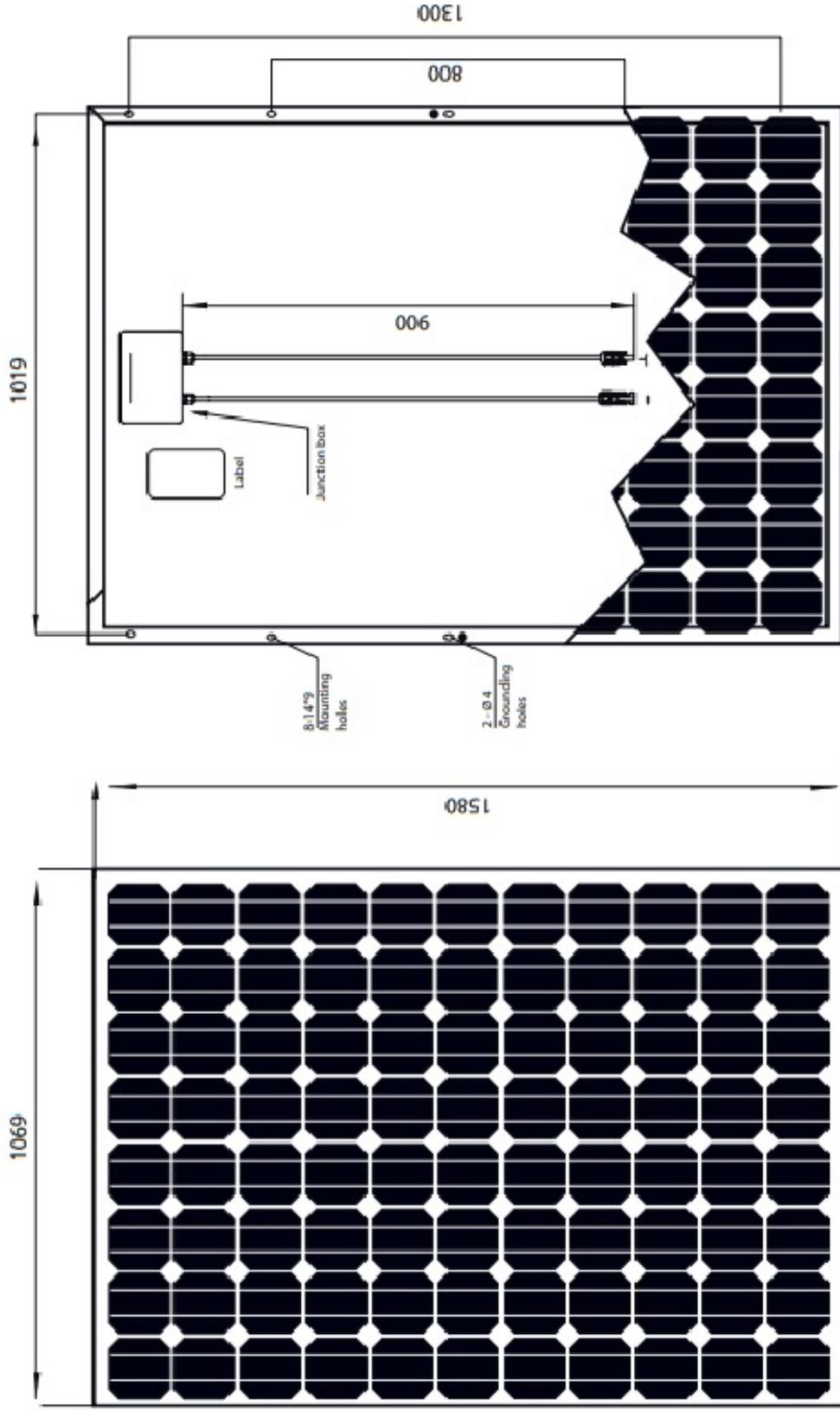


# Mounting Hole





Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMINO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: MARCA: EXIOM MODELO: EX72M	Plano N°: <b>D16</b>
--	---	-----------------------	---	---	-------------------------



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMINO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

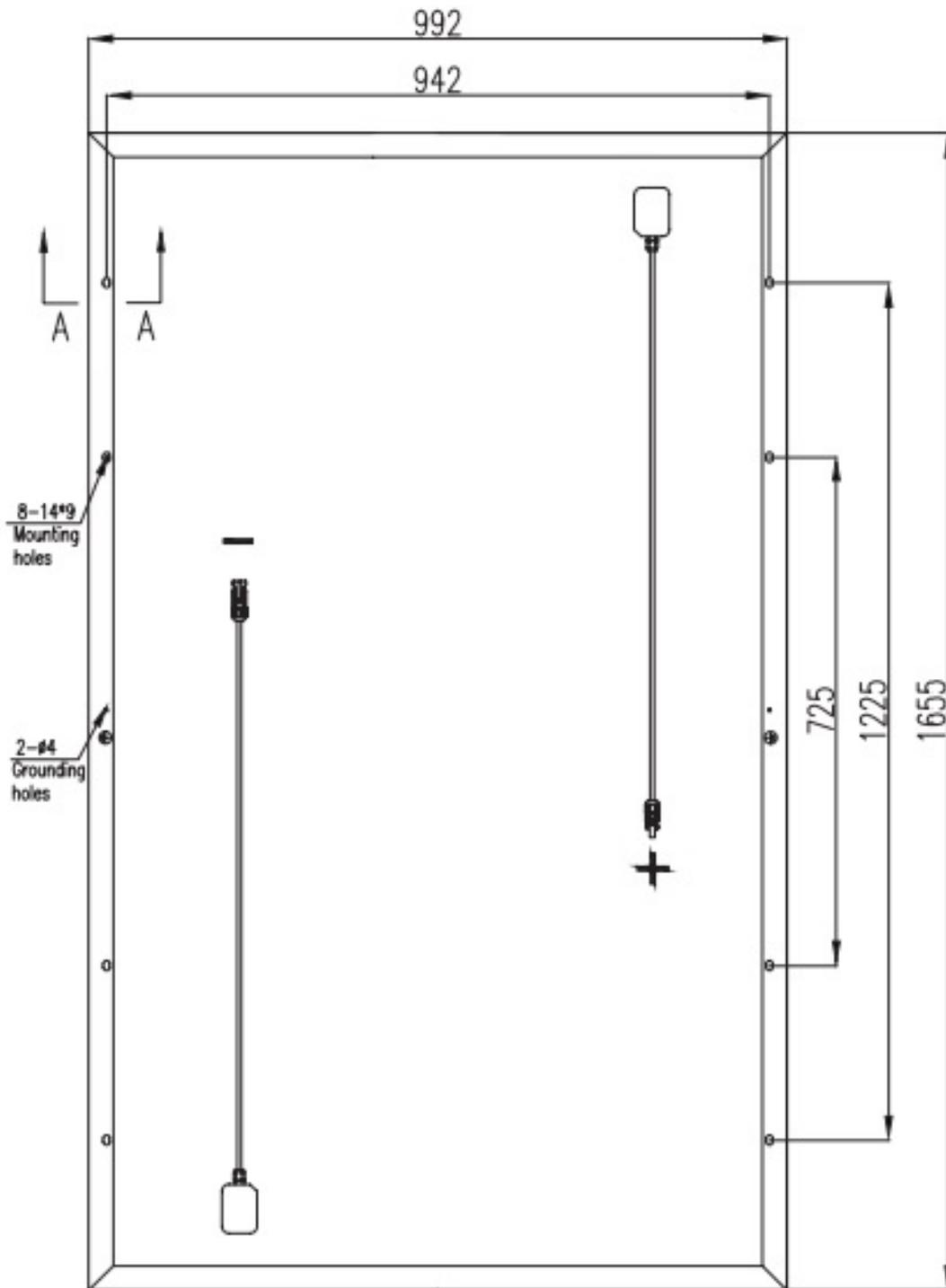
DICIEMBRE 2018

Plano:

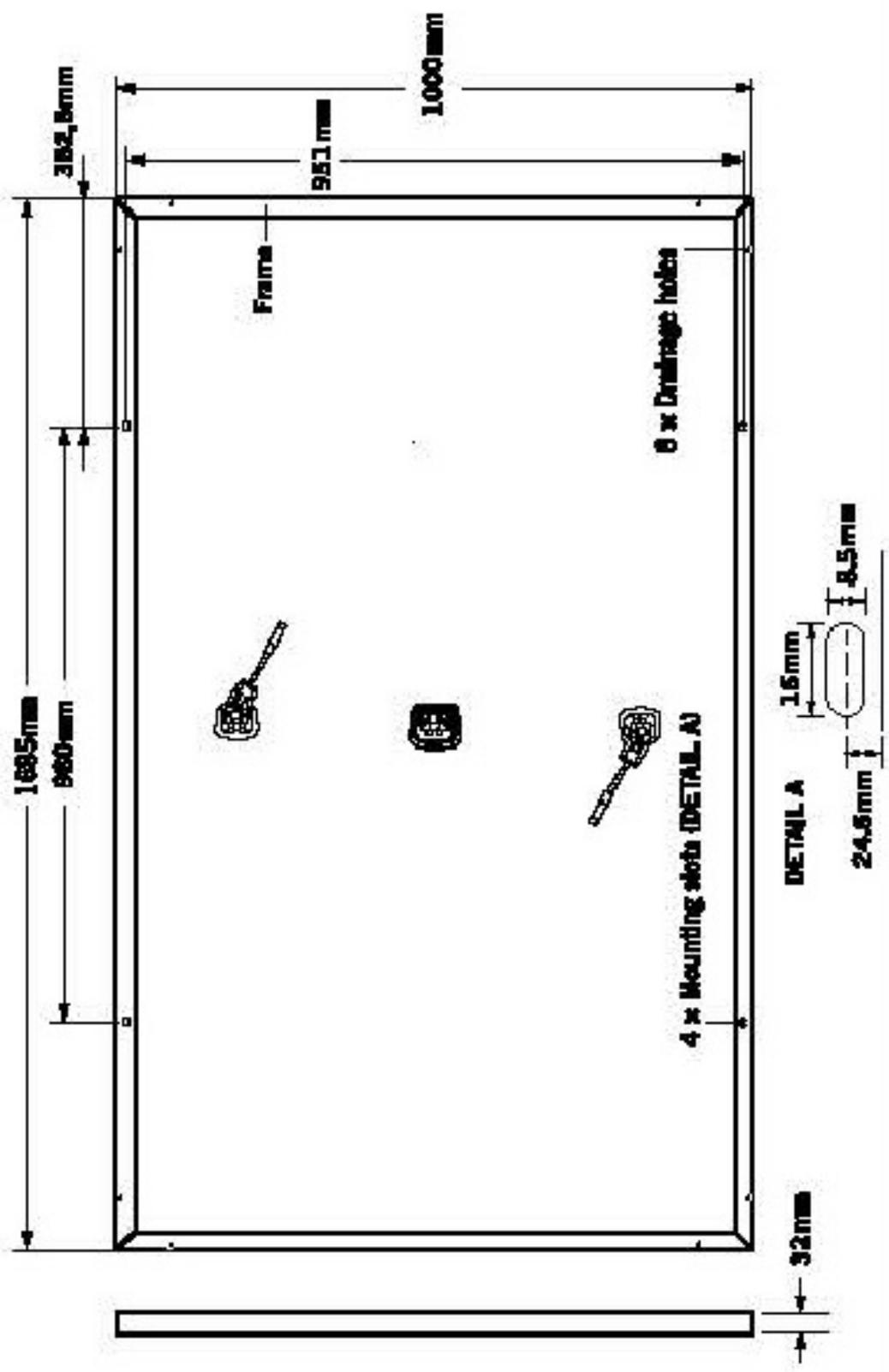
MARCA: EXIOM  
MODELO: 3X72M

Plano N°:

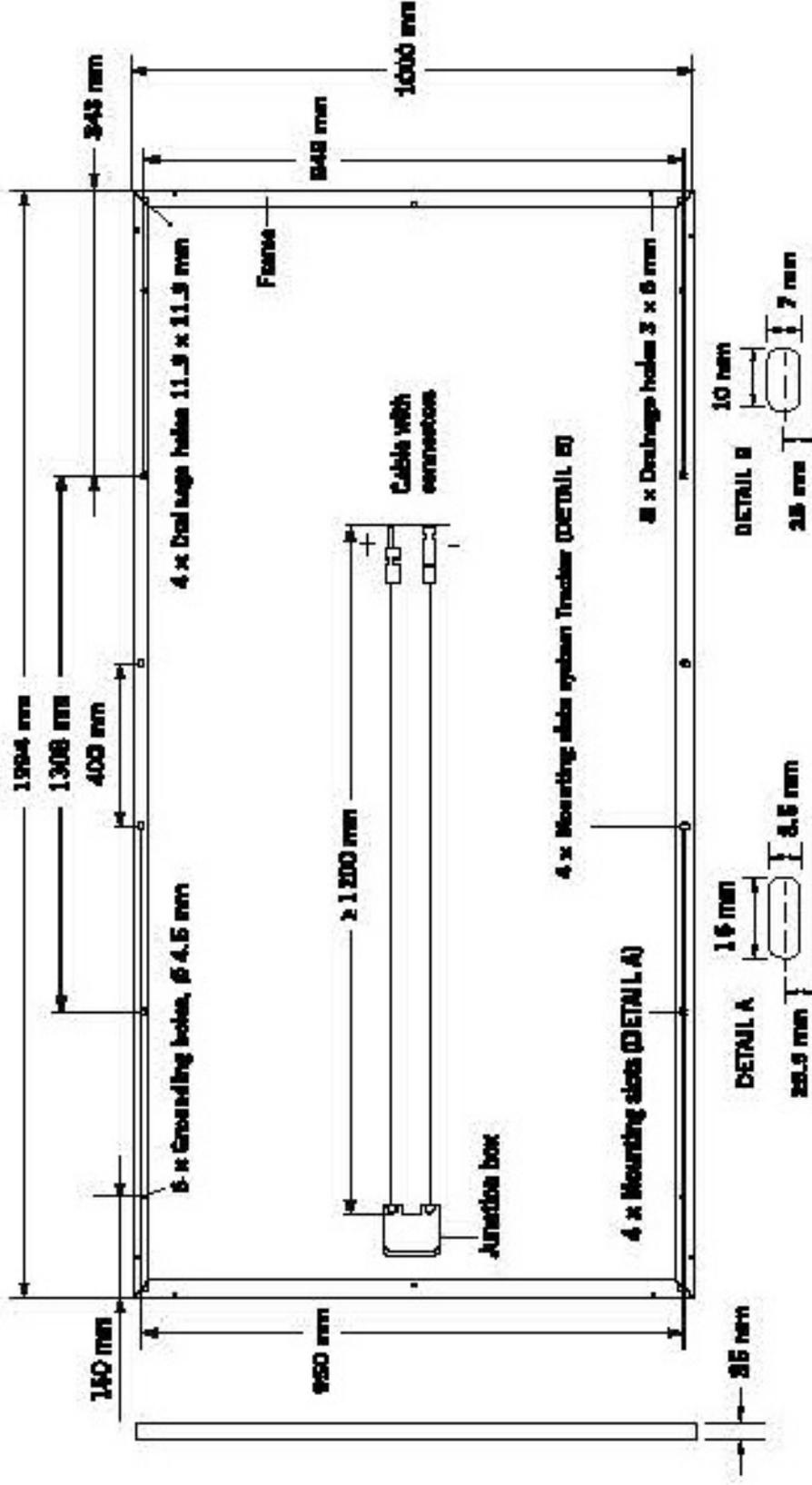
D17

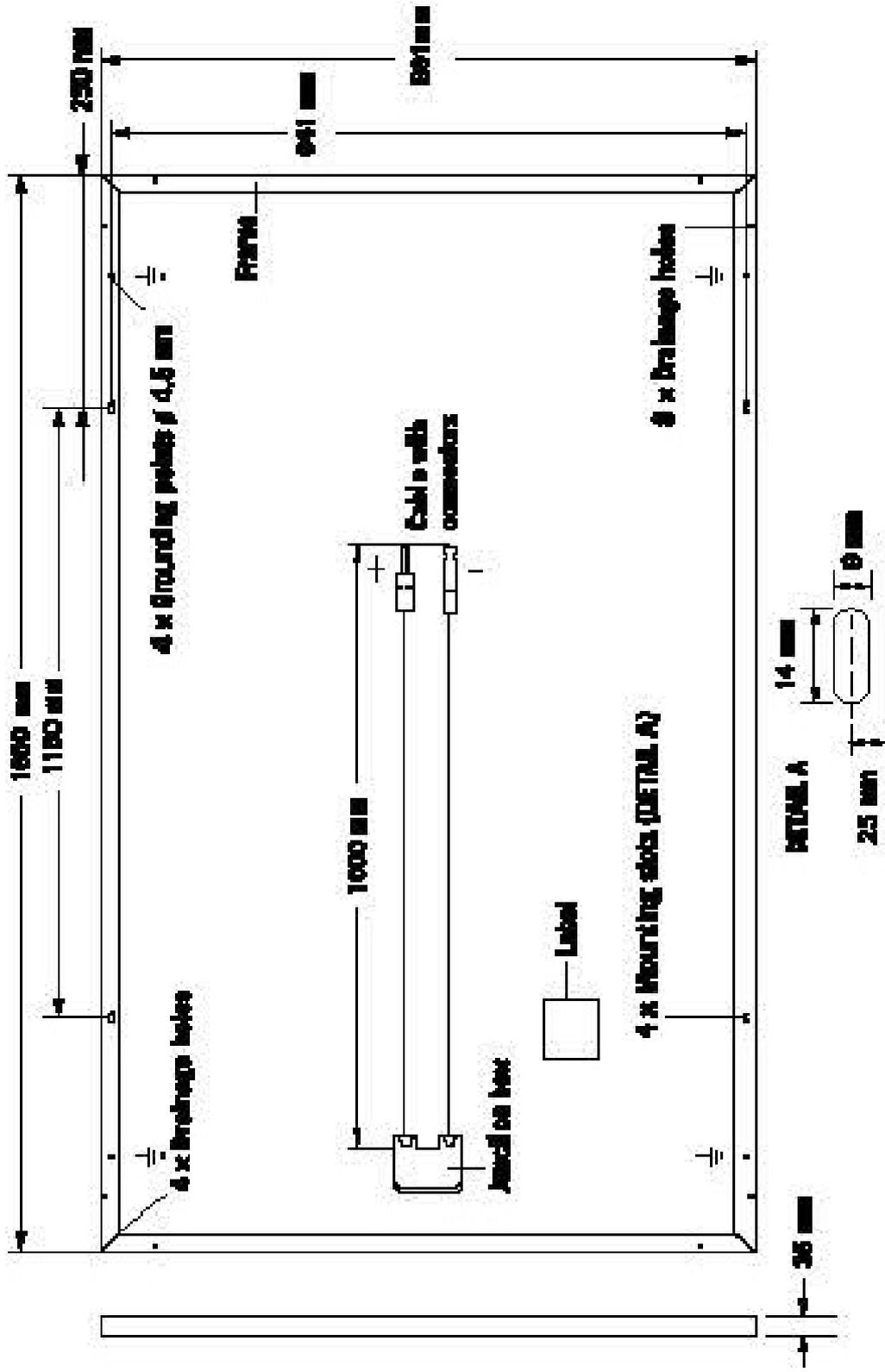


Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMINO	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Plano: MARCA: EXIOM MODELO: EX120M	Plano N°: <b>D18</b>
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Fecha: DICIEMBRE 2018			



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> <small>ALUMNO</small>	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano N°: <b>D19</b>
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Pliego: MARCA: HANWHA Q CELL MODELO: Q-PEAK DUO-G5	 UNIVERSIDAD DE ALMERIA	





Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

Plano N°:

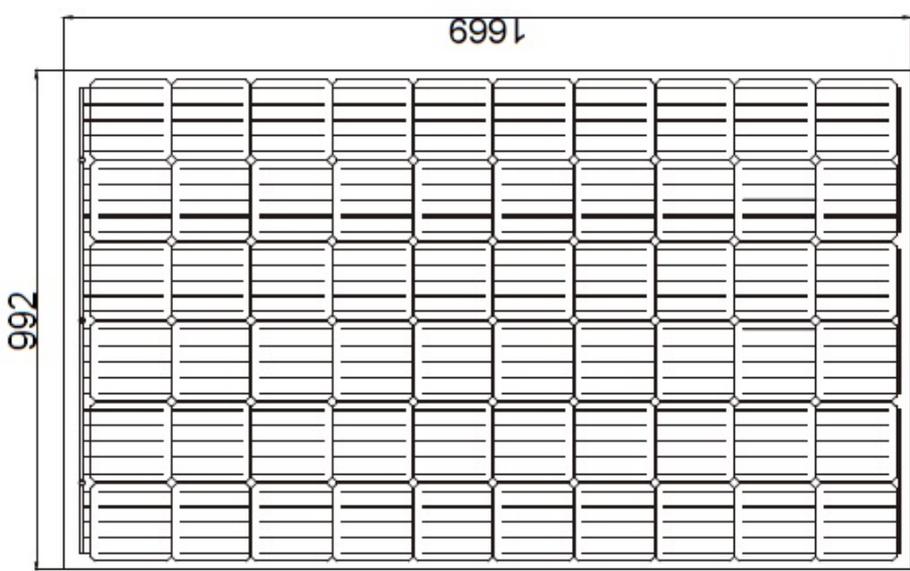
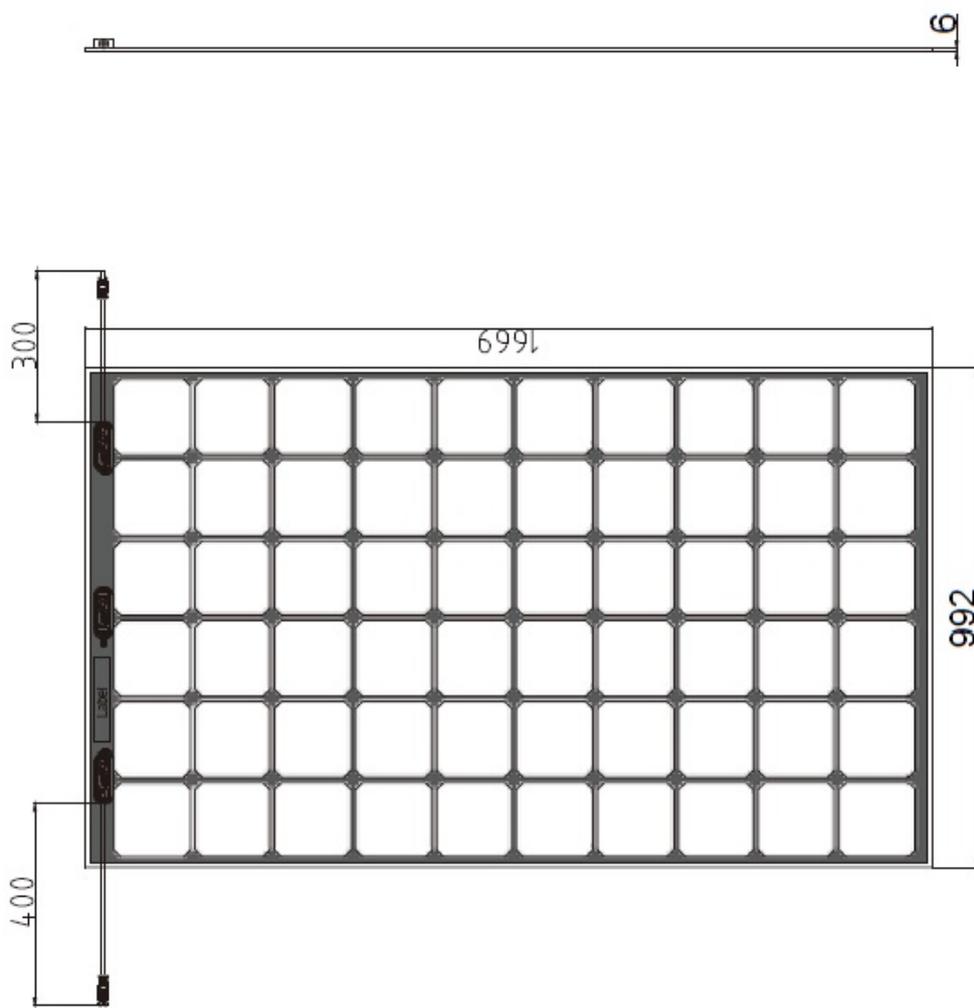
D21

Plano:

MARCA: HANWHA Q CELL  
MODELO: Q.PRIME-G5

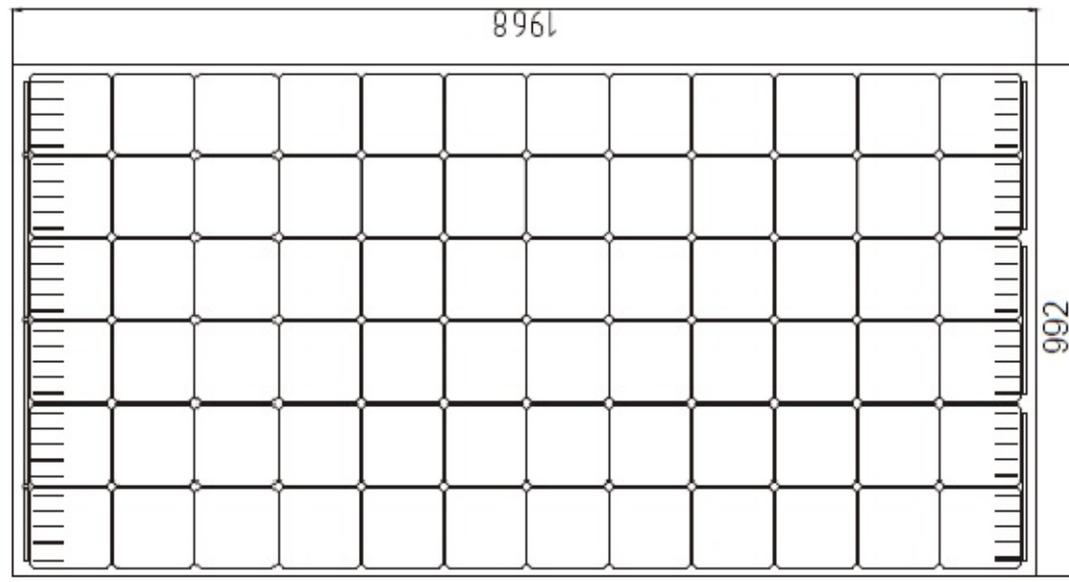
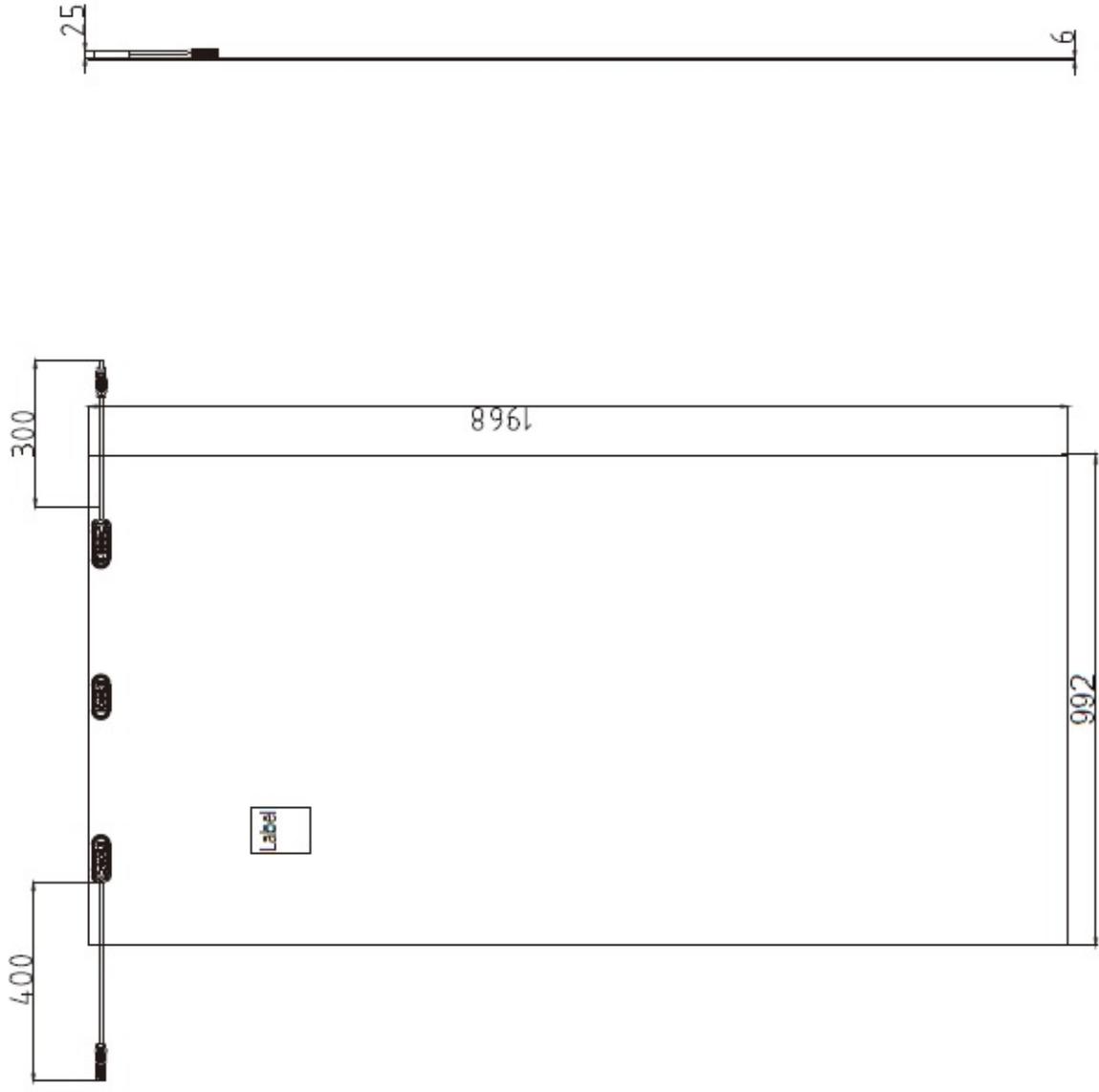


UNIVERSIDAD DE ALMERIA



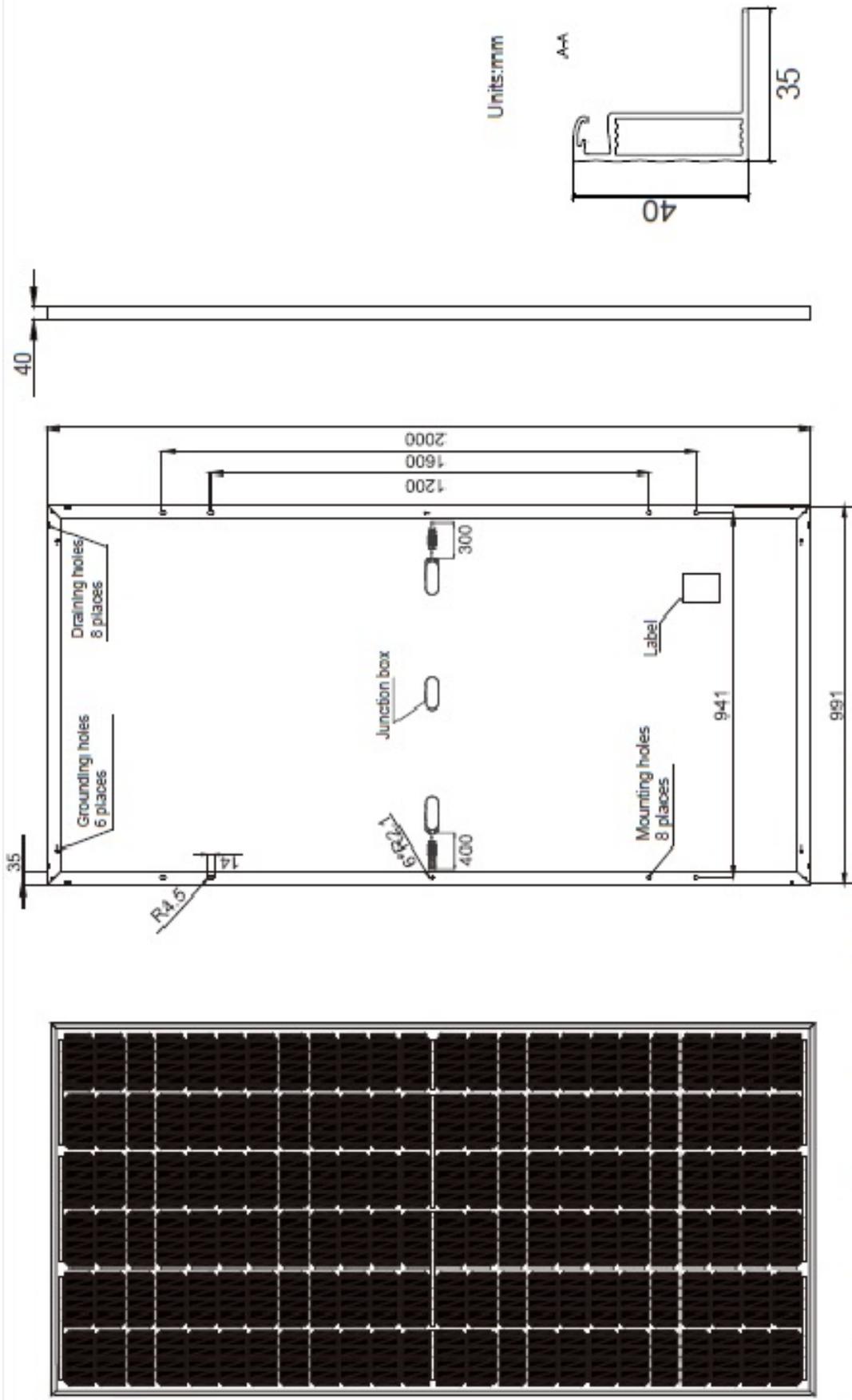
Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> <small>ALUMNO</small>	Situación: <b>ALMERIA</b>	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Escala: <b>VARIAS</b> Fecha: <b>DICIEMBRE 2018</b>	Plano N°: <b>D22</b>
--	------------------------------	---	---	-------------------------





Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano Nº: <b>D23</b>
---	---	-----------------------	---	-------------------------





Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

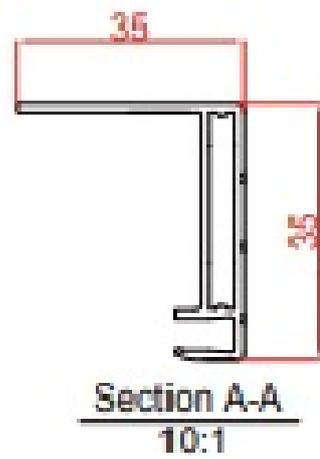
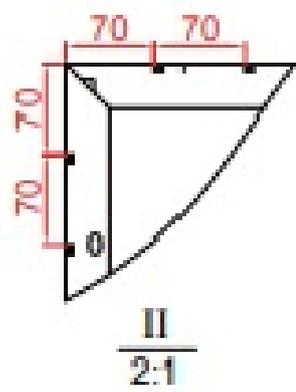
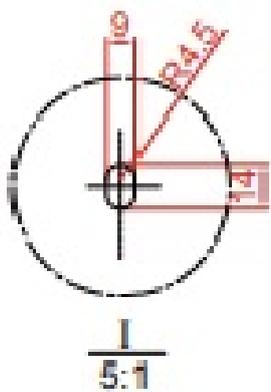
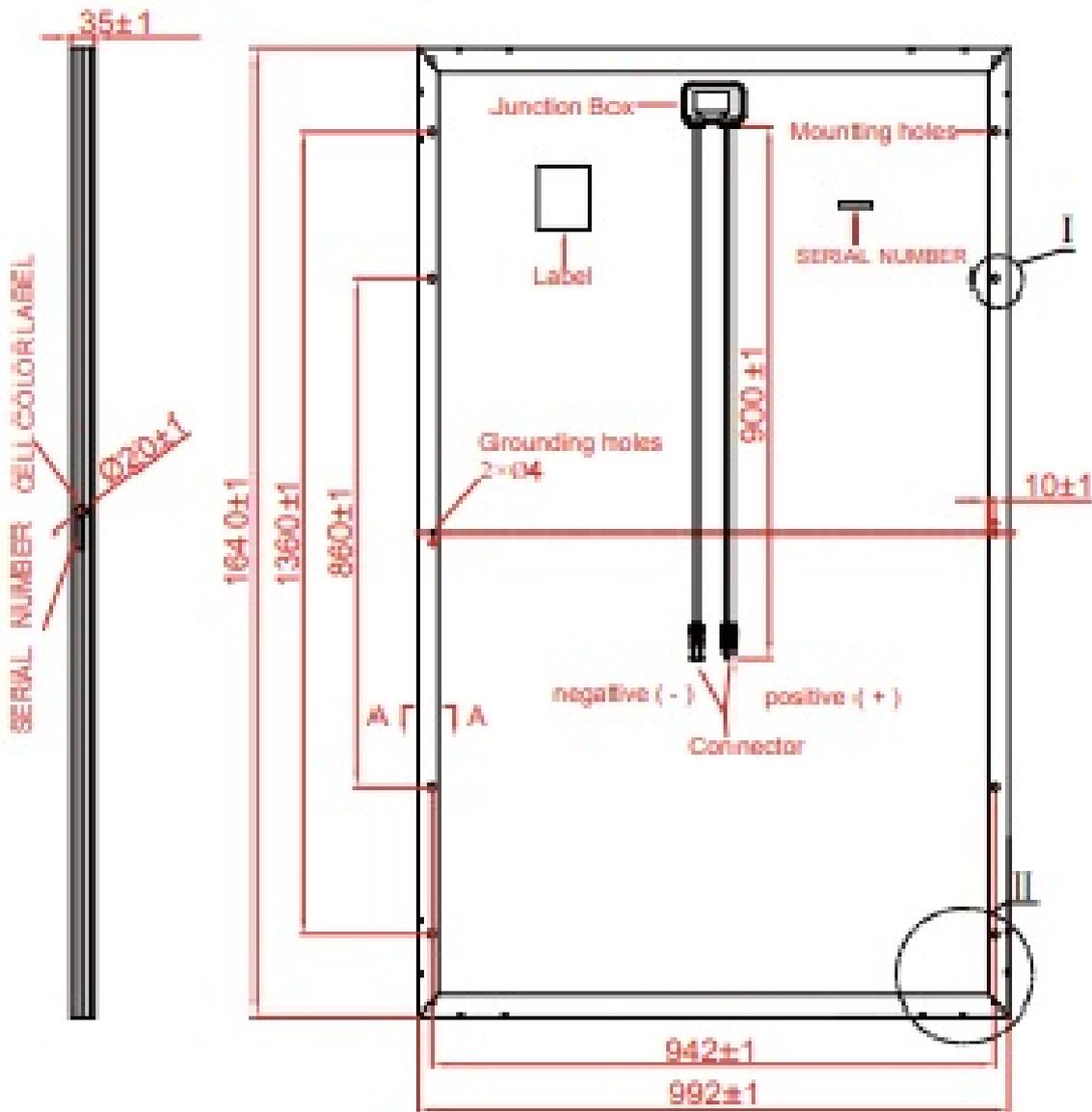
Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano Nº:  
**D24**  
 Placo:  
 MARCA: JA SOLAR  
 MODELO: HALF-CELL MODULE



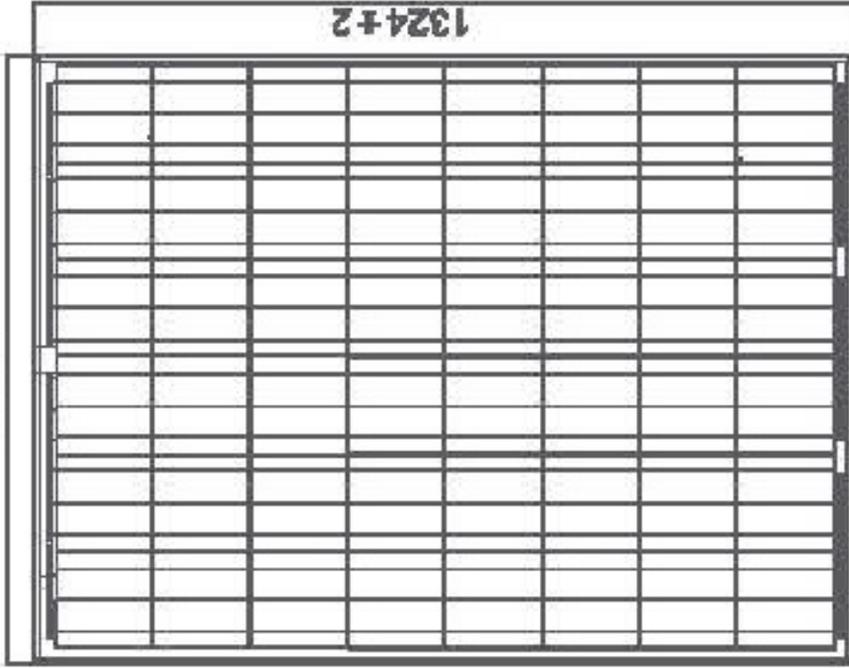
UNIVERSIDAD DE ALMERIA



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Plano N°: <b>D25</b>
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Fecha: DICIEMBRE 2018	MARCA: JA SOLAR MODELO: STANDARD MODULE	



992 ± 2



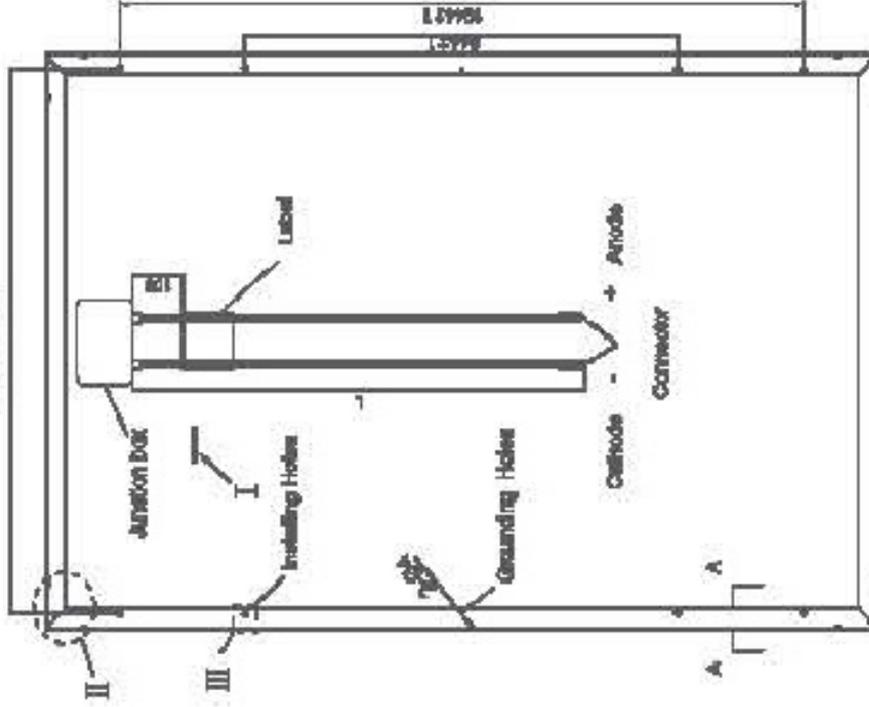
Front

H ± 0.5



Side

942 ± 2



Back

Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

NOVIEMBRE 2018

Plano N°:

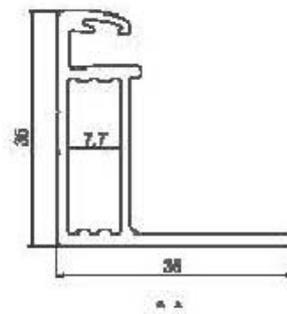
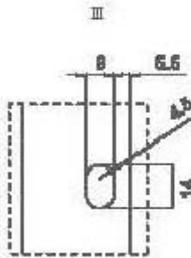
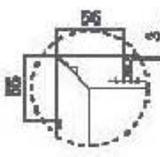
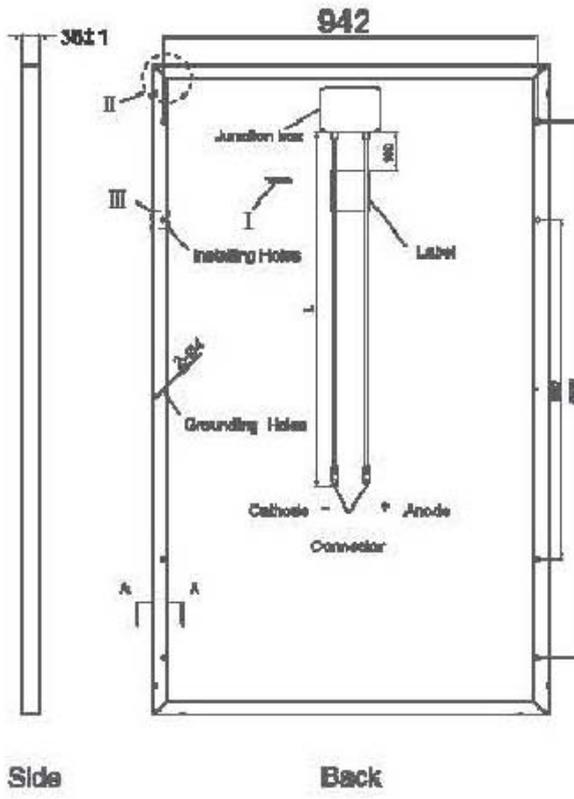
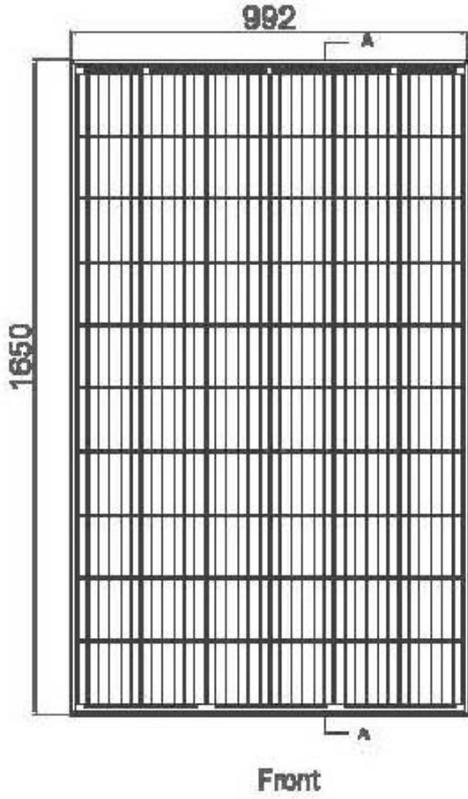
MARCA: JINKO SOLAR  
MODELO: EAGLE 48

Plano N°:

D26



UNIVERSIDAD DE ALMERIA



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

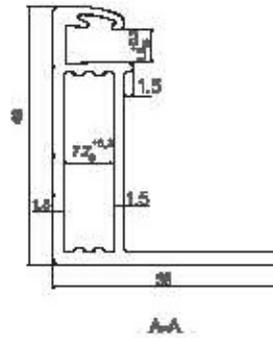
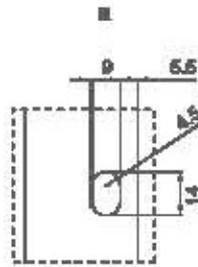
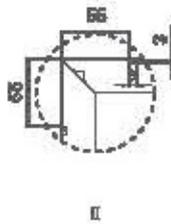
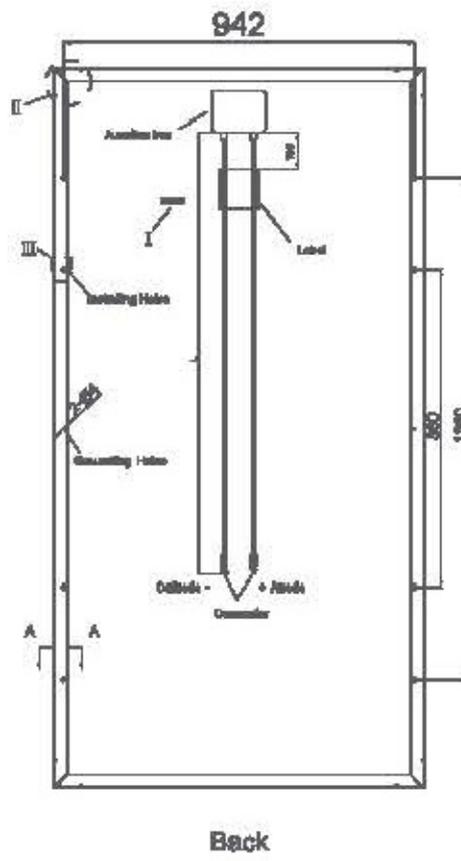
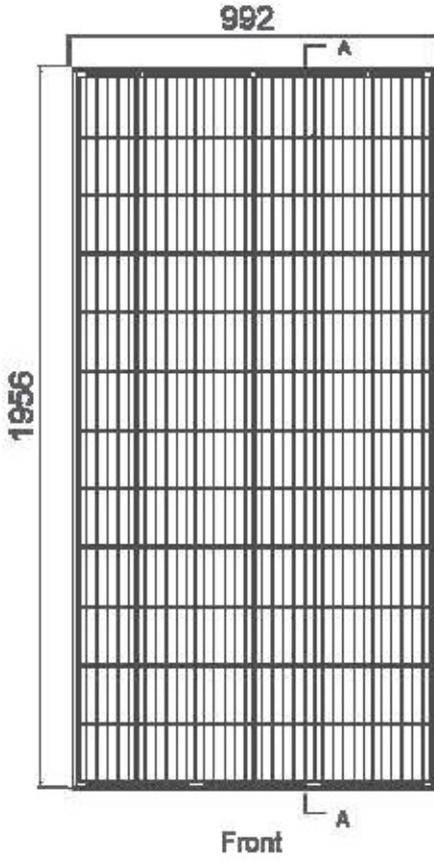
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE 60

Plano N°:  
**D27**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

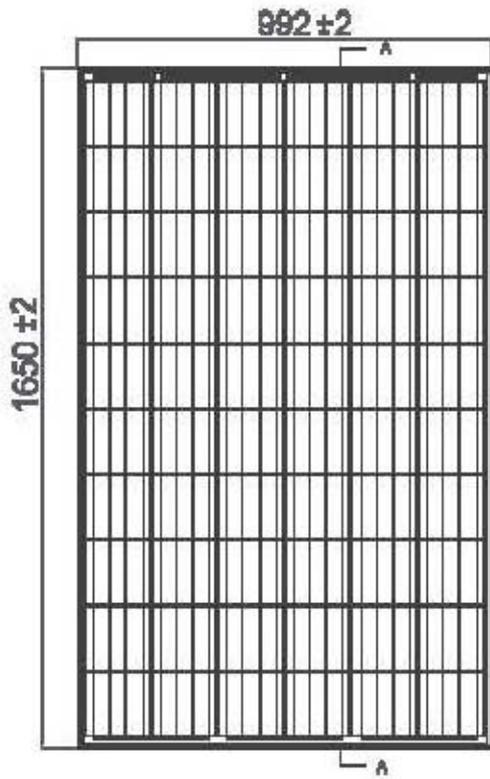
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

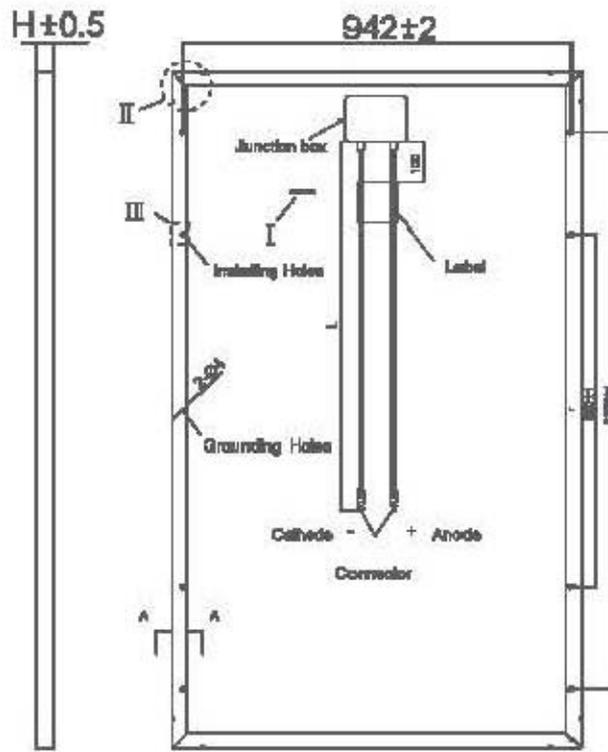
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE 72

Plano N°:  
**D28**



Front

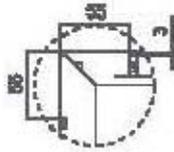


Side

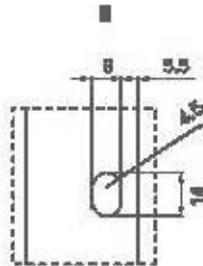
Back



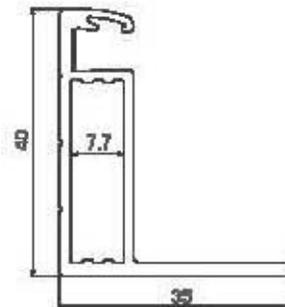
I



E



II



A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

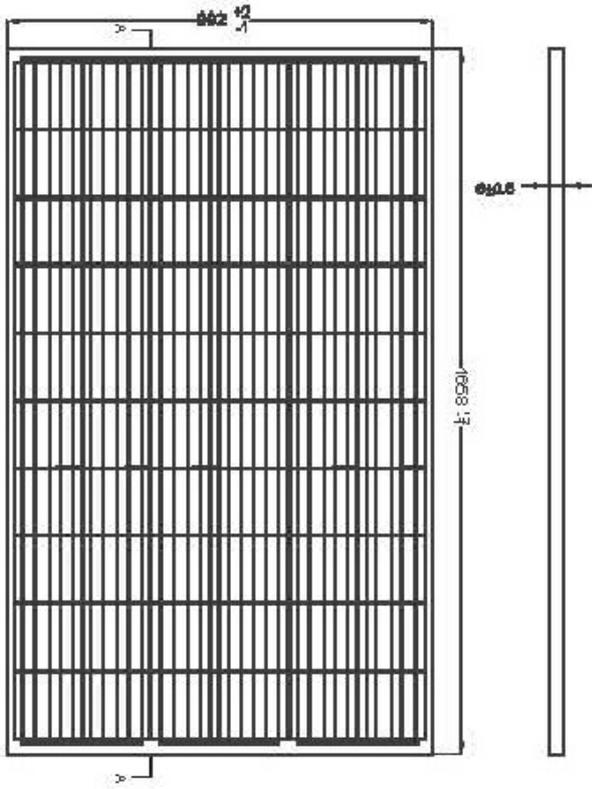
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación: ALMERIA

Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

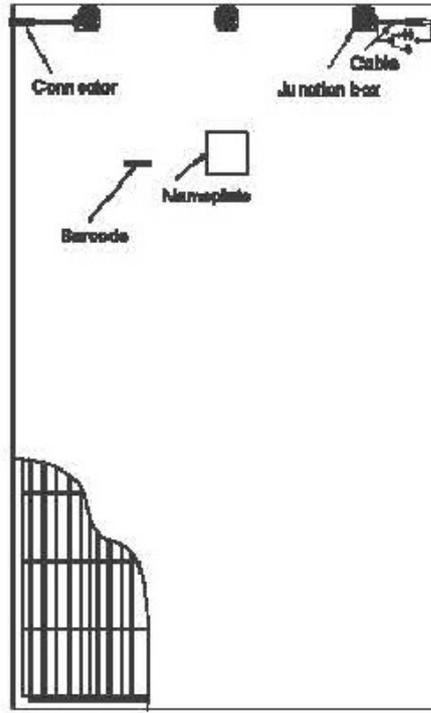
Plano: MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE 1500V 60

Plano N°: **D29**



Front

Side



Back



I



A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

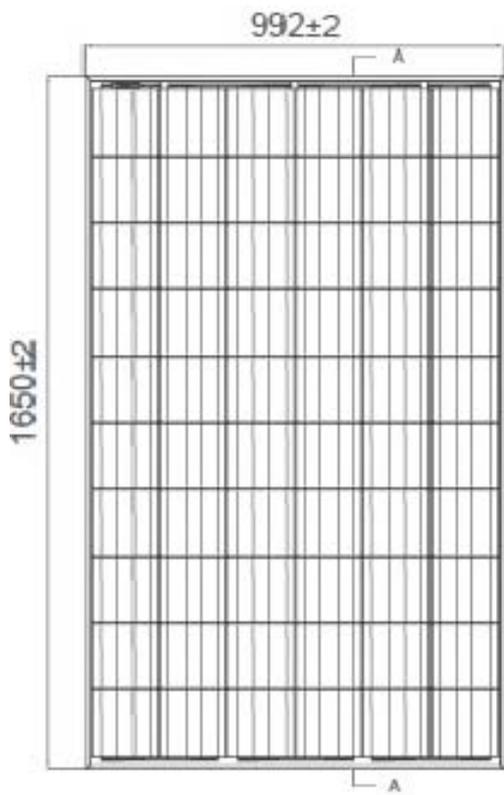
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación: ALMERIA

Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

Plano: MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE DUAL 60

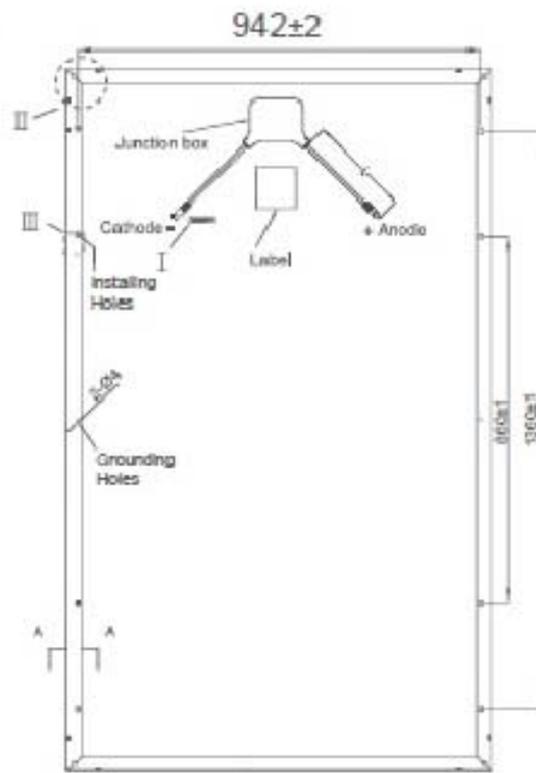
Plano N°: **D30**



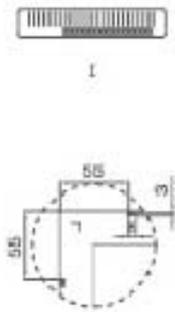
Front



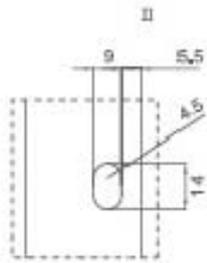
Side



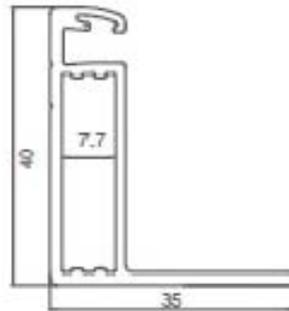
Back



I



II



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMINO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

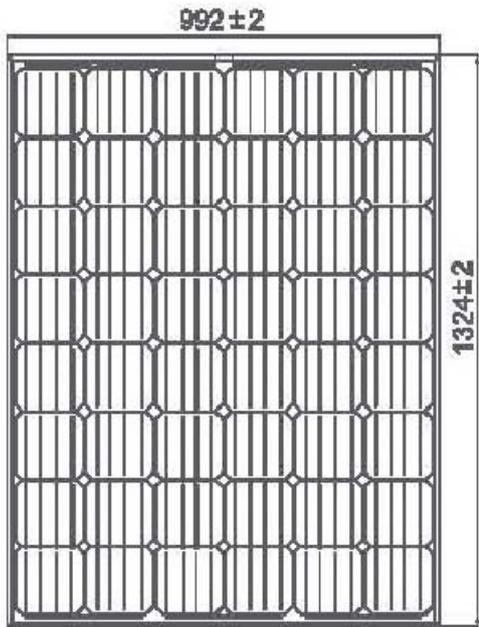
Plano:

MARCA: JINKO SOLAR

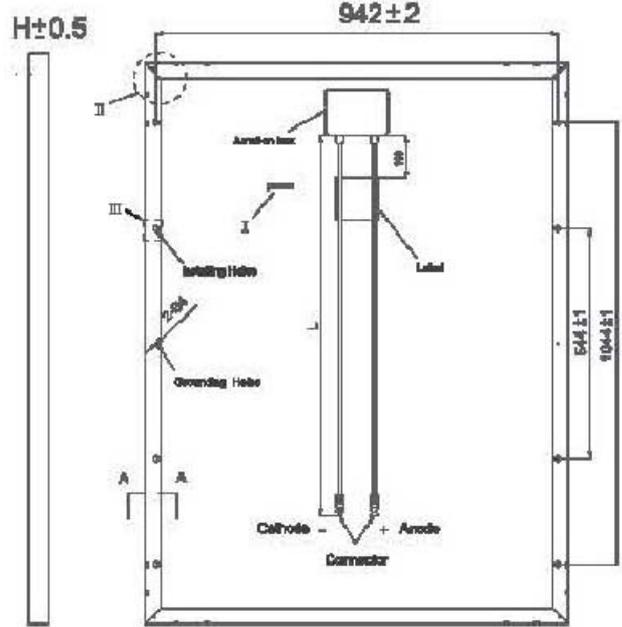
MODELO: EAGLE MX (JK07A)

Plano Nº:

D31



Front

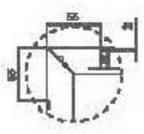


Side

Back

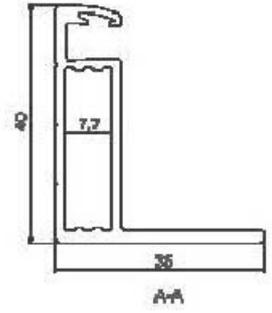
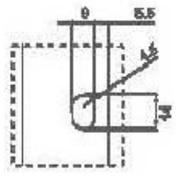


I



I

II



A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

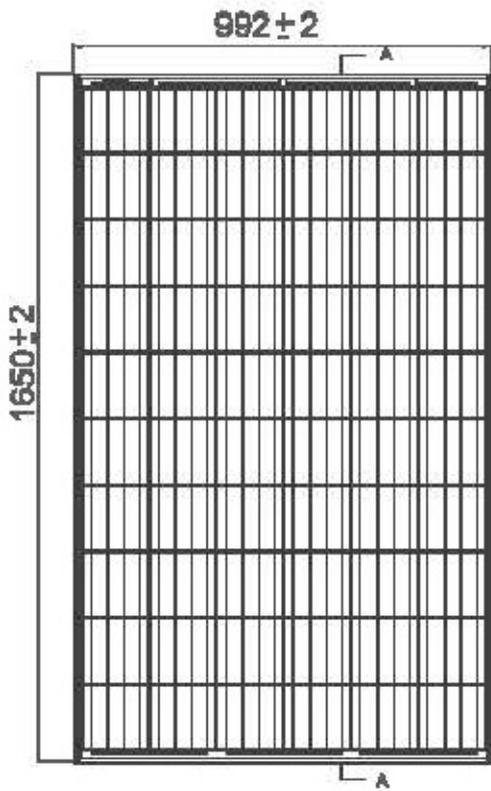
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación: ALMERIA

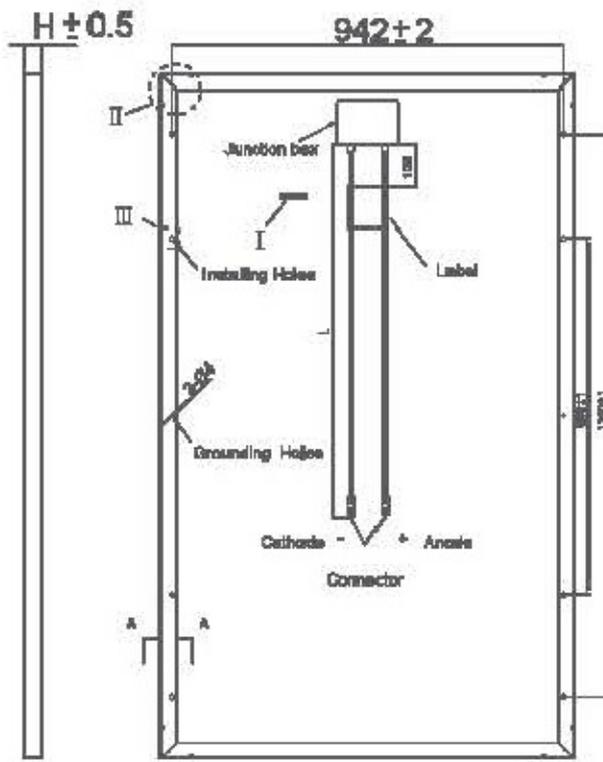
Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

Plano: MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE PERC 48

Plano N°: **D32**



Front

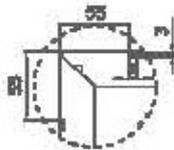


Side

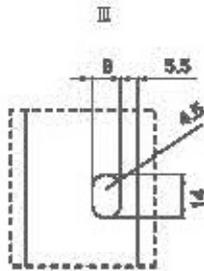
Back



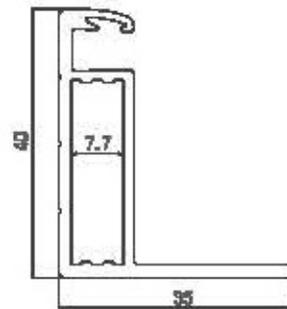
I



II



III



A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación: ALMERIA

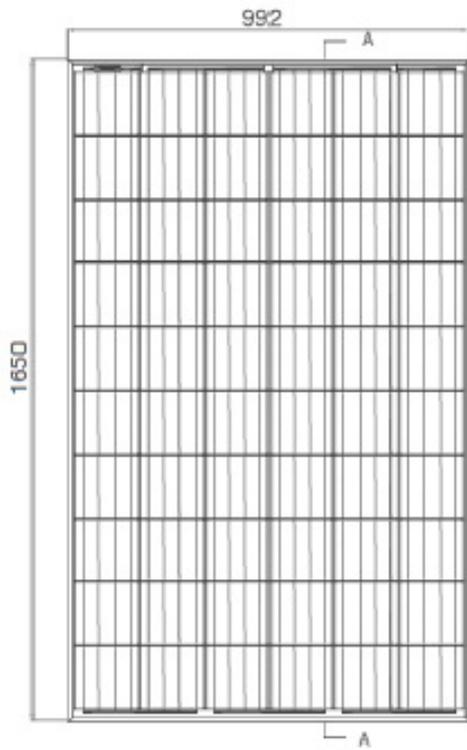
Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

Plano: MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: EAGLE PLUS 60

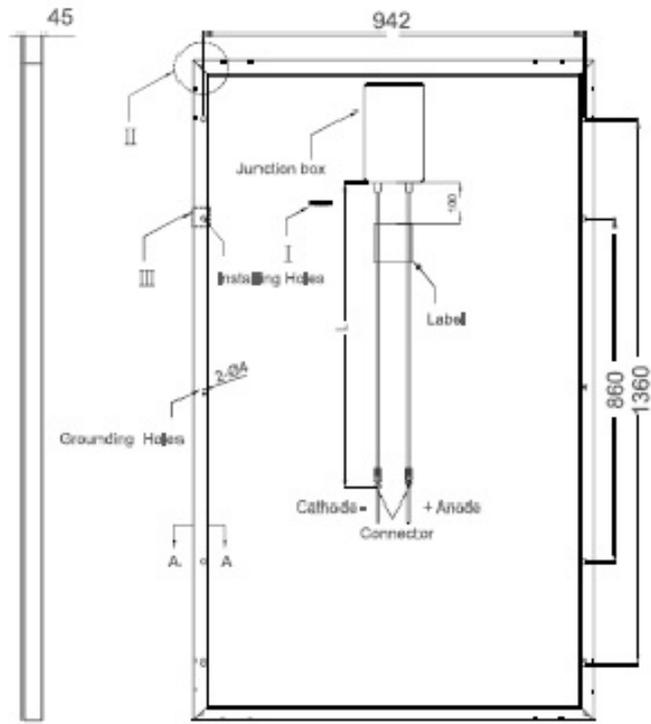
Plano N°:  
**D33**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



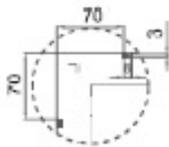
Front



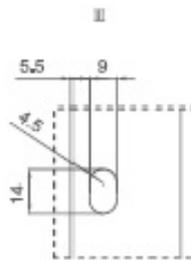
Back



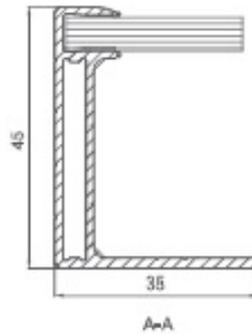
I



II



III



A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

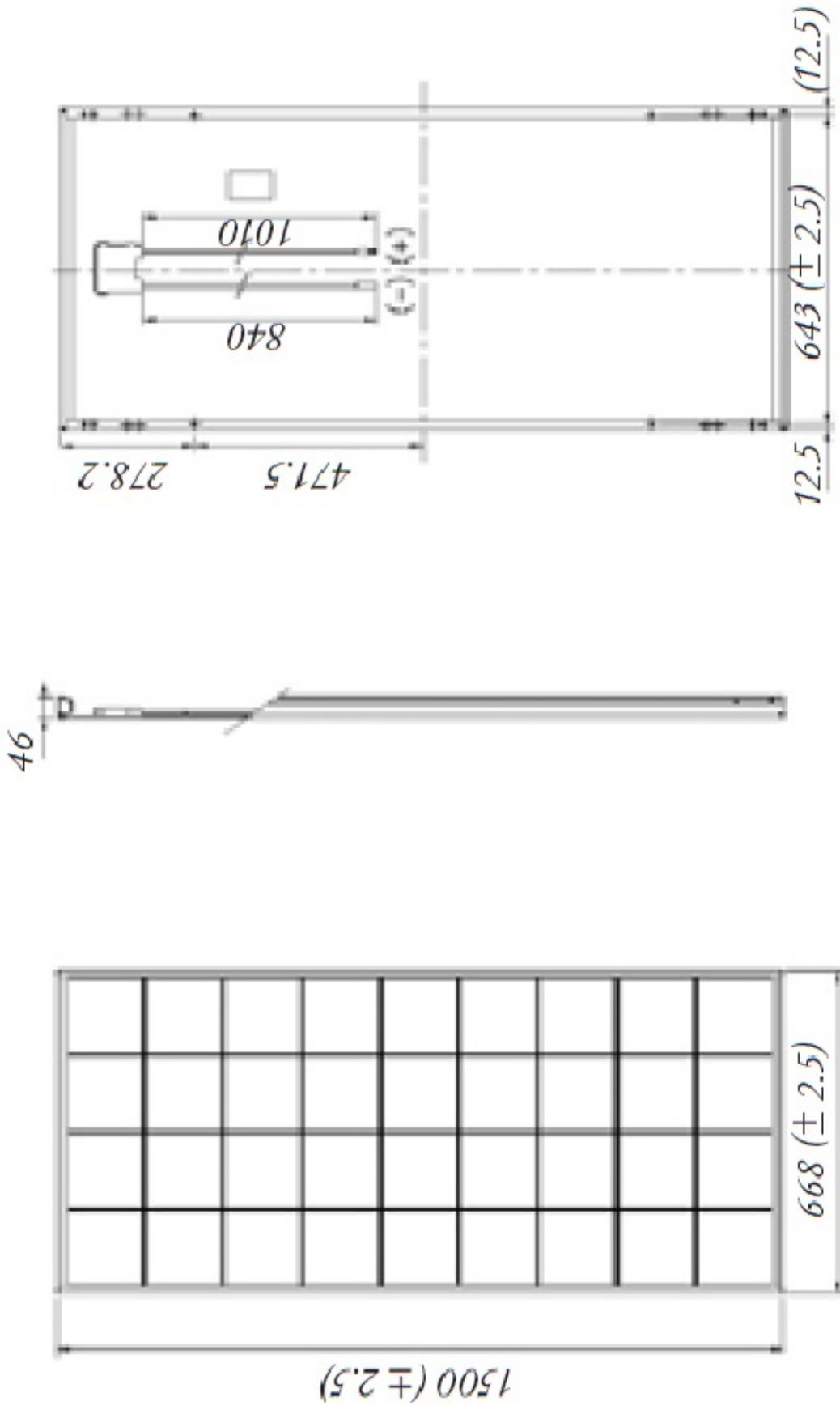
Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación: ALMERIA

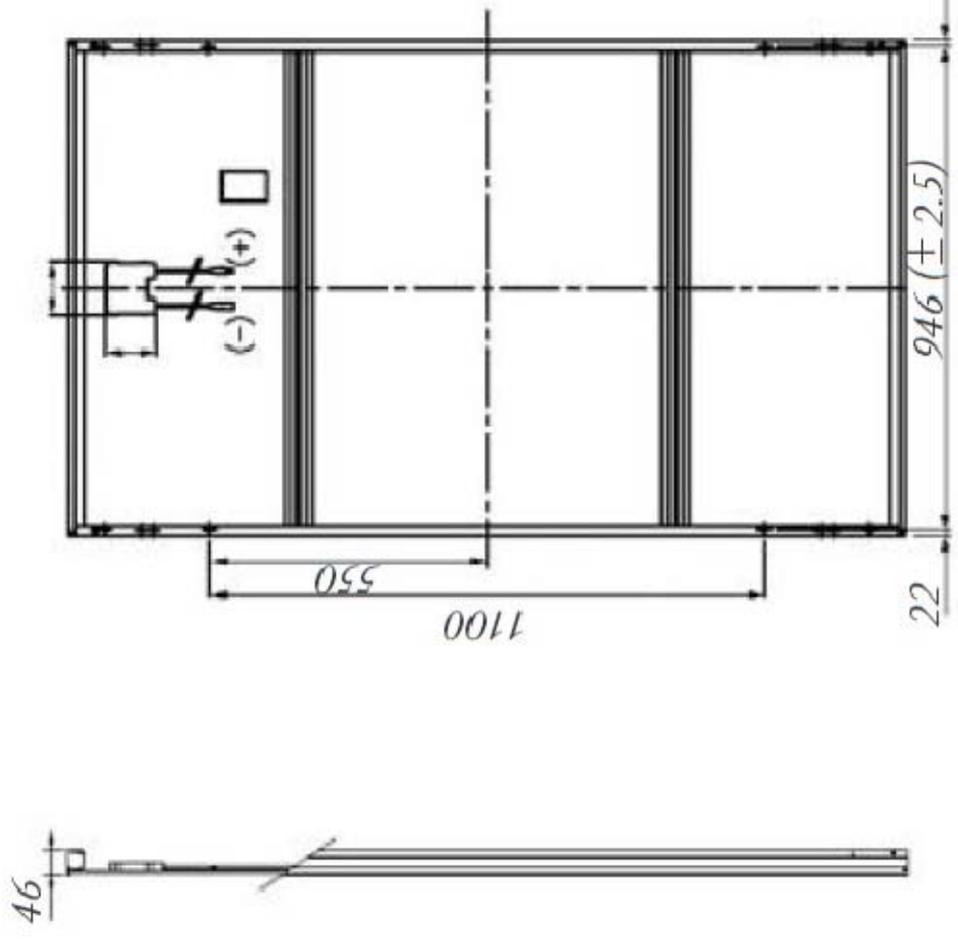
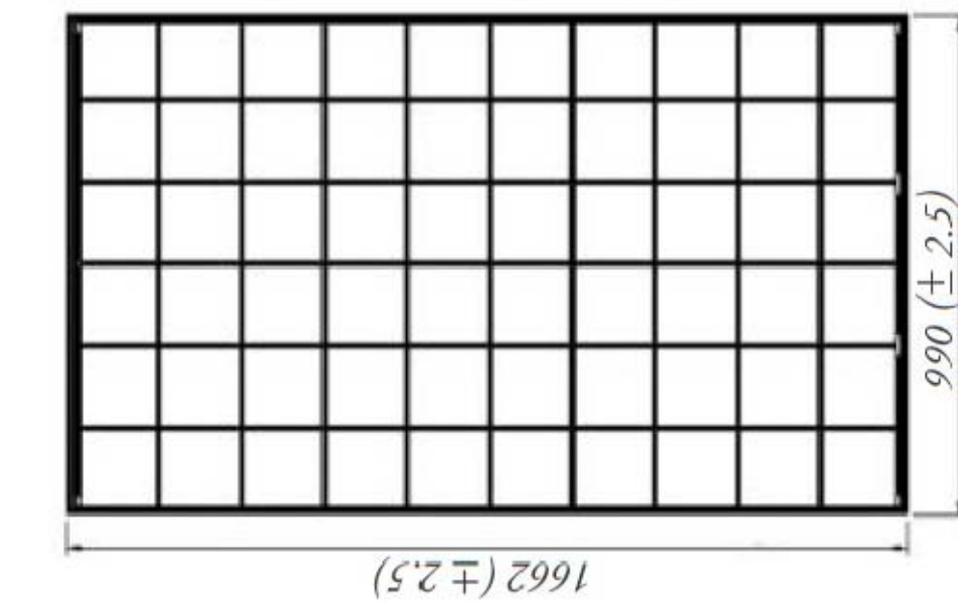
Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

Plano: MARCA: JINKO SOLAR  
 MODELO: SMART MODULE

Plano N°: **D34**



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> <small>ALUMNO</small>	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: MARCA: KYOCERA MODELO: KD-SERIE	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Plano N°: <b>D35</b>
--	-----------------------	---	--	---	-------------------------



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

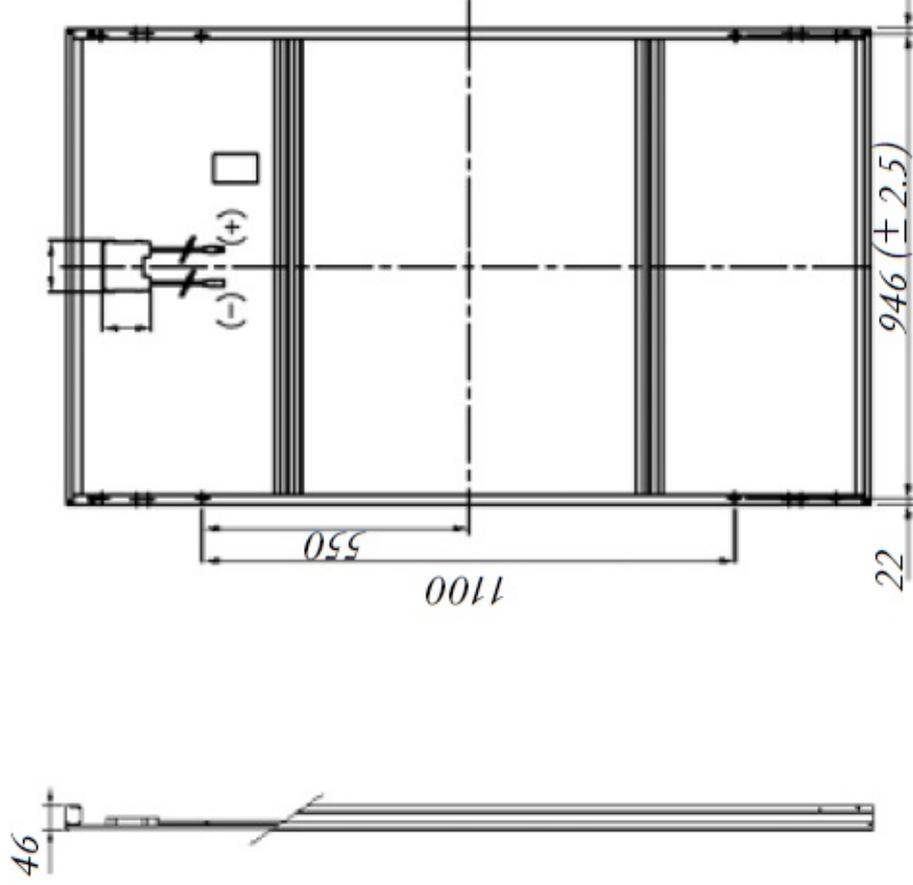
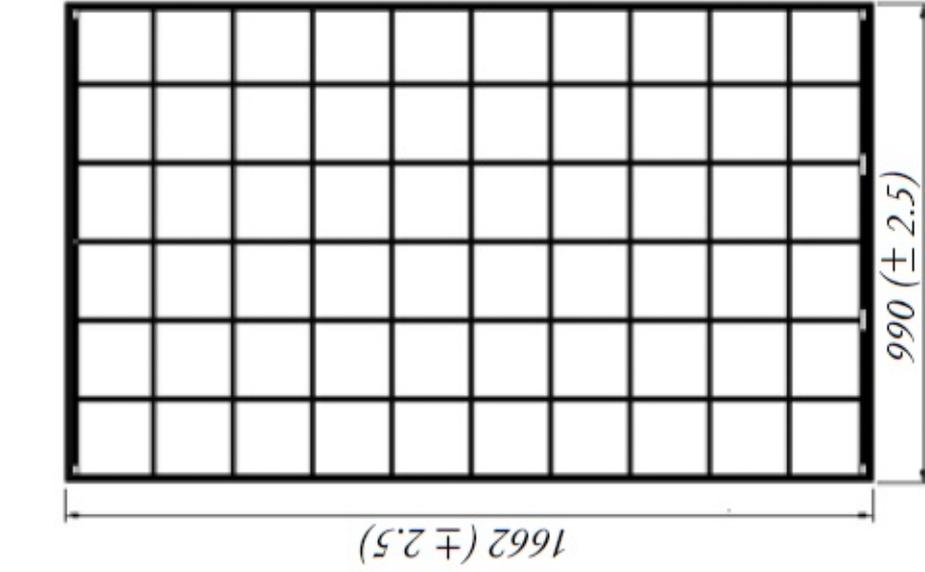
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: KYOCERA  
 MODELO: KK-SERIE

Plano N°:  
**D36**



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

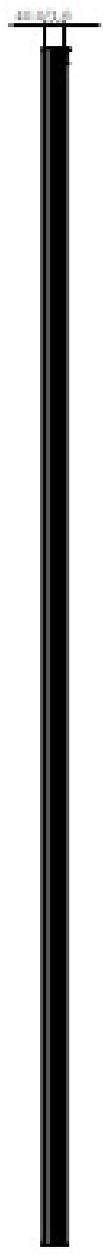
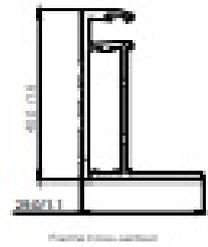
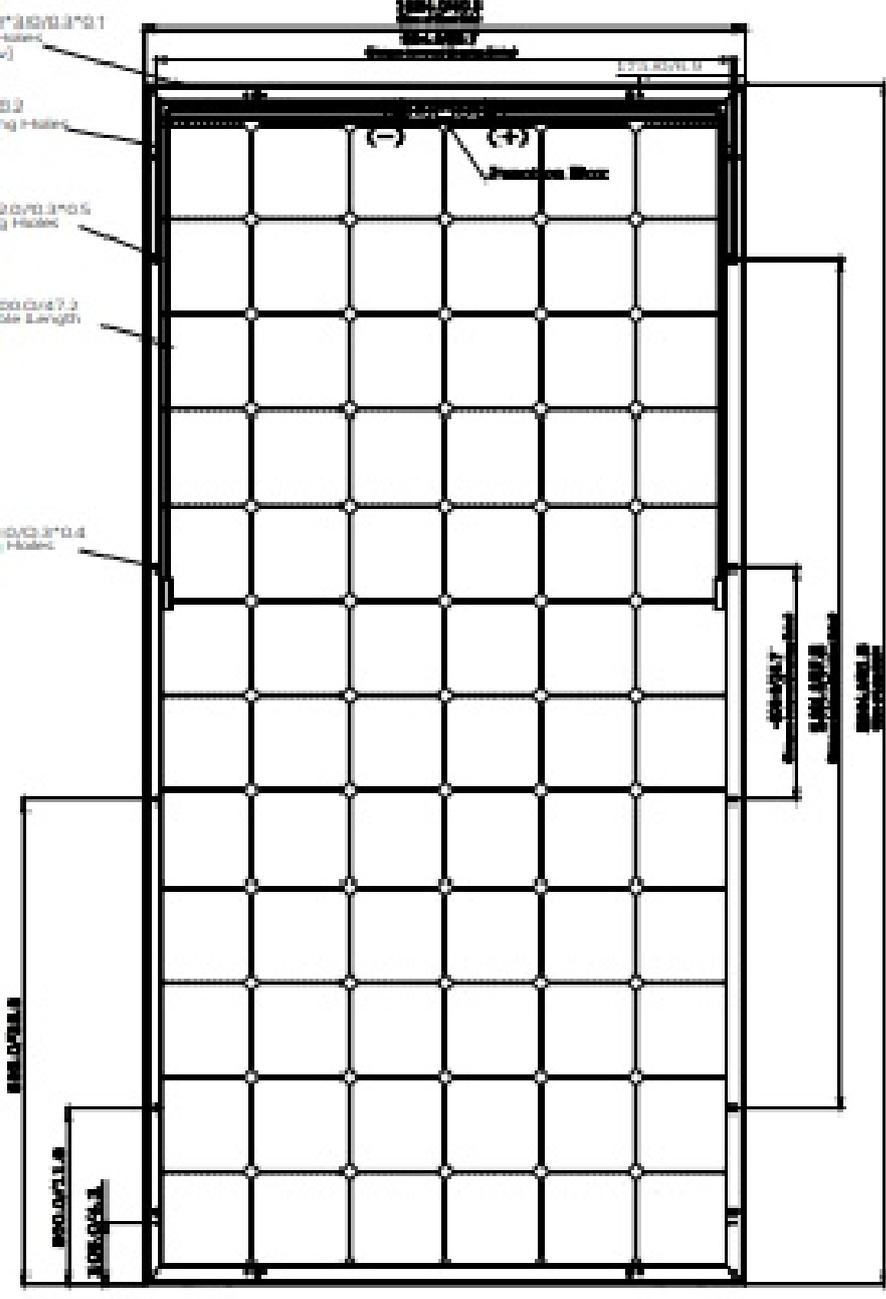
Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

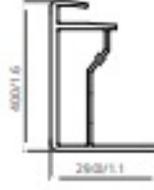
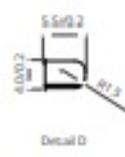
Plano:  
 MARCA: KYOCERA  
 MODELO: KT-SERIE

Plano N°:  
**D37**

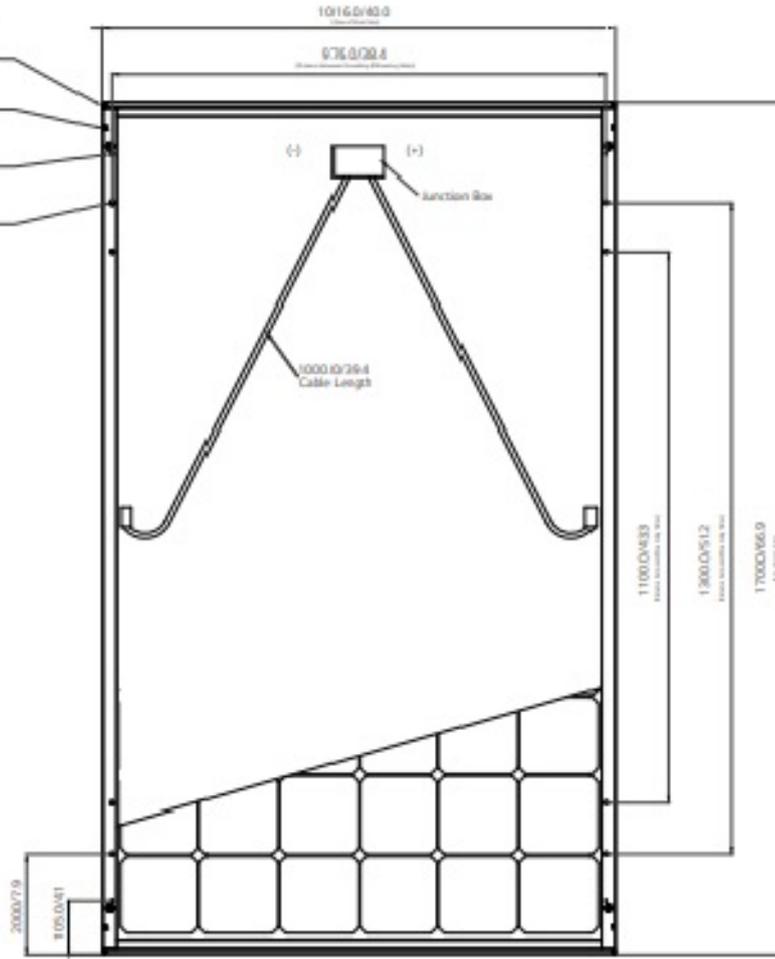
- 15-80\*30\*0.3\*0.1  
Screen Holes  
(2 views)
- 8-80\*3\*0.3  
Grounding Holes  
(1' view)
- 4-85\*120\*0.3\*0.5  
Mounting Holes  
(2' view)
- 3-200 Cms 7.2  
Cable Length
- 4-70\*100\*0.3\*0.4  
Mounting Holes  
(1' view)



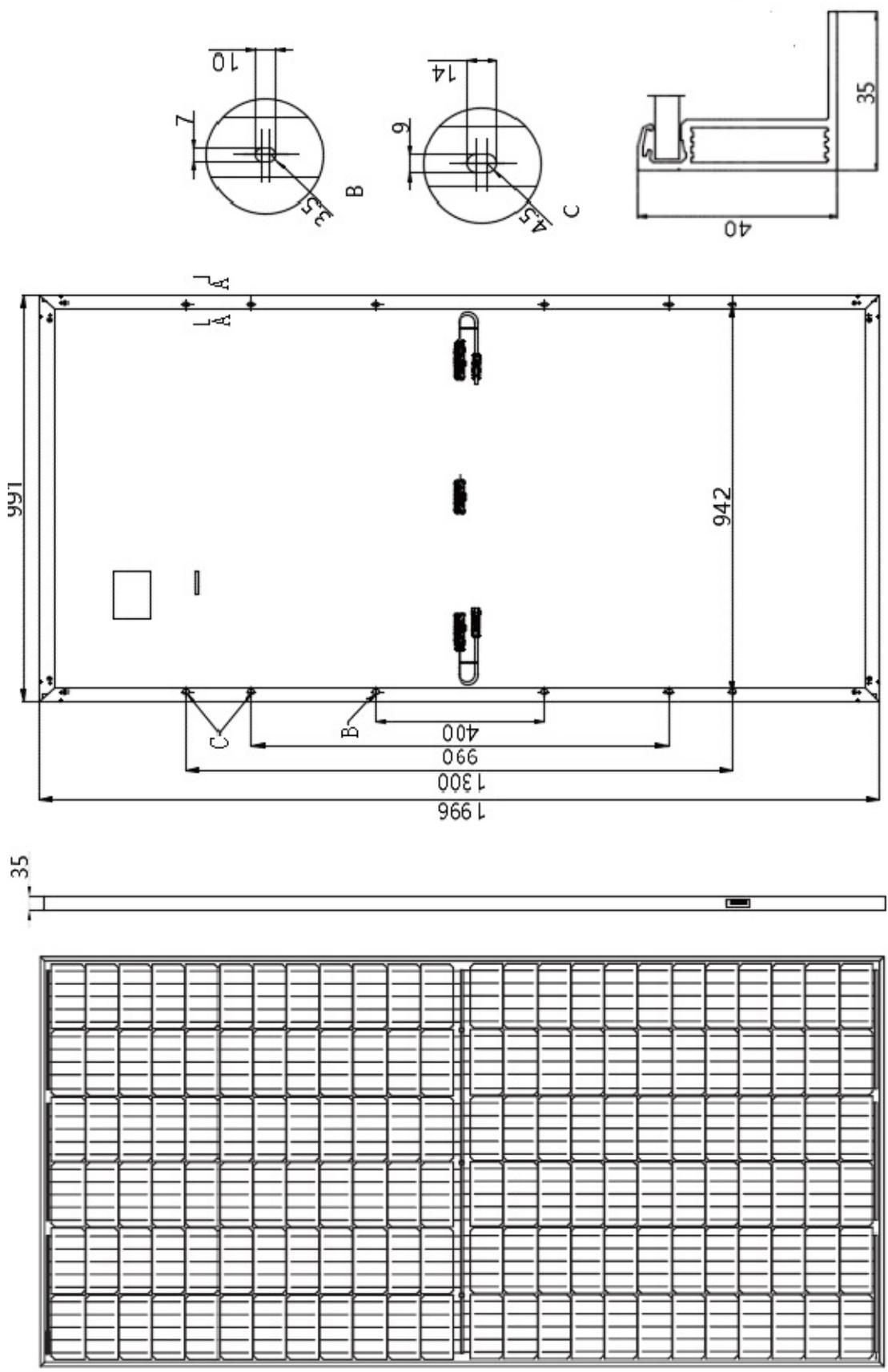
Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Plano Nº: <b>D38</b>
UNIVERSIDAD DE ALMERIA		Fecha: DICIEMBRE 2018	MARCA: LG ENERGY MODELO: NEON 2 BIFACIAL	



- 4-4.0\*5.5/0.2\*0.2  
Drain Holes  
[D view]
- 4-4.0\*7.5/0.2\*0.2  
Drain Holes  
[Z view]
- 4-8.0/0.2  
Grounding Holes  
[F view]
- 8-8.0/0.2  
Mounting Holes  
[X view]



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Plano Nº: <b>D39</b>
			Fecha: DICIEMBRE 2018	
			MARCA: LG ENERGY	
			MODELO: NEON R	



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

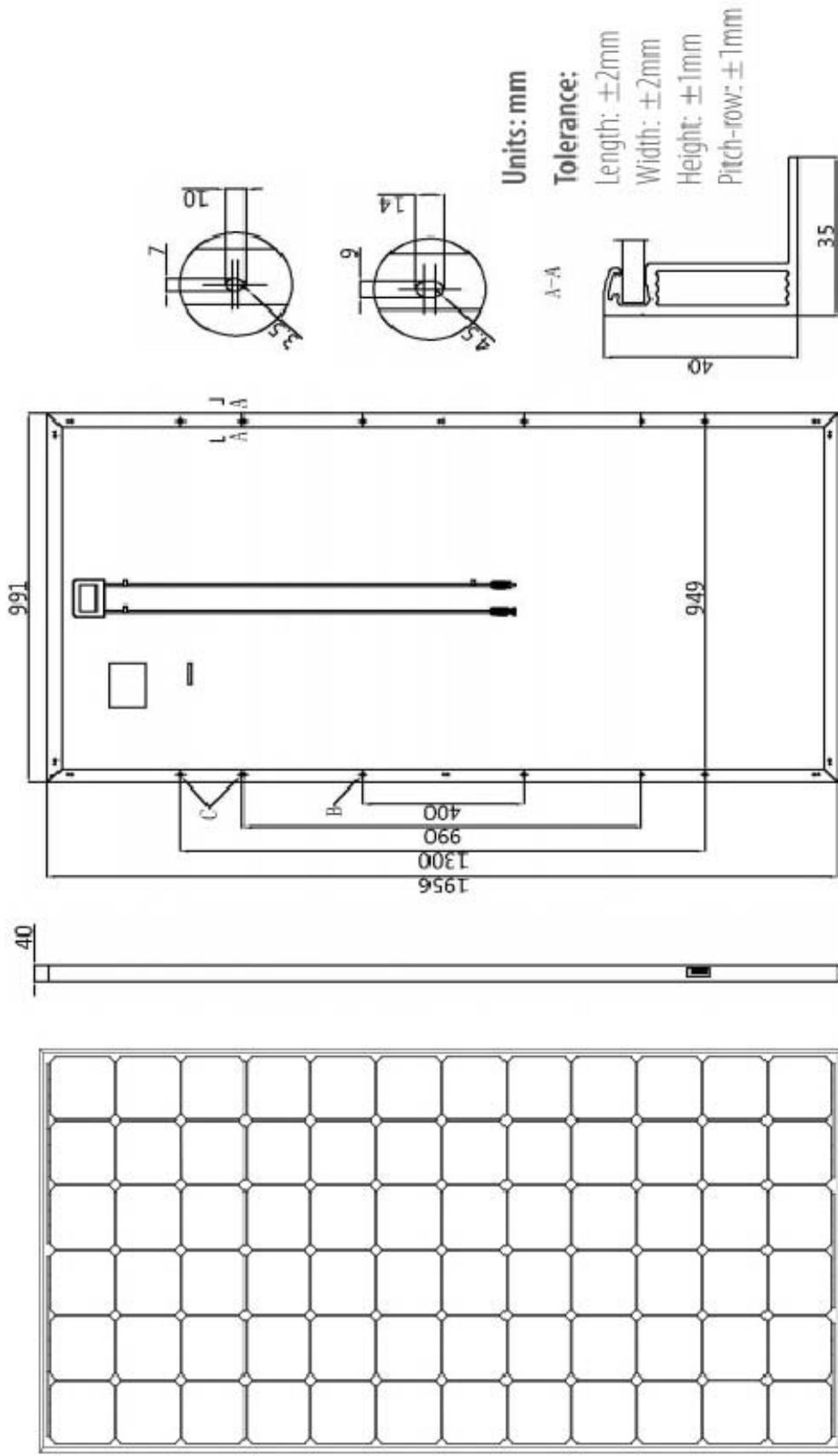
Escala:  
 VARIAS

Plano Nº:  
**D40**

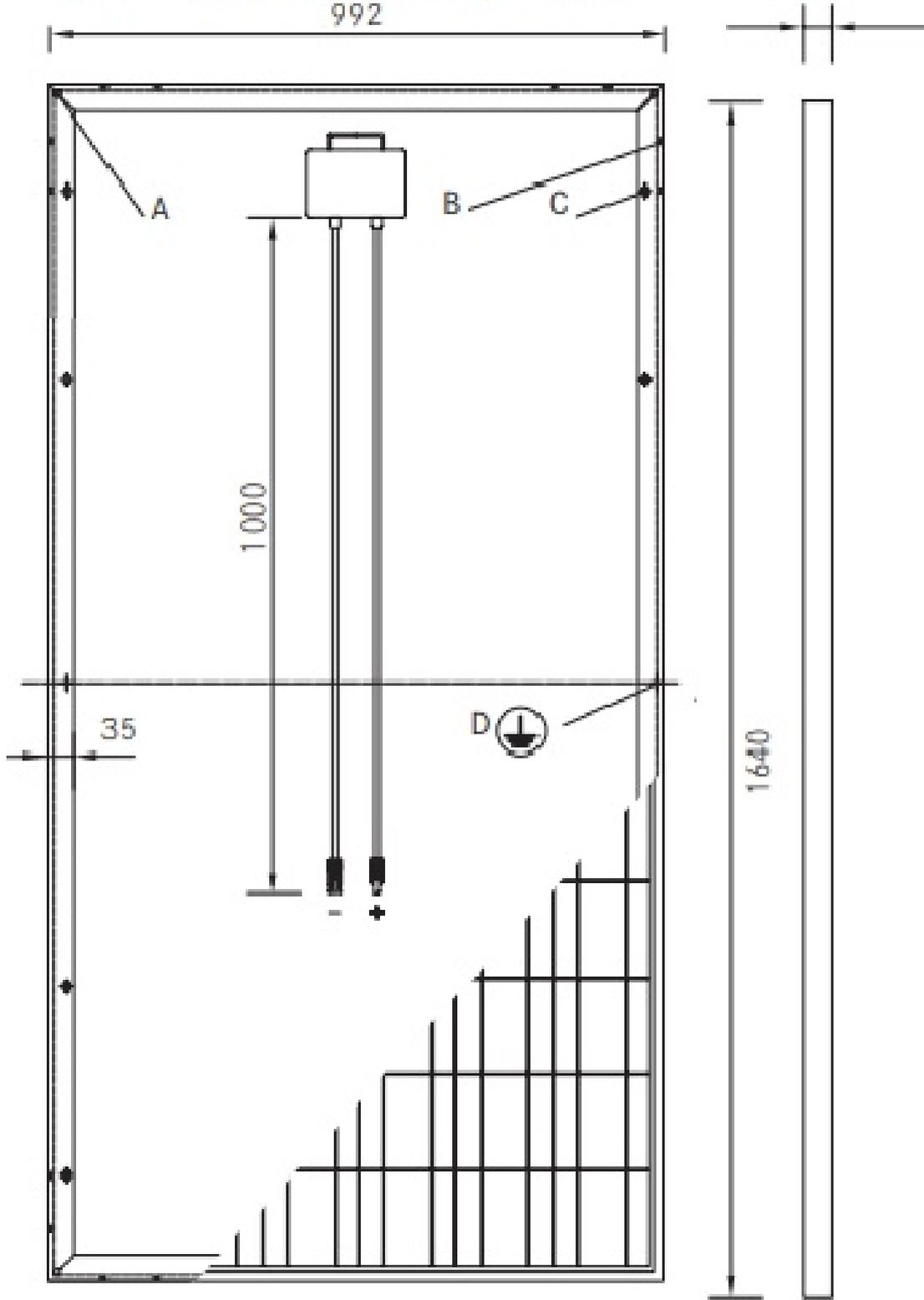
Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Modelo:  
 MARCA: LONGI  
 MODELO: R6-72HPH



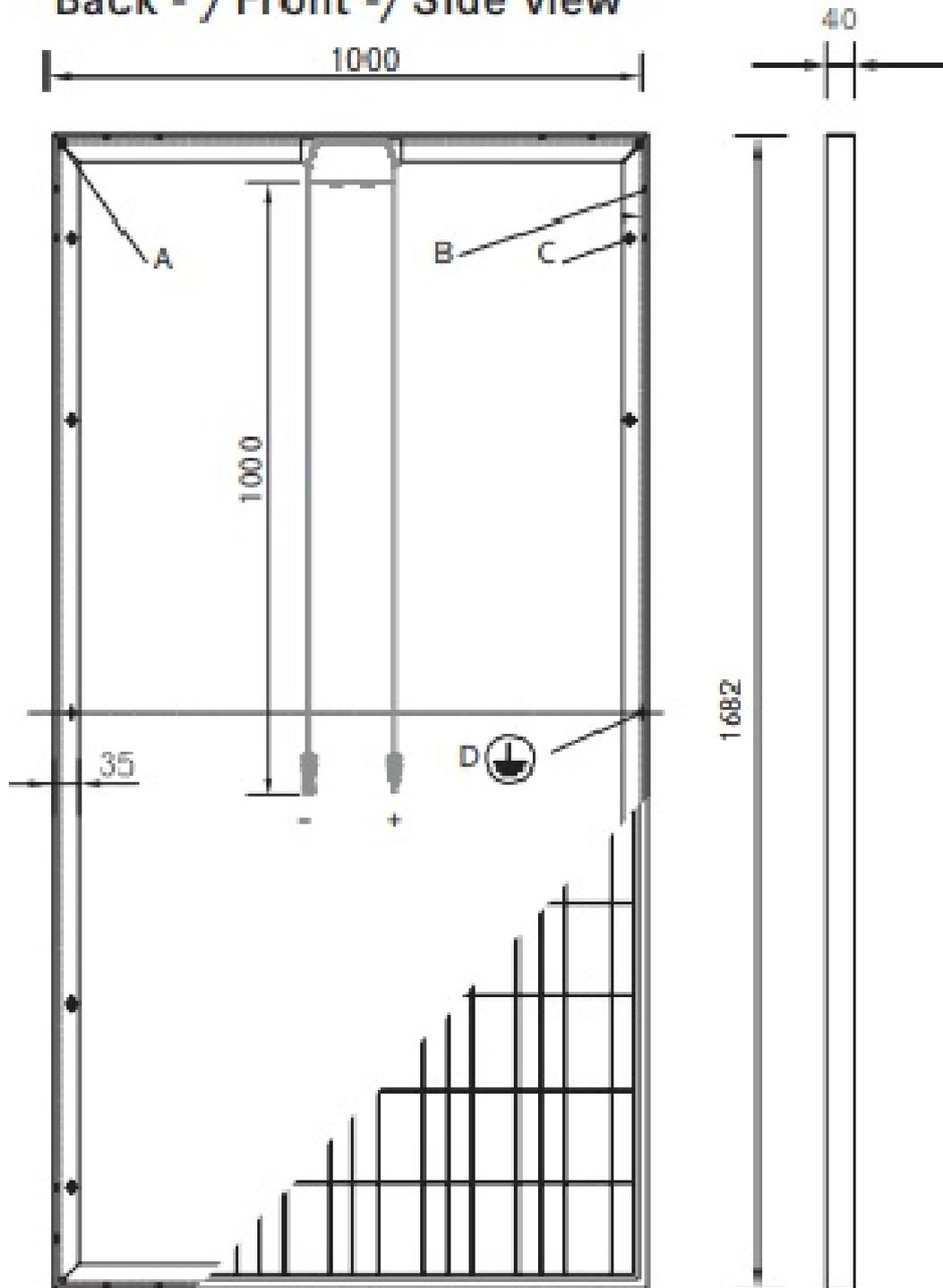


# Back - / Front -/ Side view<sup>3</sup>



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: MARCA: LUXOR MODELO: ECO LINE	Plano N°: <b>D42</b>
---	---	-----------------------	---	--	-------------------------

### Back - / Front -/ Side view<sup>3</sup>



- A: 4 x drainage 10\*10 mm
- B: 8 x ventilation aperture 3\*7 mm
- C: 8 x mounting hole<sup>4</sup> d = 7 mm

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

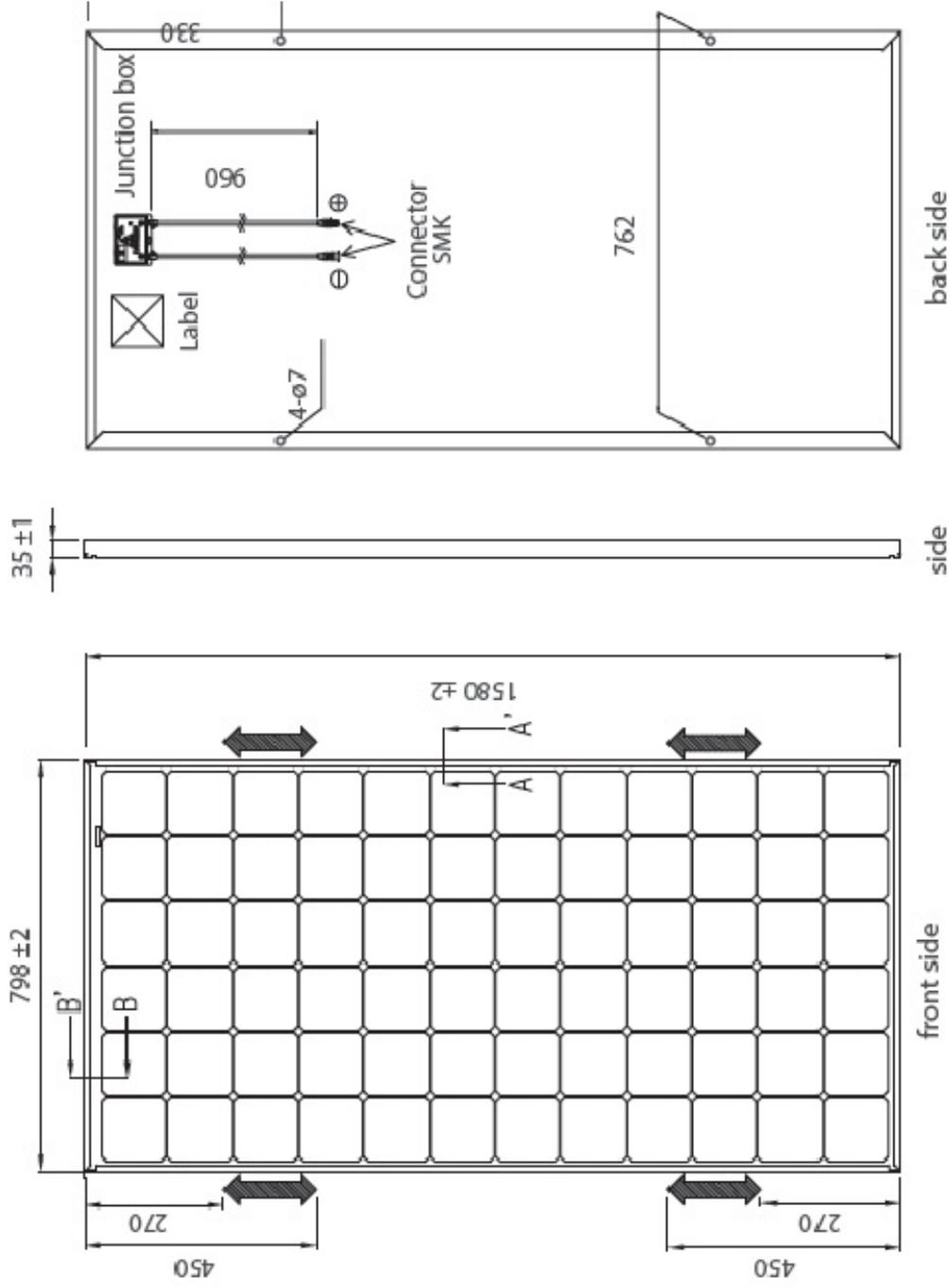
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: LUXOR  
 MODELO: SECURE LINE

Plano N°:  
**D43**



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

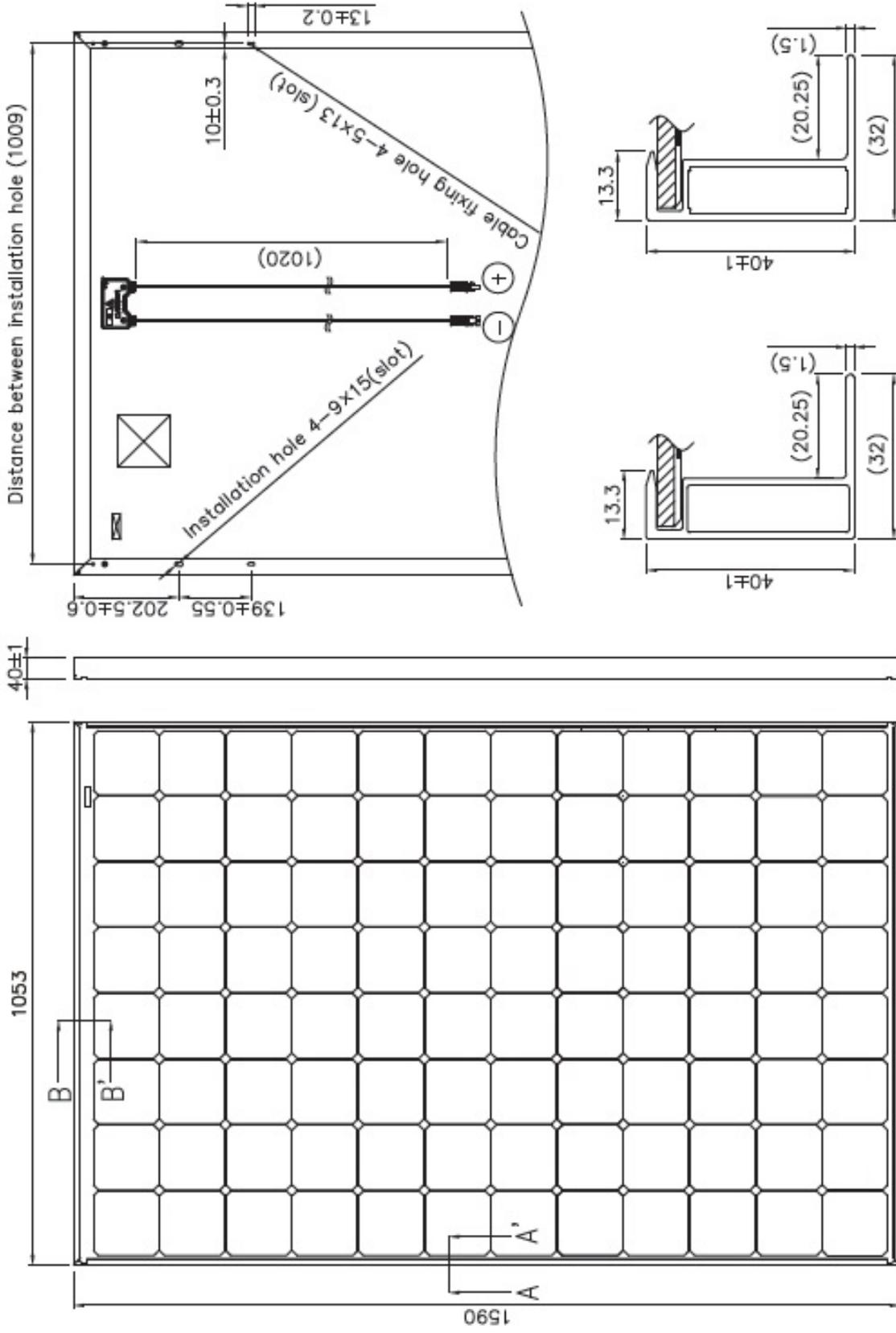
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: PANASONIC  
 MODELO: N245

Plano N°:  
**D44**



Unit: mm

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Situación:  
 ALMERIA

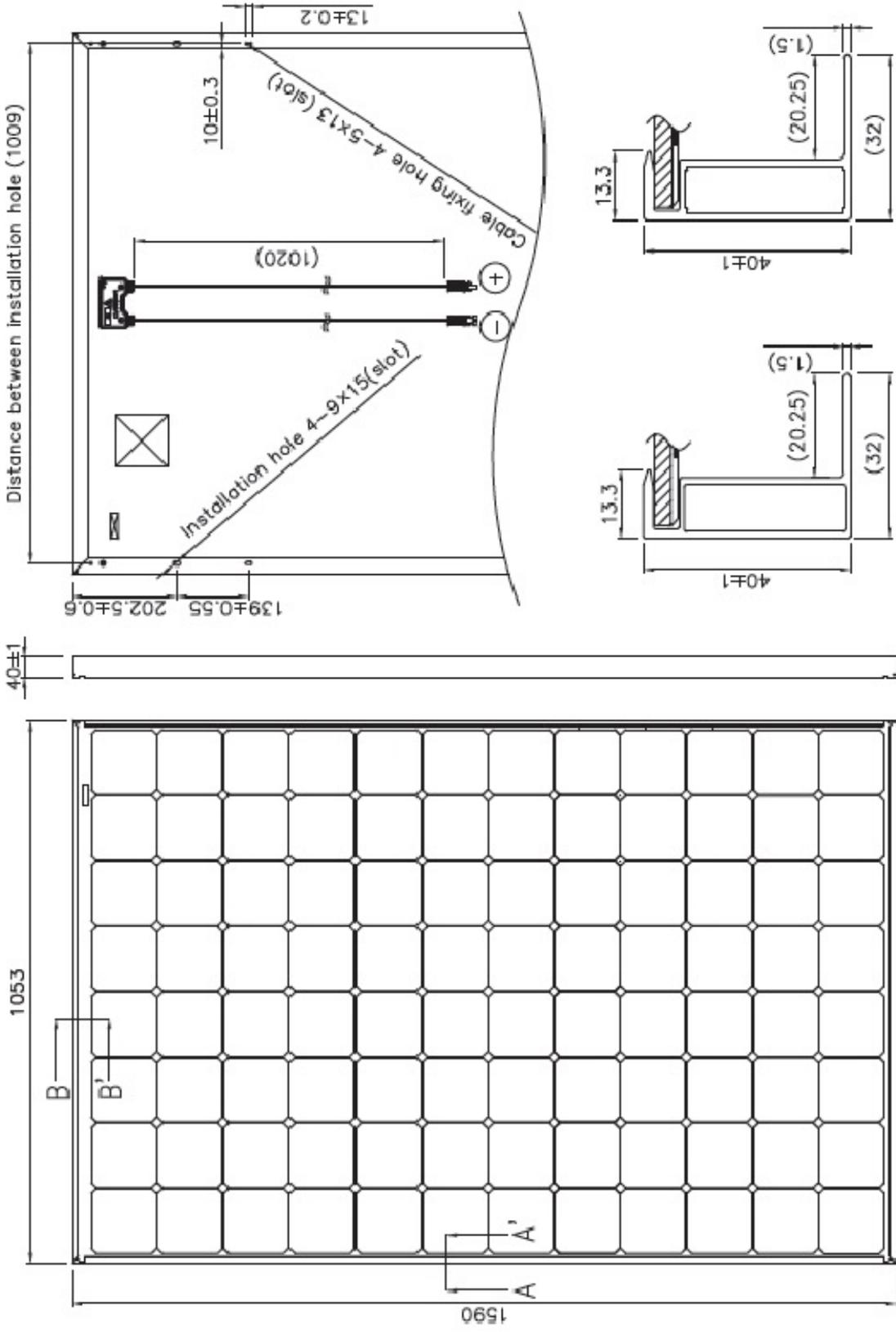
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Escala:  
 VARIAS

Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: PANASONIC  
 MODELO: N325K

Plano N°:  
**D45**



Jnit: mm

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS

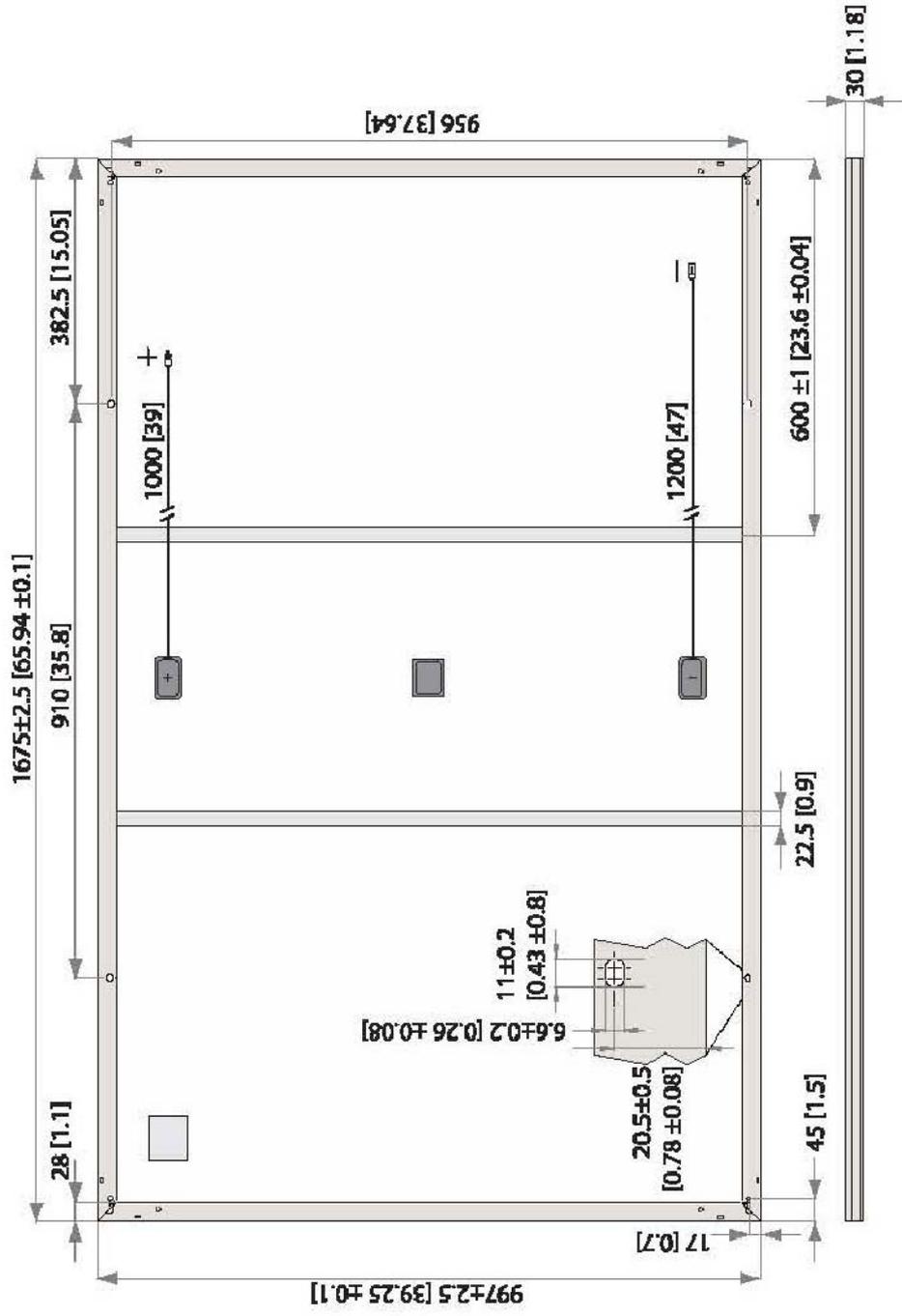
Plano:  
 MARCA: PANASONIC  
 MODELO: N330

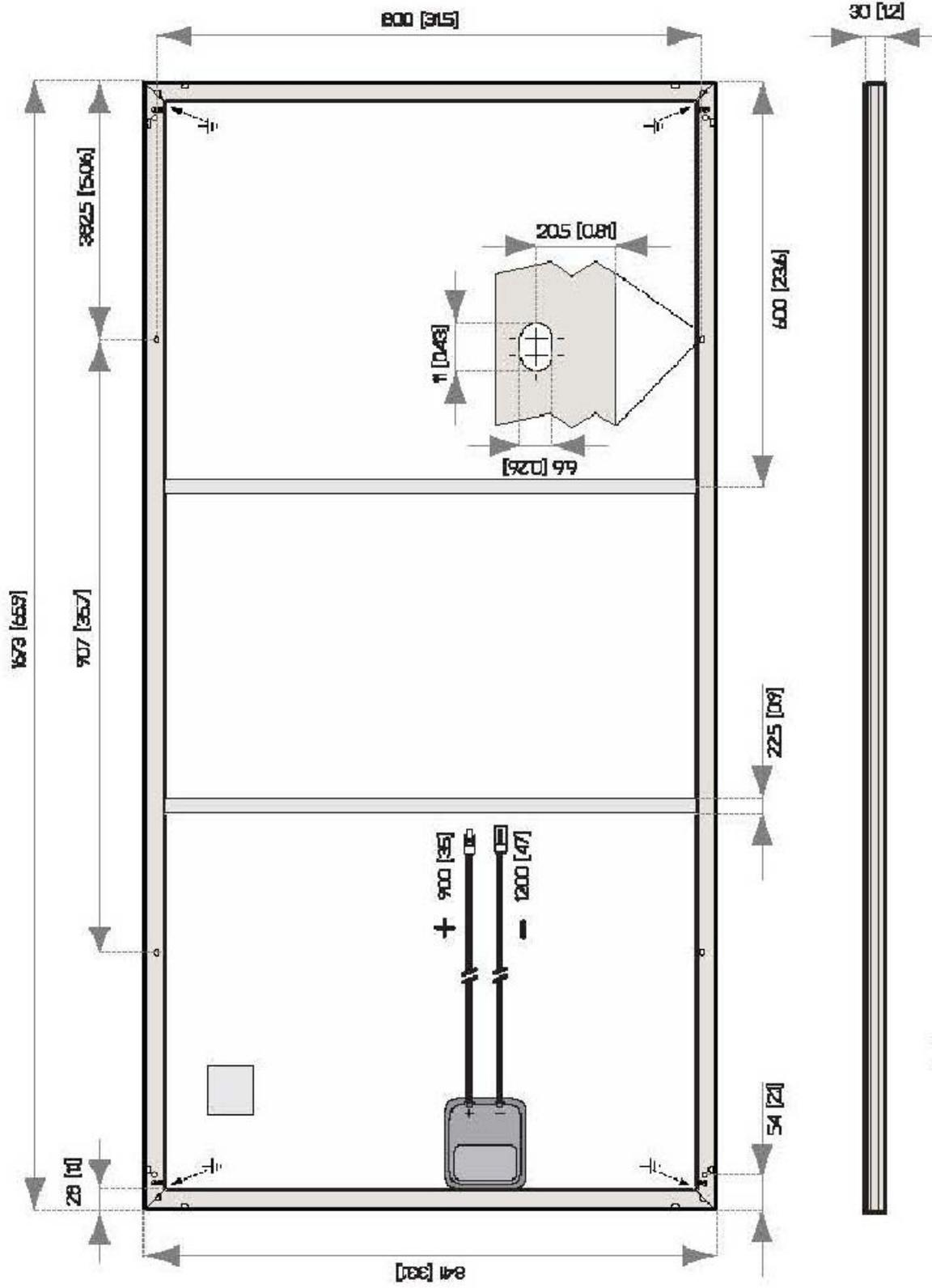
Plano N°:  
**D46**



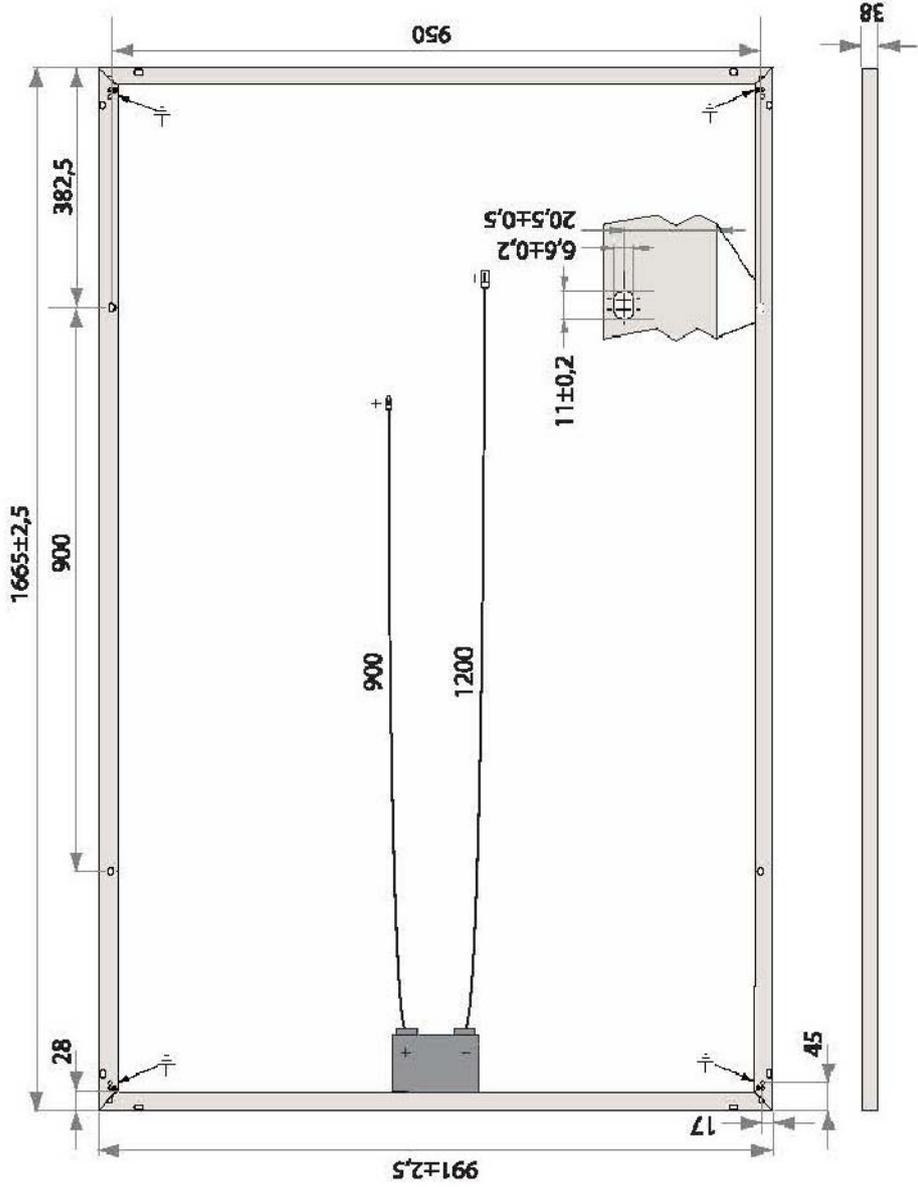
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

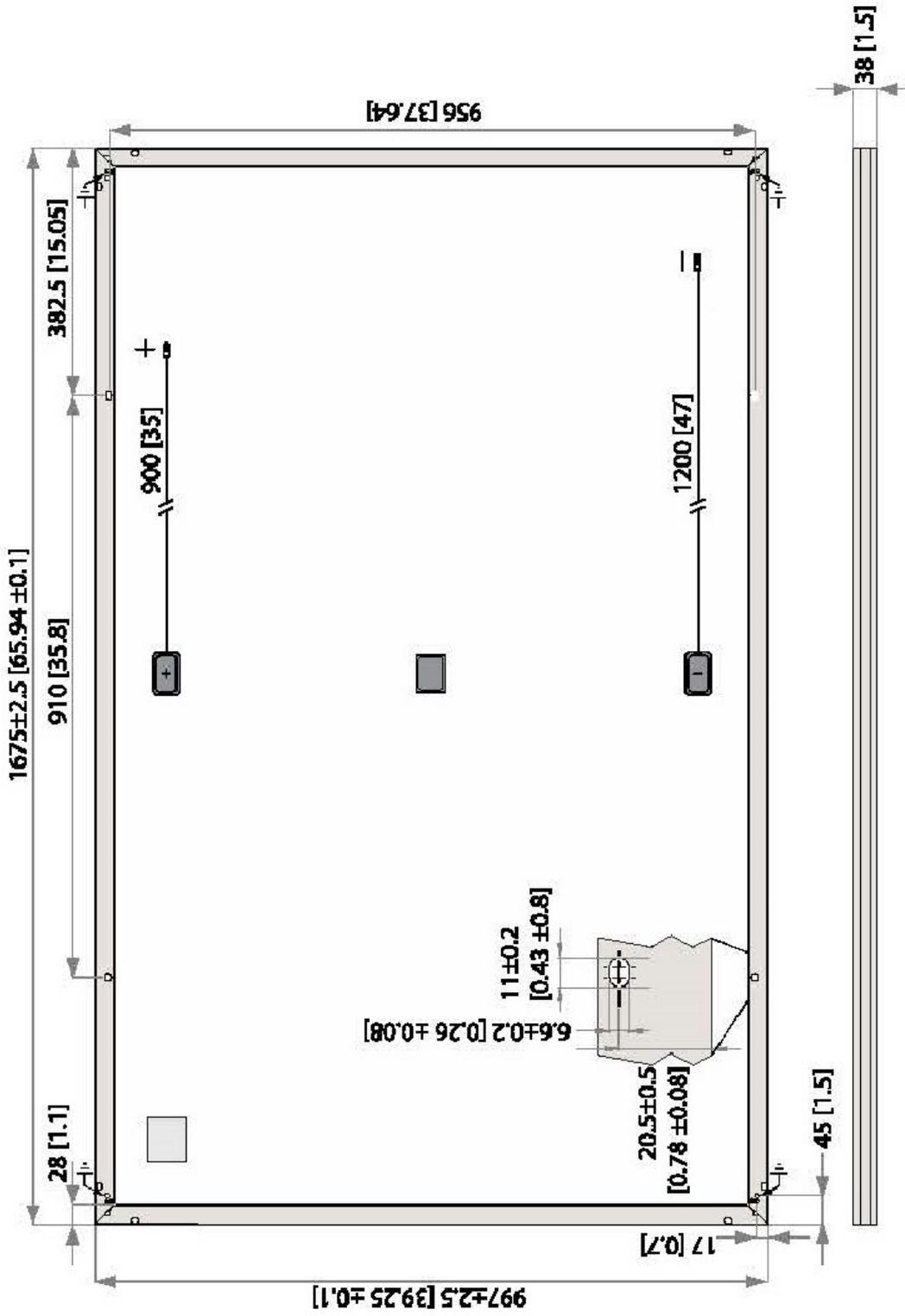




Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	MARCA: REC MODELO: PEAK ENERGY 2S SERIE MONO 50	Plano N°: <b>D48</b>
---	---	-----------------------	---	--	-------------------------



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: MARCA: REC MODELO: PEAK ENERGY SERIES	Plano N°: <b>D49</b>
---	---	-----------------------	---	--	-------------------------



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

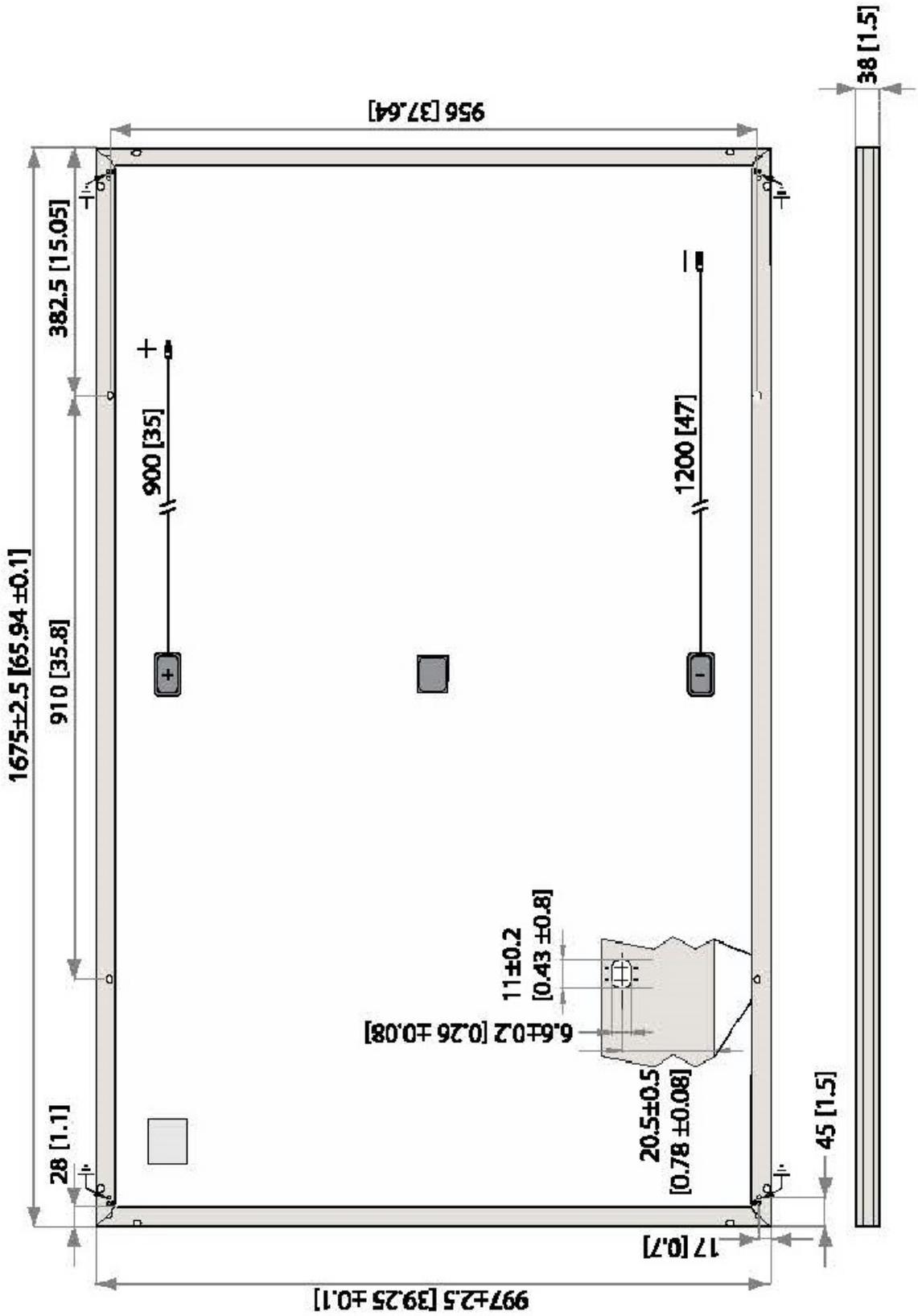
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: REC  
 MODELO: TWINPEAK 2 BLK2

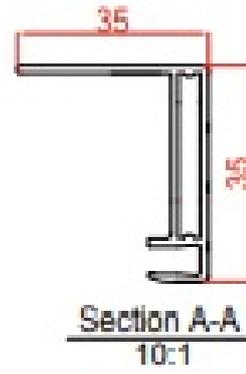
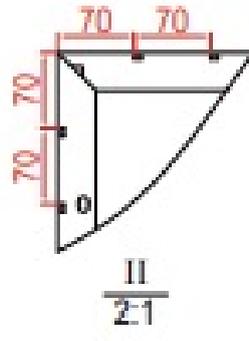
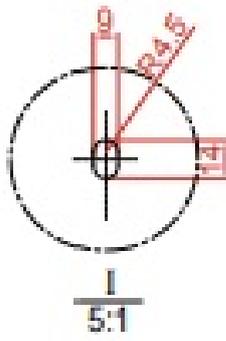
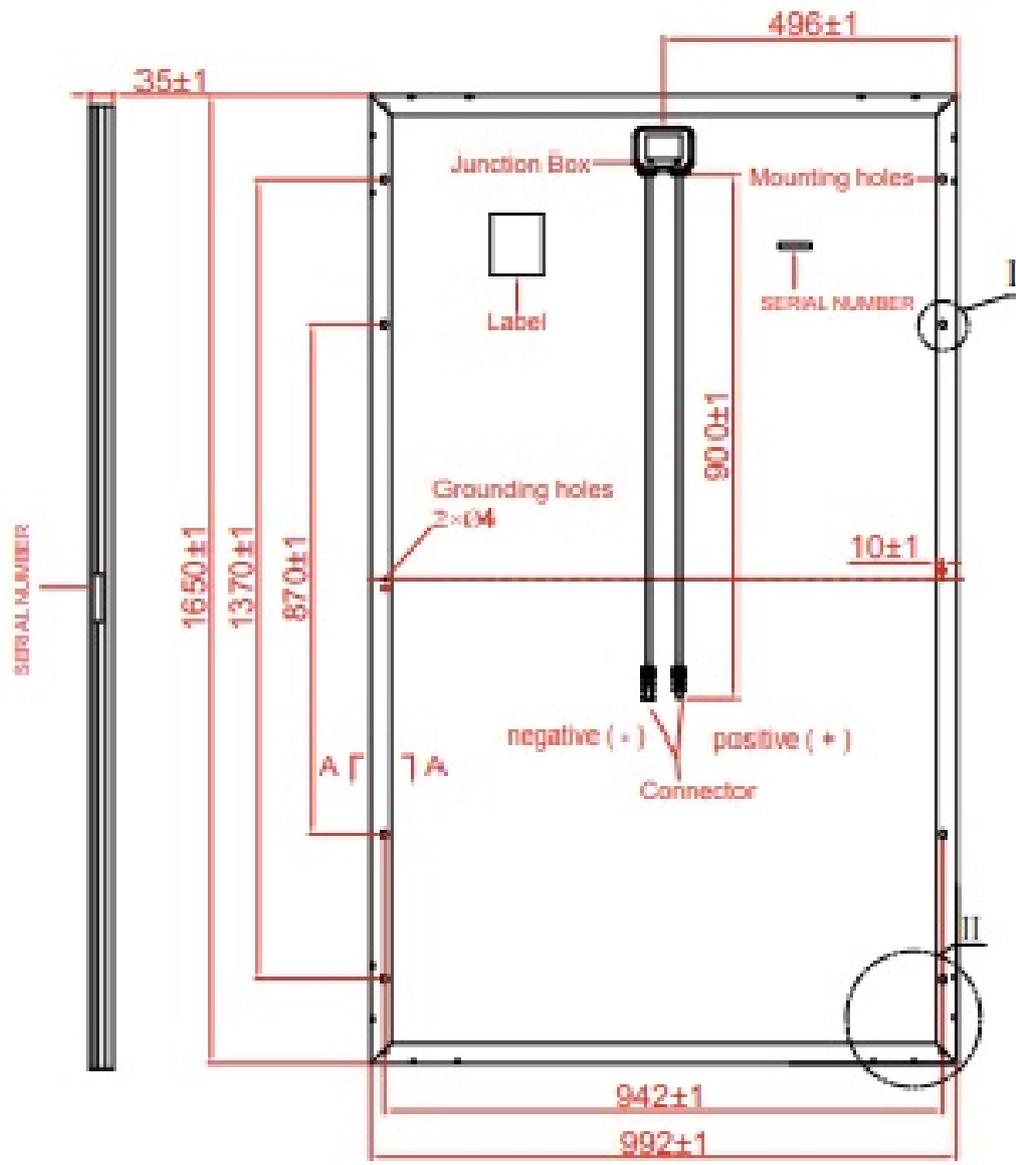
Plano N°:  
**D50**



UNIVERSIDAD DE ALMERIA







Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

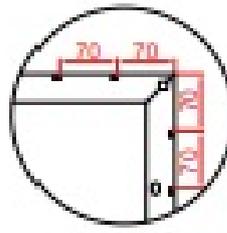
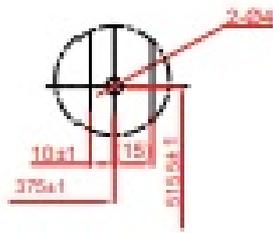
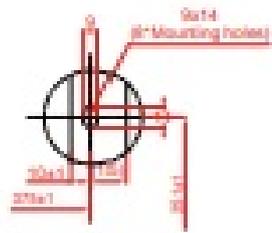
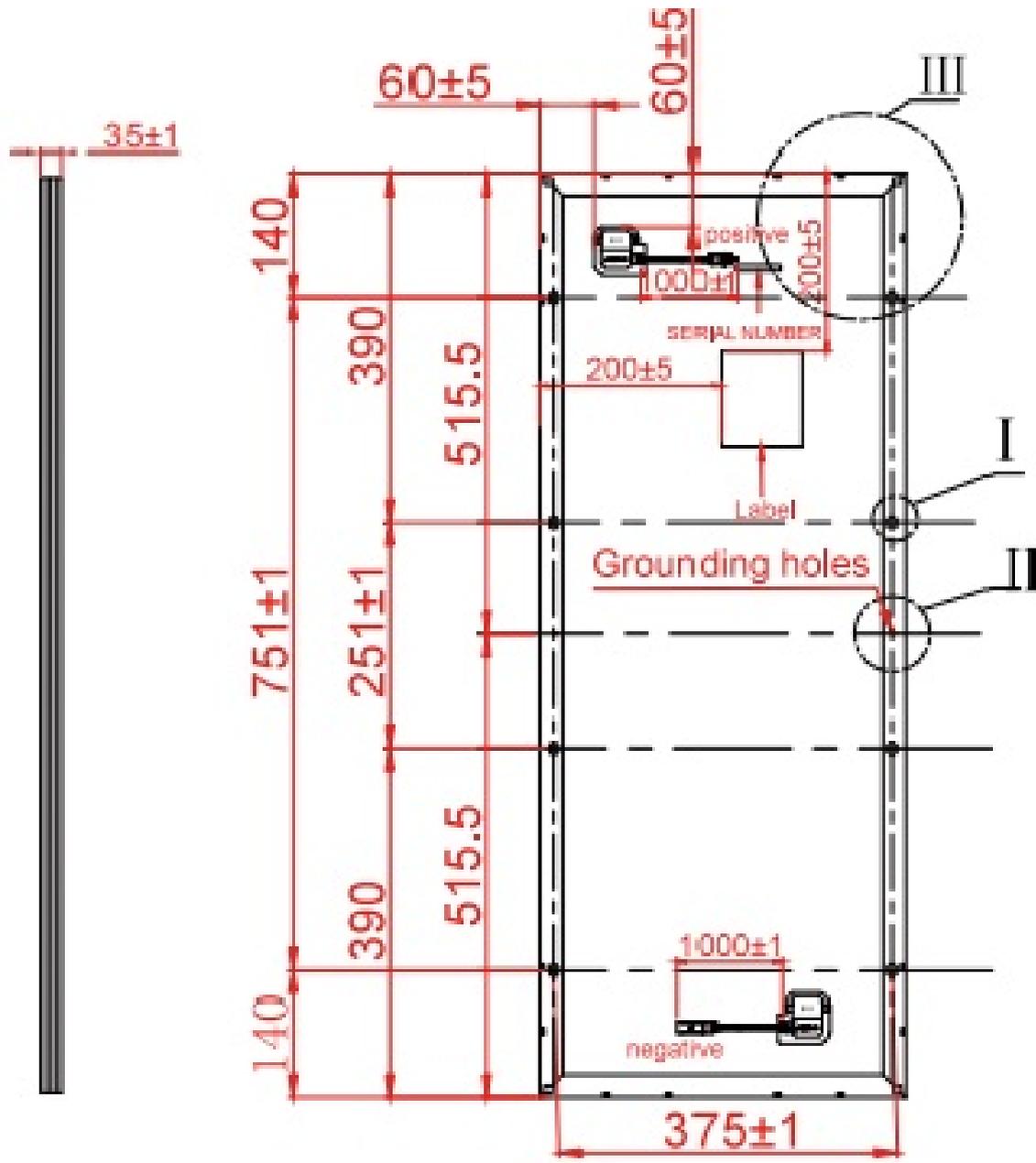
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: SERAPHIM  
 MODELO: 1500V SERIES

Plano N°:  
**D53**



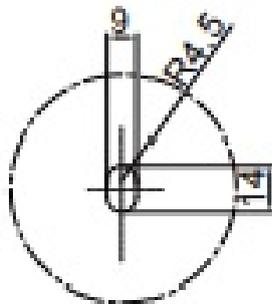
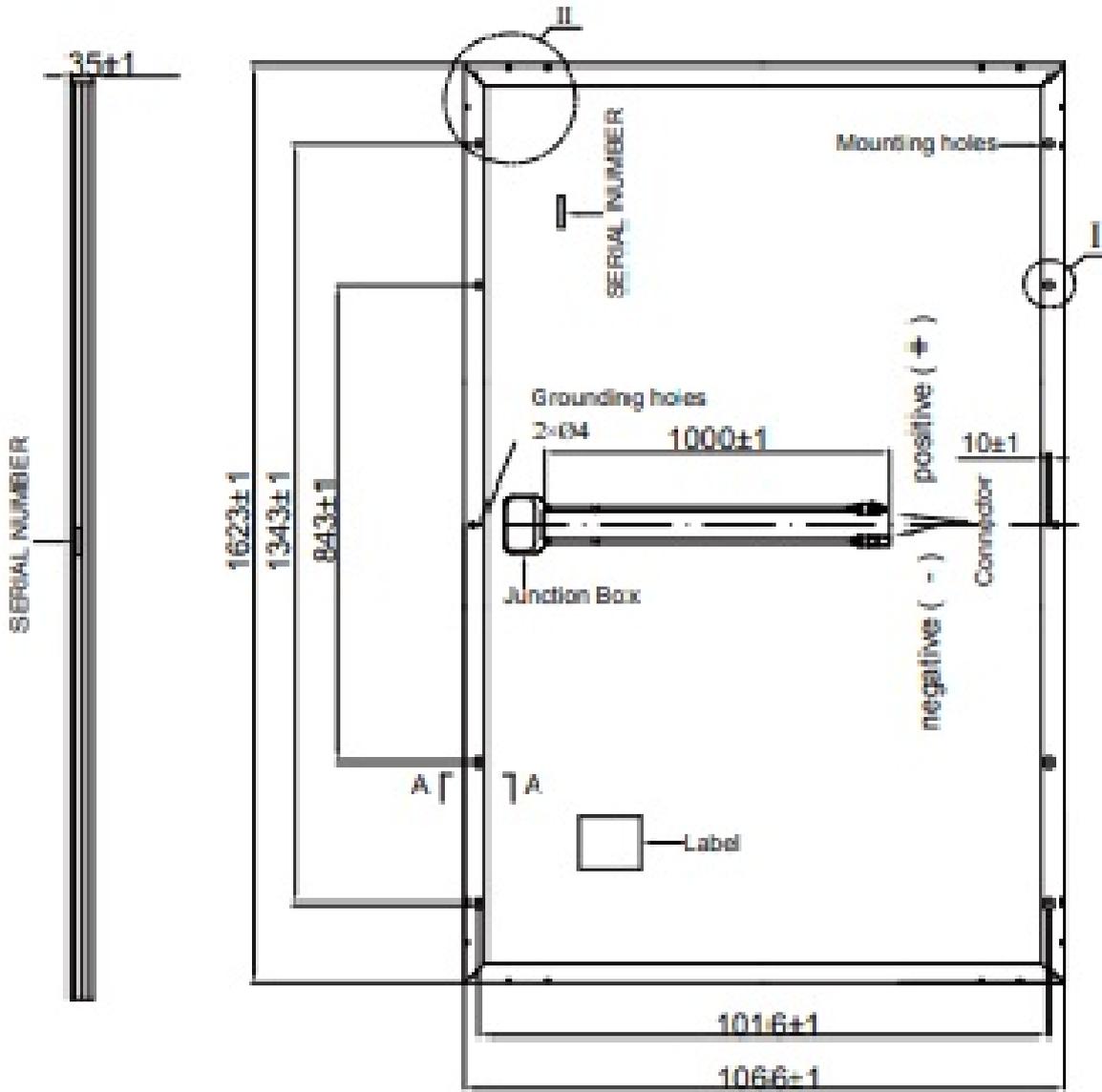
Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

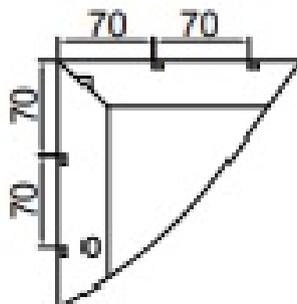
Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

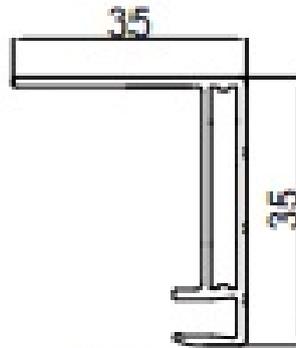
Plano Nº:  
**D54**  
 MARCA: SERAPHIM  
 MODELO: ELIPSE MODULE MINI



I  
5:1



II  
2:1



Section A-A  
10:1

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

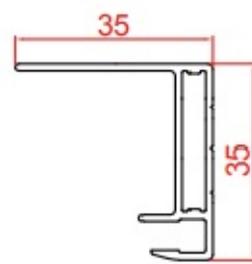
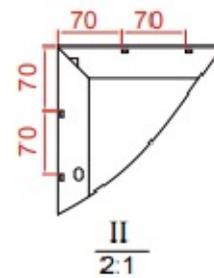
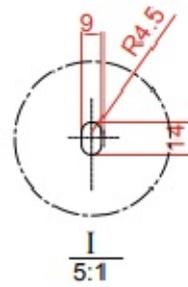
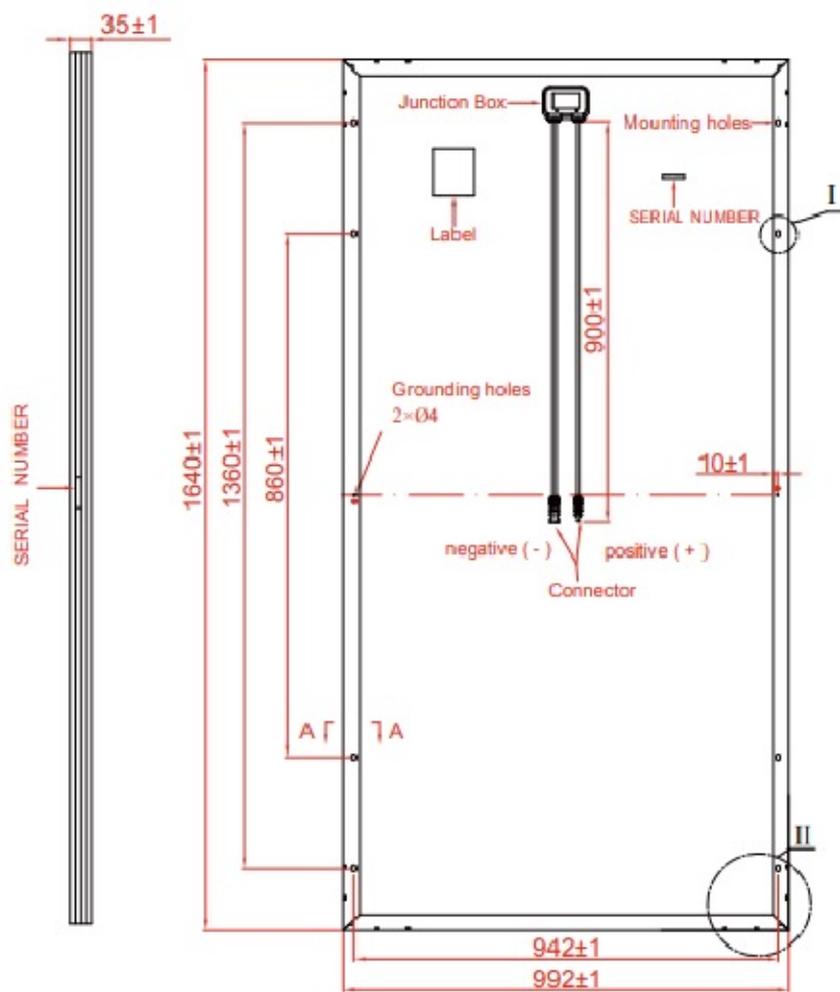
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: SERAPHIM  
 MODELO: ELIPSE MODULE

Plano N°:  
**D55**



Section A-A

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMINO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

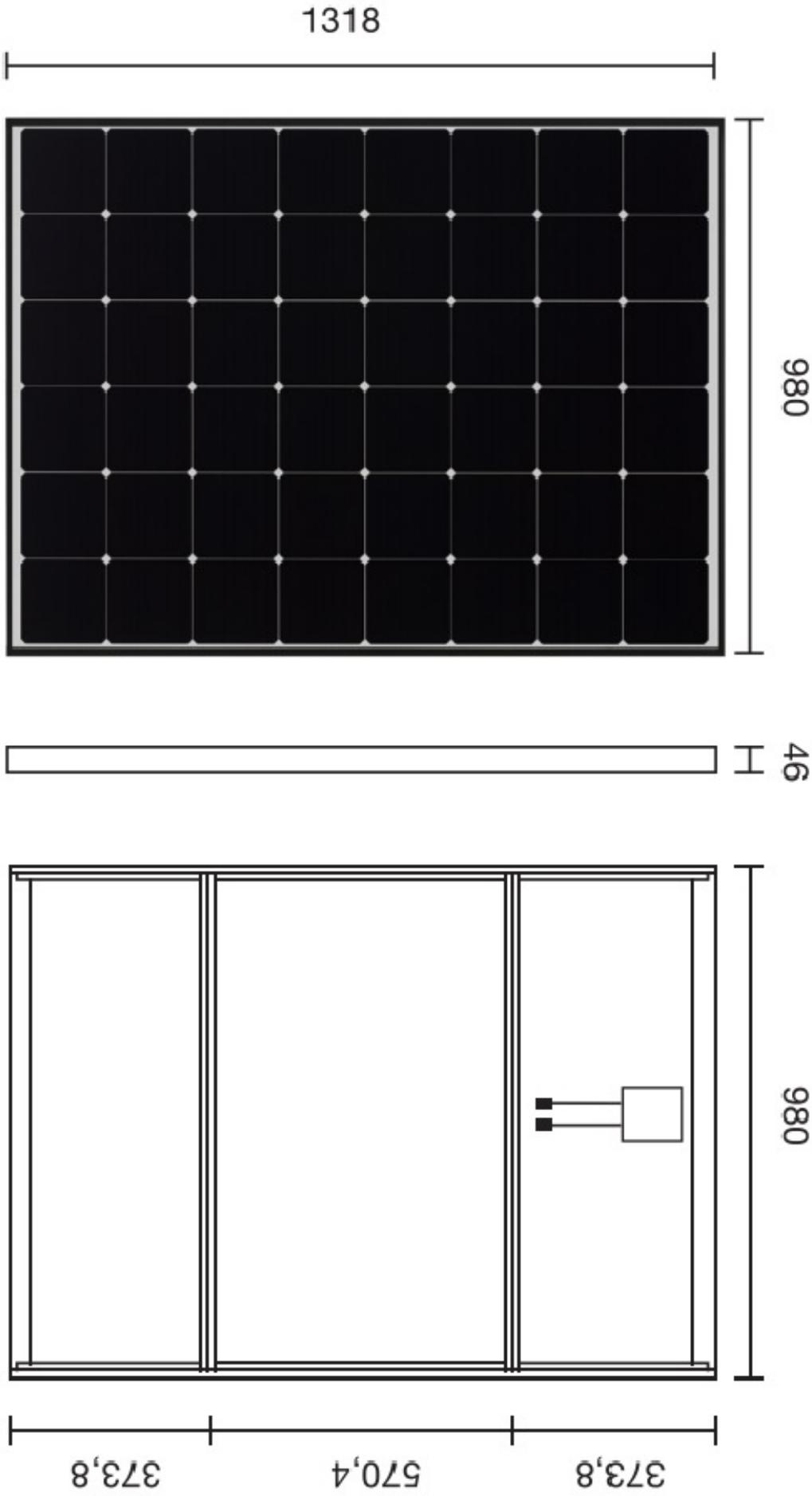
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: SERAPHIM  
 MODELO: SMART MODULE

Plano N°:  
**D56**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Plano:

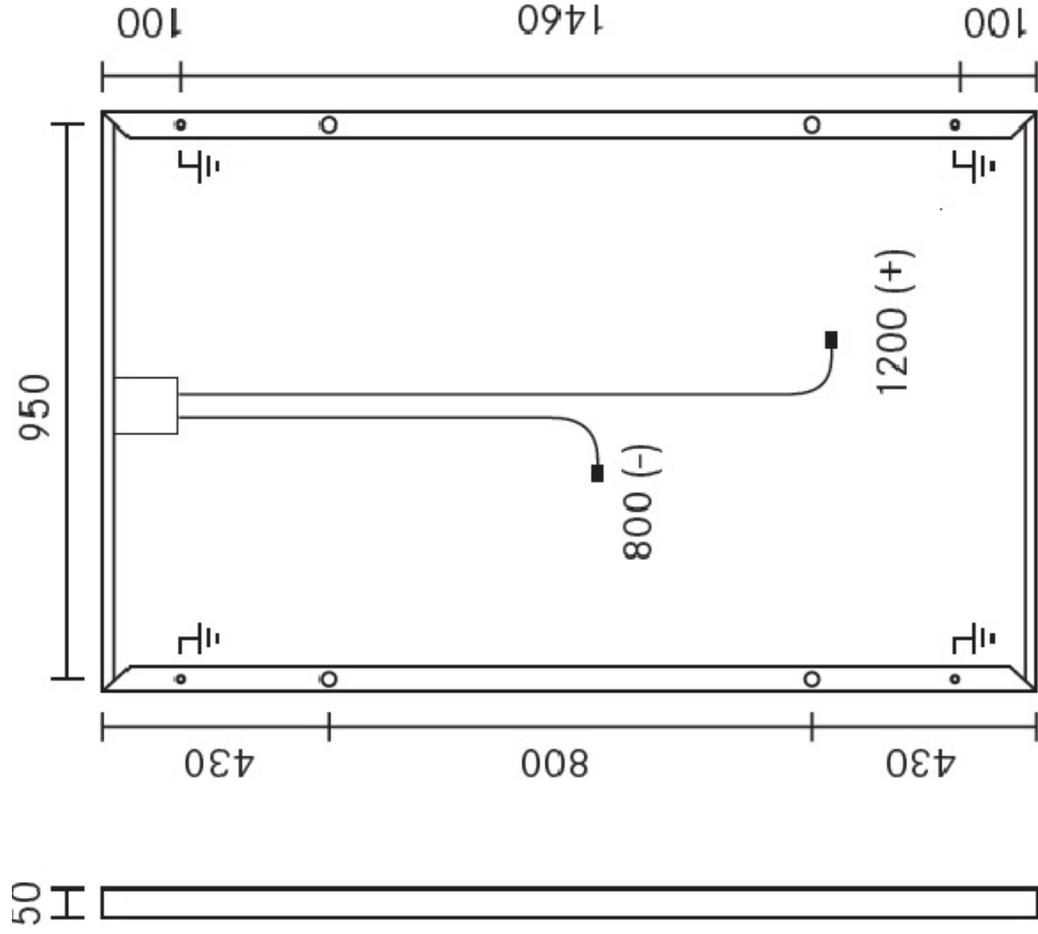
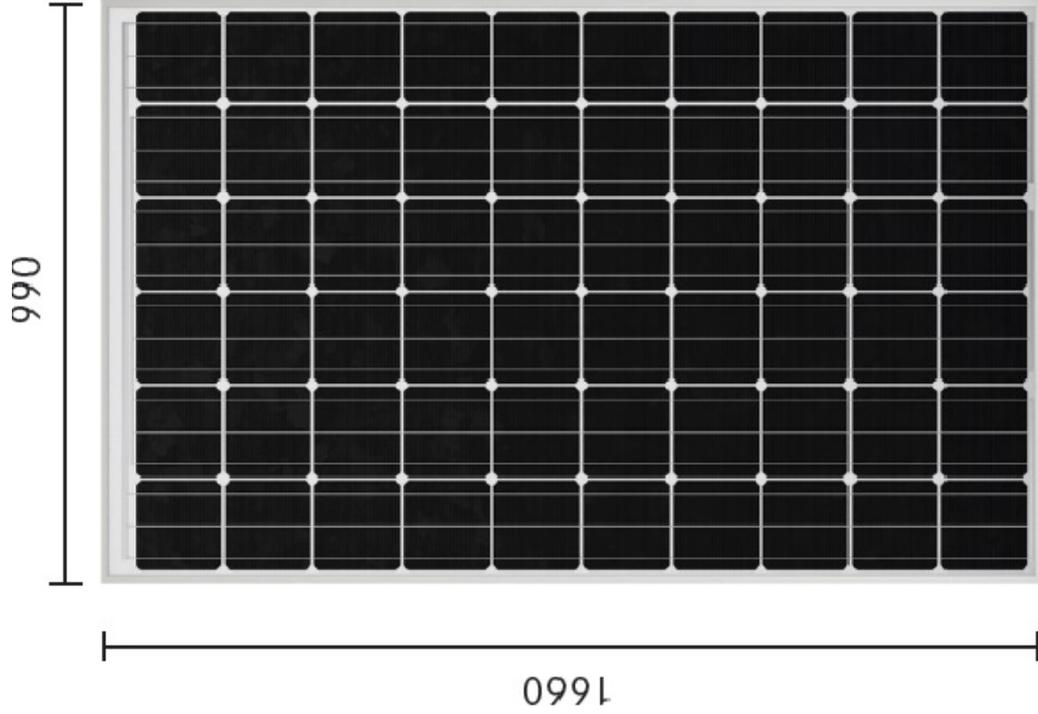
MARCA: SHARP  
MODELO: NQR

Plano N°:

D57



UNIVERSIDAD DE ALMERIA



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Plano:

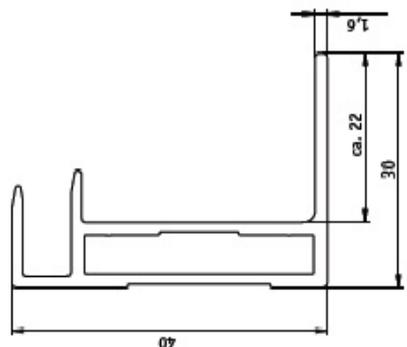
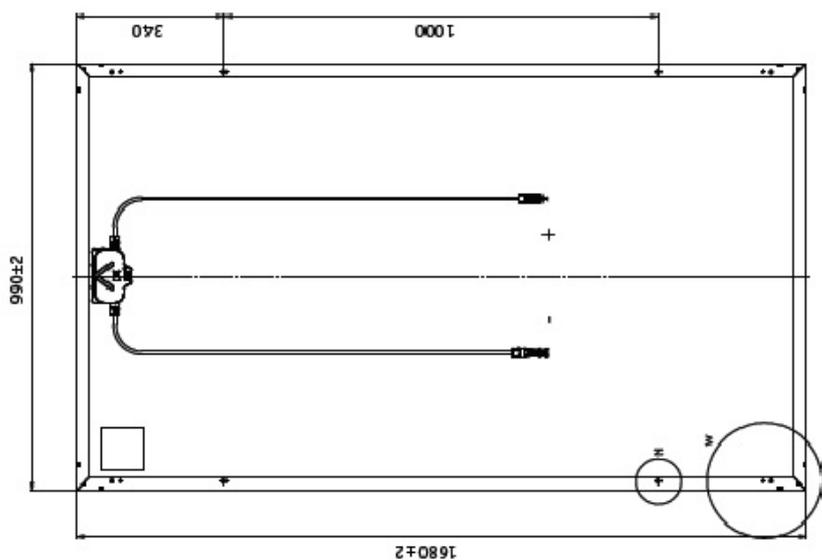
MARCA: SHARP  
MODELO: NU-RD

Plano N°:

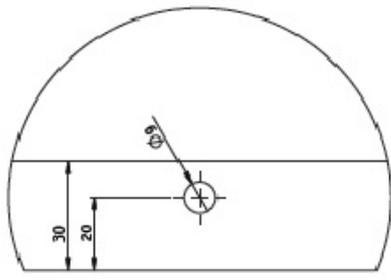
D58



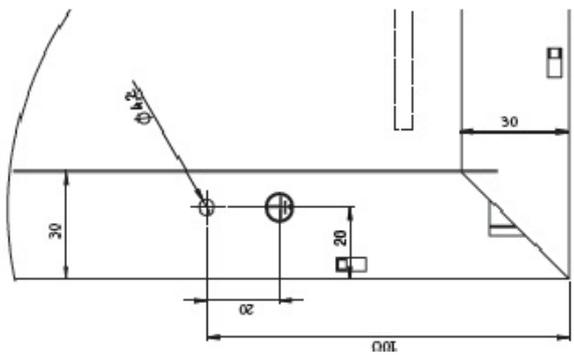
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Frame profile

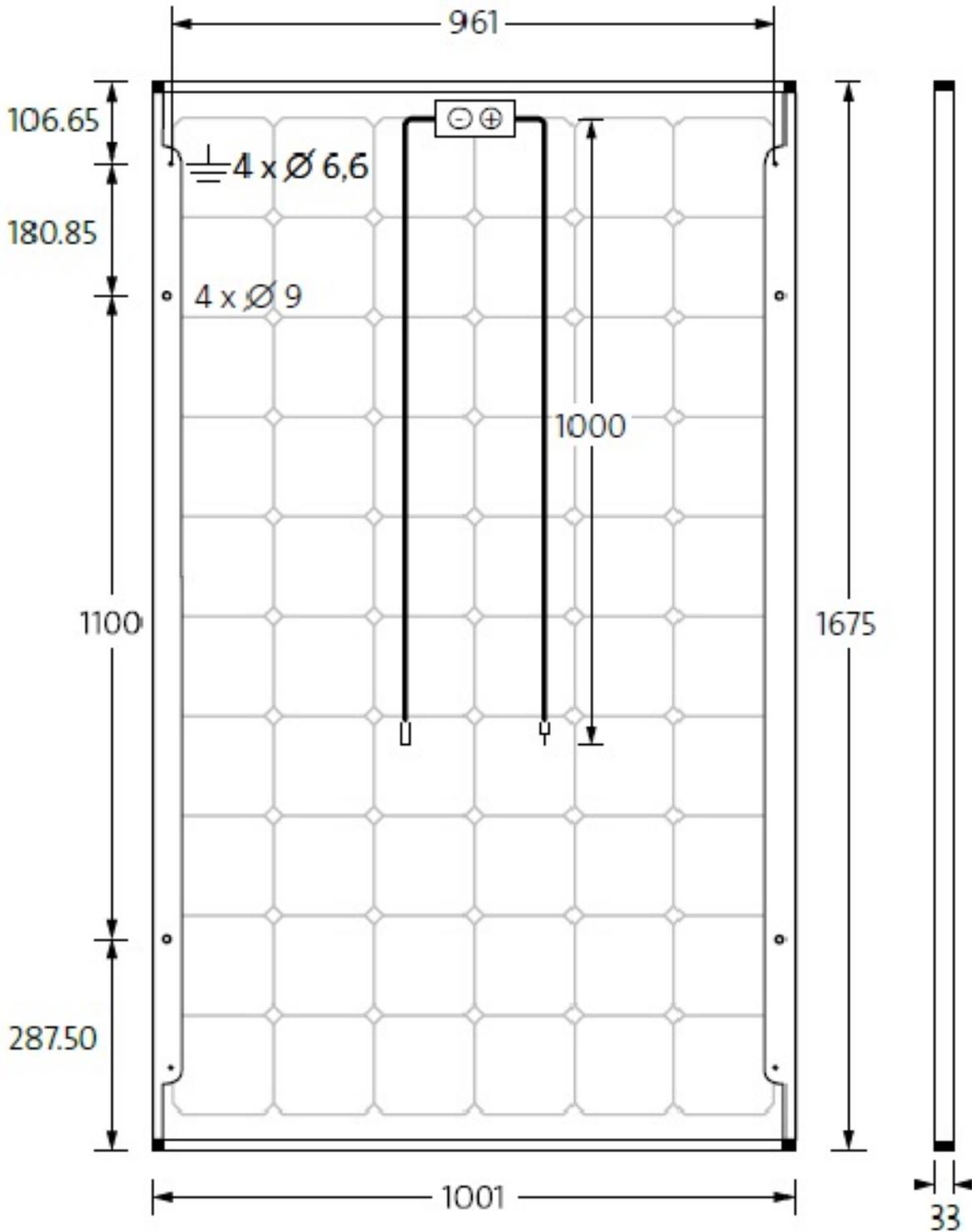


Detail view - mounting bore hole



Detail view - grounding bore hole

Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMINO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano N°: <b>D59</b>
		Plano: MARCA: SOLARWATT MODELO: VISION		



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

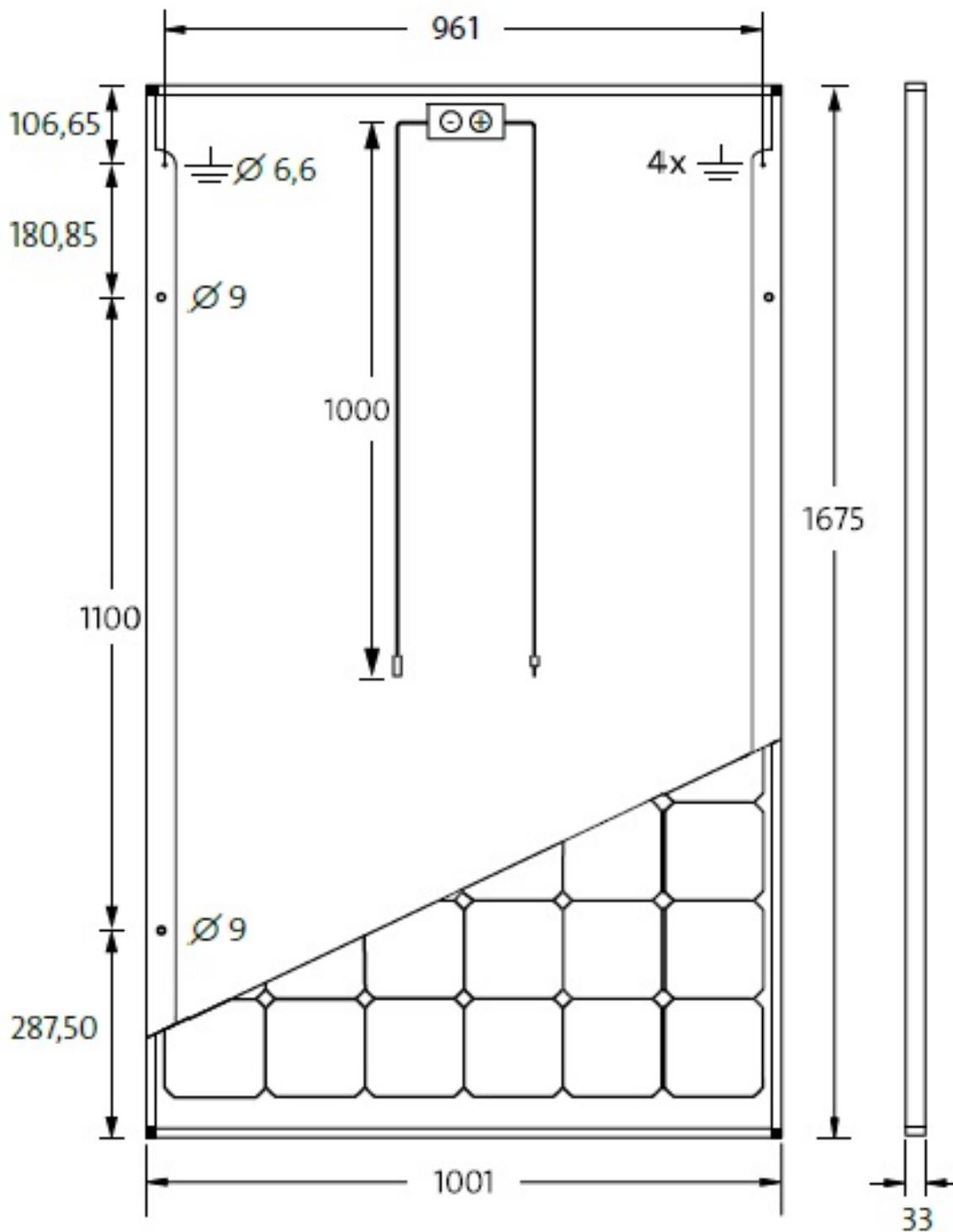
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: SOLARWORLD  
 MODELO: BISUN PROTECT

Plano N°:  
**D60**



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMINO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

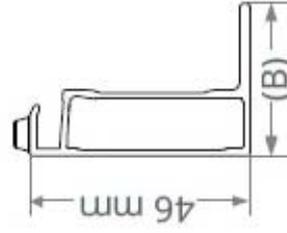
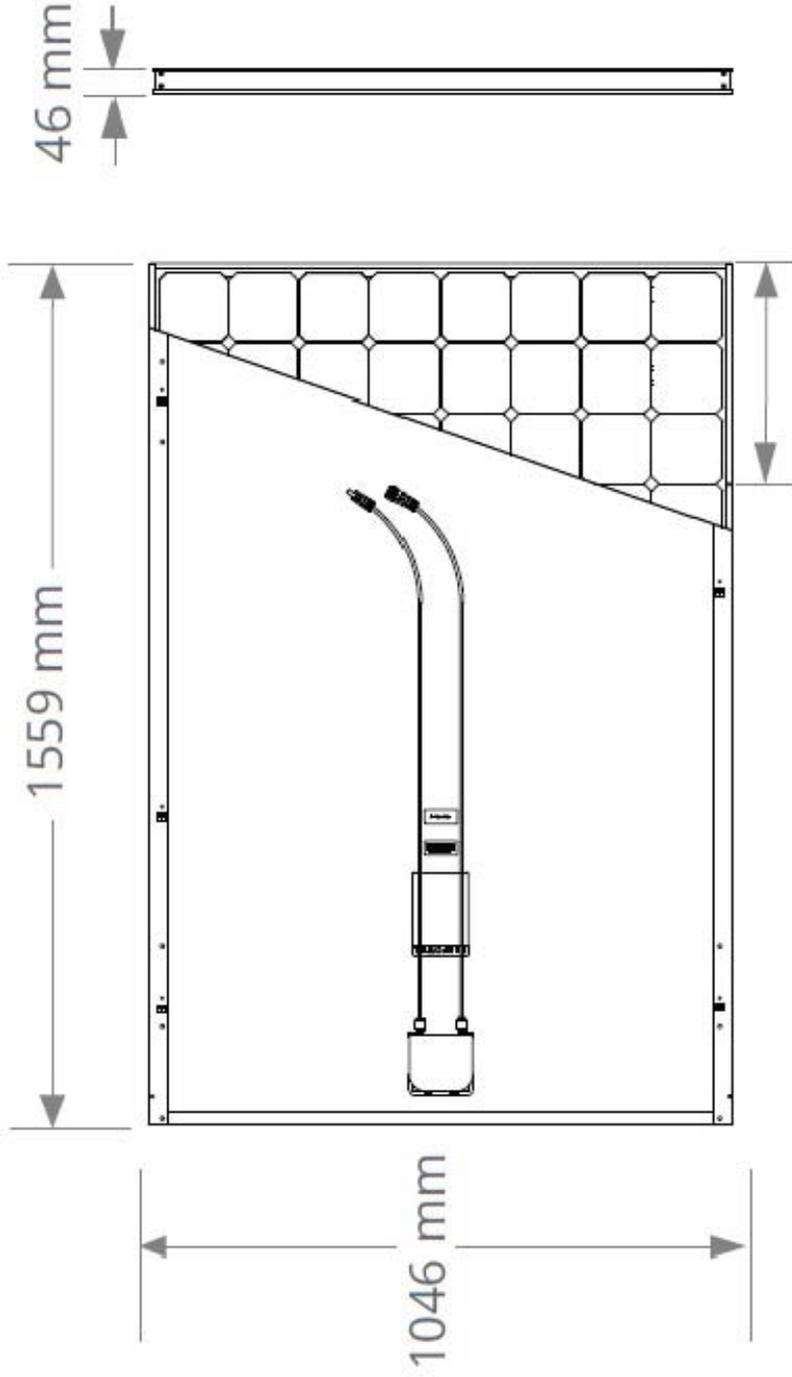
Plano:

MARCA: SOLARWORLD

MODELO: SUN PLUS

Plano N°:

D61



Redactor del Proyecto:  
JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

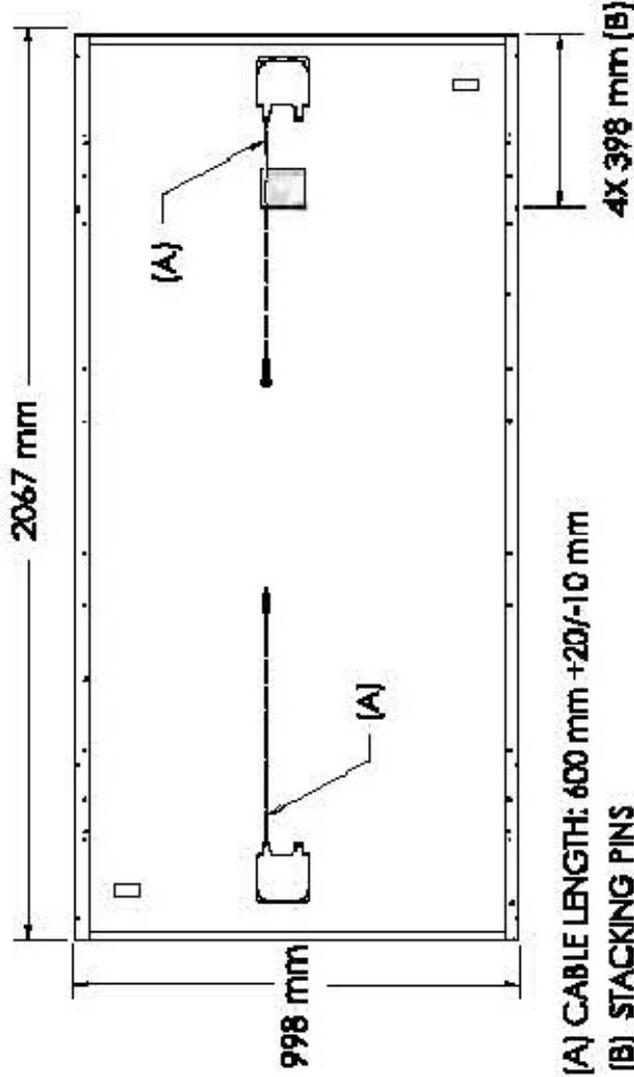
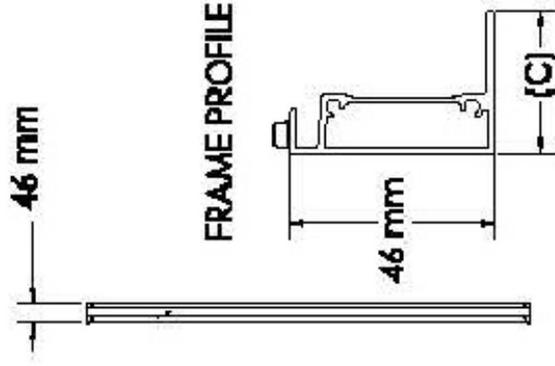
Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
ALMERIA

Escala:  
VARIAS

Plano Nº:  
MARCA: SUNPOWER  
MODELO: E SERIES

Fecha:  
DICIEMBRE 2018



[A] CABLE LENGTH: 600 mm +20/-10 mm

[B] STACKING PINS

[C] LONG SIDE: 22 mm

SHORT SIDE: 32 mm



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Redactor del Proyecto:  
JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

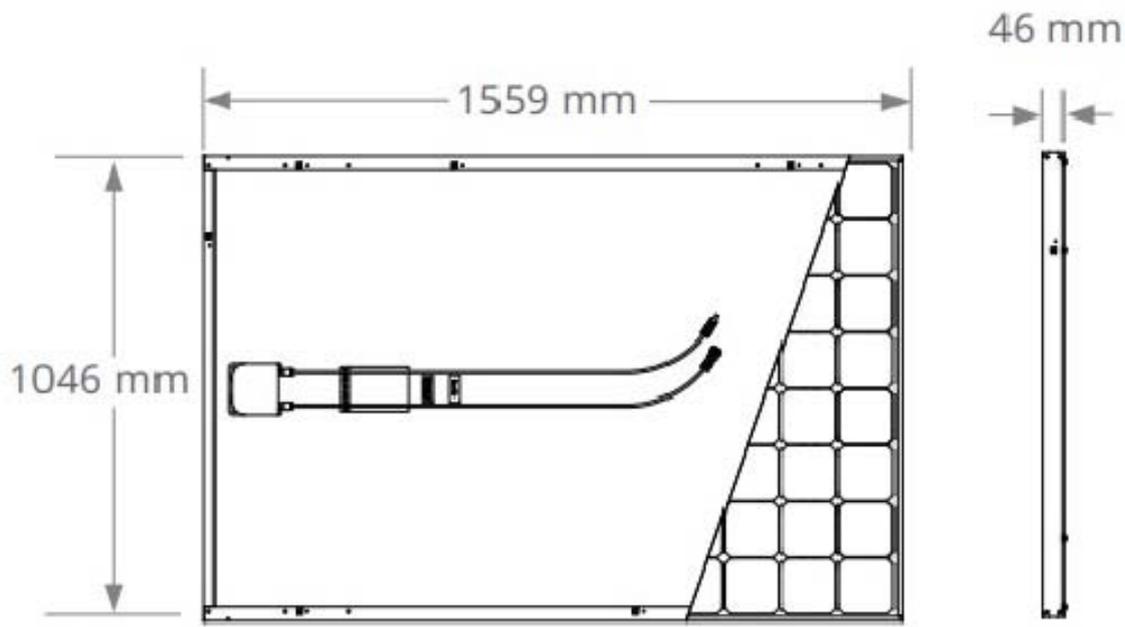
Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
ALMERIA

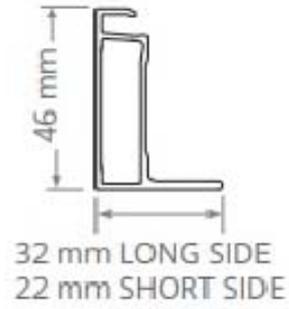
Escala:  
VARIAS  
Fecha:  
DICIEMBRE 2018

Plano:  
MARCA: SUNPOWER  
MODELO: P SERIES

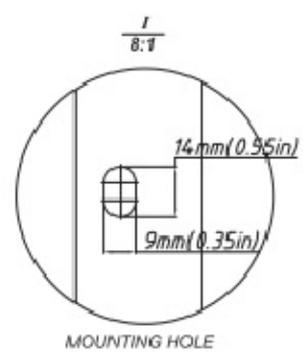
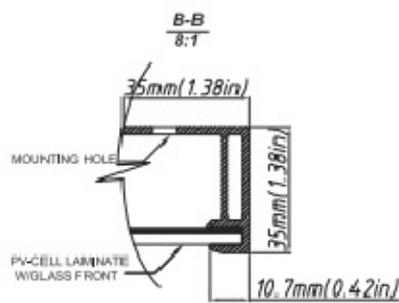
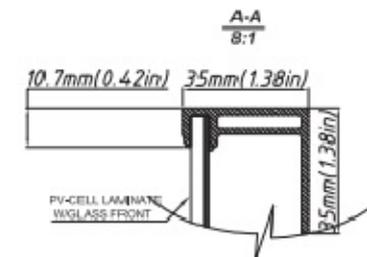
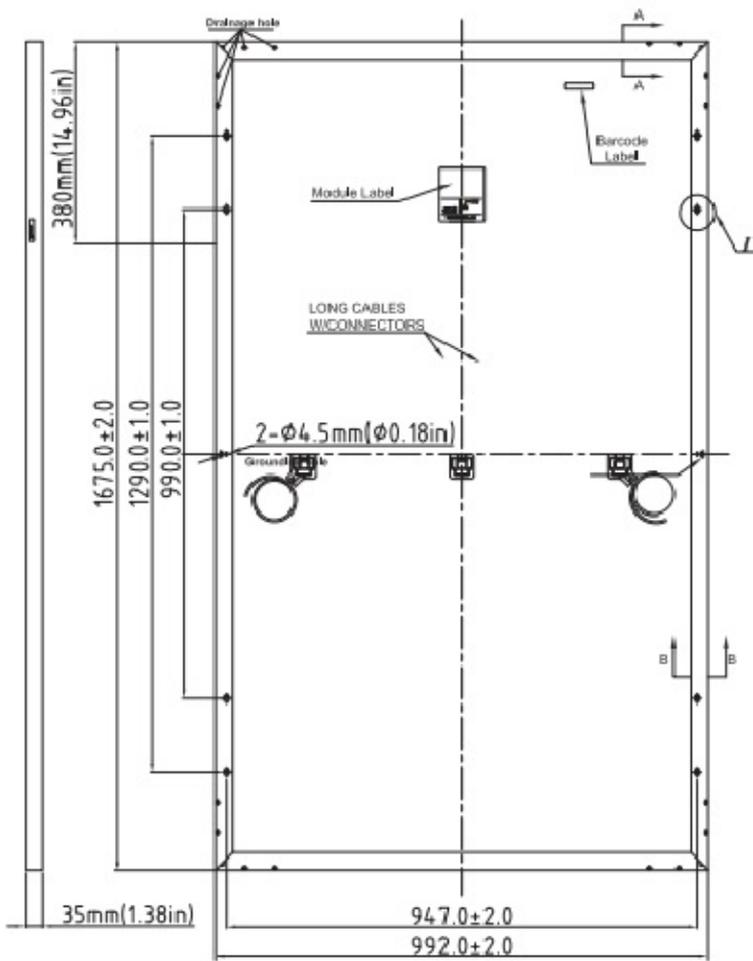
Plano N°:  
D63



FRAME PROFILE



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano N°: <b>D64</b>
		Plano: MARCA: SUNPOWER MODELO: X SERIES		



Plano N°: **D65**

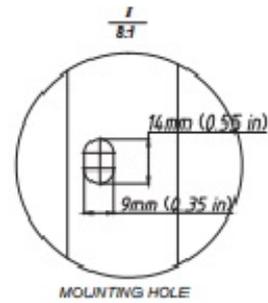
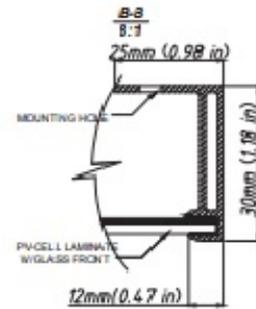
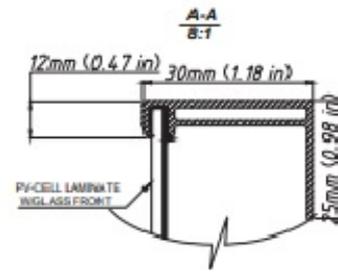
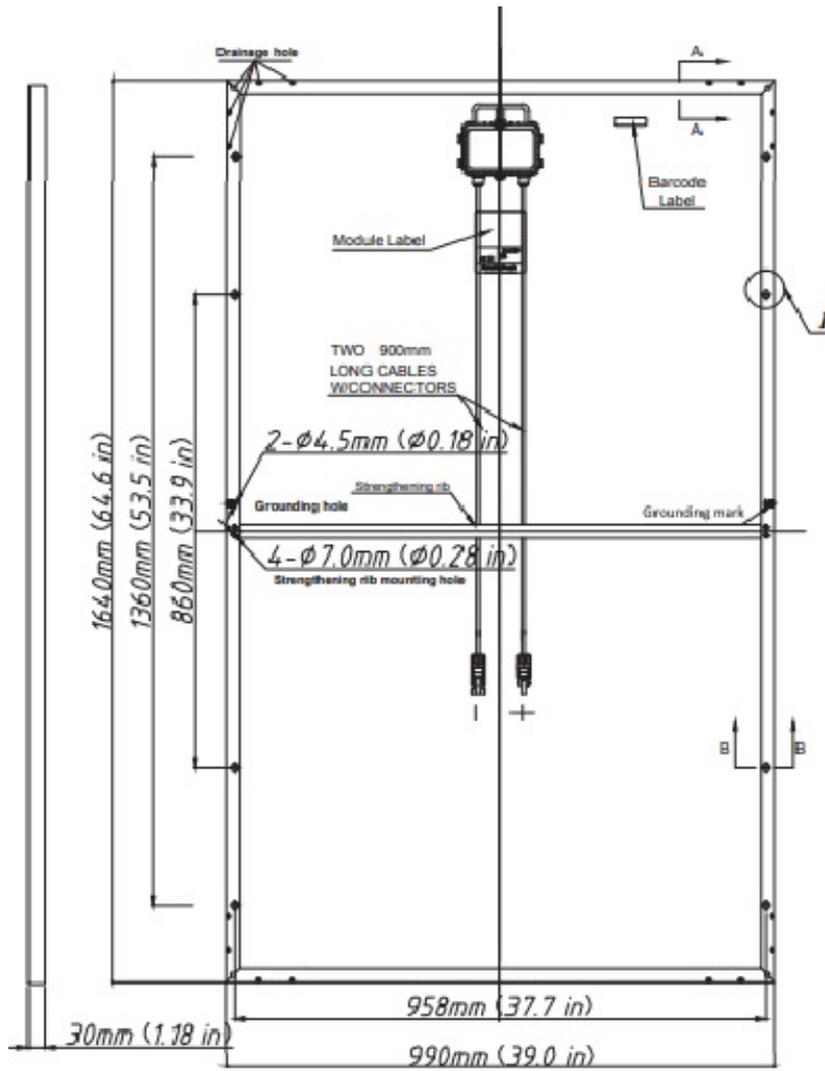
Plano: MARCA: TALESUN  
 MODELO: BISTAR

Escala: VARIAS  
 Fecha: DICIEMBRE 2018

Situación: ALMERIA

Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

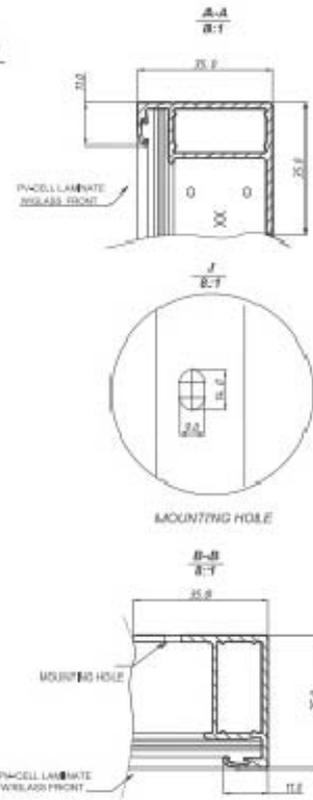
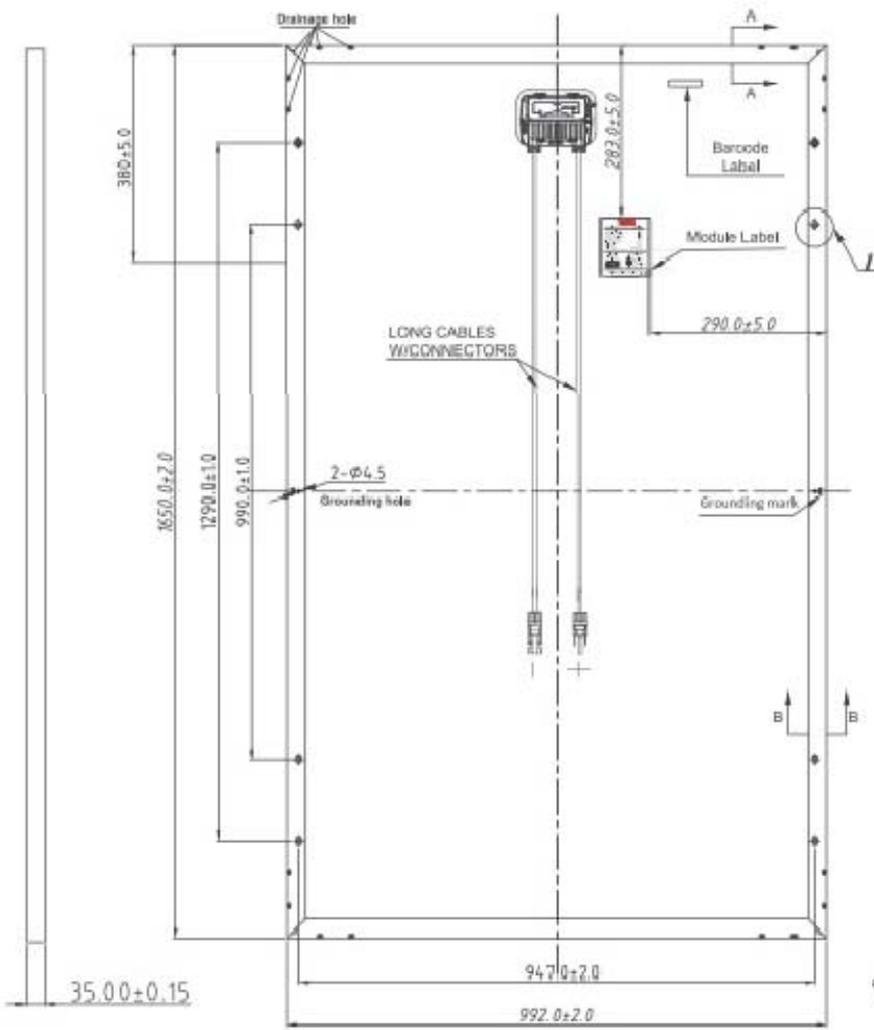
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano Nº:  
**D66**  
 Plano:  
 MARCA: TALESUN  
 MODELO: EATHER TP860P





Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

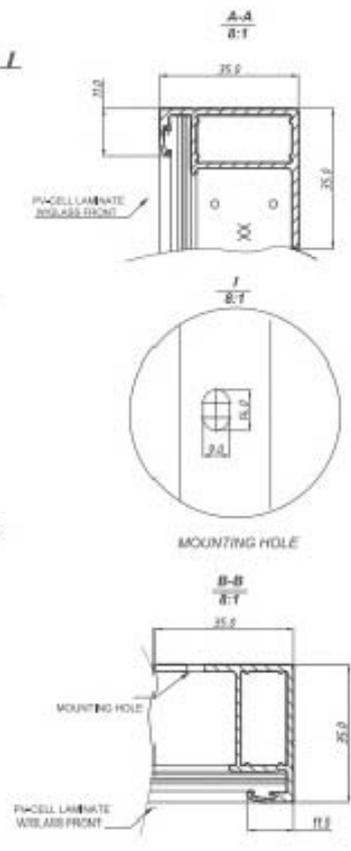
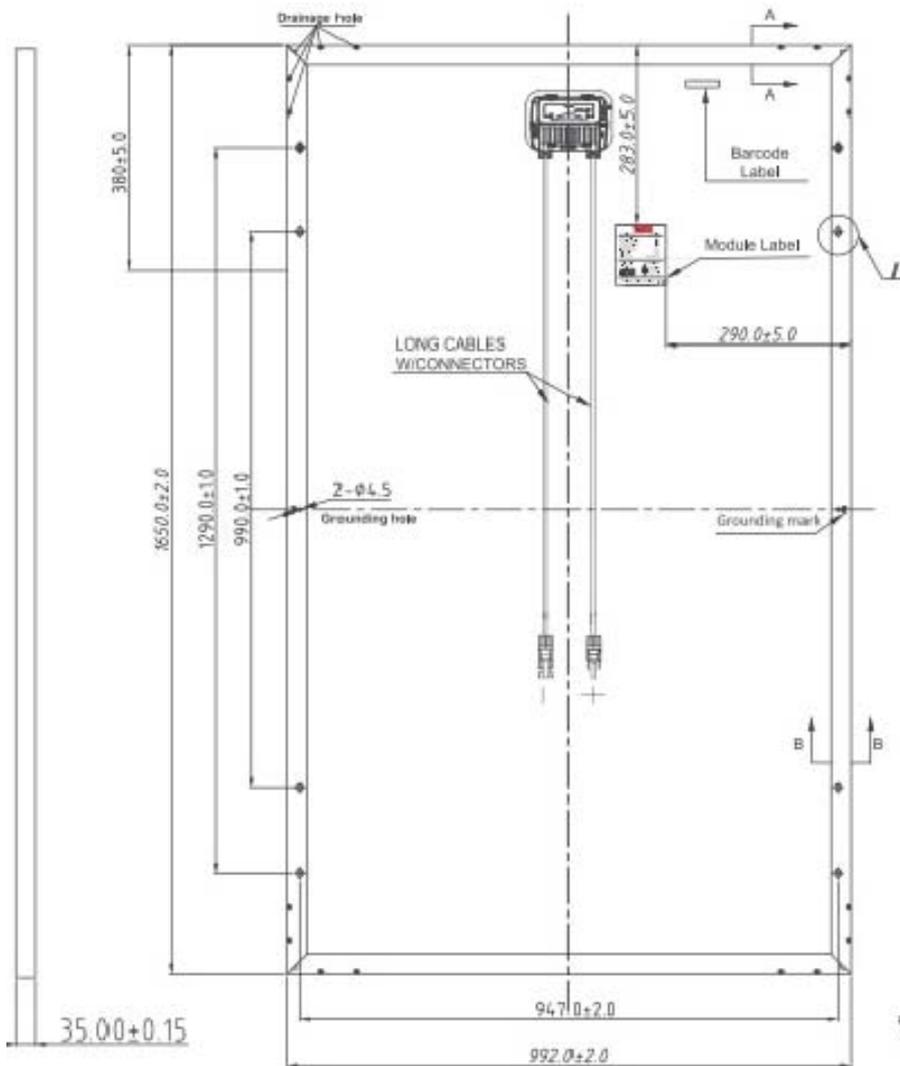
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

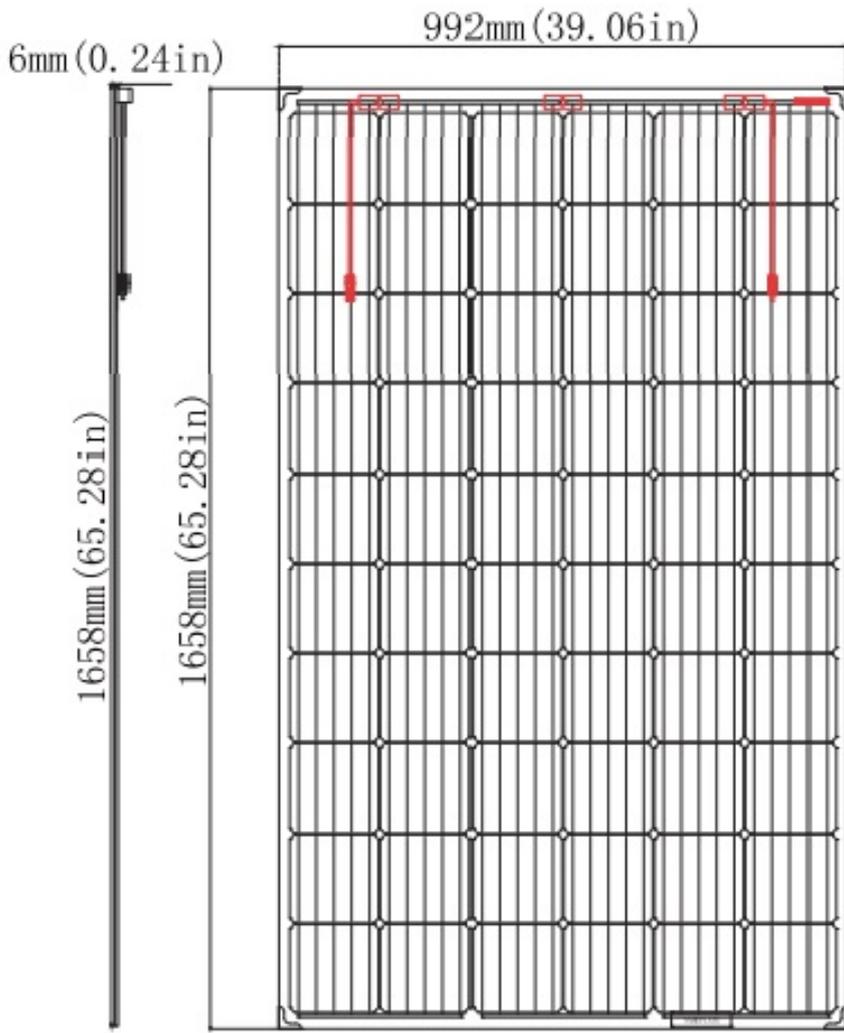
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: TALESUN  
 MODELO: HIPRO

Plano N°:  
**D67**



Plano N°:	D68
Plano:	MARCA: TALESUN MODELO: MIPRO III
Escala:	VARIAS
Situación:	ALMERIA
Fecha:	DICIEMBRE 2018
Proyecto:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

Plano N°:

D69

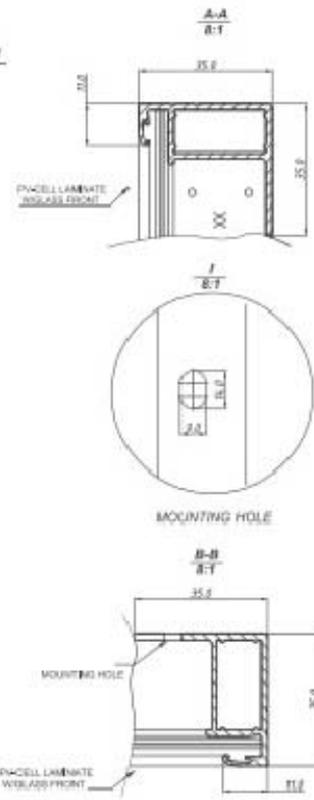
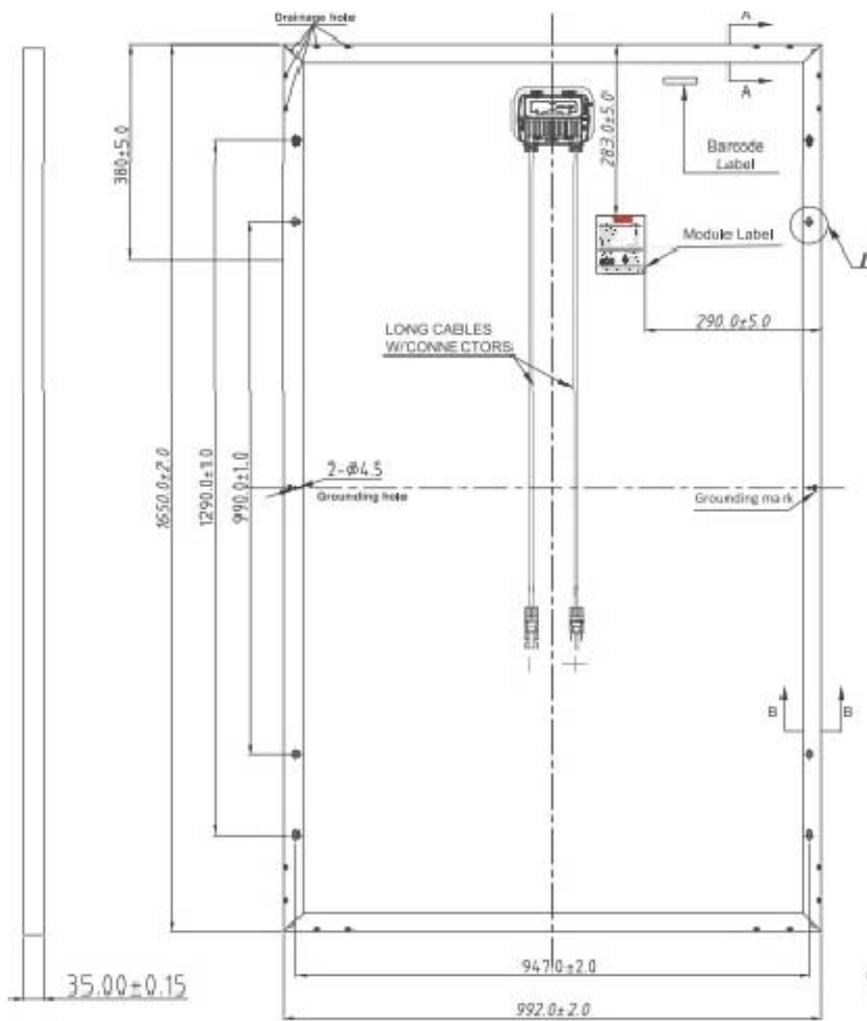
Plano:

MARCA: TALESUN

MODELO: NIPRO DUAL



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Plano N°: **D70**

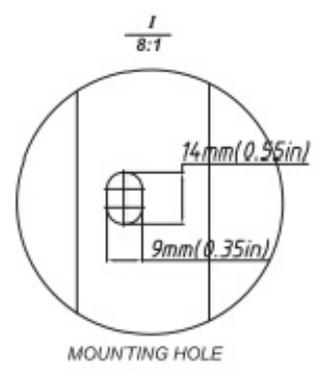
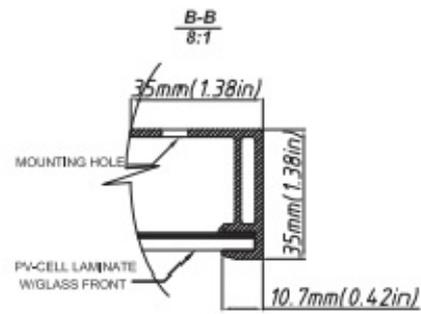
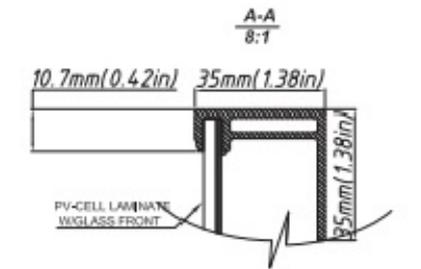
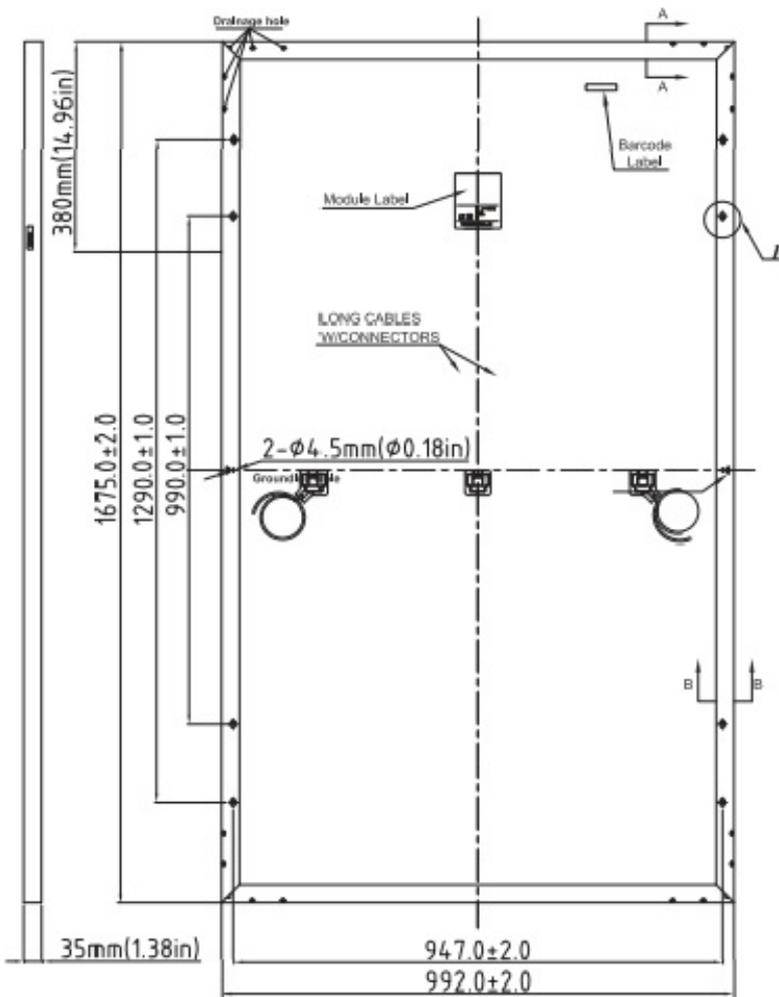
Plano: **MARCA: TALESUN**  
**MODELO: TP660M**

Escala: **VARIAS**  
Fecha: **DICIEMBRE 2018**

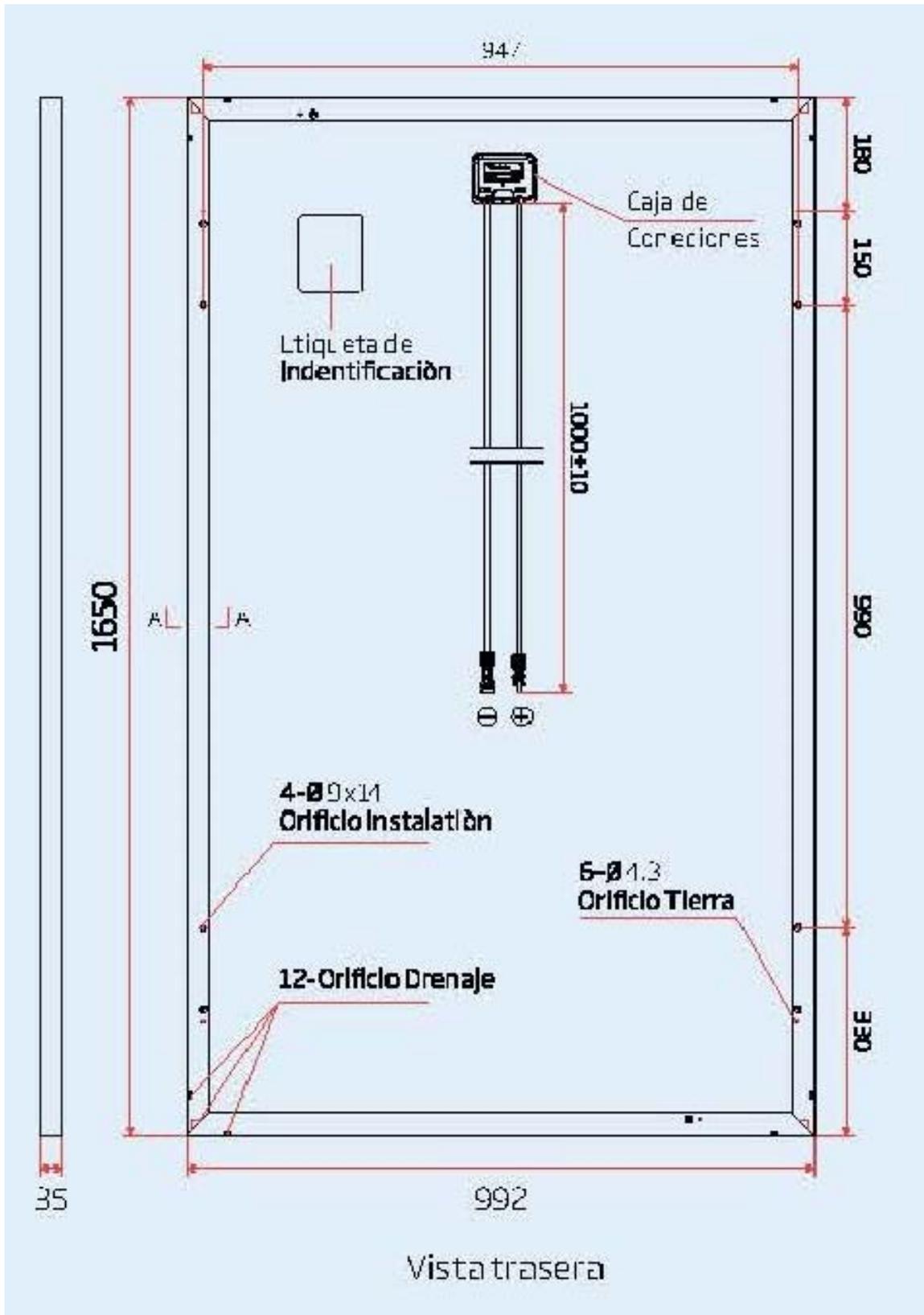
Situación: **ALMERIA**

Proyecto: **"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"**

Redactor del Proyecto: **JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO

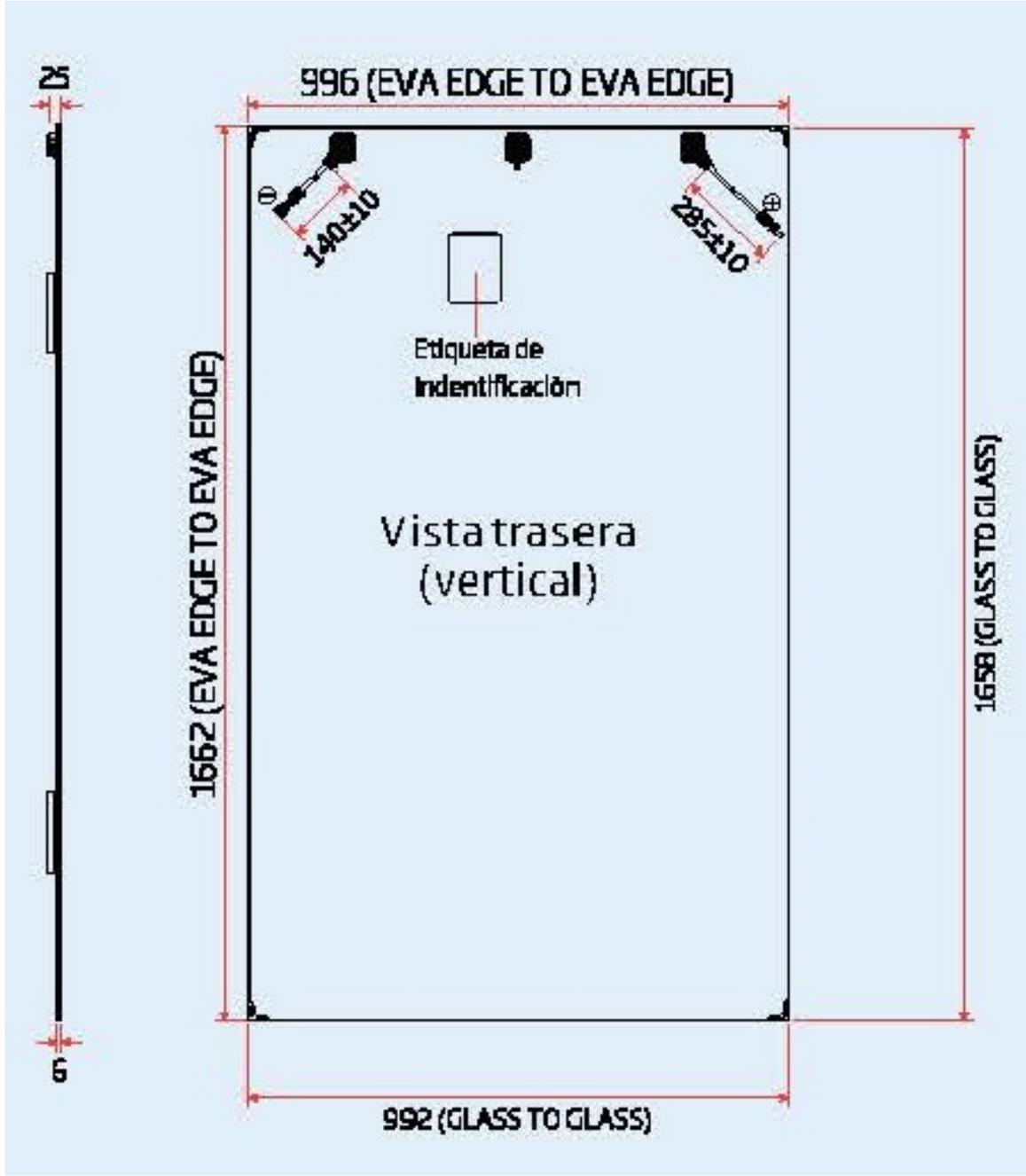


Plano N°:	D71
Plano:	MARCA: TALESUN MODELO: TWINKLE TP6-60P
Escala:	VARIAS
Situación:	ALMERIA
Fecha:	DICIEMBRE 2018
Proyecto:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO



Vista trasera

Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> <small>ALUMNO</small>	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano Nº: <b>D72</b>
Plazo: MARCA: TRINA SOLAR MODELO: ALLMAX M Plus 1500V				



Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

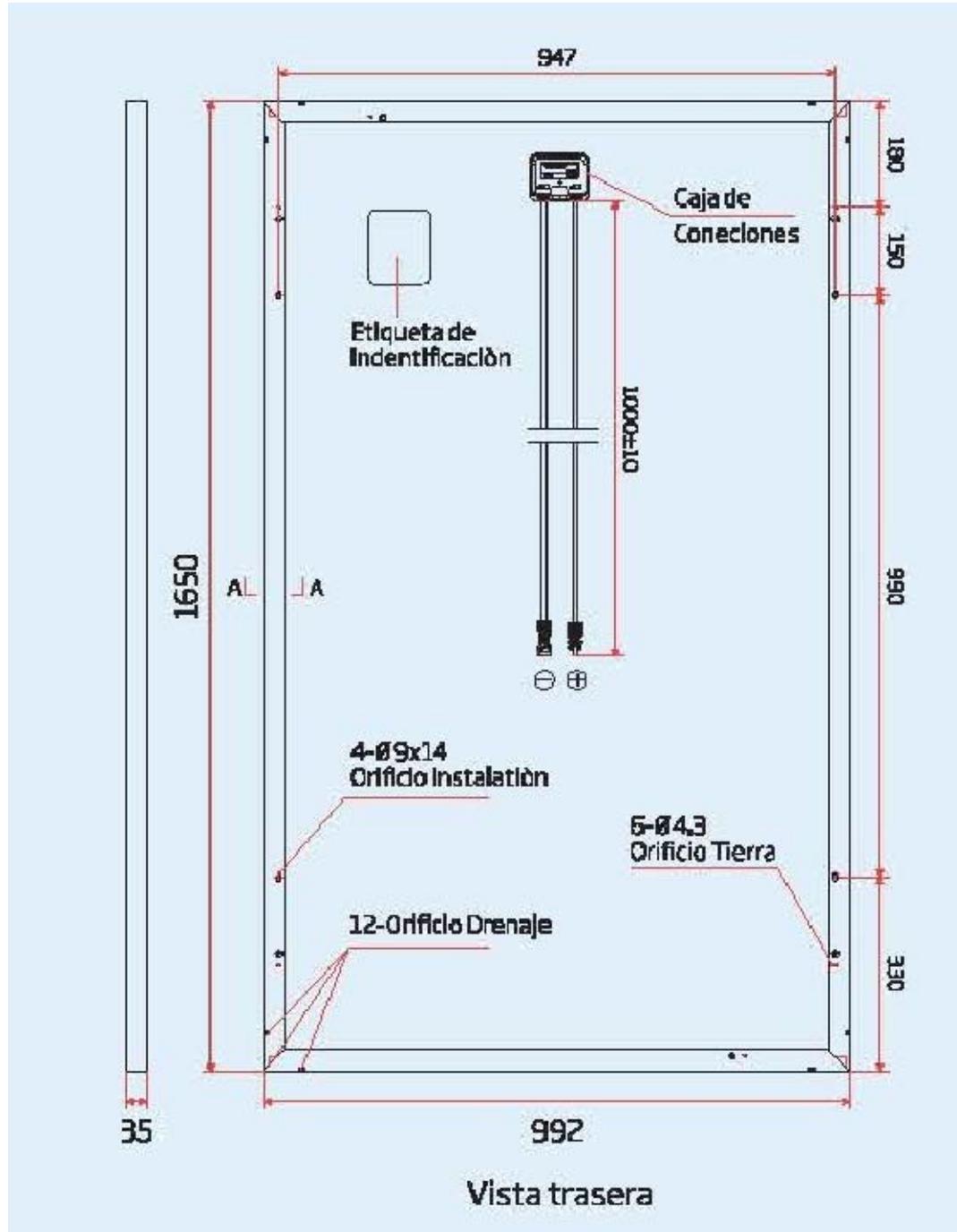
DICIEMBRE 2018

Plano N°:

D73

Plano: MARCA: TRINA SOLAR

MODELO: DUOMAX M PLUS



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

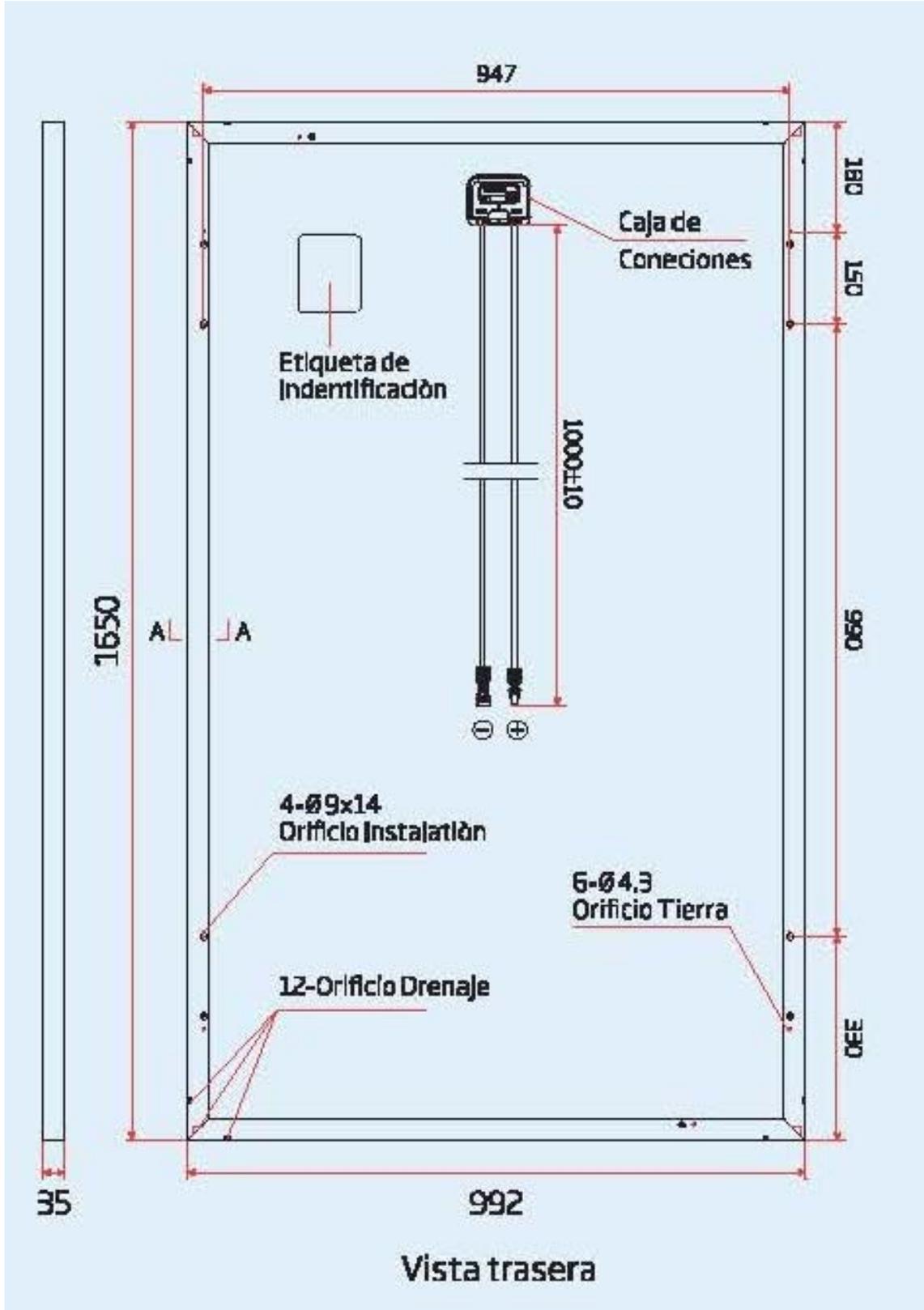
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: TRINA SOLAR  
 MODELO: HONEY M PLUS

Plano Nº:  
**D74**



Vista trasera

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

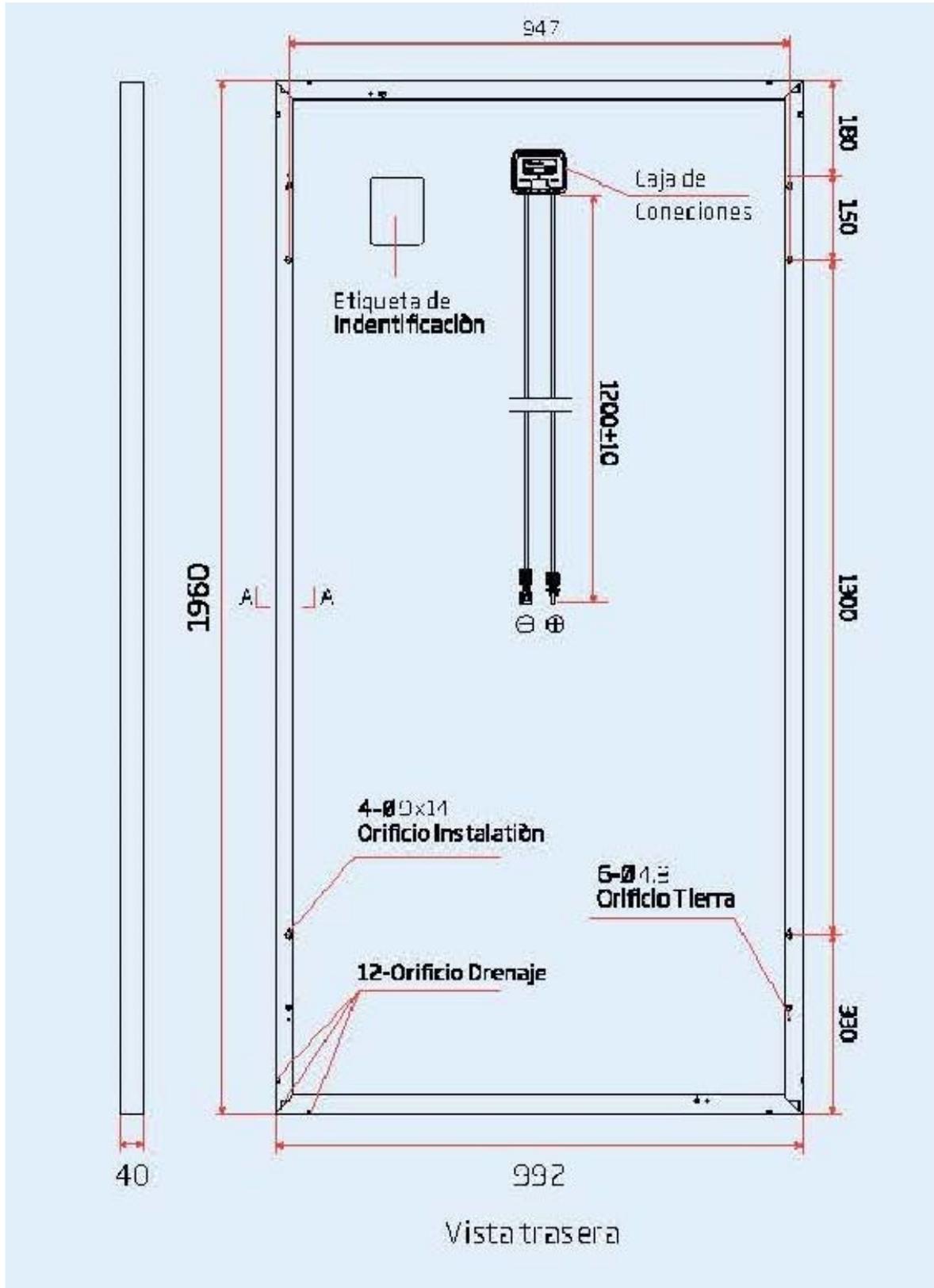
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: TRINA SOLAR  
 MODELO: HONEY

Plano Nº:  
**D75**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Plano N°:  
**D76**

Plano:  
MARCA: TRINA SOLAR  
MODELO: TALLMAX M PLUS

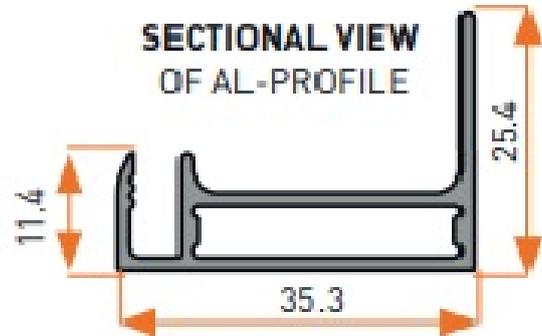
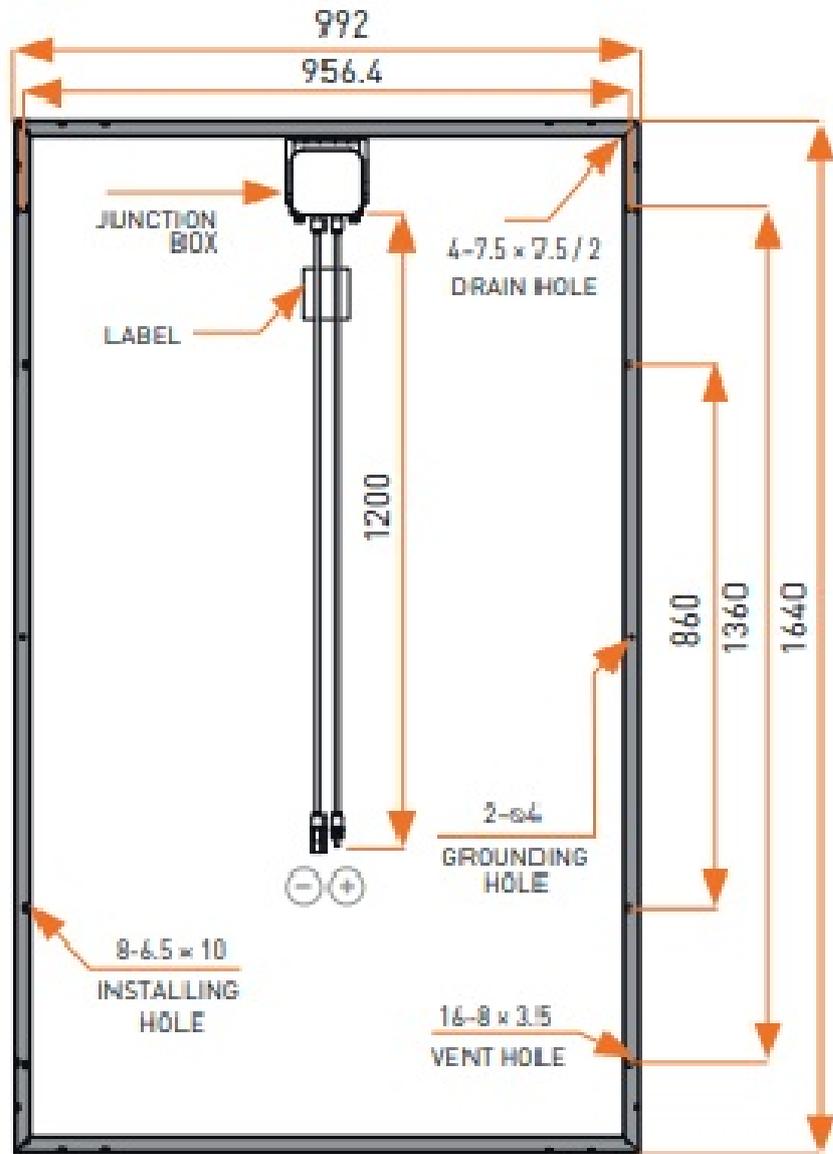
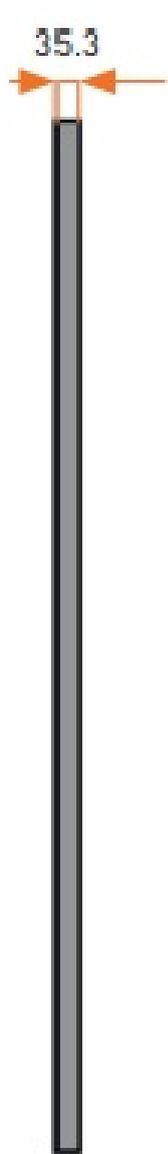
Escala:  
VARIAS

Fecha:  
DICIEMBRE 2018

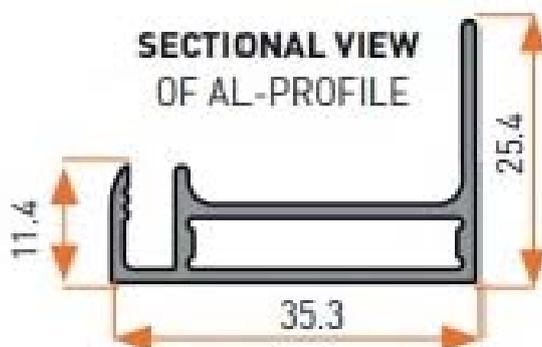
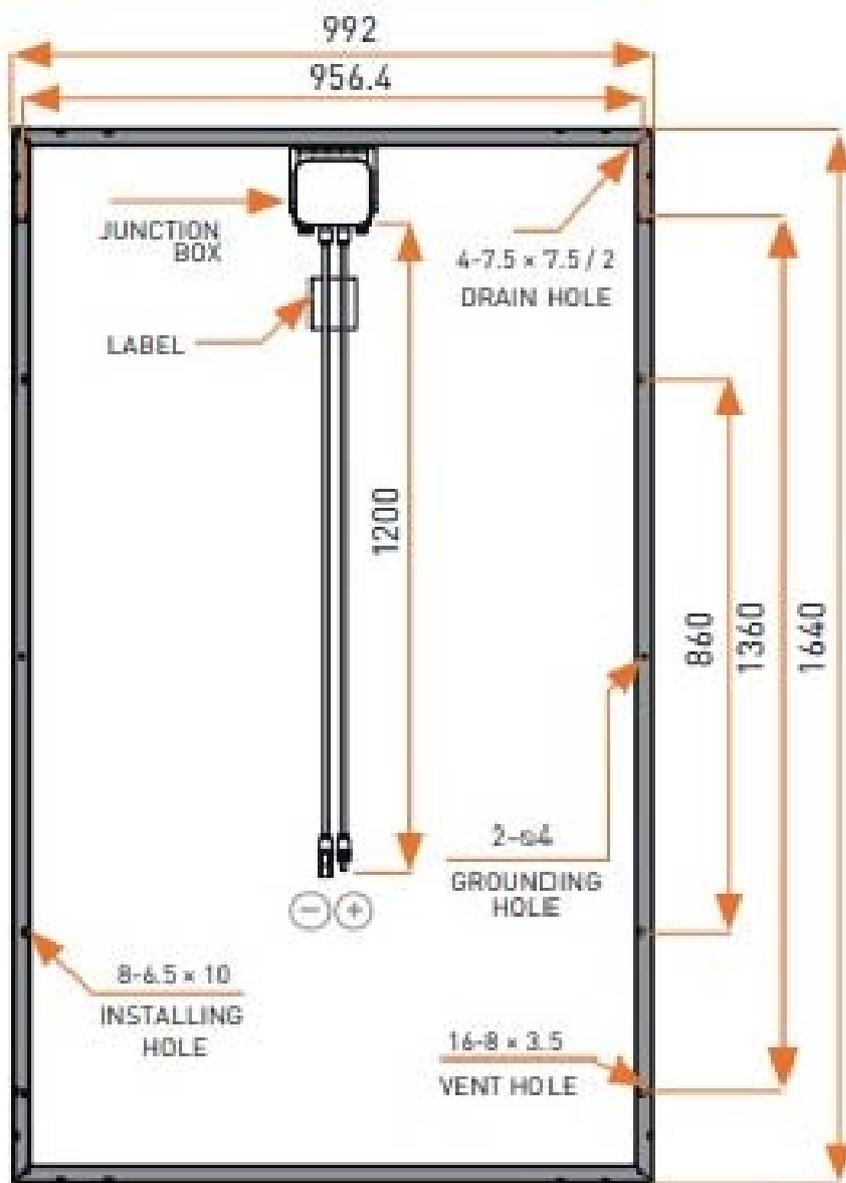
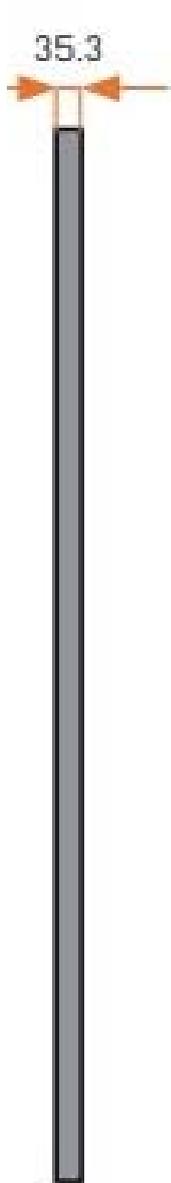
Situación:  
ALMERIA

Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

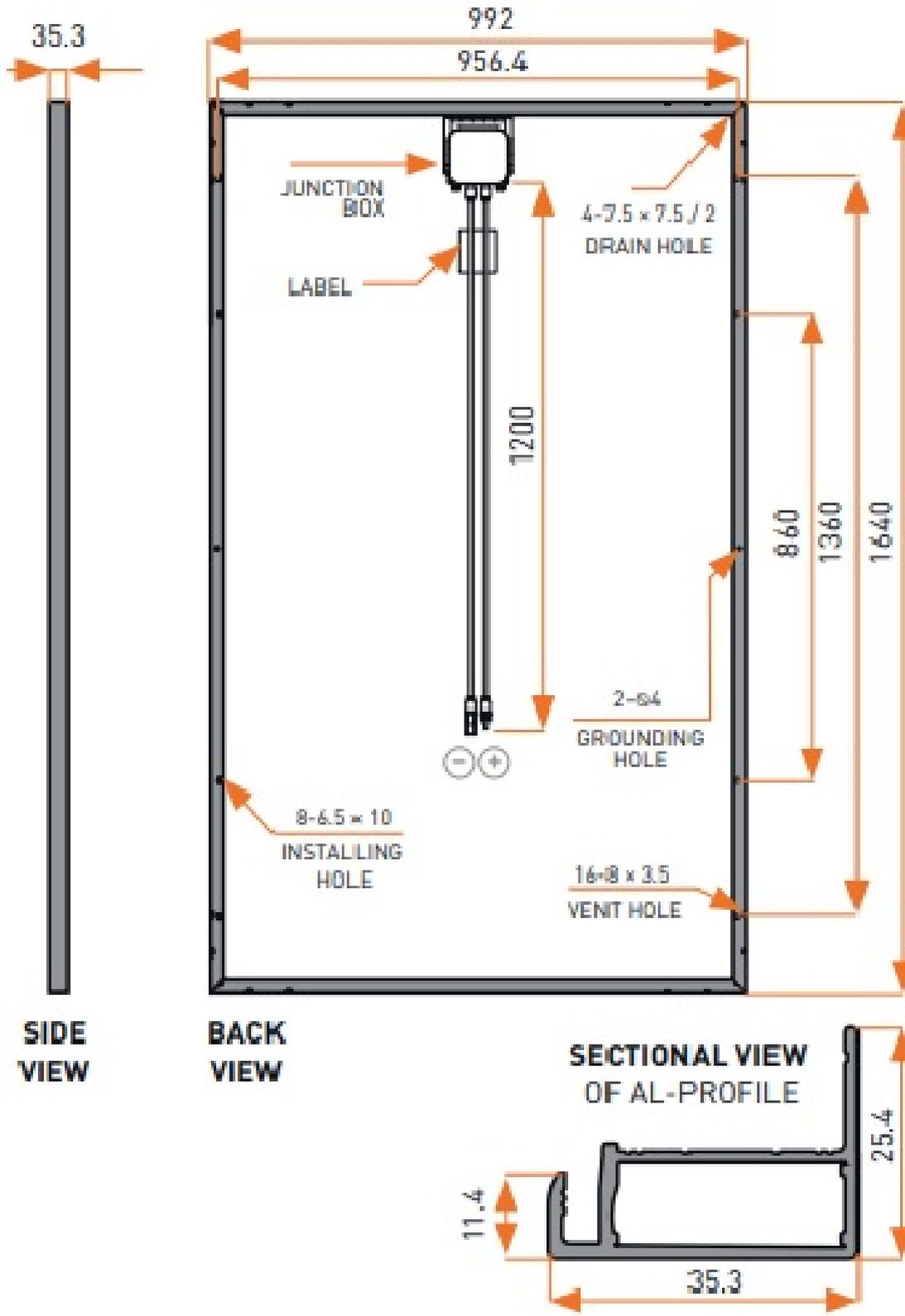
Redactor del Proyecto:  
JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO



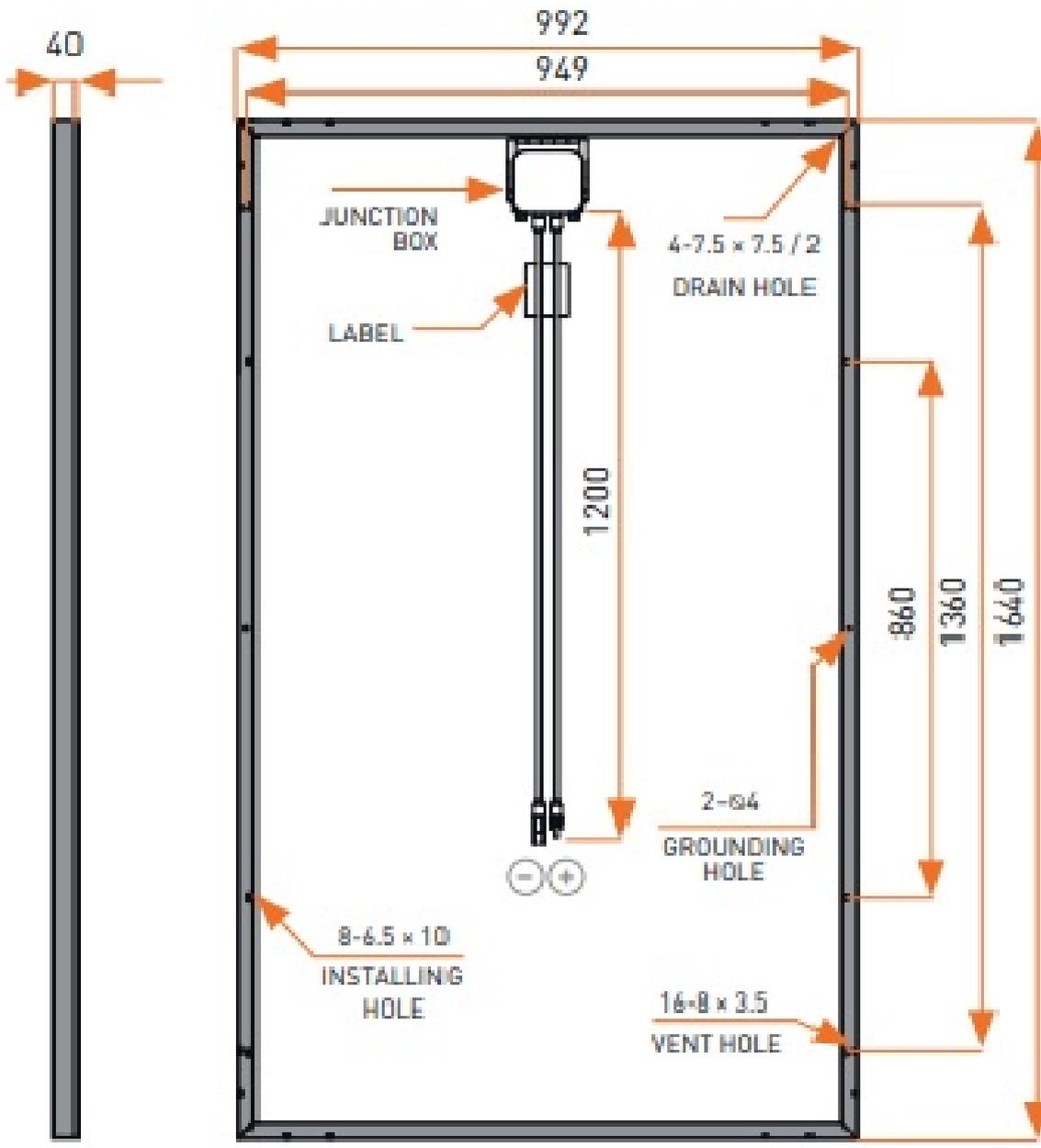
Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano Nº: <b>D77</b> MARCA: VIKRAM MODELO: ELDORA GRAND 1500V
---	---	-----------------------	---	--



Plano N°:	D78
Plano:	MARCA: VIKRAM MODELO: ELDORA PRIME 1500V
Escala:	VARIAS
Situación:	ALMERIA
Fecha:	DICIEMBRE 2018
Proyecto:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS	Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano N°: <b>D79</b>
MARCA: VIKRAM			MODELO: ELDORA PRIME SERIES		



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

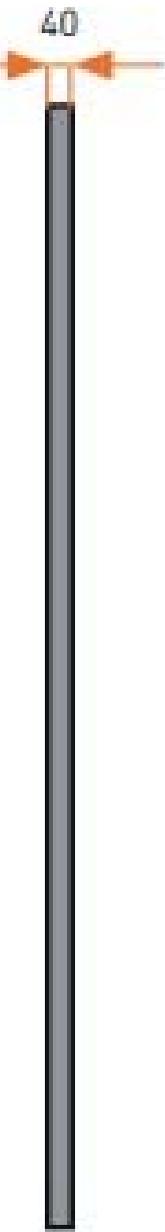
Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERÍA

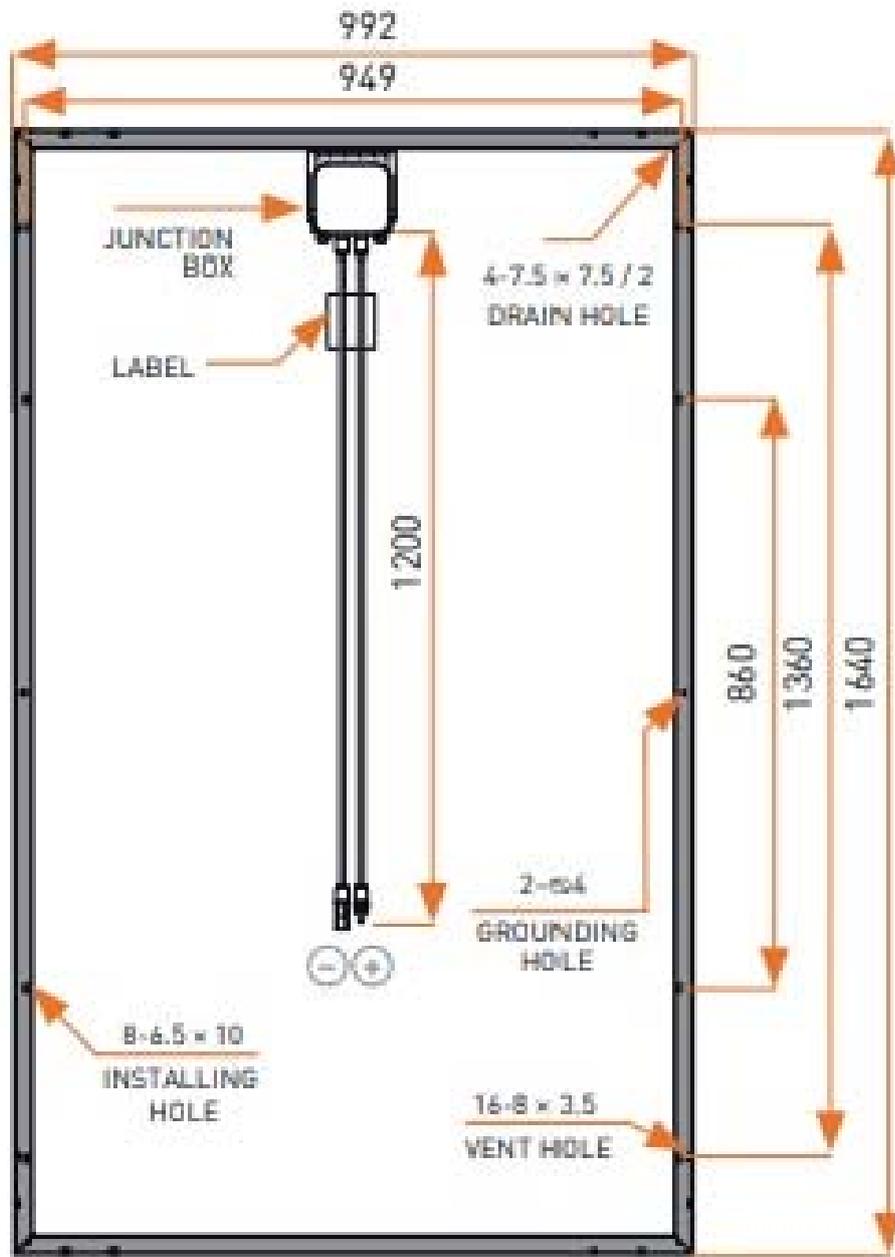
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: VIKRAM  
 MODELO: ELDORA ULTIMA ALL BLACK

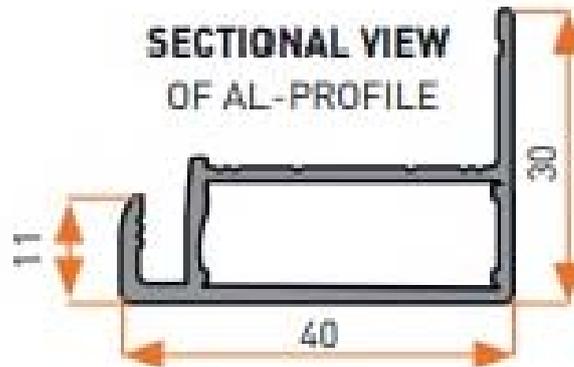
Plano Nº:  
**D80**



SIDE VIEW



BACK VIEW



SECTIONAL VIEW  
OF AL-PROFILE

Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Plano:

MARCA: VIKRAM

MODELO: ELDORA ULTIMA SILVER 1500V

Plano Nº:

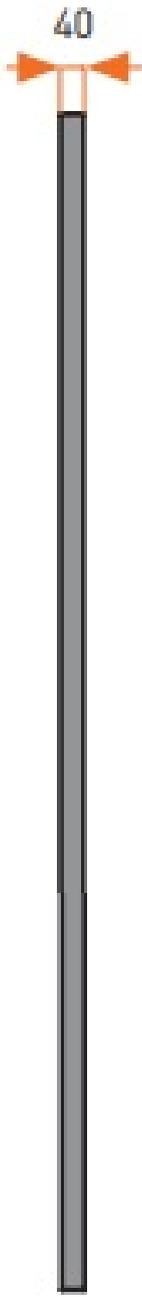
D81

Fecha:

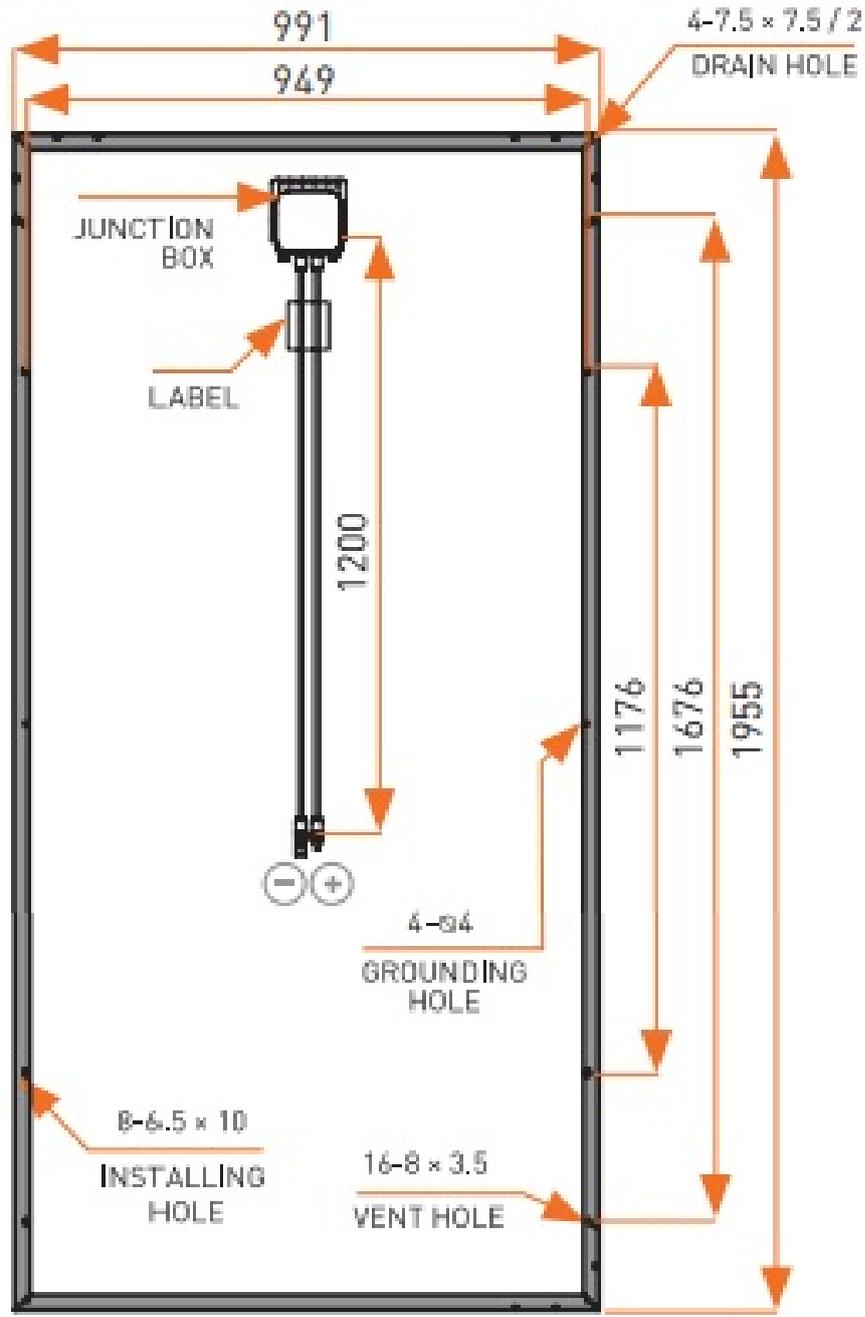
DICIEMBRE 2018



UNIVERSIDAD DE ALMERIA

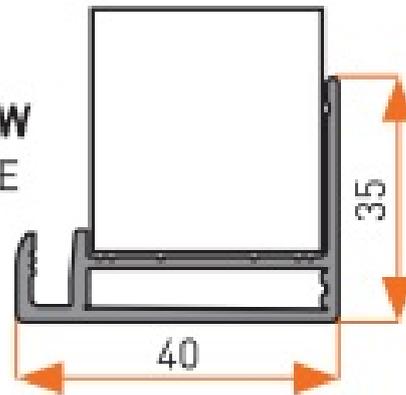


**SIDE VIEW**



**BACK VIEW**

**SECTIONAL VIEW OF AL-PROFILE**



Redactor del Proyecto:

**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Plano:

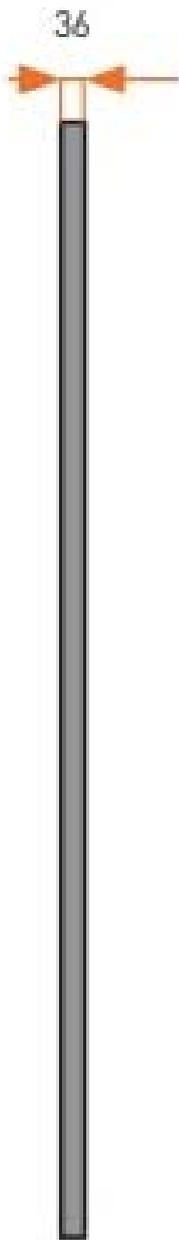
MARCA: VIKRAM

MODELO: GRAND ULTIMA SILVER DE ELDORA

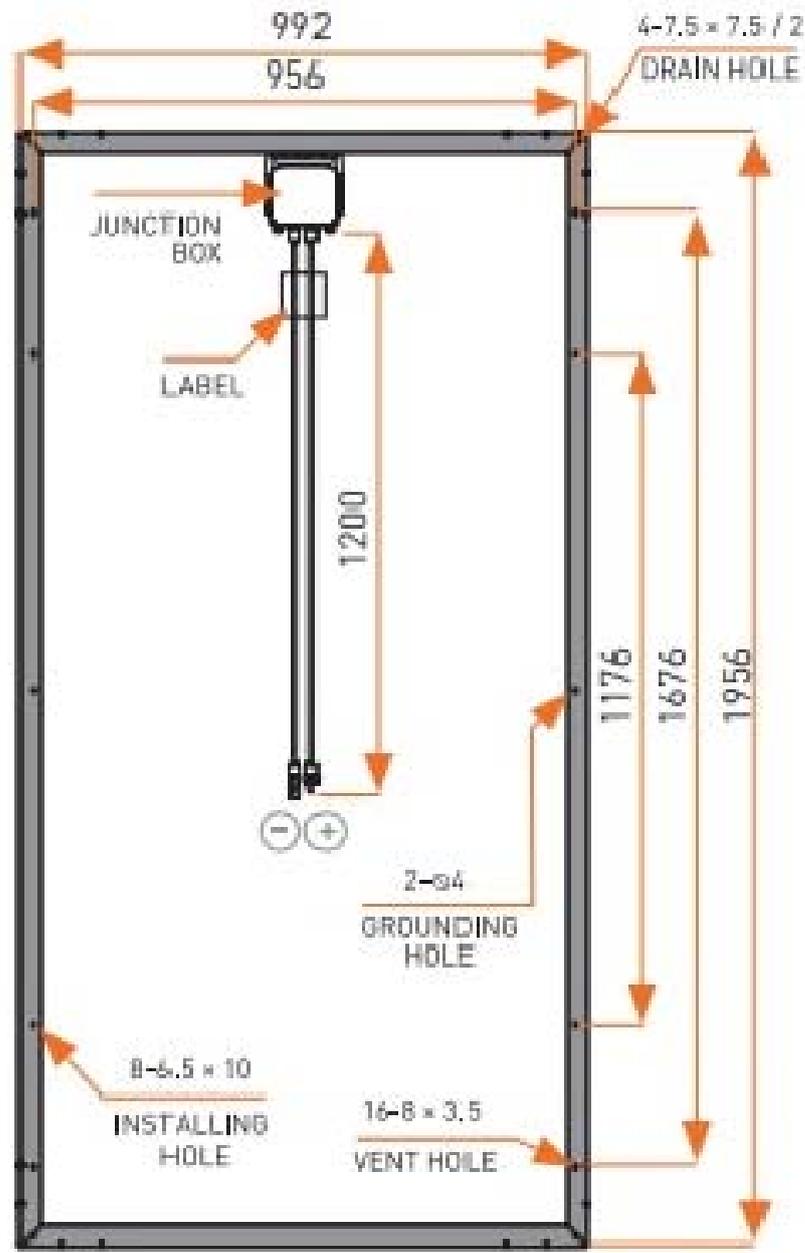
Plano N°:

**D82**

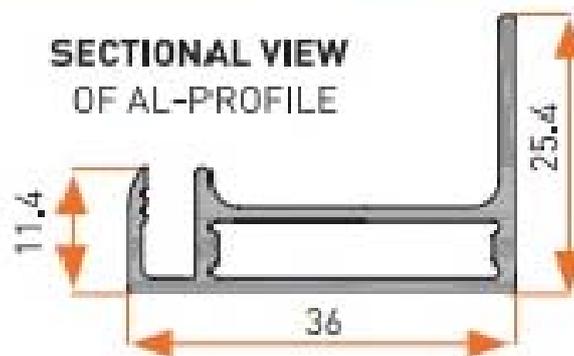




**SIDE VIEW**



**BACK VIEW**



**SECTIONAL VIEW OF AL-PROFILE**

Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

Plano:

MARCA: VIKRAM

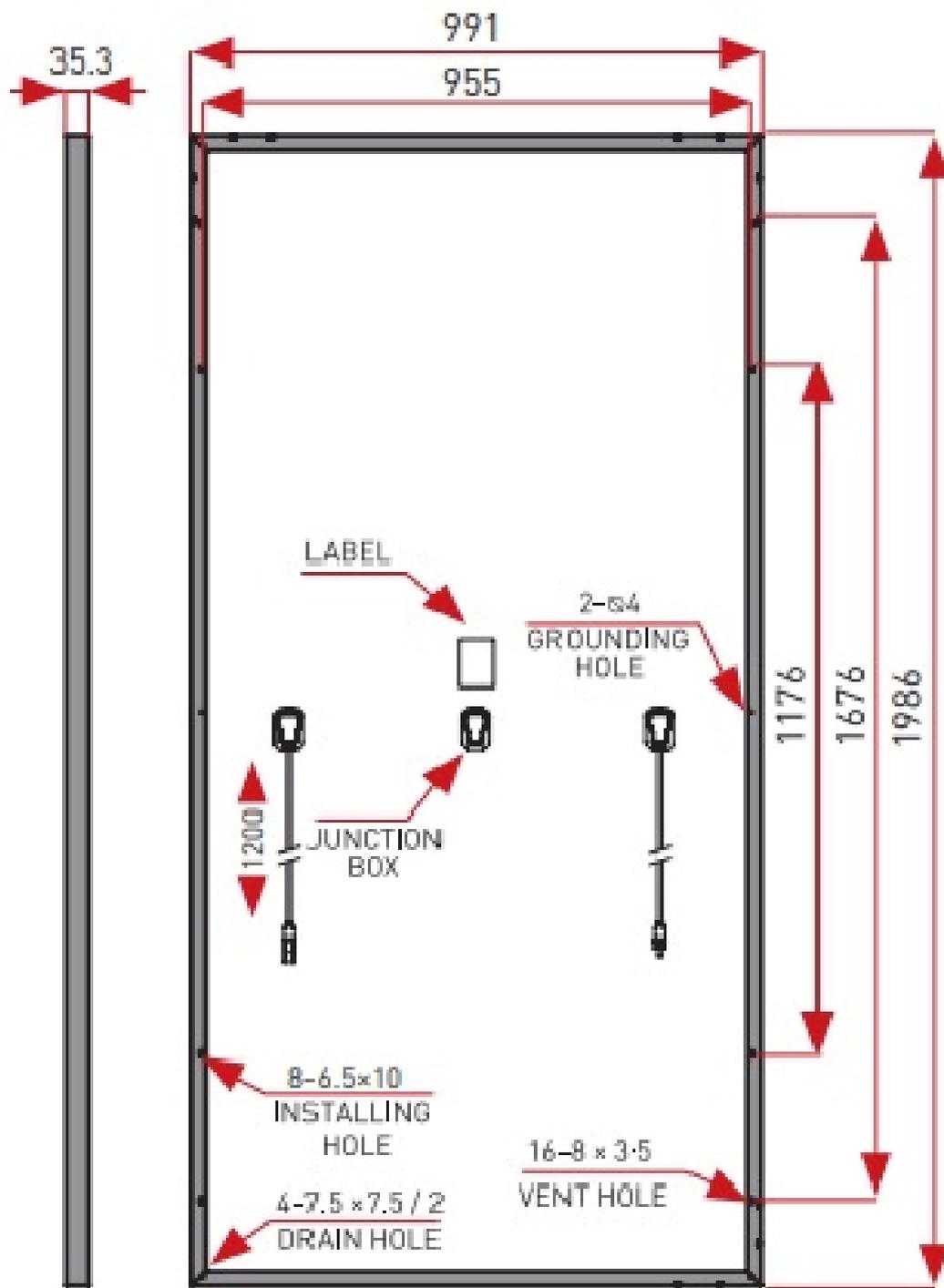
MODELO: GRANDES SERIES DE ELDORA

Plano Nº:

D83



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



**SIDE  
VIEW**

**BACK  
VIEW**

**SECTIONAL VIEW  
OF AL-PROFILE**

Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO

Proyecto:  
"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
ALMERIA

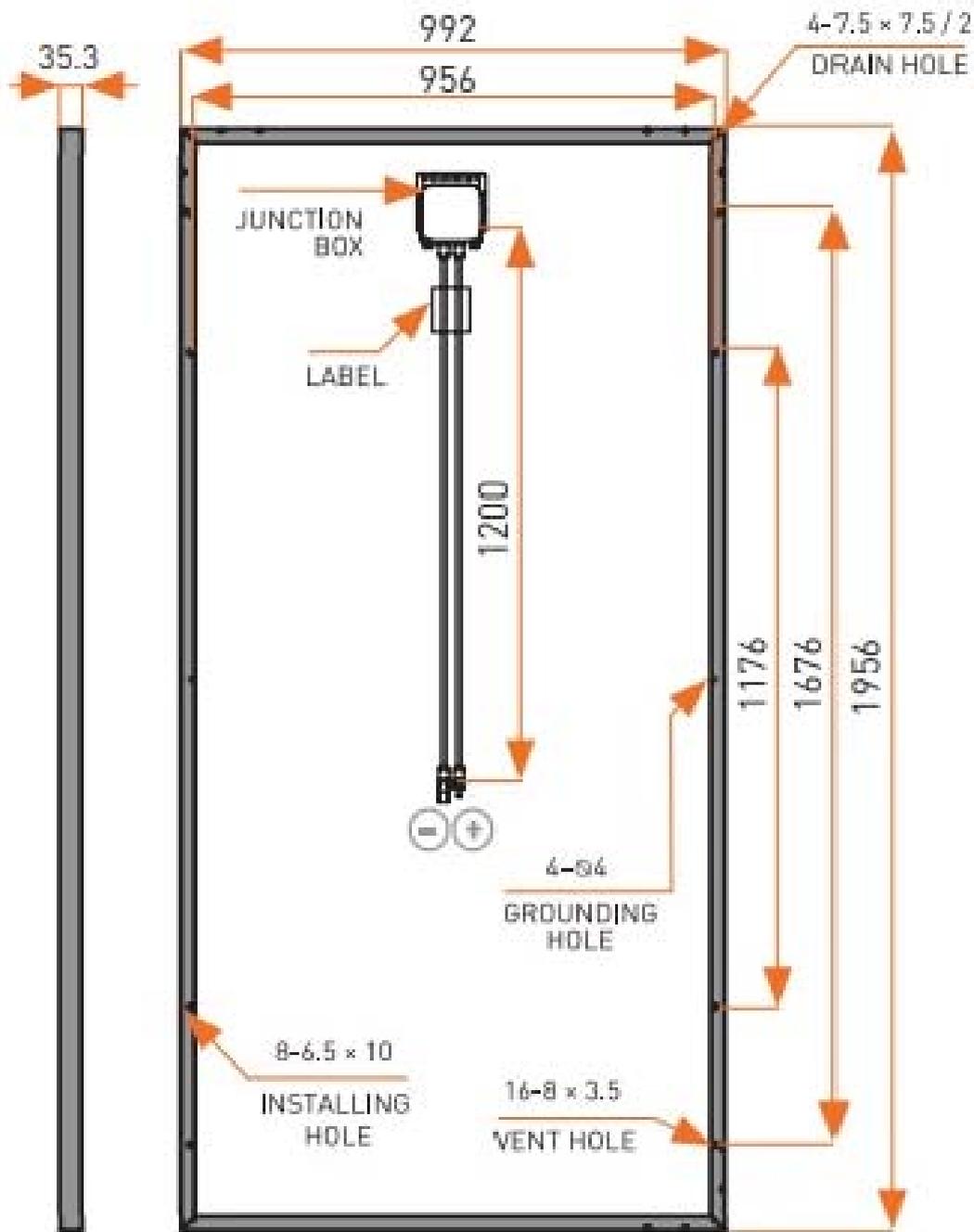
Escala:  
VARIAS  
Fecha:  
DICIEMBRE 2018

Plano:  
MARCA: VIKRAM  
MODELO: MEDIA CELDA

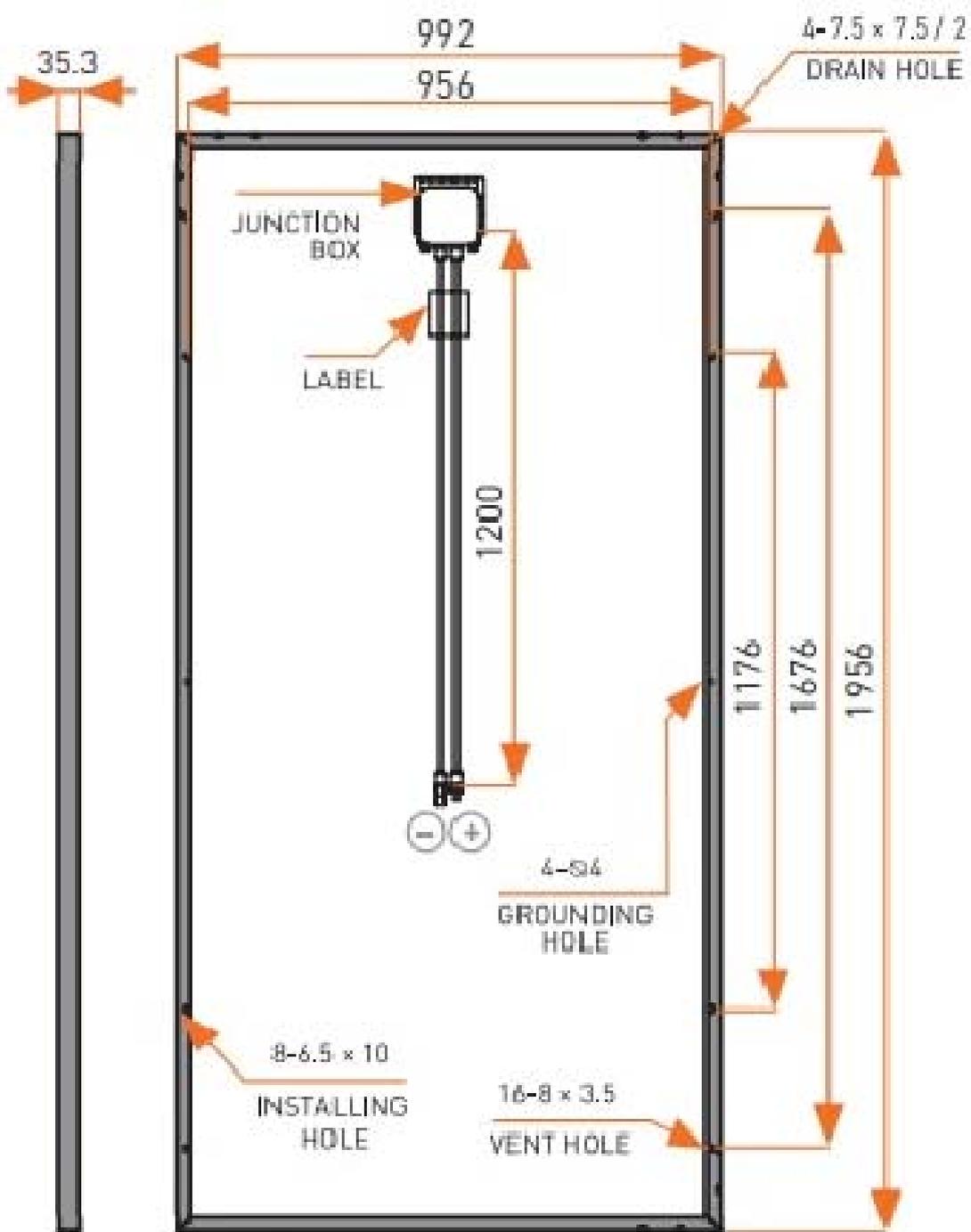
Plano N°:  
**D84**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano Nº: <b>D85</b>
		Plano: MARCA: VIKRAM MODELO: SOMERA GRAND SERIES		



**SIDE  
VIEW**

**BACK  
VIEW**

**SECTIONAL VIEW  
OF AL-PROFILE**

Redactor del Proyecto:

**JESUS POLO SANCHEZ**  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERIA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

Plano:

MARCA: VIKFRAM

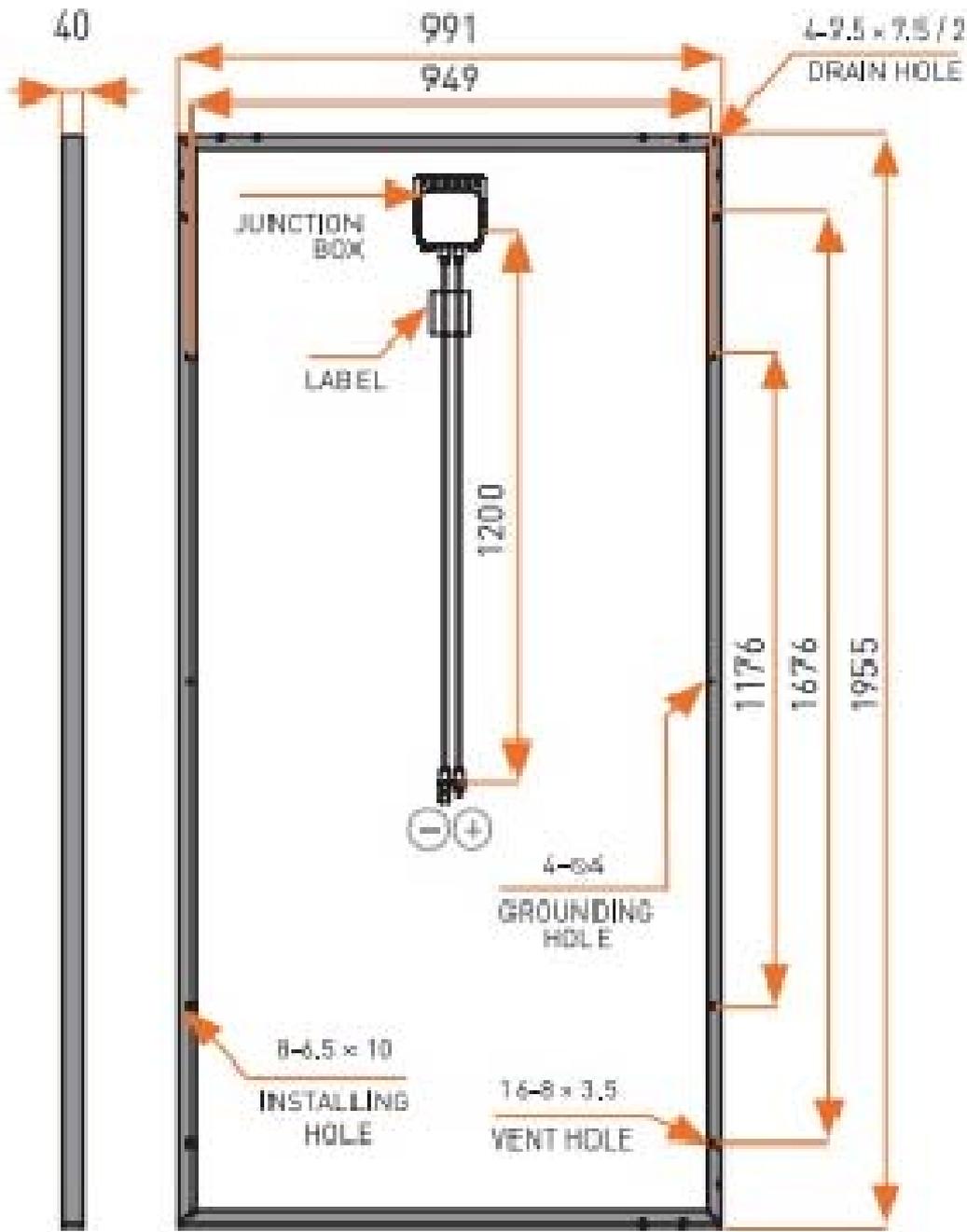
MODELO: SOMERA GRAND ULTIMA SILVER 1500V

Plano N°:

**D86**



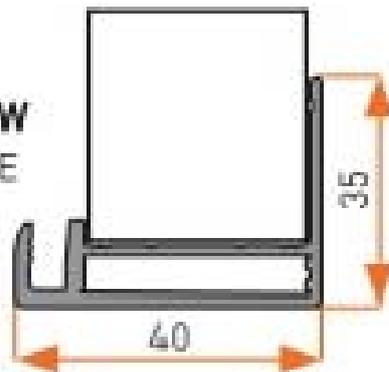
UNIVERSIDAD DE ALMERIA



**SIDE VIEW**

**BACK VIEW**

**SECTIONAL VIEW OF AL-PROFILE**



Plano N°: **D87**

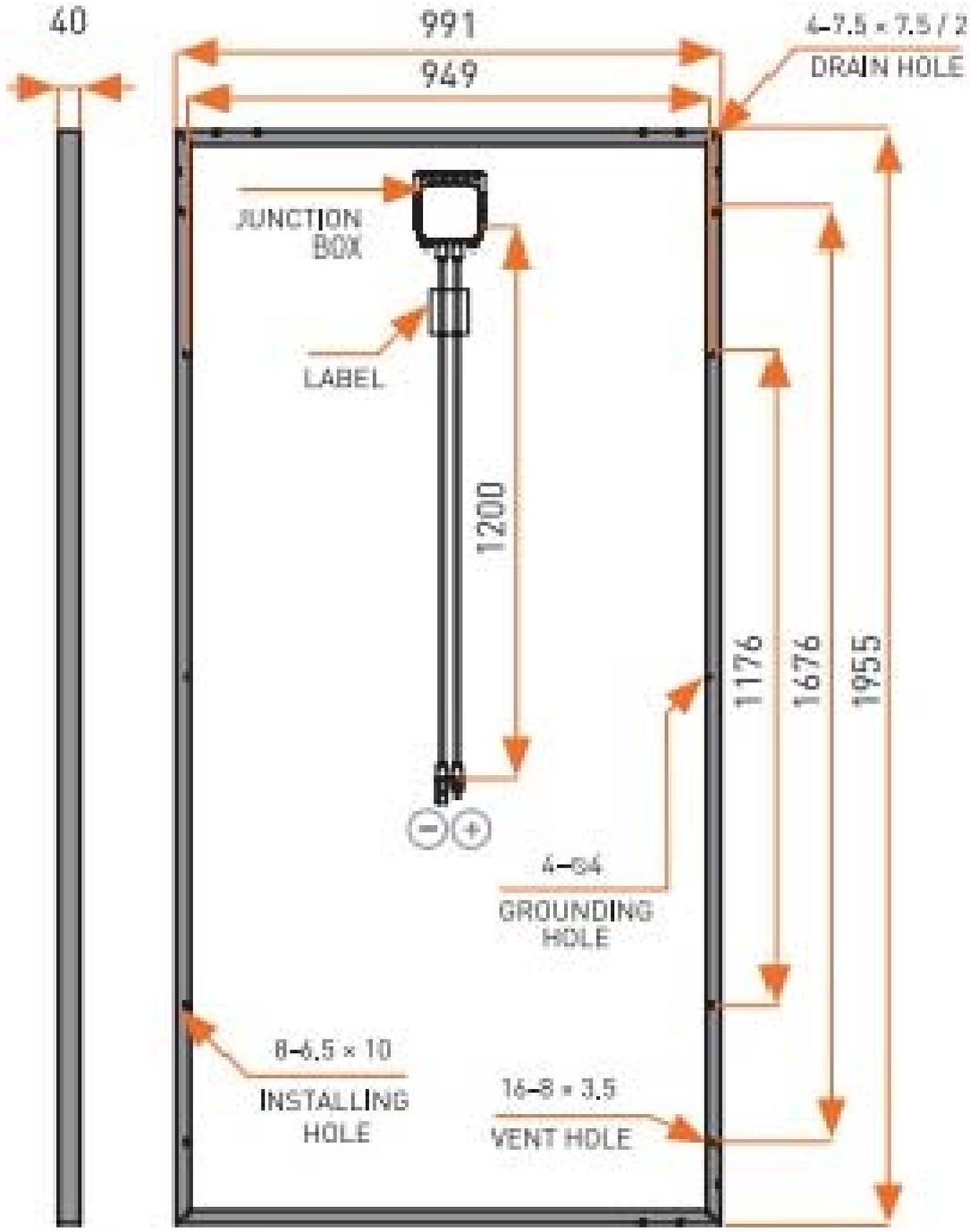
Plano: **MARCA: VIKRAM**  
**MODELO: SOMERA GRAND ULTIMA SILVER**

Escala: **VARIAS**  
 Fecha: **DICIEMBRE 2018**

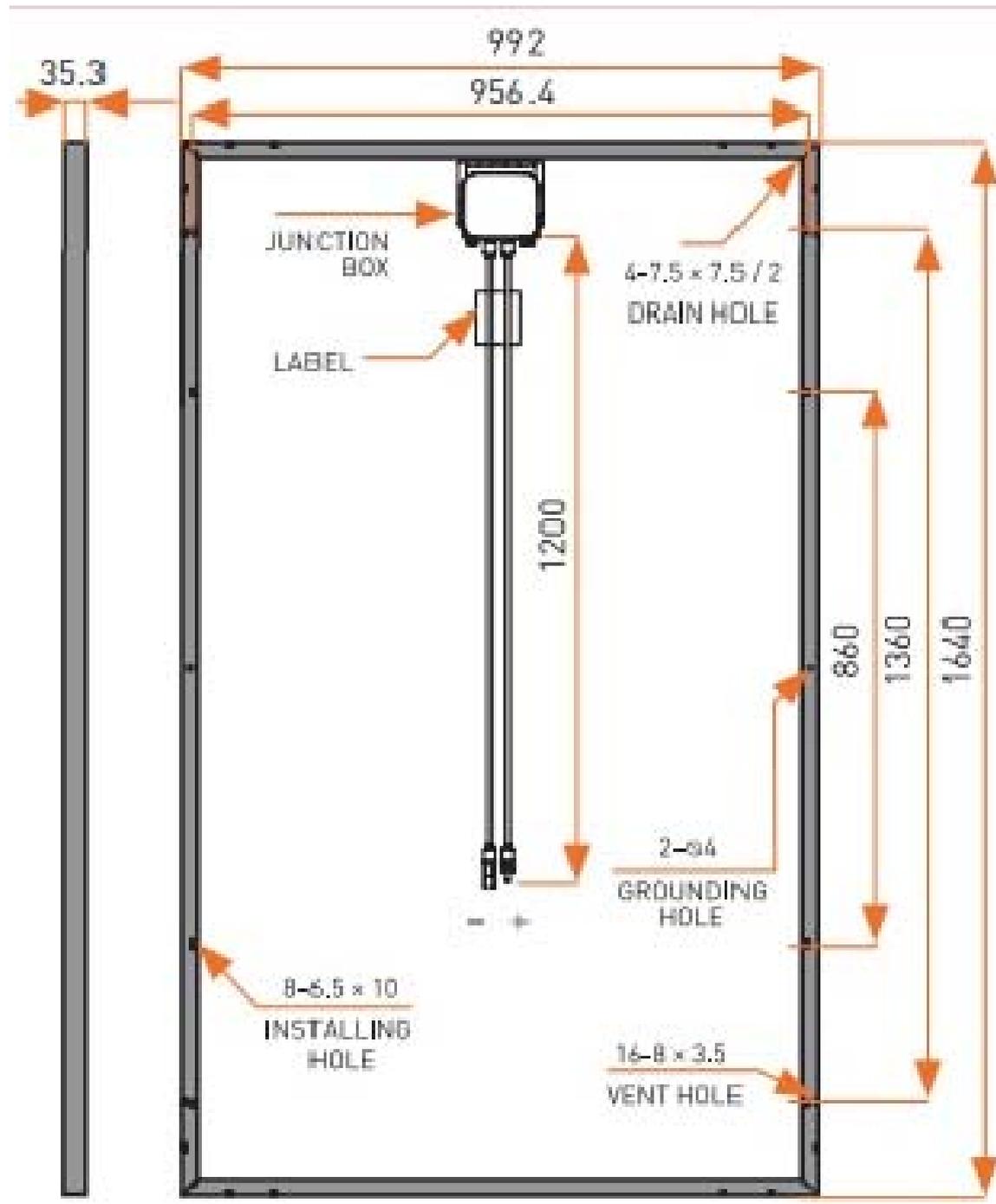
Situación: **ALMERIA**

Proyecto: **"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"**

Redactor del Proyecto: **JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO



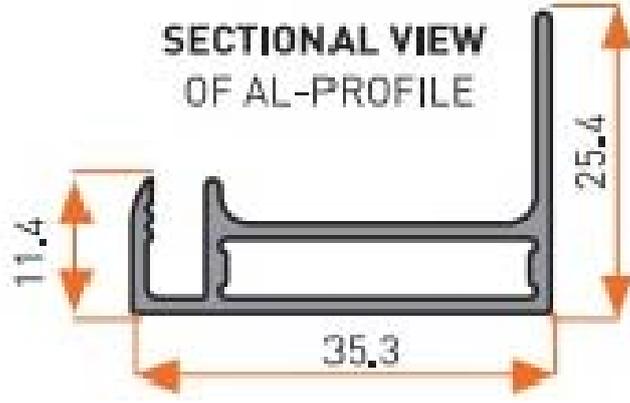
Plano N°:	D88
Plano:	MARCA: VIKRAM MODELO: SOMERA PRIME 1500V
Escala:	VARIAS
Situación:	ALMERIA
Fecha:	DICIEMBRE 2018
Proyecto:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO



**SIDE VIEW**

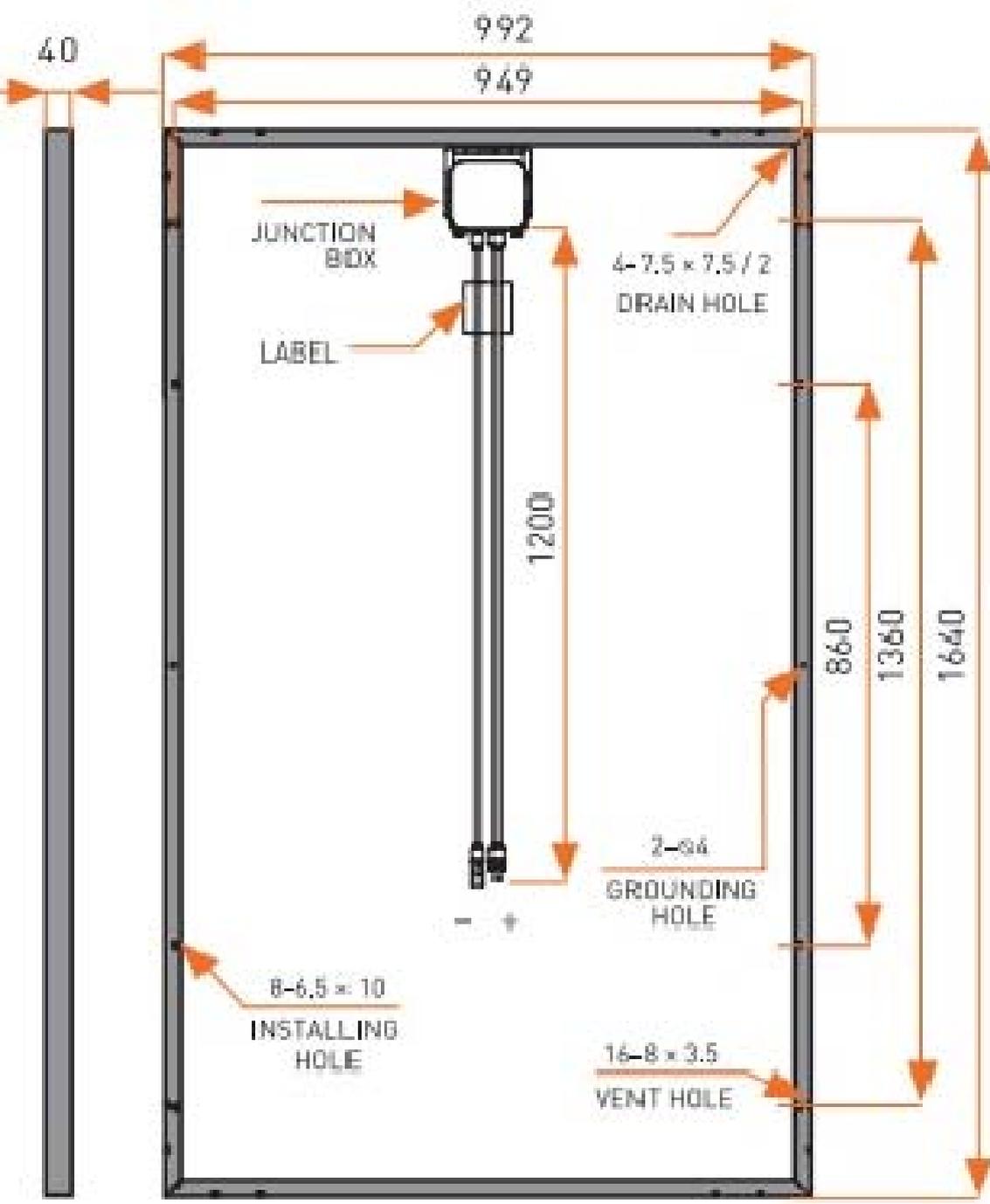
**BACK VIEW**

**SECTIONAL VIEW OF AL-PROFILE**



Plano N°:	<b>D89</b>		
Plano:	MARCA: VIKRAM	MODELO: SOMERA PRIME SERIES	
Escala:	VARIAS	Fecha: DICIEMBRE 2018	
Situación:	ALMERIA		
Proyecto:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"		
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO		



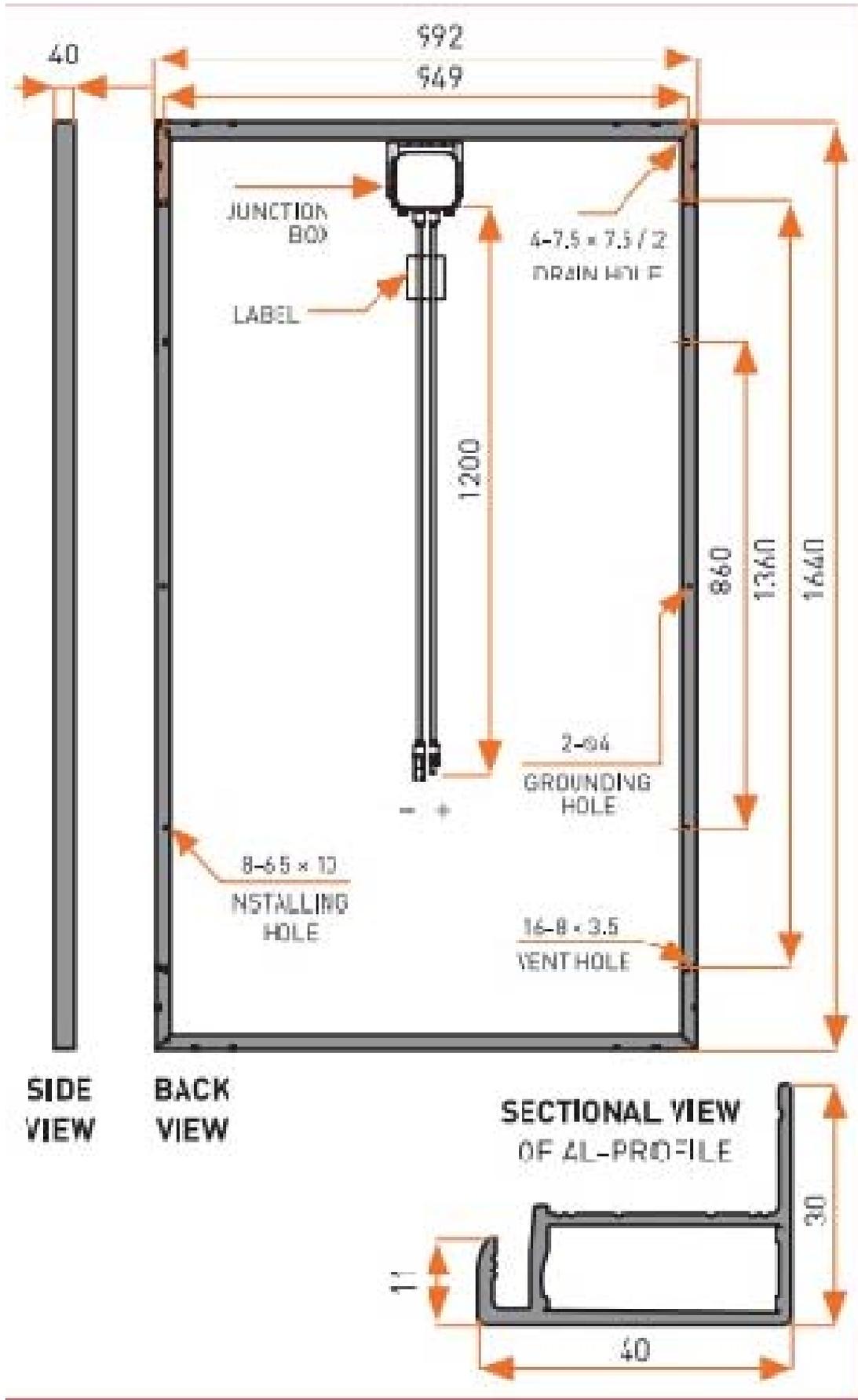


**SIDE VIEW**

**BACK VIEW**

**SECTIONAL VIEW OF AL-PROFILE**

Plano Nº:	D90
Plano:	MARCA: VIKRAM MODELO: SOMERA ULTIMA ALL BLACK SERIES
Escala:	VARIAS
Situación:	ALMERIA
Fecha:	DICIEMBRE 2018
Proyector:	"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"
Redactor del Proyecto:	JESUS POLO SANCHEZ ALUMNO
 UNIVERSIDAD DE ALMERIA	



Plano N°: **D91**

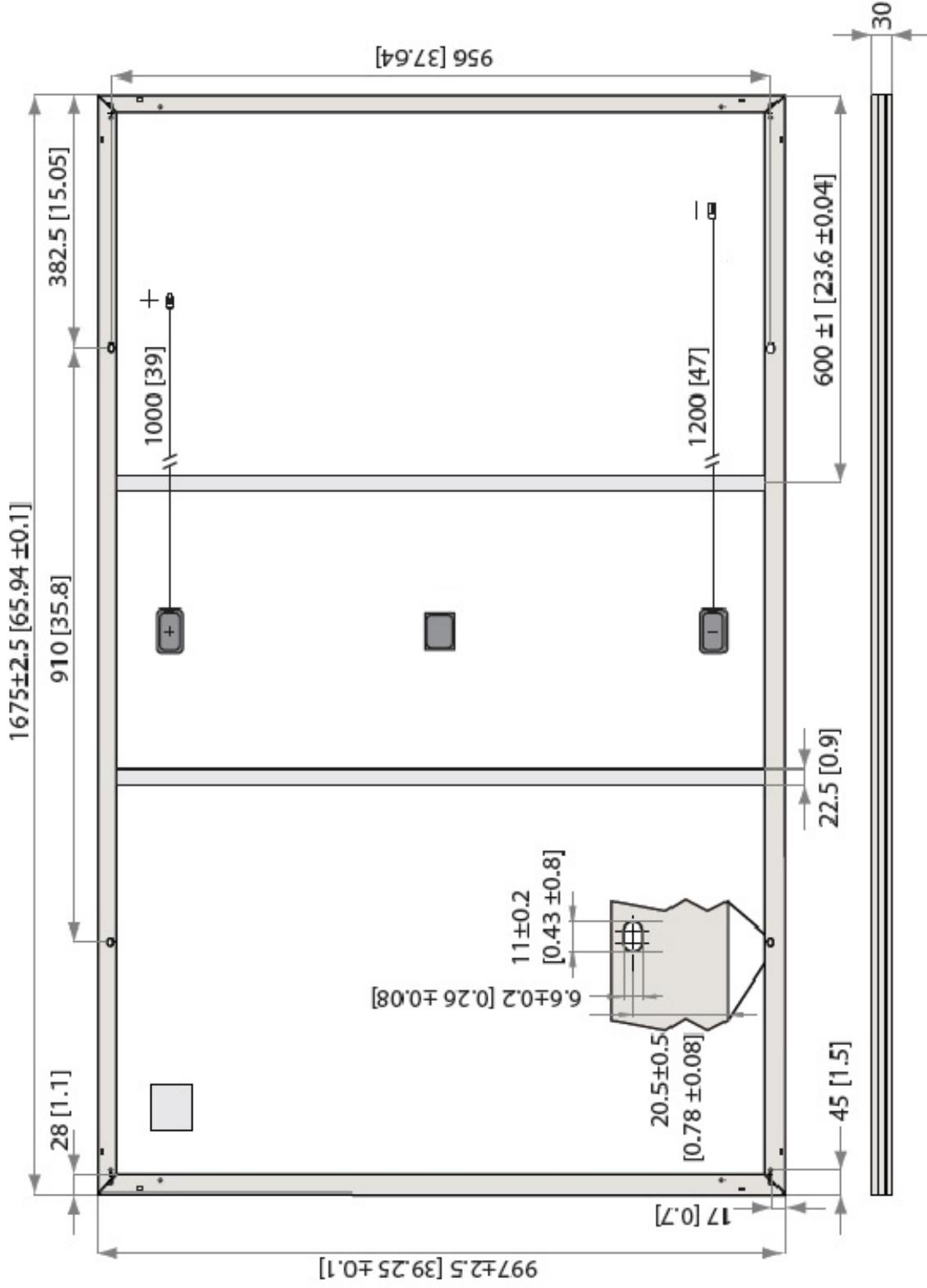
Plano: **MARCA: VIKRAM**  
**MODELO: SOMERA ULTIMA SILVER SERIES**

Escala: **VARIAS**  
 Fecha: **DICIEMBRE 2018**

Situación: **ALMERIA**

Proyecto: **"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"**

Redactor del Proyecto: **JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO



Redactor del Proyecto:  
**JESUS POLO SANCHEZ**  
 ALUMNO

Proyecto:  
 "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA  
 OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES  
 FOTOVOLTAICAS"

Situación:  
 ALMERIA

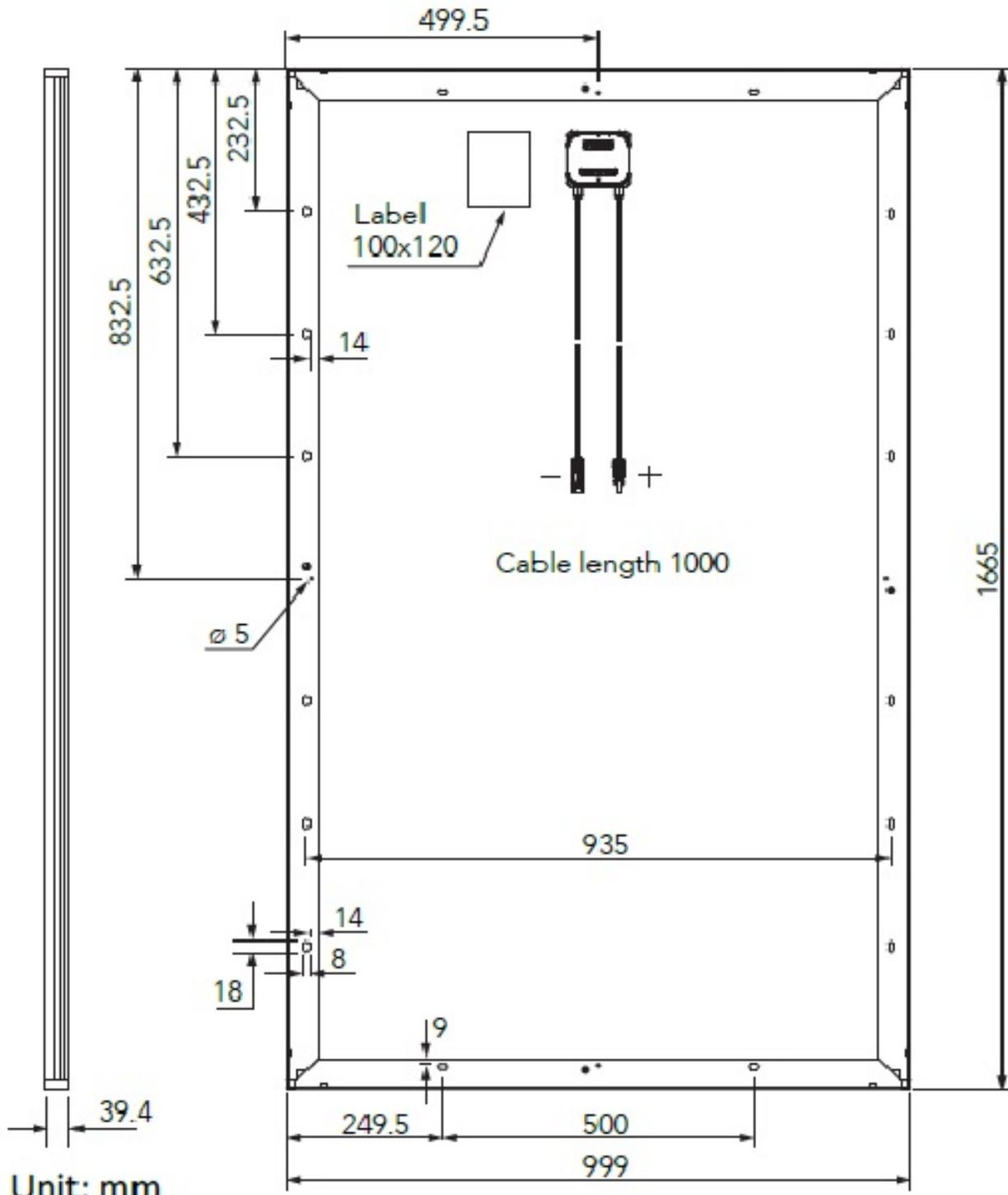
Escala:  
 VARIAS  
 Fecha:  
 DICIEMBRE 2018

Plano:  
 MARCA: WINAICO  
 MODELO: N-PEAK SERIES

Plano N°:  
**D92**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Unit: mm

Redactor del Proyecto:

JESUS POLO SANCHEZ  
ALUMNO

Proyecto:

"DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"

Situación:

ALMERÍA

Escala:

VARIAS

Fecha:

DICIEMBRE 2018

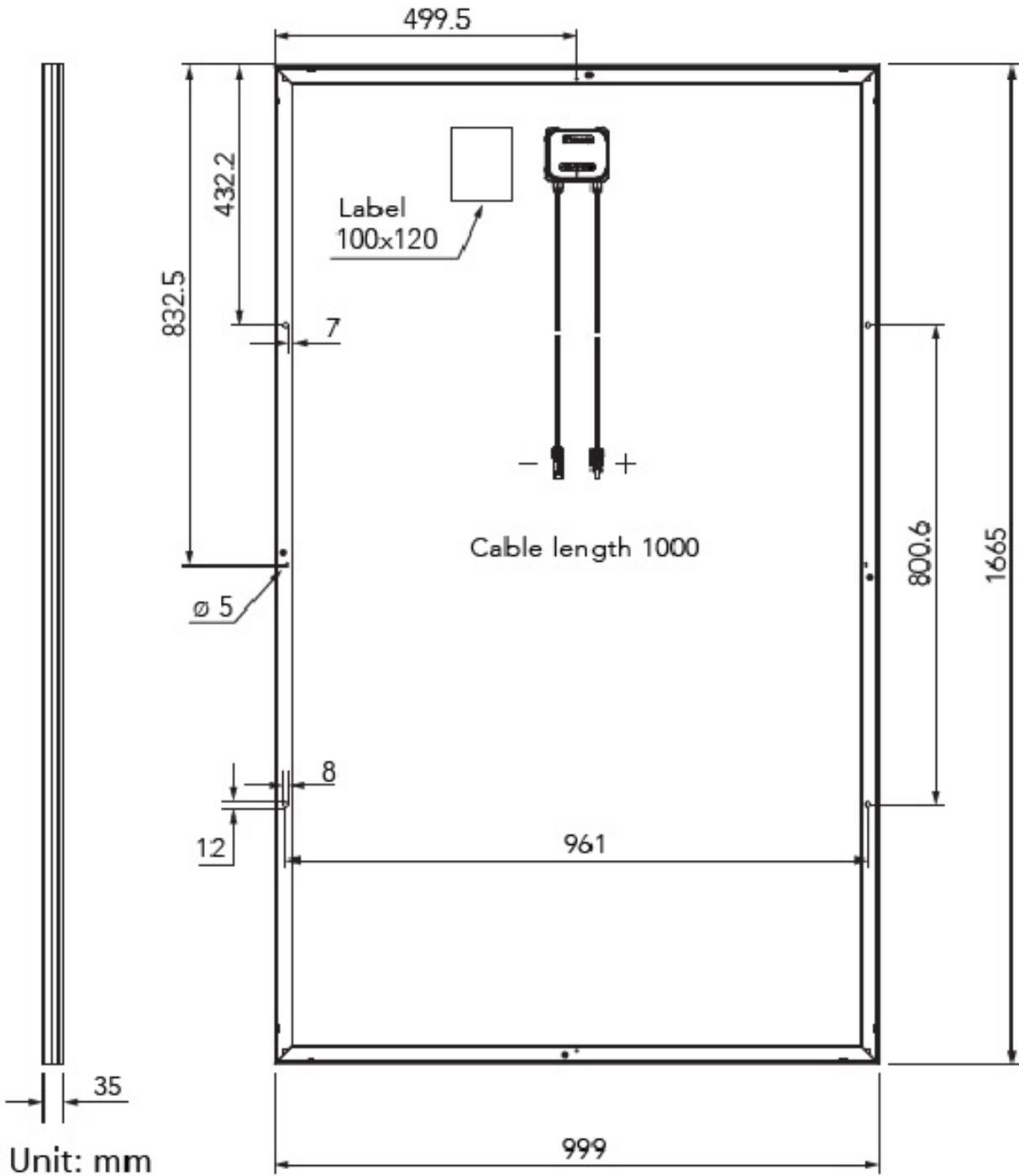
Plano:

MARCA: WINAICO

MODELO: WSP-M6 FULL BLACK SERIES

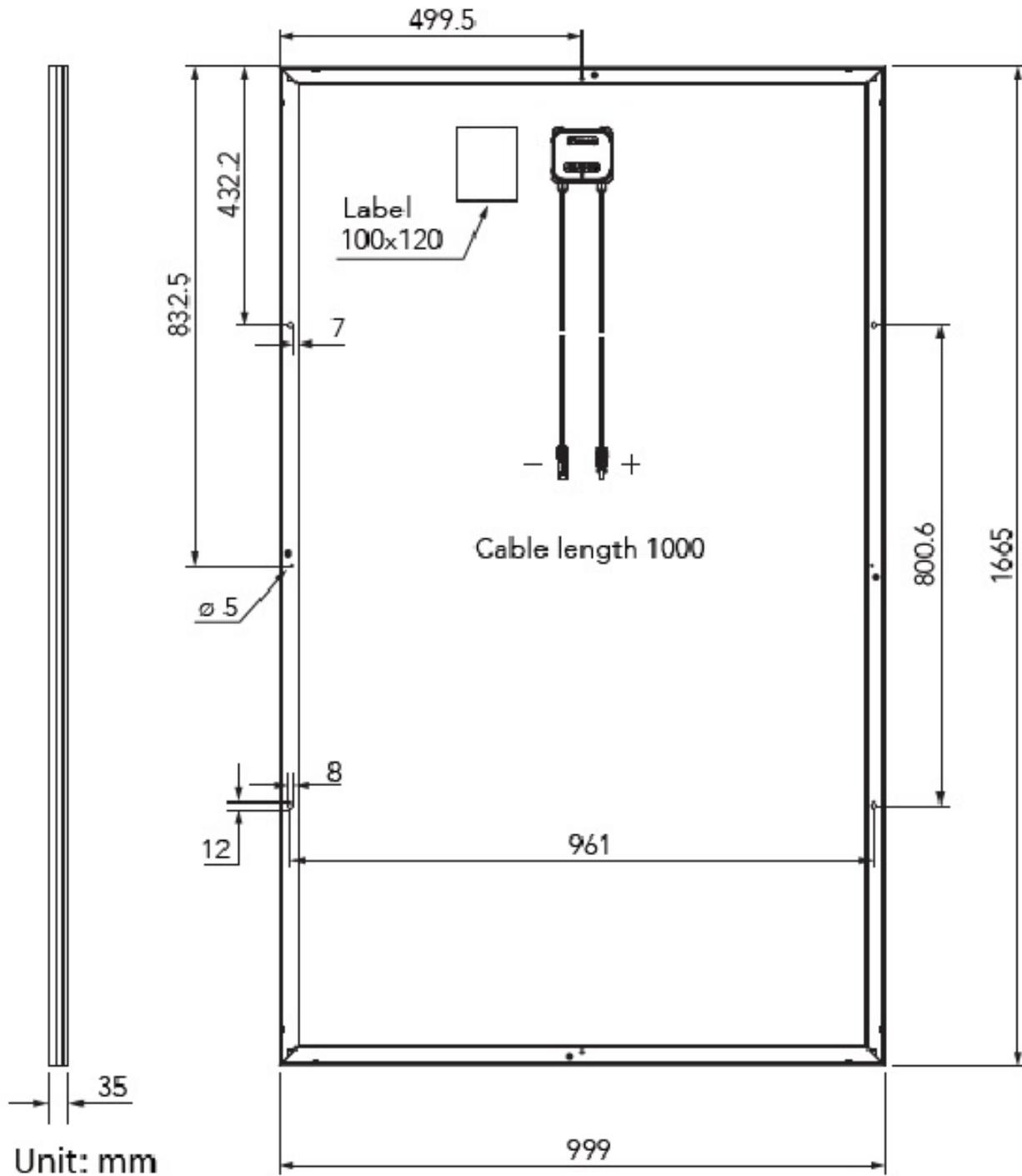
Plano N°:

D93



Unit: mm

Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: MARCA: WINAICO MODELO: WST-P6 PERC SERIES	Plano N°: <b>D94</b>
---	---	-----------------------	---	--	-------------------------



Unit: mm

Redactor del Proyecto: <b>JESUS POLO SANCHEZ</b> ALUMNO	Proyecto: "DISEÑO DE SOFTWARE AVANZADO PARA LA OPTIMIZACION Y EFICIENCIA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS"	Situación: ALMERIA	Escala: VARIAS Fecha: DICIEMBRE 2018	Plano: WST-P6 Series	Plano N°: <b>D95</b>
---	---	-----------------------	---	-------------------------	-------------------------





# ANEXO II

# JAVADOC



JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV PACKAGE](#) [NEXT PACKAGE](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

## Package panel

### Class Summary

Class	Description
<b>Aplicacion</b>	Menú principal del programa, formado por el método principal main, ejecutado al iniciar la aplicación, y por los distintos métodos que van surgiendo a lo largo del programa.
<b>CaracteristicasTem</b>	Clase formada por los parámetros que dependen de la temperatura en un módulo fotovoltaico.
<b>Enlaces</b>	Clase formada por las variables que contienen los distintos enlaces a los datasheets.
<b>Fabricante</b>	Clase formada por los parámetros principales de los módulos fotovoltaicos.
<b>Otrascaracelec</b>	Clase formada por parámetros electricas que limitan el comportamiento del módulo.
<b>Panel</b>	Clase formada por las distintas clases que contienen los parámetros de los módulos.
<b>ParametrosObligatorios</b>	Clase formada por los parámetros de entrada para la realización del primer filtro.
<b>Pelectricas</b>	Clase formada por los diferentes parámetros eléctricas que posteriormente heredan Stc y Tonc
<b>Pmecanica</b>	Clase formada por los diferentes parámetros mecánicos de los módulos fotovoltaicos.
<b>Stc</b>	Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas y por otras particulares de esta clase.
<b>Tonc</b>	Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV PACKAGE](#) [NEXT PACKAGE](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV](#) [NEXT](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

## Uses of Package panel

### Classes in panel used by panel

#### Class and Description

##### **CaracteristicasTem**

Clase formada por los parámetros que dependen de la temperatura en un módulo fotovoltaico.

##### **Enlaces**

Clase formada por las variables que contienen los distintos enlaces a los datasheets.

##### **Fabricante**

Clase formada por los parámetros principales de los módulos fotovoltaicos.

##### **Otrascaracelec**

Clase formada por parámetros electricas que limitan el comportamiento del módulo.

##### **Panel**

Clase formada por las distintas clases que contienen los parámetros de los módulos.

##### **ParametrosObligatorios**

Clase formada por los parámetros de entrada para la realización del primer filtro.

##### **Pelectricas**

Clase formada por los diferentes parámetros eléctricas que posteriormente heredan Stc y Tonc

##### **Pmecanica**

Clase formada por los diferentes parámetros mecánicos de los módulos fotovoltaicos.

##### **Stc**

Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas y por otras particulares de esta clase.

##### **Tonc**

Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV](#) [NEXT](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV](#) [NEXT](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

## Hierarchy For All Packages

### Package Hierarchies:

[panel](#)

### Class Hierarchy

- [java.lang.Object](#)
  - [panel.Aplicacion](#)
  - [panel.CaracteristicasTem](#)
  - [panel.Enlaces](#)
  - [panel.Fabricante](#)
  - [panel.Otrascaracelec](#)
  - [panel.Panel](#)
  - [panel.ParametrosObligatorios](#)
  - [panel.Pelectricas](#)
    - [panel.Stc](#)
    - [panel.Tonc](#)
  - [panel.Pmecanica](#)

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV](#) [NEXT](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV LETTER](#) [NEXT LETTER](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

A C E F G I L M O P R S T

## A

**Aplicacion** - Class in panel

Menú principal del programa, formado por el método principal main, ejecutado al iniciar la aplicación, y por los distintos métodos que van surgiendo a lo largo del programa.

**Aplicacion()** - Constructor for class panel.[Aplicacion](#)

A C E F G I L M O P R S T

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV LETTER](#) [NEXT LETTER](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

JavaScript is disabled on your browser.

PACKAGE CLASS USE TREE DEPRECATED INDEX HELP

PREV CLASS **NEXT CLASS** FRAMES NO FRAMES ALL CLASSES

SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD

panel

## Class Aplicacion

java.lang.Object  
panel.Aplicacion

```
public class Aplicacion
extends java.lang.Object
```

Menú principal del programa, formado por el método principal main, ejecutado al iniciar la aplicación, y por los distintos métodos que van surgiendo a lo largo del programa.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

[Aplicacion\(\)](#)

### Method Summary

#### All Methods Static Methods Concrete Methods

Modifier and Type	Method and Description
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>cargarPaneles</b> (java.util.ArrayList<Panel> paneles) Se utiliza para cargar la base de datos.
static ParametrosObligatorios	<b>entradaParametros</b> () Pide introducir los valores de los parámetros obligatorios por teclado.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>filtrado1</b> (java.util.ArrayList<Panel> paneles, java.util.ArrayList<Panel> panelesf1, ParametrosObligatorios po) Con los parámetros introducidos por teclado realiza un filtrado en la hoja de datos, aquellos paneles que cumplan las restricciones se copian en el objeto panelesf1.
static void	<b>limpiarPantalla</b> () Método para limpiar pantalla.
static void	<b>listadoCalidad</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf8) Encargado de listar un número de paneles segun el orden de calidad y con una serie de variables que se especifican en el código, sin repetir la calidad ni el modelo.
static void	<b>listadoCargaNieve</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf9) Encargado de listar un número de paneles segun el orden de carga de nieve y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.
static void	<b>listadoEficiencia</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf11) Encargado de listar un número de paneles segun el orden de eficiencia y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.
static void	<b>listadoPotencia</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf10) Encargado de listar un número de paneles segun el orden de potencia y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.

static void	<b>main</b> (java.lang.String[] args) Método principal del programa, método público, estático, no devuelve nada, el nombre “main” es a fuerzas y se le pueden pasar argumentos desde la línea de comandos.
static void	<b>menuResultados</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf7, java.util.ArrayList<Panel> panelesf8, java.util.ArrayList<Panel> panelesf9, java.util.ArrayList<Panel> panelesf10, java.util.ArrayList<Panel> panelesf11) Menú que se ofrece al usuario para exponer los resultados dependiendo de las necesidades de este.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>menuUsuario</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf2, java.util.ArrayList<Panel> panelesf1, java.util.ArrayList<Panel> panelesf3, java.util.ArrayList<Panel> panelesf4, java.util.ArrayList<Panel> panelesf5, java.util.ArrayList<Panel> panelesf6, java.util.ArrayList<Panel> panelesf7) Menú que se ofrece al usuario para seleccionar sus restricciones. Se filtra uno a uno dependiendo de los parámetros que seleccione.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>ordenarCalidad</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf7, java.util.ArrayList<Panel> panelesf8) Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la calidad.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>ordenarCargaNieve</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf7, java.util.ArrayList<Panel> panelesf9) Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la carga de nieve.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>ordenarEficiencia</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf7, java.util.ArrayList<Panel> panelesf11) Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la eficiencia, de mayor a menor y sin modelo.
static java.util.ArrayList<Panel>	<b>ordenarPotencia</b> (java.util.ArrayList<Panel> panelesf7, java.util.ArrayList<Panel> panelesf10) Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la potencia.

### Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

### Constructor Detail

#### Aplicacion

```
public Aplicacion()
```

### Method Detail

#### main

```
public static void main(java.lang.String[] args)
```

Método principal del programa, método público, estático, no devuelve nada, el nombre “main” es a fuerzas y se le pueden pasar argumentos desde la línea de comandos.

### limpiarPantalla

```
public static void limpiarPantalla()
```

Método para limpiar pantalla.

### entradaParametros

```
public static ParametrosObligatorios entradaParametros()
```

Pide introducir los valores de los parámetros obligatorios por teclado.

**Returns:**

Devuelve un objeto (po) de la clase ParametrosObligatorios.

### filtrado1

```
public static java.util.ArrayList<Panel> filtrado1(java.util.ArrayList<Panel> paneles,  
                                                  java.util.ArrayList<Panel> panelesf1,  
                                                  ParametrosObligatorios po)
```

Con los parámetros introducidos por teclado realiza un filtrado en la hoja de datos, aquellos paneles que cumplan las restricciones se copian en el objeto panelesf1.

**Parameters:**

paneles - Compone el conjunto de paneles de la base de datos.

panelesf1 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del filtro.

po - objeto de la clase ParametrosObligatorios que contienen los datos introducidos por el usuario.

**Returns:**

Devuelve la lista de paneles que cumplen las restricciones, panelesf1.

### menuUsuario

```
public static java.util.ArrayList<Panel> menuUsuario(java.util.ArrayList<Panel> panelesf2,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf1,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf3,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf4,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf5,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf6,  
                                                    java.util.ArrayList<Panel> panelesf7)
```

Menú que se ofrece al usuario para seleccionar sus restricciones. Se filtra uno a uno dependiendo de los parámetros que seleccione.

**Parameters:**

panelesf1 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del primer filtro.

panelesf2 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del segundo filtro.

panelesf3 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del tercer filtro.

panelesf4 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del cuarto filtro.

panelesf5 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del quinto filtro.

panelesf6 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del sexto filtro.

panelesf7 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del séptimo filtro.

**Returns:**

Devuelve la lista de paneles que cumplen todas las restricciones, panelesf7.

### cargarPaneles

```
public static java.util.ArrayList<Panel> cargarPaneles(java.util.ArrayList<Panel> paneles)
```

Se utiliza para cargar la base de datos. Básicamente en el segmento de código dentro del try estará el proceso que tratara de seguir el programa y en caso de que en este ocurra un error, excepción o falla por algún motivo, entonces catch atrapa dicho error o Excepcion en la variable e(e es solo el nombre de variable no es obligatorio llamarla siempre así pero si se aconseja)

**Parameters:**

paneles - Base de datos inicial preparada para ser cargada en el programa.

**Returns:**

el arraylist paneles.

### ordenarCalidad

```
public static java.util.ArrayList<Panel> ordenarCalidad(java.util.ArrayList<Panel> panelesf7,  
java.util.ArrayList<Panel> panelesf8)
```

Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la calidad.

**Parameters:**

panelesf7 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del séptimo filtro

panelesf8 - Array de paneles ordenados según criterio de calidad.

**Returns:**

Devuelve el listado de paneles de entrada pero con un orden acorde a la calidad, de mejor a peor.

### ordenarCargaNieve

```
public static java.util.ArrayList<Panel> ordenarCargaNieve(java.util.ArrayList<Panel> panelesf7,  
java.util.ArrayList<Panel> panelesf9)
```

Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la carga de nieve.

**Parameters:**

panelesf7 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del séptimo filtro

panelesf9 - Array de paneles ordenados según criterio de carga de nieve.

**Returns:**

Devuelve el listado de paneles de entrada pero con un orden acorde a la carga de nieve que soporta, de mayor a menor.

### ordenarPotencia

```
public static java.util.ArrayList<Panel> ordenarPotencia(java.util.ArrayList<Panel> panelesf7,  
java.util.ArrayList<Panel> panelesf10)
```

Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la potencia.

**Parameters:**

panelesf7 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del séptimo filtro

panelesf10 - Array de paneles ordenados según criterio de potencia.

**Returns:**

Devuelve el listado de paneles de entrada pero con un orden acorde a la potencia, de mayor a menor.

#### ordenarEficiencia

```
public static java.util.ArrayList<Panel> ordenarEficiencia(java.util.ArrayList<Panel> panelesf7,  
                                                         java.util.ArrayList<Panel> panelesf11)
```

Método usado para ordenar los paneles que quedan después de los dos filtros en función de la eficiencia, de mayor a menor y sin modelo.

**Parameters:**

panelesf7 - Compone el conjunto de paneles de la base de datos creada después del séptimo filtro

panelesf11 - Array de paneles ordenados según criterio de eficiencia.

**Returns:**

Devuelve el listado de paneles de entrada pero con un orden acorde a la eficiencia, de mayor a menor.

#### listadoCalidad

```
public static void listadoCalidad(java.util.ArrayList<Panel> panelesf8)
```

Encargado de listar un número de paneles según el orden de calidad y con una serie de variables que se especifican en el código, sin repetir la calidad ni el modelo.

**Parameters:**

panelesf8 - Listado ya ordenado de módulos que cumplen todas las restricciones.

#### listadoPotencia

```
public static void listadoPotencia(java.util.ArrayList<Panel> panelesf10)
```

Encargado de listar un número de paneles según el orden de potencia y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.

**Parameters:**

panelesf10 - Listado ya ordenado de módulos que cumplen todas las restricciones.

#### listadoEficiencia

```
public static void listadoEficiencia(java.util.ArrayList<Panel> panelesf11)
```

Encargado de listar un número de paneles según el orden de eficiencia y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.

**Parameters:**

panelesf11 - Listado ya ordenado de módulos que cumplen todas las restricciones.

#### listadoCargaNieve

```
public static void listadoCargaNieve(java.util.ArrayList<Panel> panelesf9)
```

Encargado de listar un número de paneles según el orden de carga de nieve y con una serie de variables que se especifican en el código, sin el modelo.

**Parameters:**

panelesf9 - Listado ya ordenado de módulos que cumplen todas las restricciones.

## menuResultados

```
public static void menuResultados(java.util.ArrayList<Panel> panelesf7,  
    java.util.ArrayList<Panel> panelesf8,  
    java.util.ArrayList<Panel> panelesf9,  
    java.util.ArrayList<Panel> panelesf10,  
    java.util.ArrayList<Panel> panelesf11)
```

Menú que se ofrece al usuario para exponer los resultados dependiendo de las necesidades de este. Se ofrecen varias tablas con los paneles filtrados ordenados según distintos criterios.

### Parameters:

panelesf7 - Listado (Array) de paneles que cumplen todas las restricciones.

panelesf8 - Listado panelesf7 ordenado según criterio de calidad.

panelesf9 - Listado panelesf7 ordenado según criterio de nieve.

panelesf10 - Listado panelesf7 ordenado según criterio de potencia.

panelesf11 - Listado panelesf7 ordenado según criterio de eficiencia.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class CaracteristicasTem

java.lang.Object  
panel.CaracteristicasTem

```
public class CaracteristicasTem  
extends java.lang.Object
```

Clase formada por los parámetros que dependen de la temperatura en un módulo fotovoltaico.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

```
CaracteristicasTem(float ctemp, float ctemv, float ctemi,  
float tmod)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto CaracteristicasTem, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

#### All Methods    Instance Methods    Concrete Methods

##### Modifier and Type

##### Method and Description

float	<a href="#">getCtemi()</a>
float	<a href="#">getCtemp()</a>
float	<a href="#">getCtemv()</a>
float	<a href="#">getTmod()</a>
void	<a href="#">imprimirCaracteristicaTermicas()</a> Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

### Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## **Constructor Detail**

### **CaracteristicasTem**

```
public CaracteristicasTem(float ctemp,  
                          float ctemv,  
                          float ctemi,  
                          float tmod)
```

**Constructor:** Para inicializar los parámetros del objeto CaracteristicasTem, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### **Parameters:**

ctemp - Variación de potencia a causa de la temperatura, respecto la potencia en condiciones Tonc, en porcentaje.

ctemv - Variación del voltaje a causa de la temperatura, respecto al voltaje en condiciones Tonc, en porcentaje.

ctemi - Variación de la intensidad a causa de la temperatura, respecto la intensidad Tonc, en porcentaje.

tmod - Temperatura de Operación Nominal de la Célula, en grados centígrados.

## **Method Detail**

### **imprimirCaracteristicaTermicas**

```
public void imprimirCaracteristicaTermicas()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

### **getCtemp**

```
public float getCtemp()
```

#### **Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ctemp.

### **getCtemv**

```
public float getCtemv()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ctemv.

**getCtemi**

```
public float getCtemi()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ctemi.

**getTmod**

```
public float getTmod()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro tmod.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class Enlaces

java.lang.Object  
panel.Enlaces

---

```
public class Enlaces  
extends java.lang.Object
```

Clase formada por las variables que contienen los distintos enlaces a los datasheets.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

**Enlaces**(java.lang.String internet, java.lang.String ordenador)  
Constructor:Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

#### All Methods    Instance Methods    Concrete Methods

##### Modifier and Type

##### Method and Description

java.lang.String **getInternet**()

java.lang.String **getOrdenador**()

void **imprimirEnlaces**()

Método que imprime por pantalla las variables de Enlaces.

### Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

### Constructor Detail

## Enlaces

```
public Enlaces(java.lang.String internet,  
               java.lang.String ordenador)
```

**Constructor:** Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

**Parameters:**

internet - Dirección de la hoja de característica del módulo en internet.

ordenador - Dirección de la hoja de característica del módulo en carpeta local.

## Method Detail

### imprimirEnlaces

```
public void imprimirEnlaces()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Enlaces.

### getInternet

```
public java.lang.String getInternet()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro internet.

### getOrdenador

```
public java.lang.String getOrdenador()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ordenador.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD](#) [DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD](#)

panel

## Class Fabricante

java.lang.Object  
panel.Fabricante

---

```
public class Fabricante  
extends java.lang.Object
```

Clase formada por los parámetros principales de los módulos fotovoltaicos.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

**Fabricante**(java.lang.String marca, java.lang.String modelo, java.lang.String referencia, java.lang.String tipo, java.lang.String calidad, boolean bifacial, int numcel)

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Fabricante, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

**All Methods**    **Instance Methods**    **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method and Description
boolean	<a href="#">getBifacial()</a>
java.lang.String	<a href="#">getCalidad()</a>
java.lang.String	<a href="#">getMarca()</a>
java.lang.String	<a href="#">getModelo()</a>
int	<a href="#">getNumcel()</a>
java.lang.String	<a href="#">getReferencia()</a>
java.lang.String	<a href="#">getTipo()</a>
void	<a href="#">imprimirFabricante()</a>

Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

void

```
setMarca(java.lang.String marca)
```

Método para asignar el valor del parámetro marca.

## Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## Constructor Detail

### Fabricante

```
public Fabricante(java.lang.String marca,  
                  java.lang.String modelo,  
                  java.lang.String referencia,  
                  java.lang.String tipo,  
                  java.lang.String calidad,  
                  boolean bifacial,  
                  int numcel)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Fabricante, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

marca - Nombre del fabricante.

modelo - Nombre del modelo.

referencia - Referido a cada uno de los módulos, todas las referencias son distintas.

tipo - Tipología de la célula, monocristalina o policristalina.

calidad - Parámetro que posiciona a cada uno de los fabricantes.

bifacial - Parámetro booleano para conocer si contiene esta tecnología.

numcel - Número de células en cada panel.

## Method Detail

### setMarca

```
public void setMarca(java.lang.String marca)
```

Método para asignar el valor del parámetro marca.

#### **getMarca**

```
public java.lang.String getMarca()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro marca.

#### **getModelo**

```
public java.lang.String getModelo()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro modelo.

#### **getReferencia**

```
public java.lang.String getReferencia()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro referencia.

#### **getTipo**

```
public java.lang.String getTipo()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro tipo.

#### **getCalidad**

```
public java.lang.String getCalidad()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro calidad.

#### **getBifacial**

```
public boolean getBifacial()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro bifacial.

### getNumcel

```
public int getNumcel()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro numcel.

### imprimirFabricante

```
public void imprimirFabricante()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class Otrascaracelec

java.lang.Object  
panel.Otrascaracelec

```
public class Otrascaracelec  
extends java.lang.Object
```

Clase formada por parámetros electricas que limitan el comportamiento del módulo.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

```
Otrascaracelec(int imaxs, int vmaxiec, int vmaxul, int vmxtuv,  
float densidadpotencia, float densidadpotenciabif)
```

Constructor:Para inicializar los parámetros del objeto Otrascaracelec, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

[All Methods](#) [Instance Methods](#) [Concrete Methods](#)

Modifier and Type	Method and Description
float	<a href="#">getDensidadPotencia()</a>
float	<a href="#">getDensidadPotenciaBif()</a>
int	<a href="#">getImaxs()</a>
int	<a href="#">getVmaxiec()</a>
int	<a href="#">getVmxtuv()</a>
int	<a href="#">getVmaxul()</a>
void	<a href="#">imprimirOtrascaracelec()</a> Método que imprime por pantalla las variables de Otrascaracelec.

## Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## Constructor Detail

### Otrascaracelec

```
public Otrascaracelec(int imaxs,  
                      int vmaxiec,  
                      int vmaxul,  
                      int vmxtuv,  
                      float densidadpotencia,  
                      float densidadpotenciabif)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Otrascaracelec, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

imaxs - Intensidad máxima admisible del módulo, en amperios.

vmaxiec - Voltaje máximo admisible, certificado Europeo, en voltios.

vmaxul - Voltaje máximo admisible, certificado Estadounidense, en voltios.

vmxtuv - Voltaje máximo admisible, certificado Alemán, en voltios.

densidadpotencia - Densidad de potencia del módulo, en vatios partido metro cuadrado.

densidadpotenciabif - Densidad de potencia de módulos con tecnología bifacial, en vatios partido metro cuadrado.

## Method Detail

### imprimirOtrascaracelec

```
public void imprimirOtrascaracelec()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Otrascaracelec.

### getImaxs

```
public int getImaxs()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro imaxs.

**getVmaxiec**

```
public int getVmaxiec()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro vmaxiec.

**getVmaxul**

```
public int getVmaxul()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro vmaxul.

**getVmaxtuv**

```
public int getVmaxtuv()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro vmaxtuv.

**getDensidadPotencia**

```
public float getDensidadPotencia()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro densidadpotencia.

**getDensidadPotenciaBif**

```
public float getDensidadPotenciaBif()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro densidadpotenciabif.

SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD    DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD](#) [DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD](#)

panel

## Class Panel

java.lang.Object  
panel.Panel

---

```
public class Panel
extends java.lang.Object
```

Clase formada por las distintas clases que contienen los parámetros de los módulos.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

**Panel**(**Fabricante** fab, **Pmecanica** pme, **Stc** stc, **Tonc** tonc, **CaracteristicasTem** ctem, **Enlaces** enc, **Otrascaracelec** oce)

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Panel, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

**All Methods**    **Instance Methods**    **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method and Description
<b>CaracteristicasTem</b>	<code>getCaracteristicasTem()</code>
<b>Enlaces</b>	<code>getEnlaces()</code>
<b>Fabricante</b>	<code>getFabricante()</code>
<b>Otrascaracelec</b>	<code>getOtrascaracelec()</code>
<b>Pmecanica</b>	<code>getPmecanica()</code>
<b>Stc</b>	<code>getStc()</code>
<b>Tonc</b>	<code>getTonc()</code>

## Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## Constructor Detail

### Panel

```
public Panel(Fabricante fab,  
             Pmecanica pme,  
             Stc stc,  
             Tonc tonc,  
             CaracteristicasTem ctem,  
             Enlaces enc,  
             Otrascaracelec oce)
```

**Constructor:** Para inicializar los parámetros del objeto Panel, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

fab - Formada por los parámetros de la clase Fabricante, y a su vez dentro de la clase Panel.

pme - Formada por los parámetros de la clase Pmecanica, y a su vez dentro de la clase Panel.

stc - Formada por los parámetros de la clase Stc, y a su vez dentro de la clase Panel.

tonc - Formada por los parámetros de la clase Tonc, y a su vez dentro de la clase Panel.

ctem - Formada por los parámetros de la clase CaracteristicasTem, y a su vez dentro de la clase Panel.

enc - Formada por los parámetros de la clase Enlaces, y a su vez dentro de la clase Panel.

oce - Formada por los parámetros de la clase OtrasCaracteristicasElectricas, y a su vez dentro de la clase Panel.

## Method Detail

### getFabricante

```
public Fabricante getFabricante()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro fab, formado por las variables que forman Fabricante.

### getPmecanica

```
public Pmecanica getPmecanica()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro fab, formado por las variables que forman Pmecanica.

### getStc

```
public Stc getStc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro stc, formado por las variables que forman Stc.

### getTonc

```
public Tonc getTonc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro tonc, formado por las variables que forman Tonc.

### getCaracteristicasTem

```
public CaracteristicasTem getCaracteristicasTem()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ctem, formado por las variables que forman CaracteristicasTem.

### getEnlaces

```
public Enlaces getEnlaces()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro `enc`, formado por las variables que forman `Fnlaces`.

### **getOtrascaracelec**

```
public Otrascaracelec getOtrascaracelec()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro `oce`, formado por las variables que forman `Otrascaracelec`.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class ParametrosObligatorios

java.lang.Object  
panel.ParametrosObligatorios

```
public class ParametrosObligatorios
extends java.lang.Object
```

Clase formada por los parámetros de entrada para la realización del primer filtro.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

**ParametrosObligatorios**(float[] temperaturas, int cargaViento, int cargaNieve, float reflexionSuelo, int usoInstalacion)  
Constructor:Para inicializar los parámetros del objeto ParametrosObligatorios, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

#### All Methods    Instance Methods    Concrete Methods

##### Modifier and Type

##### Method and Description

float	<b>calculoTemperaturaMediaHabitual</b> () Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso habitual.
float	<b>calculoTemperaturaMediaInvierno</b> () Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de invierno.
float	<b>calculoTemperaturaMediaOtoño</b> () Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de otoño.
float	<b>calculoTemperaturaMediaPrimavera</b> ()

	Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de primavera.
float	<b>calculoTemperaturaMediaVerano()</b> Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de verano.
int	<b>getCargaNieve()</b>
int	<b>getCargaViento()</b>
float	<b>getReflexionSuelo()</b>
float[]	<b>getTemperaturas()</b>
int	<b>getUsoInstalacion()</b>
float	<b>maximo()</b> Calcula la temperatura máxima de los 12 meses.
float	<b>minimo()</b> Calcula la temperatura mínima de los 12 meses.
float	<b>rango()</b> Calcula la diferencia de temperatura entre el mes con mayor temperatura media y el menor.

### Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## Constructor Detail

### ParametrosObligatorios

```
public ParametrosObligatorios(float[] temperaturas,
                             int cargaViento,
                             int cargaNieve,
                             float reflexionSuelo,
                             int usoInstalacion)
```

**Constructor:** Para inicializar los parámetros del objeto ParametrosObligatorios, no devuelve ningún tipo de valor de retorno. Estos parámetros son los que se le piden al usuario que introduzca por teclado.

#### Parameters:

temperaturas - formado por un vector con 12 valores, correspondientes a los meses del año, en grados centígrados.

cargaViento - Valor mínimo necesario de carga de viento que necesita soportar nuestro módulo para ser válido, en pascales.

cargaNieve - Valor mínimo necesario de carga de nieve que necesita soportar nuestro módulo para ser válido, en pascales.

reflexionSuelo - Valor mayor que 0 y menor que 1 que representa la reflexion del suelo del emplazamiento.

usoInstalacion - Tipo de uso que se le pretende dar a la instalación.

## ***Method Detail***

### **getTemperaturas**

```
public float[] getTemperaturas()
```

**Returns:**

Método para devolver los valores del parámetro temperaturas.

### **getCargaViento**

```
public int getCargaViento()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro cargaViento.

### **getCargaNieve**

```
public int getCargaNieve()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro cargaNieve.

### **getReflexionSuelo**

```
public float getReflexionSuelo()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro reflexionSuelo.

### **getUsolnstalacion**

```
public int getUsoInstalacion()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro usoInstalacion.

#### **calculoTemperaturaMediaHabitual**

```
public float calculoTemperaturaMediaHabitual()
```

Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso habitual.

**Returns:**

Valor de la temperatura media diurna (12 meses), en grados.

#### **calculoTemperaturaMediaInvierno**

```
public float calculoTemperaturaMediaInvierno()
```

Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de invierno.

**Returns:**

Valor de la temperatura media diurna (3 meses de invierno), en grados.

#### **calculoTemperaturaMediaVerano**

```
public float calculoTemperaturaMediaVerano()
```

Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de verano.

**Returns:**

Valor de la temperatura media diurna (3 meses de verano), en grados.

#### **calculoTemperaturaMediaOtoño**

```
public float calculoTemperaturaMediaOtoño()
```

Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de otoño.

**Returns:**

Valor de la temperatura media diurna (3 meses de otoño), en grados.

### calculoTemperaturaMediaPrimavera

```
public float calculoTemperaturaMediaPrimavera()
```

Calcula la temperatura media diurna de un emplazamiento donde se realiza una instalación con uso de primavera.

**Returns:**

Valor de la temperatura media diurna (3 meses de primavera), en grados.

### maximo

```
public float maximo()
```

Calcula la temperatura máxima de los 12 meses.

**Returns:**

Valor de la temperatura máxima, en grados.

### minimo

```
public float minimo()
```

Calcula la temperatura mínima de los 12 meses.

**Returns:**

Valor de la temperatura mínima, en grados.

### rango

```
public float rango()
```

Calcula la diferencia de temperatura entre el mes con mayor temperatura media y el menor.

**Returns:**

Valor de la diferencia de temperaturas extremas, en grados.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class Pelectricas

java.lang.Object  
panel.Pelectricas

### Direct Known Subclasses:

Stc, Tonc

---

```
public class Pelectricas
extends java.lang.Object
```

Clase formada por los diferentes parámetros eléctricas que posteriormente heredan Stc y Tonc

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

```
Pelectricas()
```

### Method Summary

#### Methods inherited from class java.lang.Object

```
clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll,
toString, wait, wait, wait
```

### Constructor Detail

#### Pelectricas

```
public Pelectricas()
```

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

**[PREV CLASS](#)** **[NEXT CLASS](#)** [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

SUMMARY: [NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)    [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class Pmecanica

java.lang.Object  
panel.Pmecanica

---

```
public class Pmecanica
extends java.lang.Object
```

Clase formada por los diferentes parámetros mecánicos de los módulos fotovoltaicos.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

```
Pmecanica(int lat1, int lat2, float peso, int longitud, int ancho,
float grosor, int carganieve, int cargaviento)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Pmecanica, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

#### All Methods    Instance Methods    Concrete Methods

Modifier and Type	Method and Description
int	<a href="#">GetAncho()</a>
int	<a href="#">GetCargaNieve()</a>
float	<a href="#">GetCargaViento()</a>
float	<a href="#">GetGrosor()</a>
int	<a href="#">GetLat1()</a>
int	<a href="#">GetLat2()</a>
int	<a href="#">GetLongitud()</a>
float	<a href="#">GetPeso()</a>
void	<a href="#">imprimirPmecanica()</a>

Método que imprime por pantalla las variables de Pmecanica.

### Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

### Constructor Detail

#### Pmecanica

```
public Pmecanica(int lat1,
                 int lat2,
                 float peso,
                 int longitud,
                 int ancho,
                 float grosor,
                 int carganieve,
                 int cargaviento)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Pmecanica, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

lat1 - Longitud del conductor positivo en mm.

lat2 - Longitud del conductor negativo en mm.

peso - Valor del peso del módulo en kg.

longitud - Longitud del módulo en mm.

ancho - Anchura del módulo en mm.

grosor - Grosor del módulo en mm.

carganieve - Carga máxima de nieve que soporta el módulo en pascales.

cargaviento - Carga máxima de viento que soporta el módulo en pascales.

### Method Detail

#### imprimirPmecanica

```
public void imprimirPmecanica()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Pmecanica.

#### **GetLat1**

```
public int GetLat1()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro lat1.

#### **GetLat2**

```
public int GetLat2()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro lat2.

#### **GetPeso**

```
public float GetPeso()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro peso.

#### **GetLongitud**

```
public int GetLongitud()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro longitud.

#### **GetAncho**

```
public int GetAncho()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro ancho.

#### **GetGrosor**

```
public float GetGrosor()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro grosor.

## GetCargaNieve

```
public int GetCargaNieve()
```

### Returns:

Método para devolver el valor del parámetro carganieve.

## GetCargaViento

```
public float GetCargaViento()
```

### Returns:

Método para devolver el valor del parámetro cargaviento.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class Stc

java.lang.Object  
panel.Pelectricas  
panel.Stc

---

```
public class Stc
extends Pelectricas
```

Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas y por otras particulares de esta clase.

### Constructor Summary

#### Constructors

##### Constructor and Description

```
Stc(float pmax, float pmaxbif, float vmpp, float impp, float voc,
float isc, float eficiencia, float eficienciabif,
float porcentajebif)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### Method Summary

**All Methods**    **Instance Methods**    **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method and Description
float	<a href="#">getEficiencia()</a>
float	<a href="#">getEficienciabif()</a>
float	<a href="#">getImpp()</a>
float	<a href="#">getIsc()</a>
float	<a href="#">getPmax()</a>
float	<a href="#">getPmaxbif()</a>
float	<a href="#">getPorcentajebif()</a>

float `getVmpp()`

float `getVoc()`

void `imprimirStc()`

Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

### Methods inherited from class java.lang.Object

`clone`, `equals`, `finalize`, `getClass`, `hashCode`, `notify`, `notifyAll`, `toString`, `wait`, `wait`, `wait`

### Constructor Detail

#### Stc

```
public Stc(float pmax,  
           float pmaxbif,  
           float vmpp,  
           float imp,  
           float voc,  
           float isc,  
           float eficiencia,  
           float eficienciabif,  
           float porcentajebif)
```

Constructor: Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

`pmax` - Potencia máxima generada, en vatios.

`pmaxbif` - Potencia máxima generada en módulos bifaciales, en vatios.

`vmpp` - Voltaje de potencia máxima, en voltios.

`imp` - Intensidad de potencia máxima, en amperios.

`voc` - Voltaje en circuito abierto, en voltios.

`isc` - Intensidad de cortocircuito, en amperios.

`eficiencia` - Referida al módulo, en porcentaje.

`eficienciabif` - Referida a los módulos con tecnología bifacial, en porcentaje.

`porcentajebif` - incremento porcentual de potencia máximo por tecnología bifacial respecto a la potencia `pmax`, en porcentaje.

## **Method Detail**

### **imprimirStc**

```
public void imprimirStc()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Stc.

### **getPmax**

```
public float getPmax()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro pmax.

### **getPmaxbif**

```
public float getPmaxbif()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro pmaxbif.

### **getVmpp**

```
public float getVmpp()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro vmpp.

### **getImpp**

```
public float getImpp()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro impp.

### **getVocc**

```
public float getVocc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro voc.

### **getIsc**

```
public float getIsc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro isc.

### **getEficiencia**

```
public float getEficiencia()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro eficiencia.

### **getEficienciabif**

```
public float getEficienciabif()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro eficienciabif.

### **getPorcentajebif**

```
public float getPorcentajebif()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro porcentajebif.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

JavaScript is disabled on your browser.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)

panel

## Class **Tonc**

java.lang.Object  
panel.Pelectricas  
panel.Tonc

```
public class Tonc  
extends Pelectricas
```

Clase formada por los parámetros heredados de la clase Pelectricas.

### **Constructor Summary**

#### **Constructors**

##### **Constructor and Description**

**Tonc**(float pmax, float pmaxbif, float vmpp, float imp, float voc, float isc)

Constructor:Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

### **Method Summary**

**All Methods**    **Instance Methods**    **Concrete Methods**

#### **Modifier and Type**    **Method and Description**

float    [getImp\(\)](#)

float    [getIsc\(\)](#)

float    [getPmax\(\)](#)

float    [getPmaxbif\(\)](#)

float    [getVmpp\(\)](#)

float    [getVoc\(\)](#)

void    [imprimirTonc\(\)](#)

Método que imprime por pantalla las variables de Tonc.

## Methods inherited from class java.lang.Object

clone, equals, finalize, getClass, hashCode, notify, notifyAll, toString, wait, wait, wait

## Constructor Detail

### Tonc

```
public Tonc(float pmax,  
            float pmaxbif,  
            float vmpp,  
            float imp,pp,  
            float voc,  
            float isc)
```

**Constructor:** Para inicializar los parámetros del objeto Stc, no devuelve ningún tipo de valor de retorno.

#### Parameters:

pmax - Potencia máxima generada, en vatios.

pmaxbif - Potencia máxima generada en módulos bifaciales, en vatios.

vmpp - Voltaje de potencia máxima, en voltios.

imp,pp - Intensidad de potencia máxima, en amperios.

voc - Voltaje en circuito abierto, en voltios.

isc - Intensidad de cortocircuito, en amperios.

## Method Detail

### imprimirTonc

```
public void imprimirTonc()
```

Método que imprime por pantalla las variables de Tonc.

### getPmax

```
public float getPmax()
```

#### Returns:

Método para devolver el valor del parámetro pmax.

### getPmaxbif

```
public float getPmaxbif()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro pmaxbif.

### getVmpp

```
public float getVmpp()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro vmpp.

### getImpp

```
public float getImpp()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro impp.

### getVoc

```
public float getVoc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro voc.

### getIsc

```
public float getIsc()
```

**Returns:**

Método para devolver el valor del parámetro isc.

[PACKAGE](#) [CLASS](#) [USE](#) [TREE](#) [DEPRECATED](#) [INDEX](#) [HELP](#)

[PREV CLASS](#) [NEXT CLASS](#) [FRAMES](#) [NO FRAMES](#) [ALL CLASSES](#)

[SUMMARY: NESTED](#) | [FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#) [DETAIL: FIELD](#) | [CONSTR](#) | [METHOD](#)



Trabajo técnico que abarca el ámbito de la ingeniería eléctrica, energías renovables y programación. Explica, de manera detallada, el recurso de la fotovoltaica ante otras energías. Inicios, progresos y avances tecnológicos en este sector. Análisis y comparación de los mejores fabricantes a nivel mundial.

Como núcleo principal del trabajo, desarrollo de software en java acorde con una base de datos de más de 1200 módulos fotovoltaicos de 22 fabricantes distintos que forman una herramienta de gran utilidad para la selección del módulo fotovoltaico adecuado dependiendo del emplazamiento y de las necesidades del usuario que utilice el programa.

Incluye planos de todos los modelos distintos utilizados y una simulación del software con datos reales donde se demuestra la utilidad de este.

Technical project covering the field of electrical engineering, renewable energies and programming. It provides detailed information and compares photovoltaics resources with other energies available. Introduction, developments and technological improvements. Analysis and comparison of the best manufacturers worldwide.

The main aim of the project , Java software development which was made up studying database from more than 1200 photovoltaics modules from 22 different manufacturers is to become a useful tool to choose the most suitable photovoltaics modules depending on the location and the needs of the program user. It includes drawings of all the different models used and a simulation of the software with real data which makes clear its proved service.

