

**COGITI**  
Valencia



# Plantilla de firmas digitales del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia



Validada por el Convenio entre COGITI Valencia y Generalidad Valenciana sobre firma electrónica avanzada de fecha 10 de Enero de 2005 y publicado en el Diario oficial de la Generalidad Valenciana nº 5.006 de 16 de Mayo de 2.005.  
Conforme al Real Decreto-Ley 14/1.999 de 17 de Septiembre sobre firma electrónica y la Directiva 1999/93/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de Diciembre de 1999 sobre el reconocimiento mutuo de la firma electrónica en la Unión Europea.  
Autoridad de Certificación de la Generalidad Valenciana: [www.pki.gva.es](http://www.pki.gva.es) Teléfono 902-482-481



## RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

---

**COLEGIADO1**

**COLEGIADO2**

**COLEGIADO3**

**COLEGIO**

**COLEGIO**

**OTROS**

**OTROS**

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitivalencia.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>



<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	5
1.1. Objeto .....	6
1.2. Normativa aplicable.....	6
1.3. Antecedentes del proyecto .....	7
1.4. Datos del titular .....	7
1.5. Emplazamiento.....	7
1.6. Potencia prevista.....	7
1.7. Descripción de las Instalaciones .....	7
1.7.1. Descripción de funcionamiento .....	7
1.7.2. Módulos fotovoltaicos .....	8
1.7.3. Sobrecargas y estructura soporte.....	9
1.7.4. Inversores.....	9
1.7.5. Conductores eléctricos.....	10
1.7.6. Protecciones y seguridad .....	11
1.7.7. Medida.....	11
1.7.8. Caja General de Protección .....	12
1.7.9. Puesta a tierra .....	12
1.8. Producción eléctrica estimada .....	13
1.9. Presupuesto.....	13
1.10. Conclusión .....	14
<b>2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b> .....	15
2.1. Protecciones.....	16
2.2. Sección de los conductores.....	17
2.3. Hipótesis de distribución de cargas.....	19
2.4. Orientación de los módulos.....	20
2.5. Cálculo de la puesta a tierra.....	21
2.6. Cálculo de la producción anual esperada .....	22
2.6.1. Efecto de la temperatura.....	22
2.6.2. Eficiencia del cableado.....	22
2.6.3. Pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.....	23
2.6.4. Pérdidas por errores en el seguimiento del "PMP" .....	23
2.6.5. Eficiencia energética del inversor .....	23
2.6.6. Otras pérdidas .....	23
2.6.7. Rendimiento energético de la instalación .....	24
2.6.8. Producción anual.....	24
2.6.9. Balance medioambiental.....	25
<b>3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS</b> .....	26
3.1. Condiciones Administrativas.....	27
3.1.1. Condiciones generales.....	27
3.1.2. Reglamentos y normas .....	27
3.1.3. Materiales.....	27
3.1.4. Ejecución de las obras.....	27
3.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto .....	28
3.1.6. Obras complementarias.....	28



3.1.7.	<b>Modificaciones</b> .....	28
3.1.8.	<b>Obra defectuosa</b> .....	29
3.1.9.	<b>Medios auxiliares</b> .....	29
3.1.10.	<b>Conservación de las obras</b> .....	29
3.1.11.	<b>Recepción de las obras</b> .....	29
3.1.12.	<b>Fianza</b> .....	30
3.1.13.	<b>Condiciones económicas</b> .....	30
3.1.14.	<b>Condiciones Facultativas</b> .....	32
3.2.	<b>Condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red</b> .....	35
3.2.1.	<b>Objeto</b> .....	35
3.2.2.	<b>Generalidades</b> .....	35
3.2.3.	<b>Definiciones</b> .....	35
3.2.4.	<b>Integración arquitectónica</b> .....	37
3.2.5.	<b>Diseño</b> .....	37
3.2.6.	<b>Componentes y materiales</b> .....	38
3.2.7.	<b>Recepción y pruebas</b> .....	43
3.2.8.	<b>Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento</b> ....	44
4.	<b>RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	48
4.1.	<b>Memoria Informativa</b> .....	49
4.1.1.	<b>Objeto</b> .....	49
4.1.2.	<b>Datos del proyecto y del Estudio de Seguridad y salud</b> .....	49
4.1.3.	<b>Datos de la obra</b> .....	49
4.2.	<b>Memoria descriptiva</b> .....	49
4.2.1.	<b>Descripción técnica del proyecto</b> .....	49
4.2.2.	<b>Emplazamiento</b> .....	49
4.2.3.	<b>Accesos y vallado</b> .....	49
4.2.4.	<b>Interferencias y servicios afectados</b> .....	49
4.2.5.	<b>Suministro de energía eléctrica</b> .....	50
4.3.	<b>Análisis de riesgos y su prevención</b> .....	50
4.3.1.	<b>Obra civil</b> .....	50
4.3.2.	<b>Instalación</b> .....	59
4.4.	<b>Maquinaria a emplear</b> .....	65
4.4.1.	<b>Grúa</b> .....	65
4.4.2.	<b>Máquinas herramientas y herramientas manuales</b> .....	67
4.5.	<b>Medios auxiliares</b> .....	70
4.5.1.	<b>Andamios tubulares</b> .....	70
4.5.2.	<b>Escaleras</b> .....	73
4.6.	<b>Medicina preventiva y asistencial</b> .....	75
4.6.1.	<b>Reconocimientos médicos</b> .....	75
4.6.2.	<b>Asistencia de accidentados</b> .....	75
4.7.	<b>Pliego de Condiciones</b> .....	76
4.7.1.	<b>Legislación aplicable</b> .....	76
4.7.2.	<b>Consideraciones de los equipos de protección colectiva</b> .....	77



4.7.3.	Consideraciones de los equipos de protección individual.....	78
4.7.4.	Señalización de la obra .....	78
4.7.5.	Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos	78
4.7.6.	Formación e información a los trabajadores .....	79
4.7.7.	Acciones a seguir en caso de accidente laboral.....	80
4.7.8.	Comunicaciones inmediatas en caso de accidente.....	80
4.7.9.	Seguridad de la obra .....	81
4.7.10.	Estudio básico de seguridad y salud .....	81
4.7.11.	Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud.....	82
4.7.12.	Coordinador de seguridad y salud .....	82
4.7.13.	Libro de incidencias.....	84
4.7.14.	Seguro de responsabilidad civil y patronal.....	84
5.	PRESUPUESTO.....	85
6.	PLANOS.....	91
7.	ANEXOS.....	92
7.1.	Certificado de actividad inocua.....	93
7.2.	Ficha técnica de los módulos fotovoltaicos.....	95
7.3.	Ficha técnica del inversor.....	96



## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA



### 1.1. Objeto

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una instalación solar fotovoltaica de **94.050 Wp**, en la cubierta de una nave industrial. La instalación pretende conectarse a la red eléctrica de baja tensión.

Para la consecución del diseño, ha sido necesario elaborar un estudio técnico-económico, compuesto por un análisis energético y una valoración económica, para posterior montaje y conexión a la red de baja tensión.

### 1.2. Normativa aplicable

En la realización de este proyecto, se ha tenido presente:

- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre.
- La ley 54/1997 del 27 noviembre, sobre el Sector Eléctrico.
- Real Decreto 2392/2004 del 30 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2005.
- Real Decreto 385/2002 del 26 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2018/1997 del 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 661/2007 del 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1432/2002 del 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia y se modifican algunos artículos del Real Decreto 2017/1997 del 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento.



### 1.3. Antecedentes del proyecto

La creciente de niveles de confort, la mecanización de las tareas, la demanda de mayores cotas de rápida y cómoda comunicación, la modernización de nuestra sociedad post-industrial, el crecimiento demográfico y la inherente aceleración de los ritmos de vida, conllevan inexorablemente mayores demandas energéticas.

Podría afirmarse que gran parte de la problemática ambiental tiene su origen en factores asociados a la problemática energética: Desprendimiento de gases nitrogenados y sulfurados a la atmósfera, almacenamiento de residuos de la producción energética, incremento de la producción de dióxido de carbono y otros muchos efluentes que son vertidos a la atmósfera, ríos y mares.

No debe olvidarse que la gran demanda energética se produce en momentos puntuales del día, y que ello supone que para satisfacer la misma, es preciso disponer de posibilidades de producción que generen la suficiente energía como para responder a la demanda.

La energía procedente de la biomasa, la energía hidráulica, la energía eólica, y por supuesto la captación directa de la energía solar, objeto de este proyecto, son fuentes de energía que se presentan como inagotables en lo que se refiere a recursos energéticos, y que atentan mínimamente contra el medio natural. Si a esto se une un aprovechamiento mayor de la ganancia directa de la energía de procedencia renovable, y un consumo racional de la energía, será posible paliar en gran parte el creciente deterioro ambiental y satisfacer al mismo tiempo las necesidades energéticas actuales y los niveles de confort social que las justifican.

### 1.4. Datos del titular

COLLADO CHAMP S.COOP. CASTILLA  
CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
Navas de Jorquera (02246), Albacete  
CIF: F-02377612

### 1.5. Emplazamiento

La instalación que se proyecta queda emplazada en Casas del Olmo, Paraje la Cerrada, Polígono 13, Parcela 75, en la localidad de Navas de Jorquera, en la provincia de Albacete, como se puede observar en el plano nº2.

### 1.6. Potencia prevista

El proyecto consiste en una instalación solar fotovoltaica de **94050 Wp** conectado a la red, distribuida en la cubierta la nave industrial como se indica en el plano nº 3, 4, 5 y 6.

Para conseguir dicha potencia pico se instalarán **285 paneles fotovoltaicos** de silicio de tipo policristalino de **330 Wp**.

### 1.7. Descripción de las Instalaciones

#### 1.7.1. Descripción de funcionamiento

En un primer paso se convierte la energía procedente de la radiación solar, en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados en las cubiertas de las distintas naves industriales. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

Posteriormente la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores, para posteriormente inyectarla directamente en la red de distribución de baja tensión.

La instalación posee elementos de protección en corriente continua y corriente alterna que nos permiten proteger y separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución. Los equipos, cableado y protecciones, se especifican en el apartado 2.1 y 2.2 de los cálculos justificativos.

Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico mínimo de tipo básico, clase I, en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión...).

La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

Se trata de una instalación conectada a la red de distribución en baja tensión propiedad de la compañía distribuidora Iberdrola.

El objetivo final de la planta será generar y vender la energía producida por la instalación solar fotovoltaica, inyectando dicha energía a la red de distribución.

### 1.7.2. Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico es el elemento de la instalación encargado de transformar la radiación solar en electricidad, de forma directa.

Los módulos adoptados corresponden al fabricante **JA SOLAR HOLDINGS**, modelo **JAP72S01-330/SC**, elaborados con células de silicio policristalino de elevado rendimiento. Sus principales características se expresan a continuación:

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MÓDULO</b>	
Anchura (mm)	991
Altura (mm)	1960
Peso	22,5
Número de células en serie	72 (6×12)

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO</b>	
Potencia (Wp)	330
Corriente de cortocircuito (A)	9,28
Corriente de máxima potencia (A)	8,77
Tensión de circuito abierto (V)	46,4
Tensión de máxima potencia (V)	37,65
Tensión máxima del sistema (V)	1000

En función de las características técnicas del módulo utilizado, de los inversores y de las condiciones de radiación del lugar, las características de cada generador fotovoltaico son las siguientes:

CONFIGURACIÓN	GENERADOR 33 Kw
Potencia máxima (Wp)	31.350
Nº de módulos	95
Nº de strings	5
Módulos por string	19
Corriente en Pto. Max. Pot. (A)	43,85
Tensión en Pto. Máx. Pot (V)	715,35
Corriente de cortocircuito (A)	46,4
Tensión de circuito abierto (V)	881,6

La instalación está formada por tres generadores fotovoltaicos de 31,35 Kw, proporcionando una potencia total de 94,05 Kw.

Se instalarán 285 módulos fotovoltaicos en la cubierta de la nave industrial, utilizando una superficie útil de 558,6 m<sup>2</sup> aproximadamente, distribuidos tal y como indica el plano nº 3, 4, 5 y 6.

Los módulos fotovoltaicos se ubicarán sobre estructuras de superposición en el agua Sur y tipo RAK en el agua Norte de la cubierta de la nave industrial, obteniendo una inclinación de 13,8º tanto en el agua Sur y como en el agua Norte.

### 1.7.3. Sobrecargas y estructura soporte

La estructura será de aluminio, anclando sobre la cubierta de la nave industrial con un mecanismo especial para este tipo de anclajes. Los módulos fotovoltaicos quedarán inclinados y orientados en la posición:

- Orientación 180º S, con azimut de 1º. Inclinación 13,8º respecto la horizontal.

Las estructuras de soporte deben estar realizadas en un material resistente a la corrosión. La estructura estará calculada según la norma MV-103, para soportar cargas de viento, etc. Cuando soporten cargas de nieve deberán cumplir también la normativa básica de edificación CTE.

No solo la estructura soportará estas cargas, también la unión al punto de apoyo y el propio apoyo serán capaces de soportar estas cargas. La tornillería de sujeción de los paneles solares estará realizada en acero inoxidable según norma MV-106.

### 1.7.4. Inversores

Para la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, de las mismas características (tensión y frecuencia) que la de la red de distribución, se utilizarán 3 inversores de 33.000 W de potencia nominal.

Los inversores elegidos corresponden al modelo **SUN 2000-33 KTL-A** de la marca **HUAWEI TECHNOLOGIES**. Se caracterizan por ser tecnológicamente muy avanzados y cumplir con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión.

El inversor del sistema fotovoltaico tendrá las siguientes características:

- **Inversor HUAWEI SUN 2000-33 KTL-A:**

Este tipo de inversor garantiza la máxima flexibilidad a la hora de planificar la instalación. Además, incluyen las funciones de seguridad y confort más avanzadas del mercado.

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL INVERSOR</b>	
Anchura (mm)	930
Altura (mm)	550
Espesor (mm)	283
Peso (kg)	62

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL INVERSOR</b>	
Mínima tensión DC de entrada (V)	250
Máxima tensión DC de entrada (V)	1.100
Tensión AC de salida (V)	230 – 400
Potencia nominal de salida (W)	30.000
Frecuencia (Hz)	50 - 60
Rendimiento europeo (%)	98,4
Rendimiento máximo (%)	98,6

La configuración de la instalación viene detallada en el esquema unifilar (plano nº 9).

Con esta distribución obtenemos un sistema formado por 3 inversores y 285 módulos fotovoltaicos, obteniendo una potencia pico de 94.050 Wp y una potencia nominal de 30.000 W.

#### **1.7.5. Conductores eléctricos**

Los conductores empleados serán de cobre, de una sección suficiente para evitar caídas de tensión y calentamientos, según el apartado 2.2. de los cálculos justificativos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

Todos los cables empleados serán para uso intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

La línea de corriente continúa será la existente entre los ramales de módulos fotovoltaicos y la caseta donde se ubican las cajas de protecciones de corriente continúa. De éstas cajas se conectará con los inversores. Dicha línea estará compuesta por 3 cables, uno correspondiente al polo positivo, otro al polo negativo y otro al conductor de protección.

Se emplearán conductores con cubierta de aislamiento tipo RV-K 0,6/1KV, de cobre y de sección:

- (2 x 1 x 6) + 6 mm<sup>2</sup> TT, para la unión de los módulos fotovoltaicos hasta la caja de protección de corriente continúa.

- (2 x 1 x 6) + 6 mm<sup>2</sup> TT, para la unión entre la caja de protección de cc y el inversor.

El tramo de corriente alterna que comprende desde la salida de los distintos inversores hasta llegar al cuadro de protecciones en corriente alterna. Se emplearán conductores de aislamiento tipo RV-K de cobre de sección 3 x 1 x 16 + 16 mm<sup>2</sup> Neutro + 16 mm<sup>2</sup> Protección.

Desde dicha caja de protección en alterna hasta la caja de protección general. Se emplearán conductores con cubierta de aislamiento tipo RZ1-K de cobre y de sección 3 x 70 mm<sup>2</sup> + 35 mm<sup>2</sup> Neutro + 35 mm<sup>2</sup> Protección.

### 1.7.6. Protecciones y seguridad

Las protecciones se ubicarán según lo dispuesto en el "Reglamento Electrotécnico de Baja tensión" y en el Real Decreto 1663/2000. Además se tiene en cuenta los esquemas propuestos en la Resolución del 31 de Mayo del 2001, con las protecciones propuestas en el R.D.

Tal como marca la normativa vigente será necesario:

- **Fusibles:** Protegerán cada una de las ramas, desde los bornes de los paneles de cada rama hasta una caja de strings o cuadro eléctrico. Así mismo se protegerá la entrada y salida del cuadro de contadores con un fusible para cada fase y uno para el neutro.
- **Interruptores magnetotérmicos:** Protege la salida en alterna desde el inversor y otro antes del cuadro de contadores que estará accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
- **Interruptor automático diferencial:** Protege a las personas frente a contactos indirectos en el caso de derivación de algún elemento de la instalación.
- **Interruptor automático de desconexión:** Incluido en el inversor, su finalidad es desconectar o conectar automáticamente la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red. Dicho interruptor estará controlado por un vigilante de tensión y de frecuencia de la red eléctrica. Los umbrales permitidos son:

En tensión	1,1 a 0,85 Um
En frecuencia	51 a 49 Hz

Las protecciones magneto-térmicas empleadas cumplirán con la normativa UNE-EN 60898. Las protecciones diferenciales cumplirán con la UNE-EN 61008.

En el apartado 2.1. de los cálculos justificativos, se detallan los cálculos para determinar los calibres de estas protecciones

Estos elementos garantizan el funcionamiento y la protección eléctrica de la instalación. La compañía eléctrica puede exigir de otras protecciones adicionales que no entran dentro de este documento.

### 1.7.7. Medida

Se dispondrá de un contador bidireccional o dos contadores, uno de consumo y otro de cesión de energía, con el fin de controlar la energía producida y consumida por la instalación. Debe existir corte visible aguas arriba y aguas abajo del equipo para su manipulación sin riesgo. El equipo de medida cumplirá la normativa de la Compañía Distribuidora para conexiones a la red y estará verificado.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto a la entrada como a la salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.

El contador se ajustará a la normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la Clase 2, regulada por el Real Decreto 875/1984 de 28 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación del modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente (clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la medida de energía en corriente monofásica o polifásica de 50Hz de frecuencia.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

### 1.7.8. Caja General de Protección

La caja general de protección unirá la instalación solar fotovoltaica a la red de distribución de la compañía eléctrica. Se empleará una Caja General de Protección tipo CGP E10/250A.

De este punto partirá la conexión al módulo de contadores de la instalación generadora que dispondrá de los contadores descritos en el punto anterior.

### 1.7.9. Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (art. 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de distribución de baja tensión.

Se conectarán a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como de la de alterna. Se realizará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la compañía eléctrica distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas. También permite a los interruptores diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de defecto o descarga de origen atmosférico.

La instalación presenta separación galvánica entre el grupo generador fotovoltaico y la red de distribución de baja tensión por medio de un transformador de aislamiento galvánico que incorpora el propio inversor utilizado.

La puesta a tierra queda como sigue (plano nº 10):

- Derivaciones de la línea principal de tierra: correspondientes a los diferentes tramos procedentes de cada uno de los grupos de estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos hasta llegar al armario de inversores. La sección de los conductores de protección es la misma que la de los conductores activos o polares.
- Línea principal de tierra: enlazará el cuadro de inversores con el punto de puesta a tierra. Su sección será como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre aislado, canalizándose bajo tubo de 16 mm. El tubo será de P.V.C. curvable en caliente con grado de protección mecánica.

- Punto de puesta a tierra: punto situado en el suelo, en una pequeña arqueta, que sirve de unión entre la línea principal de tierra y la línea de enlace con tierra. Estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre ambos tramos, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.
- Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Electrodos: lo forma una pica y el conductor que la une. Las picas son barras de cobre o acero de 14 mm de diámetro como mínimo. Su longitud es de 2 m. Para consultar su disposición física ver plano de detalles.

El conductor enterrado horizontalmente es un cable de cobre desnudo de sección **35 mm<sup>2</sup>**.

Existe la posibilidad, de que la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica sea la misma que la del edificio donde se ubica, siempre que las masas de la instalación fotovoltaica no se conecten a las masas del edificio o zona adyacente y, en cualquier caso, la toma de tierra de la instalación fotovoltaica debe ser independiente de la toma de tierra del neutro de la empresa distribuidora.

Para la puesta a tierra de la instalación se seguirá lo señalado en la instrucción ITC-BT-18.

### 1.8. Producción eléctrica estimada

Teniendo en cuenta todos los factores que intervienen en la instalación, a continuación se muestra el resumen de la estimación de producción esperada, así como los resultados económicos correspondientes:

<b>Total Inversión Prevista</b>	<b>48.300,00 €</b>
<b>INGRESOS</b>	
Potencia Pico Instalada	94,05 kWp
Producción Anual	138.964,89 kWh/año
Tarifa eléctrica Inst. FV de P<100kW	P1: 0,092361 €/kWh
	P2: 0,090780 €/kWh
	P3: 0,085831 €/kWh
<b>Total Ingresos Previstos</b>	<b>11.694,00 €</b>

### 1.9. Presupuesto

El total del presupuesto general para el conocimiento de la Administración de la obra completa, incluidos costes de realización de la obra y proyectos, asciende a la cantidad de cuarenta y ocho mil trescientos euros (48.300,00 €).



### 1.10. Conclusión

Con los detalles descritos en el presente proyecto, se entienden definidas las obras e instalaciones de la planta solar fotovoltaica proyectada, para que se ajuste a las directrices que marcan los reglamentos y normativas aplicables a dichas instalaciones.

**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**

**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**



## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2.1. Protecciones.

### Circuito de continua

Dado que la intensidad máxima en cada ramal fotovoltaico es de 7,54 A, se instalará un fusible seccionador en el conductor de polo positivo a la entrada de cada inversor. Su amperaje será de **I=10 A**.

Las protecciones contra sobretensiones en corriente continua se encontrarán integradas en los diferentes equipos Electrónicos.

### Circuito de alterna

Se dotará a la instalación de todo un sistema de protección frente a sobreintensidades mediante interruptores magnetotérmicos monofásicos y contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales monofásicos.

La intensidad a partir de la cual deberá actuar la protección térmica a la entrada de cada uno de los inversores vendrá marcada por la potencia unitaria de cada uno de ellos.

- SUN2000-33KTL-A: 30 kW.

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} * V} = \frac{30.000}{1,73 * 400} = 43,29 A \rightarrow I_N = 63 A$$

Los módulos fotovoltaicos crean sobreintensidades que podrían hacer disparar al interruptor automático de 50A, por este motivo el calibre de éstos se aumenta un escalón quedando en 63A.

La potencia de cortocircuito que deberán despejar la deberá marcar la compañía distribuidora, Iberdrola.

Las protecciones generales, formada por un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial tetrapolares, vendrá marcada por la potencia nominal de la instalación:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} * V} = \frac{90.000}{1,73 * 400} = 129,87 A \rightarrow I_N = 160 A$$

## 2.2. Sección de los conductores

- **Por caída de tensión:**

Para este cálculo utilizaremos las siguientes expresiones:

En corriente continua:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot e}$$

En corriente alterna:

- Sistemas monofásicos:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot e}$$

- Sistemas trifásicos:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{k \cdot e}$$

Donde:

**S:** Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm<sup>2</sup>].

**e:** Caída de tensión (c.d.t.), en voltios [V].

**L:** Longitud de la línea en metros [m].

**I:** Intensidad de la línea en amperios [A].

**Cos φ:** Factor de potencia. (Cos φ = 1 para corriente continua).

**k:** Conductividad (56 para Cu).

Conexión	Longitud (m)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Caída de tensión	Sección teórica mm2	Sección Comercial mm2
Entre módulos hasta la caja de conexión 1.1	25	8,77	715,35	1,00%	1,09	1,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 1.2	25	8,77	715,35	1,00%	1,09	1,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 1.3	50	8,77	715,35	1,00%	2,19	2,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 1.4	50	8,77	715,35	1,00%	2,19	2,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 1.5	45	8,77	715,35	1,00%	1,97	2,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 2.1	45	8,77	715,35	1,00%	1,97	2,5
Entre módulos hasta la caja de conexión 2.2	65	8,77	715,35	1,00%	2,85	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 2.3	65	8,77	715,35	1,00%	2,85	4

Entre módulos hasta la caja de conexión 2.4	65	8,77	715,35	1,00%	2,85	
Entre módulos hasta la caja de conexión 2.5	65	8,77	715,35	1,00%	2,85	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 3.1	76	8,77	715,35	1,00%	3,33	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 3.2	75	8,77	715,35	1,00%	3,28	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 3.3	75	8,77	715,35	1,00%	3,28	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 3.4	75	8,77	715,35	1,00%	3,28	4
Entre módulos hasta la caja de conexión 3.5	85	8,77	715,35	1,00%	3,72	4
Entre inversor y el cuadro de protecciones ca, más desfavorable	10	47,62	400	0,50%	8,50	10
Entre cuadro de protecciones ca y contadores	20	142,86	400	1,00%	22,07	25

La sección utilizada para todos los ramales será de **6 mm<sup>2</sup>**, ya que se cumple la caída de tensión para el ramal más desfavorable y la intensidad admisible del conductor.

- **Por intensidad admisible:**

Parte alterna:

- **Inversor – Cuadro de Protecciones:**

Los conductores aislados del tipo RV-K 0.6/1Kv 2x1x10mm<sup>2</sup> + 1x10mm<sup>2</sup> (Cu) se llevarán desde los inversores hasta el Cuadro de Protecciones.

I máxima a 40°C: 60A

Cables agrupados en tubo enterrado: factor de corrección: 0,7

I máxima = 60 x 0,7 = 42 < 47,62A

Debido a la aparamenta de protección empleada, se aumenta la sección cumpliendo así las dos condiciones siguientes:

$$1.- I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2.- I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

La sección del conductor será RV-K 0.6/1KV 3x1x16mm<sup>2</sup> + 1x16mm<sup>2</sup> (Cu), debido a que la intensidad nominal de la protección es de 63A.

$$1.- 47,62A \leq 63A \leq 80A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 63A = 91,35 A$$

$$2.- 91,35 \leq 1,45 \cdot 80A$$

- **Cuadro de Protecciones – Cuadro General de Protecciones:**

Los conductores aislados del tipo RZ1 0.6/1Kv 3x25mm + 1x16mm + 1x16mm (Cu) se llevarán desde el Cuadro de Protecciones hasta el Cuadro de Contadores.

I máxima a 40°C: 106A

Cables agrupados en tubo enterrado: factor de corrección: 1

I máxima = 106 x 1 = 106 < 142A

Debido a la aparamenta de protección empleada, se aumenta la sección cumpliendo así las dos condiciones siguientes:

$$1.- I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2.- I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

La sección del conductor será RZ1 0.6/1KV 3x70mm<sup>2</sup> + 1x35mm<sup>2</sup> + 1x35mm<sup>2</sup> (Cu), debido a que la intensidad nominal de la protección es de 160A.

$$1.- 142,86A \leq 160A \leq 202A$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 160A = 232A$$

$$2.- 232 \leq 1,45 \cdot 202A$$

### 2.3. Hipótesis de distribución de cargas

Ángulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.

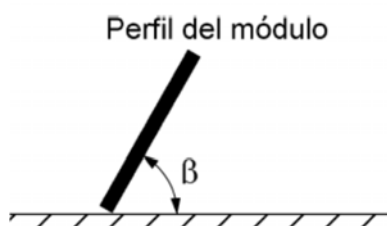


Fig. 1

Para el estudio de la inclinación conviene disponer de la latitud de la zona. Con este parámetro se puede llegar a determinar la inclinación de los módulos fotovoltaicos, que según los casos de utilización puede variar. Puesto que se trata de una instalación fotovoltaica, cuyo funcionamiento será anual, para obtener la inclinación adecuada hay que restar al valor de latitud la cantidad de 10 unidades, es decir:

Latitud de NAVAS DE JORQUERA: 39° N

$$\beta = 39^\circ - 10 = 29^\circ$$

La sujeción de los módulos fotovoltaicos se realizará con estructura fija tipo RAK en el agua Norte del edificio 4 con inclinación de **13,80°** y en el agua Sur del resto de edificios con estructura de superposición la inclinación será de **13,80°**.

En los planos de distribución de los módulos fotovoltaicos, se muestra la cubierta con detalle de los módulos fotovoltaicos que van a instalarse sobre la misma.

El peso de los módulos fotovoltaicos queda descrito a continuación:

Agua Norte:

Peso unitario modulo fotovoltaico: 22,50 kg  
 Peso de la estructura de aluminio: 2,5 kg/m<sup>2</sup>  
 Peso de la estructura por módulo: 4,19 kg

Agua Sur:

Peso unitario modulo fotovoltaico: 22,50 kg  
 Peso de la estructura por módulo: 2,50 kg

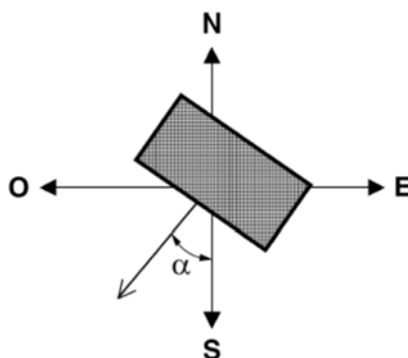
El peso total de módulos sobre la cubierta, de acuerdo al tipo de modulo instalado es de:

$$20 \text{ módulos} \times 26,69 \text{ Kg} + 265 \text{ módulos} \times 25 \text{ Kg} = 7.158,80 \text{ Kg}$$

En función de este peso añadido, se puede realizar un informe de solidez estructural para la confirmación de la estabilidad de la estructura con este nuevo reparto de cargas. Dicho informe no compete a la instalación fotovoltaica y no se corresponde con el objetivo de este proyecto.

## 2.4. Orientación de los módulos

Ángulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.



La instalación fotovoltaica contiene los módulos con una orientación fija sobre la cubierta.

La orientación será de 186° S, con azimut de 1°, obteniendo una orientación sin pérdidas.

## 2.5. Cálculo de la puesta a tierra

Para la puesta a tierra de la instalación debe estimarse la resistencia eléctrica del terreno. Para determinar aproximadamente el valor estimado de la resistencia de tierra se tendrá en cuenta la ITC-BT-18, donde se establecen diferentes naturalezas de terreno. A cada tipo le corresponde un valor de resistividad. Y según el método de puesta a tierra empleado, le corresponde una expresión. En este caso se dispone de electrodo como pica vertical y como conductor enterrado horizontalmente.

Naturaleza del terreno	Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes
Resistividad del terreno	500 $\Omega \cdot \text{m}$
Número de picas clavadas verticalmente	1
Longitud de las picas	2 m
Longitud del conductor enterrado	2 m

$$(1) \quad R = \frac{\rho}{n \cdot L} = \frac{500}{1 \cdot 2} = 250\Omega$$

$$(2) \quad R = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 500}{2} = 500\Omega$$

Donde:

**(1)**: Caso de pica vertical.

**(2)**: Caso de conductor enterrado horizontalmente.

**R**: Resistencia de tierra en Ohm [ $\Omega$ ].

**r**: Resistividad del terreno en Ohm por metro [ $\Omega \cdot \text{m}$ ].

**n**: Número de picas.

**L**: Longitud de la pica para (1). Longitud del conductor para (2). Ambos casos en metros [m].

Para determinar la resistencia de tierra total estamos ante el caso particular de dos resistencias en paralelo, con lo cual:

$$R = \frac{250 \cdot 500}{250 + 500} = 166,67\Omega$$

La resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor ó 50 V en los demás casos.

Dado que la protección diferencial es de 30 mA = 0,03 A, se tiene que:

$$U = R_T \cdot I = 166,67 \cdot 0,03 = 4,9V < 24V$$

En cuanto a los conductores de protección, la sección a utilizar debe ser como mínimo:

**16 mm<sup>2</sup>** para la línea principal de tierra empleando conductores de cobre.

**35 mm<sup>2</sup>** para conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente.

## 2.6. Cálculo de la producción anual esperada

### 2.6.1. Efecto de la temperatura

$$T_C = T_{amb} + I_{inc} \cdot \frac{TONC - 20}{800}$$

Siendo:

**T<sub>c</sub>**: Temperatura de célula.

**T<sub>amb</sub>**: Temperatura ambiente

**TONC**: Temperatura que alcanza las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente 20°C, velocidad de viento 1m/s.

Tomando los datos de temperatura en Albacete por meses, y considerando que el módulo tiene un TONC de 45°C, obtenemos la corrección de potencia para cada mes:

Mes	T. Media	T. Célula	L temperatura
ENERO	4,2	35,45	96,34
FEBRERO	5,7	36,95	95,82
MARZO	8,8	40,05	94,73
ABRIL	11,4	42,65	93,82
MAYO	15,9	47,15	92,25
JUNIO	21,3	52,55	90,36
JULIO	24,9	56,15	89,10
AGOSTO	24,5	55,75	89,24
SEPTIEMBRE	19,6	50,85	90,95
OCTUBRE	14,0	45,25	92,91
NOVIEMBRE	8,2	39,45	94,94
DICIEMBRE	5,1	36,35	96,03

### 2.6.2. Eficiencia del cableado

Realizados los cálculos de las secciones de los distintos tramos de cable: de los módulos al inversor, del inversor a la caja de protección 2 y desde la caja de protección hasta los contadores.

Para el cálculo de las pérdidas en los cables utilizaremos las siguientes formulas:

$$L_{cab} = RI^2$$

$$R = \frac{0,000002 \cdot L}{S}$$

Siendo:

**R**: Valor de la resistencia eléctrica en los cables, en ohmios.

**L**: es la longitud de todos los cables (sumando ida y el retorno), en cm.

**S:** Sección de cada cable, en cm<sup>2</sup>.

Obtenemos:

<b>Potencia</b>	<b>90.000,00</b>
<b>Pérdidas Tramo 1</b>	307,65
<b>Pérdidas Tramo 2</b>	56,69
<b>Pérdidas Tramo 3</b>	233,25
<b>Pérdidas totales cableado</b>	597,59
<b>L cableado</b>	<b>99,36</b>

### 2.6.3. Pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad

Las pérdidas por polvo se pueden encontrar entre el 0% y el 8% cuando los módulos se "ven sucios". Dado que la instalación no se encuentra en un lugar donde el polvo es abundante, aplicaremos unas pérdidas del 4%.

$$L_{pol} = 96\%$$

La potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, en este caso el fabricante garantiza que todos los módulos estarán por encima de su potencia nominal.

$$L_{dis} = 100\%$$

### 2.6.4. Pérdidas por errores en el seguimiento del "PMP"

Una de las funciones más importantes de los inversores de conexión a red es hacer trabajar al campo fotovoltaico en el Punto de Máxima Potencia, sin embargo se considera que se producen unos errores de aproximadamente un 2%.

$$L_{PMP} = 98\%$$

### 2.6.5. Eficiencia energética del inversor

La eficiencia energética de los inversores será de un 98,4 %.

$$L_{inv} = 98,4\%$$

### 2.6.6. Otras pérdidas

Bajo este concepto vamos a incluir pérdidas en los equipos de protección, bornas, equipos de medida, etc., lo cual estimamos en un 3% de pérdidas.

$$L_{otros} = 97\%$$



### 2.6.7. Rendimiento energético de la instalación

Mes	Ltemp	Lcab	Lpol	Ldis	Lpmp	Linv	Lotros	PR
ENERO	96,34	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	85,08
FEBRERO	95,82	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	84,55
MARZO	94,73	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	83,47
ABRIL	93,82	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	82,56
MAYO	92,25	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	80,98
JUNIO	90,36	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	79,09
JULIO	89,10	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	77,83
AGOSTO	89,24	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	77,97
SEPTIEMBRE	90,95	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	79,69
OCTUBRE	92,91	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	81,65
NOVIEMBRE	94,94	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	83,68
DICIEMBRE	96,03	99,34	96,00	100,00	98,00	98,40	97,00	84,76

### 2.6.8. Producción anual

La producción de energía esperada, calculado por el método establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE y utilizando para ello el "Performance Ratio" calculado anteriormente, es:

- **Orientados a 181° S, con azimut de 1°. Inclinación 13,80°. Potencia pico de 94,05 KWp.**

Mes	Gdm (0) KWh/m2 dia	Gdm (α,β) KWh/m2 dia	PR	Ep KWh/dia	Ep KWh/mes
ENERO	2,19	2,83	0,85	226,74	7029,01
FEBRERO	3,20	3,87	0,85	307,42	8607,71
MARZO	4,36	4,88	0,83	382,71	11863,88
ABRIL	5,31	5,58	0,83	433,20	12995,89
MAYO	6,28	6,32	0,81	481,46	14925,31
JUNIO	7,44	7,36	0,79	547,54	16426,09
JULIO	7,64	7,62	0,78	557,63	17286,66
AGOSTO	6,58	6,80	0,78	498,97	15467,92
SEPTIEMBRE	4,92	5,37	0,80	402,68	12080,26
OCTUBRE	3,40	3,95	0,82	302,97	9392,04
NOVIEMBRE	2,32	2,92	0,84	229,91	6897,16
DICIEMBRE	1,85	2,43	0,85	193,32	5992,96
<b>Promedio</b>	<b>4,62</b>	<b>4,99</b>	<b>0,82</b>	<b>380,38</b>	<b>138.964,89</b>

**TOTAL = 138.964,89**

**Producción estimada = 138.964,89 KWh/año**

### 2.6.9. Balance medioambiental

La generación solar fotovoltaica evita la quema de combustibles fósiles para producir electricidad. Esto implica disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera que tienen consecuencias medioambientales muy negativas. Unas de las más perjudiciales son:

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub>)
- La lluvia ácida (provocada por las emisiones de SO<sub>x</sub>)

Mes	Energía total generada (KWh)	Cantidades que dejan de emitirse a la atmósfera	
		CO2 (Tm)	SOx (kg)
ENERO	7029,01	7,395	21,087
FEBRERO	8607,71	9,055	25,823
MARZO	11863,88	12,481	35,592
ABRIL	12995,89	13,672	38,988
MAYO	14925,31	15,701	44,776
JUNIO	16426,09	17,280	49,278
JULIO	17286,66	18,186	51,860
AGOSTO	15467,92	16,272	46,404
SEPTIEMBRE	12080,26	12,708	36,241
OCTUBRE	9392,04	9,880	28,176
NOVIEMBRE	6897,16	7,256	20,691
DICIEMBRE	5992,96	6,305	17,979
<b>AÑO</b>	<b>138.964,89</b>	<b>146,191</b>	<b>416,895</b>

**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**



**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**



### 3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitvalencia.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>

### **3.1. Condiciones Administrativas**

#### **3.1.1. Condiciones generales**

- El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.
- El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, alumbrado y tierra.
- El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

#### **3.1.2. Reglamentos y normas**

- Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.
- Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

#### **3.1.3. Materiales**

- Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.
- Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.
- En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.
- Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

#### **3.1.4. Ejecución de las obras**

##### **3.1.4.1. Comienzo**

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.



### **3.1.4.2. Plazo de ejecución**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo posterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

### **3.1.4.3. Libro de Órdenes**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

### **3.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

### **3.1.6. Obras complementarias**

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en el, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

### **3.1.7. Modificaciones**



El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

### **3.1.8. Obra defectuosa**

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### **3.1.9. Medios auxiliares**

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

### **3.1.10. Conservación de las obras**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### **3.1.11. Recepción de las obras**

#### **3.1.11.1. Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

#### **3.1.11.2. Plazo de garantía**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

#### **3.1.11.3. Recepción definitiva**



Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

### **3.1.12. Fianza**

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

### **3.1.13. Condiciones económicas**

#### **3.1.13.1. Abono de la obra**

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

#### **3.1.13.2. Precios**

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que puedan existir.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.



### **3.1.13.3.Revisión de precios**

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

### **3.1.13.4.Penalizaciones**

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

### **3.1.13.5.Contrato**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### **3.1.13.6.Responsabilidades**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### **3.1.13.7.Rescisión del contrato**

#### **3.1.13.7.1.Causas de rescisión**

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.

- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Décima: Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Decimoprimer: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

### **3.1.13.8. Liquidación en caso de rescisión del contrato**

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

### **3.1.14. Condiciones Facultativas**

#### **3.1.14.1. Normas a seguir**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

1. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Normas UNE.
3. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
4. Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
5. Normas de la Compañía Suministradora.
6. Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

#### **3.1.14.2. Personal**

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y ordenes del Técnico Director de la obra.



El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

### **3.1.14.3. Reconocimiento y Ensayos previos**

Cuando lo estime oportuno el Técnico Director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Contratista.

### **3.1.14.4. Ensayos**

- Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todo equipo, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias del trabajo.
- Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra.
- Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.
- Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases y entre fase y tierra, que se hará de la forma siguiente:
  - o Con los generadores desacoplados de las líneas eléctricas medir la resistencia de aislamiento desde el lado de salida de los generadores.
  - o Funcionamiento de generadores. Con los cables conectados a los equipos auxiliares y convertidores, junto con los dispositivos de protección y mando medir la resistencia de aislamiento entre fases o polos y tierra solamente.
  - o Fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos (armaduras, tomas de corriente, etc...), que han sido conectados.
  - o En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

### **3.1.14.5. Aparamenta**

- Antes de poner la aparamenta bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.



- Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.
- Se dispondrá, en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.
- El contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.
- Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.
- Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

#### **3.1.14.6. Generadores**

- Se medirá la resistencia del aislamiento de los módulos fotovoltaicos después de conectar los cables de fuerza.

#### **3.1.14.7. Varios**

- Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.
- Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.

## 3.2. Condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red

### 3.2.1. Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

### 3.2.2. Generalidades

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

La normativa que afecta a las instalaciones solares fotovoltaicas:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta las Normas Básicas de la Edificación (NBE).

### 3.2.3. Definiciones

#### 3.2.3.1. Radiación solar

- *Radiación solar*: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- *Irradiancia*: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.
- *Irradación*: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

### 3.2.3.2. Instalación

- *Instalaciones fotovoltaicas:* Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- *Instalaciones fotovoltaicas interconectadas:* Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- *Línea y punto de conexión y medida:* La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- *Interruptor automático de la interconexión:* Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- *Interruptor general:* Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- *Generador fotovoltaico:* Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- *Rama fotovoltaica:* Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- *Inversor:* Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- *Potencia nominal del generador:* Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- *Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal:* Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

### 3.2.3.3. Módulos

- *Célula solar o fotovoltaica:* Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- *Célula de tecnología equivalente (CTE):* Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- *Módulo o panel fotovoltaico:* Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- *Condiciones Estándar de Medida (CEM):* Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
  - Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
  - Distribución espectral: AM 1,5 G
  - Temperatura de célula: 25 °C
- *Potencia pico:* Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- *T<sub>ONC</sub>*: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### 3.2.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### 3.2.4.1. Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### 3.2.4.2. Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### 3.2.4.3. Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### 3.2.4.4. Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

#### 3.2.4.5. Colocación de módulos

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.2.4.1., se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

### 3.2.5. Diseño

#### 3.2.5.1. Diseño del generador fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 3.2.6.2.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

#### 3.2.5.2. Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

*Tabla I*

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

### 3.2.5.3. Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

### 3.2.6. Componentes y materiales

#### 3.2.6.1. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **3.2.6.2. Sistemas generadores fotovoltaicos**

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

### **3.2.6.3. Estructura soporte**



Las estructuras soporte deberán cumplir con lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terracea) como integrados sobre tejado. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### **3.2.6.4. Inversores**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superiores a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 por estar en el interior del edificio y cumplirá la legislación vigente.

Los inversores están garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

### **3.2.6.5. Cableado**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

### **3.2.6.6. Conexión a red**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

### **3.2.6.7. Medidas**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### **3.2.6.8. Protecciones**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

### **3.2.6.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

### 3.2.6.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 3.2.7. Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

1. Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
2. Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
3. Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
4. Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

1. Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
2. Retirada de obra de todo el material sobrante.
3. Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

### **3.2.8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento**

#### **3.2.8.1. Generalidades**

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

#### **3.2.8.2. Programa de mantenimiento**

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

### 3.2.8.3. Garantías

- Ámbito general de la garantía:
  1. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
  2. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.
- Plazos:
  1. El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.
  2. Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.
- Condiciones económicas:



1. La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
  2. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
  3. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
  4. Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.
- Anulación de la garantía:
    1. La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 4 de las condiciones económicas anteriores.
  - Lugar y tiempo de la prestación:
    1. Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
    2. El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
    3. Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
    4. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.



**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**

**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitivalencia.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>



#### 4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitivalencia.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>

## **4.1. Memoria Informativa**

### **4.1.1. Objeto**

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizará, estudiará, desarrollará y complementará las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### **4.1.2. Datos del proyecto y del Estudio de Seguridad y salud**

La redacción del proyecto corresponde a SOLGER ENERGY, S.L.

La redacción de este Estudio Básico de Seguridad y Salud recae sobre la empresa SOLGER ENERGY, S.L. y como representación de ella: D. Juan Méndez Legua.

### **4.1.3. Datos de la obra**

La obra tendrá una duración aproximada de un mes.

Se considera una punta máxima de 4 trabajadores, con una media de 3 trabajadores en obra.

## **4.2. Memoria descriptiva**

### **4.2.1. Descripción técnica del proyecto**

Se extraerá y copiará del Documento del Proyecto- Memoria Técnica: Memoria Descriptiva.

### **4.2.2. Emplazamiento**

La instalación que se proyecta queda emplazada en Casas del Olmo, Paraje la Cerrada, Polígono 13, Parcela 75, en la localidad de Navas de Jorquera, en la provincia de Albacete, como se puede observar en el plano nº2.

### **4.2.3. Accesos y vallado**

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

### **4.2.4. Interferencias y servicios afectados**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y

prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc... y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

#### **4.2.5. Suministro de energía eléctrica**

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

#### **4.3. Análisis de riesgos y su prevención**

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

##### **4.3.1. Obra civil**

###### **4.3.1.1. Trabajos de albañilería**

###### **RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD**

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

###### **MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR**

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.

- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### 4.3.1.2. Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
  - Enmarcando la carga
  - Ligeramente separados
  - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
  - Situar el peso cerca del cuerpo.
  - Mantener la espalda plana.
  - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
  - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán "meter" ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.

- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que no estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
  - Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
  - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
  - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90º, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
  - La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).



- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### 4.3.1.3. Izado de Cargas

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los

esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

### **Cuerdas**

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavarán las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60º.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabos en los anillos de las eslingas.

- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

## Eslingas

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
  - El propio desgaste por el trabajo.
  - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
  - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aún cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetacables, aún cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
  - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
  - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
  - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
  - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:  $F(\text{en Kg.}) = 8 \times d^2$  (diámetro del cable en mm.).
  - Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
  - Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.

- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
  - No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
  - No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
  - Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
  - Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
  - Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:  $F(\text{en Kg.}) = 6 \times d^2$  (diámetro del redondo en mm.).
  - En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
  - Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
  - Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
  - Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
  - Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
  - Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
  - Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
  - Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

#### **4.3.1.4. Transporte de material**

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

##### MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR



- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

## 4.3.2. Instalación

### 4.3.2.1. Trabajos próximos a elementos en tensión

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocutaciones
- Incendios

#### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.

- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Siendo:

**$U_n$ :** Tensión nominal de la instalación (kV).

**$D_{PEL-1}$ :** distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

**$D_{PEL-2}$ :** distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

**$D_{PROX-1}$ :** distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

**$D_{PROX-2}$ :** distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

**Nota:** Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente está última.

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envoltentes o protectores aislantes), se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

#### 4.3.2.2. Trabajos en tensión

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.



- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.

- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### 4.3.2.3. Trabajos en altura

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.

- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
  - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
  - Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 4.4. Maquinaria a emplear

### 4.4.1. Grúa

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

#### MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:

- MAQUINISTA: no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:
  - Comprobar el funcionamiento de los frenos.
  - Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
  - Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
  - Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
  - Comprobar los lastres y contrapesos.
  - Comprobar la tensión de los cables cuando este arriostrada.
  - Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
    - Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
    - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
    - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
  
- ENGANCHADOR: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:
  - Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
  - Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
  - Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
  - En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
  
- SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan la señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
  - Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
  - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruísta pueda verle a él y advertir sus señales.
  - Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
  - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)

- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 4.4.2. Máquinas herramientas y herramientas manuales

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
  - La purga de las condiciones de aire.
  - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
  - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobles que obstaculicen el paso del aire).

- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se de usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aún cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
  - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
  - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
  - Desconectar la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.

- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.

### **Radial**

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorarse de que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeta.
- El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

## 4.5. Medios auxiliares

### 4.5.1. Andamios tubulares

#### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo
- Caída de objetos en manipulación

#### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
  - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijeza y permanencia.
  - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.
- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales.
- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.
- Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.



- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.
- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:
  - No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
  - La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a el fiadores del cinturón de seguridad.
  - Las barras, módulos tubulares y tablonos se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.
  - Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
  - Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.
  - Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.
- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tablonos de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes.
- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tablonos estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablonos, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 ó más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostamiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.



- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tabloneros.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.
- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.
- El caminar por los andamios se hará de manera normal, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.
- Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.
- El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y generalizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.
- Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.
- En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.
- El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.
- Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.

- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.
- Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.
- En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaídas
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### 4.5.2. Escaleras

##### RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

##### MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

###### Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.



- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otras sustancias que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75º con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá un persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.

- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

#### **4.6. Medicina preventiva y asistencial**

##### **4.6.1. Reconocimientos médicos**

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual.

El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

##### **4.6.2. Asistencia de accidentados**

#### **CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE**

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

#### **BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS**

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; "mercurocromo" o "cristalmina"; amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

## 4.7. Pliego de Condiciones

### 4.7.1. Legislación aplicable

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre las Comunicaciones de Apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajador autónomo.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la Subcontratación en la Construcción.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, sobre trabajos con riesgo de exposición al Amianto.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, riesgos relacionados con la Exposición al Ruido.
- Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre, sobre Utilización de Equipos de Trabajo en trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre protección frente al Riesgo Eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre riesgos relacionados con los agentes Químicos.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

#### **4.7.2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva**

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrá una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.



#### 4.7.3. Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

#### 4.7.4. Señalización de la obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

#### 4.7.5. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.

- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

#### 4.7.6. Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

#### 4.7.7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- a la asistencia médica más cercana
- al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

#### 4.7.8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

##### Accidentes de tipo leve

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

#### **Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores**

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

#### **4.7.9. Seguridad de la obra**

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

#### **4.7.10. Estudio básico de seguridad y salud**

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán

presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos

#### **4.7.11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud**

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

#### **4.7.12. Coordinador de seguridad y salud**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
  - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.



- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá ésta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.



#### 4.7.13. Libro de incidencias

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obras de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas.

Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

#### 4.7.14. Seguro de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**

**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**



## 5. PRESUPUESTO

<b>INST FV-RED 94,05 KWp NAVE INDUSTRIAL</b>					
<b>NºOrden</b>	<b>Uds.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
					<b>48.300,00</b>
<b>1</b>		<b>GENERACIÓN FOTOVOLTAICA</b>			<b>42.420,00</b>
1.1	Ud	Módulo fotovoltaico Ja Solar JAP72S01 policristalino, con potencia pico de 330 Wp en condiciones estandar, incluso tornillería y montaje sobre bastidores metálicos y conexión de terminales con terminales multicontac.	285,000	125,00	35.625,00
1.2	Ud	Inversor trifásico de 30 KW, montado sobre pared, modelo SUN2000-33KTL-A de HUAWEI.	3,000	1.600,00	4.800,00
1.3	Ud	Montaje de módulos fotovoltaicos e inversores, comprobaciones y puesta en marcha.	1,000	1.995,00	1.995,00
<b>2</b>		<b>INSTALACIÓN EN CORRIENTE CONTÍNUA</b>			<b>1.518,06</b>
2.1	ML	Línea de STRINGS de dos cables unipolares de 6 mm2 RV-K CU 0,6/1kV tomada la longitud desde el Módulo Fotovoltaico hasta el Cuadro de Protecciones de C.C. Completamente colocado, mazeado con bridas, comprobado y funcionando.	886,000	1,11	983,46
2.2	ML	Canalización eléctrica formada de Bandeja de PVC de 200x60 mm de AEMSA, incluso parte proporcional de uniones, curvas y tapas finales. Completamente colocado.	60,000	8,91	534,60
<b>3</b>		<b>INSTALACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA</b>			<b>1.341,00</b>
3.1	Ud	Cuadro eléctrico de Protección General Trifásico. compuesto por: envolvente metálica con puerta. 1 Ud. de Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada de 4x160A con relé toroidal, 3 ud. interruptores magnetotérmicos de 4x63A, 3 ud. interruptores diferenciales de 4x63A	1,000	575,00	575,00



		y 30mA, 30 ud. portafusibles de 1P de 10A en corriente continua, 30 Ud fusibles de 10A de corriente continua y 1000V, parte proporcional de regleteros y bornas, incluso conexión a tierra. Completamente colocado, cableado, comprobado y funcionando.			
3.2	ML	Línea de tres cables unipolares de 16 mm <sup>2</sup> RZ1-K CU 0,6/1kV tomada la longitud desde el Inversor hasta el Cuadro de Protecciones de C.A. Completamente colocado, mazeado con bridas, comprobado y funcionando.	10,000	16,6	166
3.3	ML	Línea Repartidora formada por línea de 3x70+35 mm <sup>2</sup> Cu RZ1-K 0,6/1kV bajo tubo, subterránea. Medida la distancia desde el Cuadro de Protecciones de C.A. hasta el Equipo de Medida. Completamente colocado, comprobado y funcionando.	20,000	30,00	600,00
<b>4</b>		<b>INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA</b>			<b>185,14</b>
4.1	ML	Línea eléctrica de cable RV-0,6/1kV de 1x6 mm <sup>2</sup> V/A de Cu., incluso p.p. de registros, tapa y material de fijación; construida según REBT y NTE/IEB-43 y 45. Medida la longitud ejecutada desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja de conexión de tierras. Completamente colocado, comprobado y funcionando.	20,000	1,15	23,00
4.2	ML	Línea eléctrica de cable de 1x35 mm <sup>2</sup> de Cu desnudo, tendido en zanja. Medida la longitud ejecutada desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja de conexión de tierras. Completamente colocado, comprobado y funcionando.	60,000	2,08	124,80
4.3	ML	Línea eléctrica de cable RV-0,6/1kV de 1x35 mm <sup>2</sup> V/A de Cu ., incluso p.p. de registros, tapa y material de fijación; construida según REBT y NTE/IEB-43 y 45. Medida la longitud ejecutada desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja de	10,000	1,93	19,30



		conexión de tierras. Completamente colocado, comprobado y funcionando.			
4.4	Ud	Seccionador de tierras con caja de poliéster, con elementos de sujección. Completamente colocado, comprobado y funcionando.	1,000	5,37	5,37
4.5	Ud	Caja de conexión de tomas de tierra de PVC con tapa, estanca IP-65. Con parte proporcional de becos de conexión y terminales. Completamente colocado, comprobado y funcionando.	1,000	6,45	6,45
4.6	Ud	PICA DE TOMA TIERRA DE 2m 14,3 Fe+Cu	2,000	3,11	6,22
<b>5</b>		<b>MONITORIZACIÓN</b>			<b>645,00</b>
5.1	Ud	Sistema de monitorización y telegestión con desarrollo de software e implementación e integración de un sistema programable generador de avisos, alarmas y notificaciones de fallo sobre sistema GSM. Desarrollo y adaptación de la aplicación para la adquisición de forma remota de los datos de la planta, almacenamiento de estos y posterior análisis, tanto de producción como de pérdidas de eficiencia, rentabilidad, parametros de correcto funcionamiento, etc. Elaboración de aplicación para visualización y consulta de datos en cualquier momento en página web mediante acceso restringido en función del usuario y redacción de informes básicos.	1,000	645,00	645,00

<b>6</b>		<b>SOPORTERÍA DE INSTALACIONES Y OBRA CIVIL</b>			<b>690,80</b>
----------	--	---	--	--	---------------



6.1	Ud	Estructura para montaje y ensamblado de módulos fotovoltaicos, hecha en aluminio, formada por largueros de 38 mm de grosor, fijaciones, grapas de sujección simples y dobles y tornillería. Montado en cubierta del edificio, anclado al forjado. Sellado en juntas y perforaciones. Completamente montada para la cantidad de módulos prevista.	1,000	690,80	690,80
-----	----	--	-------	--------	--------

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
 Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitvalencia.e-gestion.es/Validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>

<b>7</b>		<b>PROYECTOS DE INGENIERÍA</b>			<b>1.500,00</b>
7.1	Ud	<p>Proyecto Solar Fotovoltaico y Dirección de Obra.</p> <p>Proyecto de Seguridad y Salud en el Trabajo con visita de Coordinador de Seguridad.</p> <p>Cumplimentación de toda la documentación necesaria para la tramitación de permisos y solicitudes administrativas.</p> <p><b>Nota:</b> Queda excluído el pago de tasas, impuestos o gravámenes derivados de las gestiones administrativas o concesión de documentos. Queda excluído del presupuesto los trabajos de obra civil y albañilería que no se contemplen en este presupuesto.</p>	1,000	1.500,00	1.500,00

<b>RESUMEN</b>		<b>48.300,00</b>
Descripción		Importe
GENERACIÓN FOTOVOLTAICA		42.420,00
INSTALACIÓN EN CORRIENTE CONTÍNUA		1.518,06
INSTALACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA		1.341,00
INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA		185,14
MONITORIZACIÓN		645,00
SOPORTERÍA DE INSTALACIONES Y OBRA CIVIL		690,80
INGENIERÍA		1.500,00

El presupuesto total de la instalación asciende a la cantidad de **48.300,00 €**.

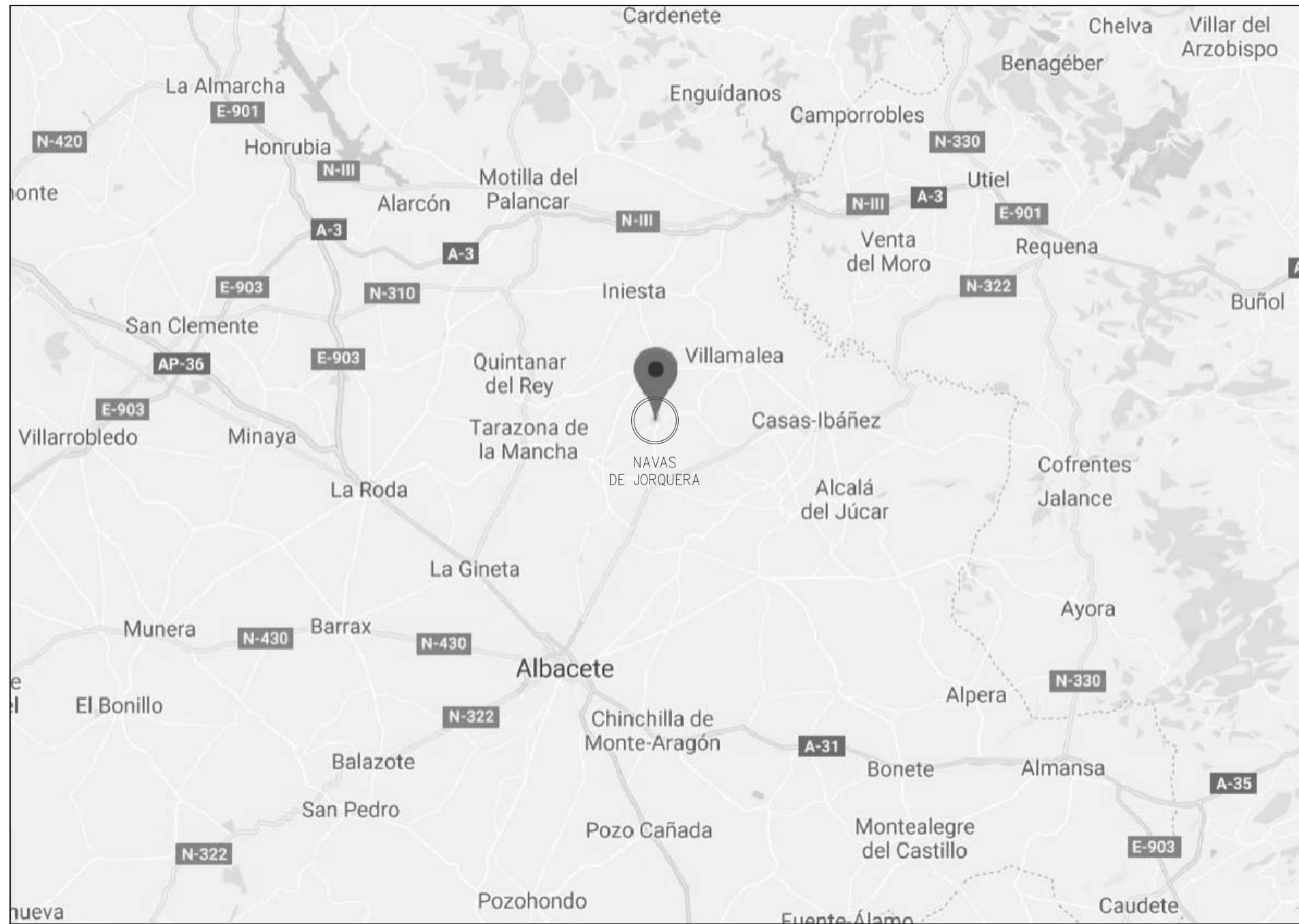
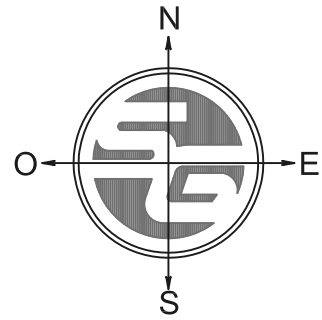
**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**



**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**



## 6. PLANOS



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: SITUACIÓN

FECHA: ESCALA: S/E

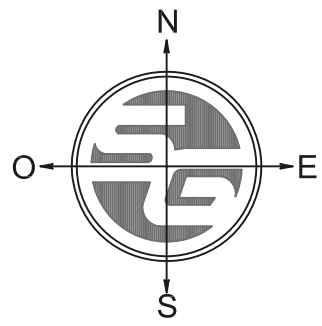
Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**

**Juan Méndez Legua**  
Nº Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
Y: 4,348,590  
HUSO: 30

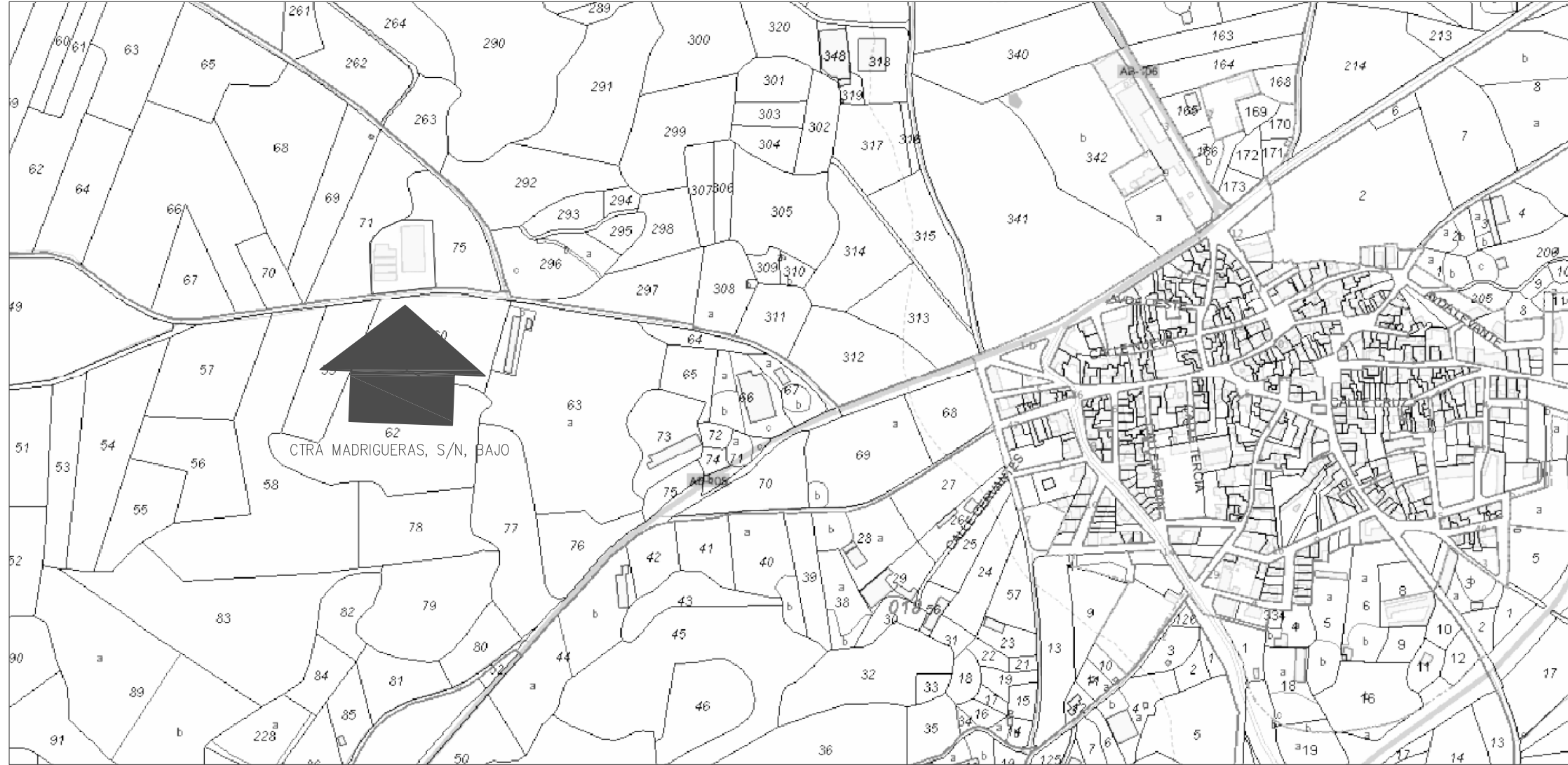
PLANO Nº:  
1



VISADO  
COGITI



VALENCIA  
VA07311/19



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN: CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: EMPLAZAMIENTO

FECHA: 15/04/2019

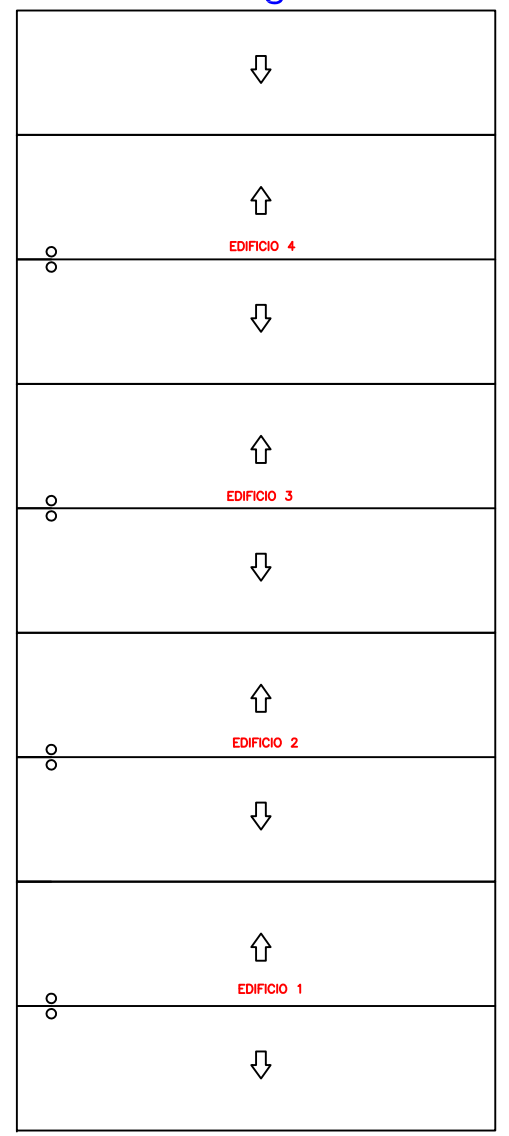
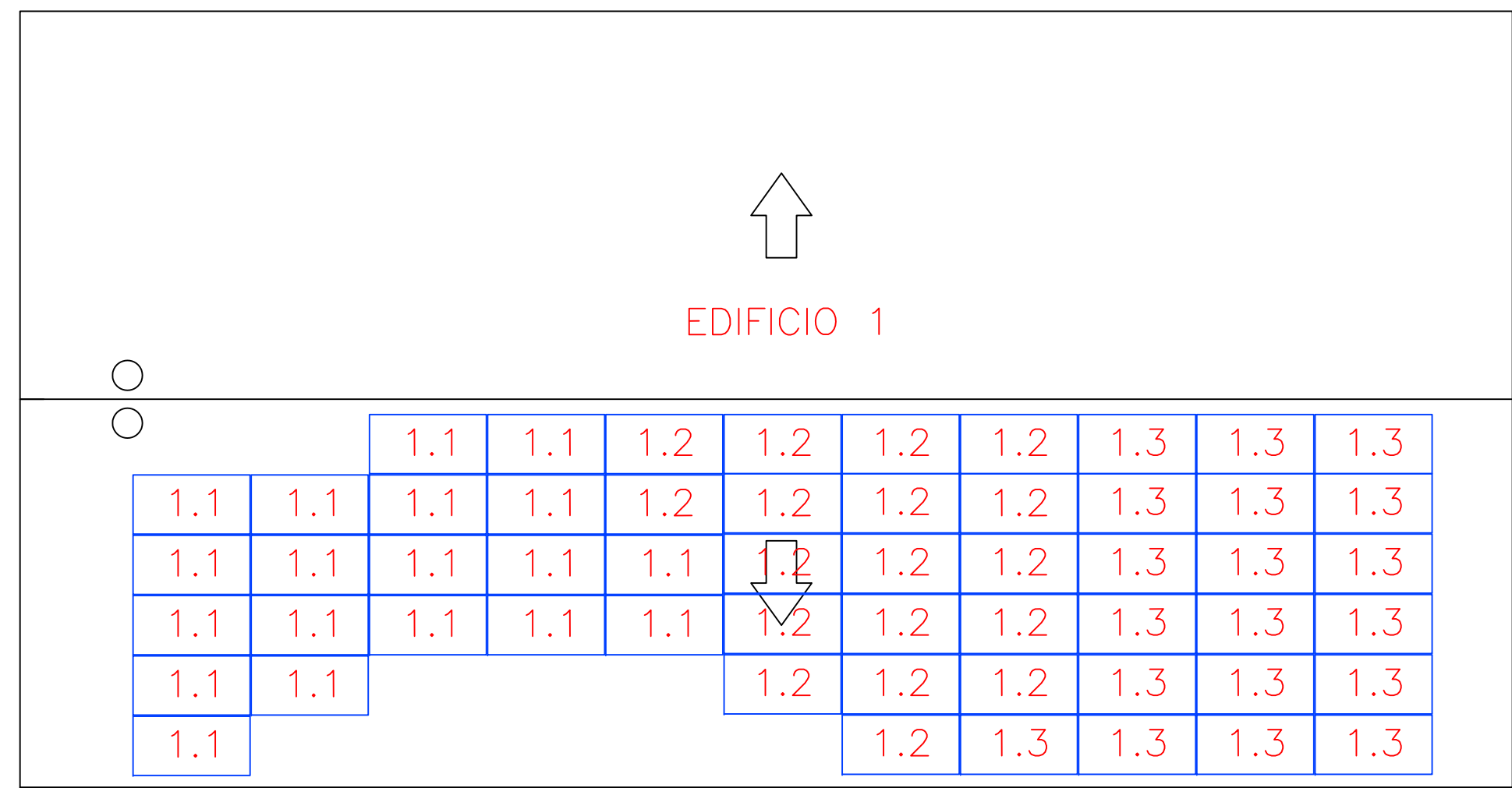
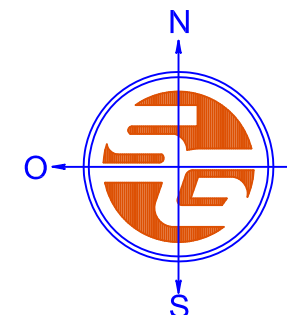
ESCALA: 1:2000

Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**  
  
Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5" N  
LONGITUD: 1° 43'43,1" O

X: 610,007  
Y: 4,348,590  
HUSO: 30

PLANO Nº:  
2



		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
1.1	1.1				1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
1.1						1.2	1.3	1.3	1.3	1.3

PROYECTO DE:  
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
 A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
 CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
 NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

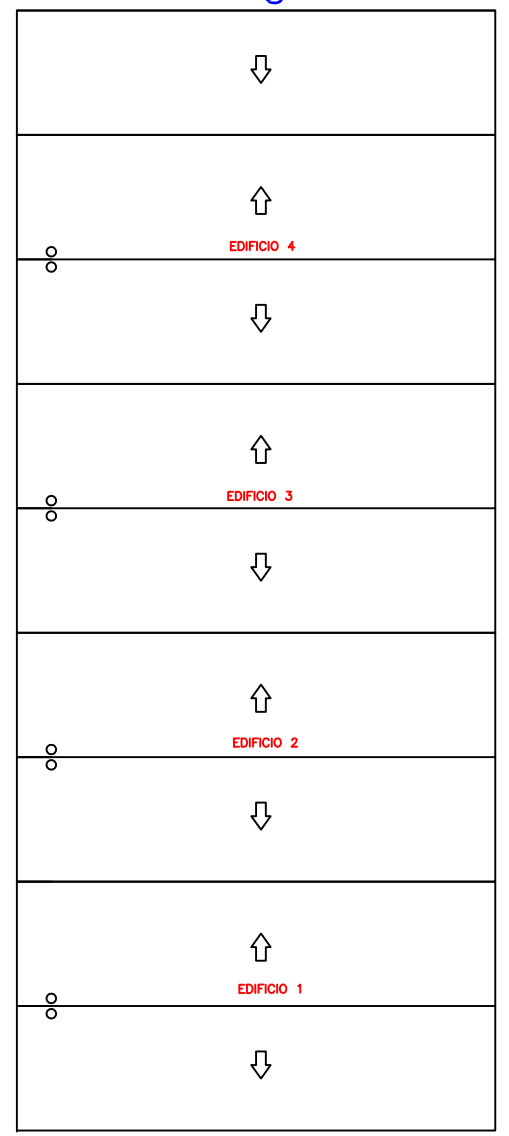
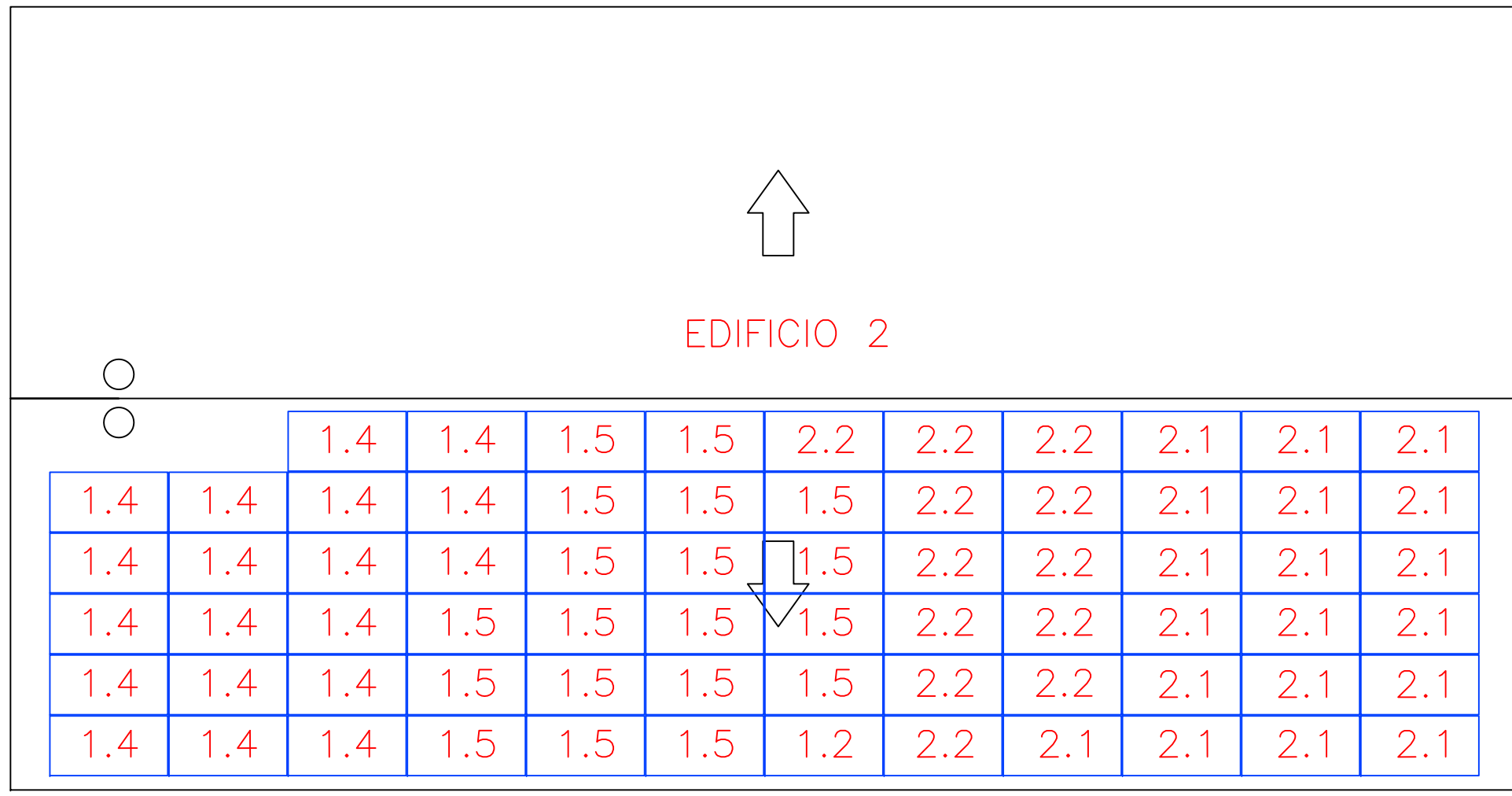
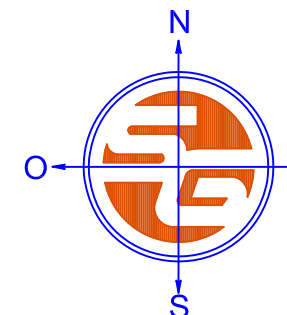
FECHA: 15/04/2019 ESCALA: 1:200

Fdo. Ingeniero Técnico Industrial  
 Especialidad Electricidad  
 Juan Méndez Legua  
 N° Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
 LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
 Y: 4,348,590  
 HUSO: 30

PLANO N°:  
 3



PROYECTO DE:  
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
 CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

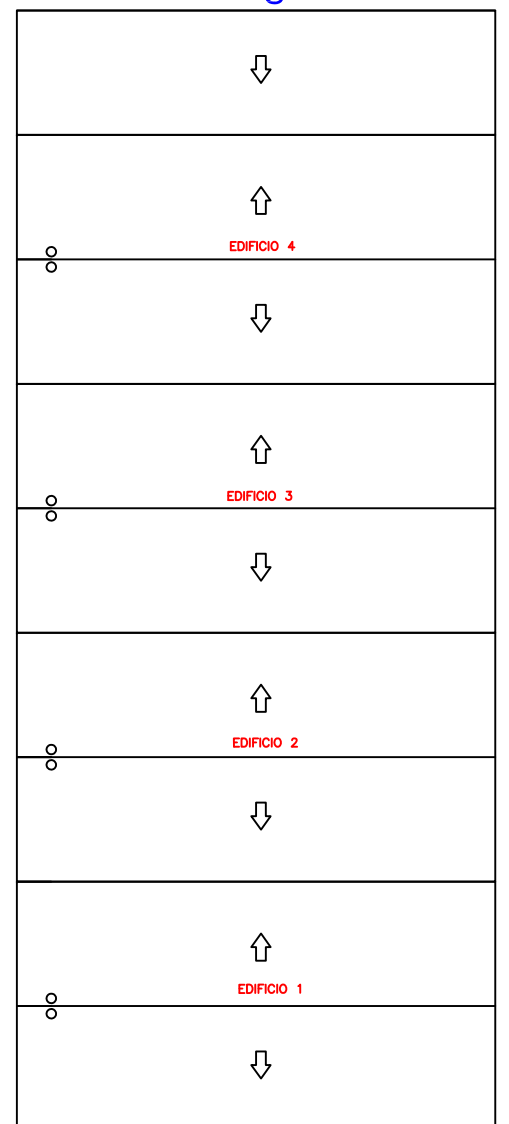
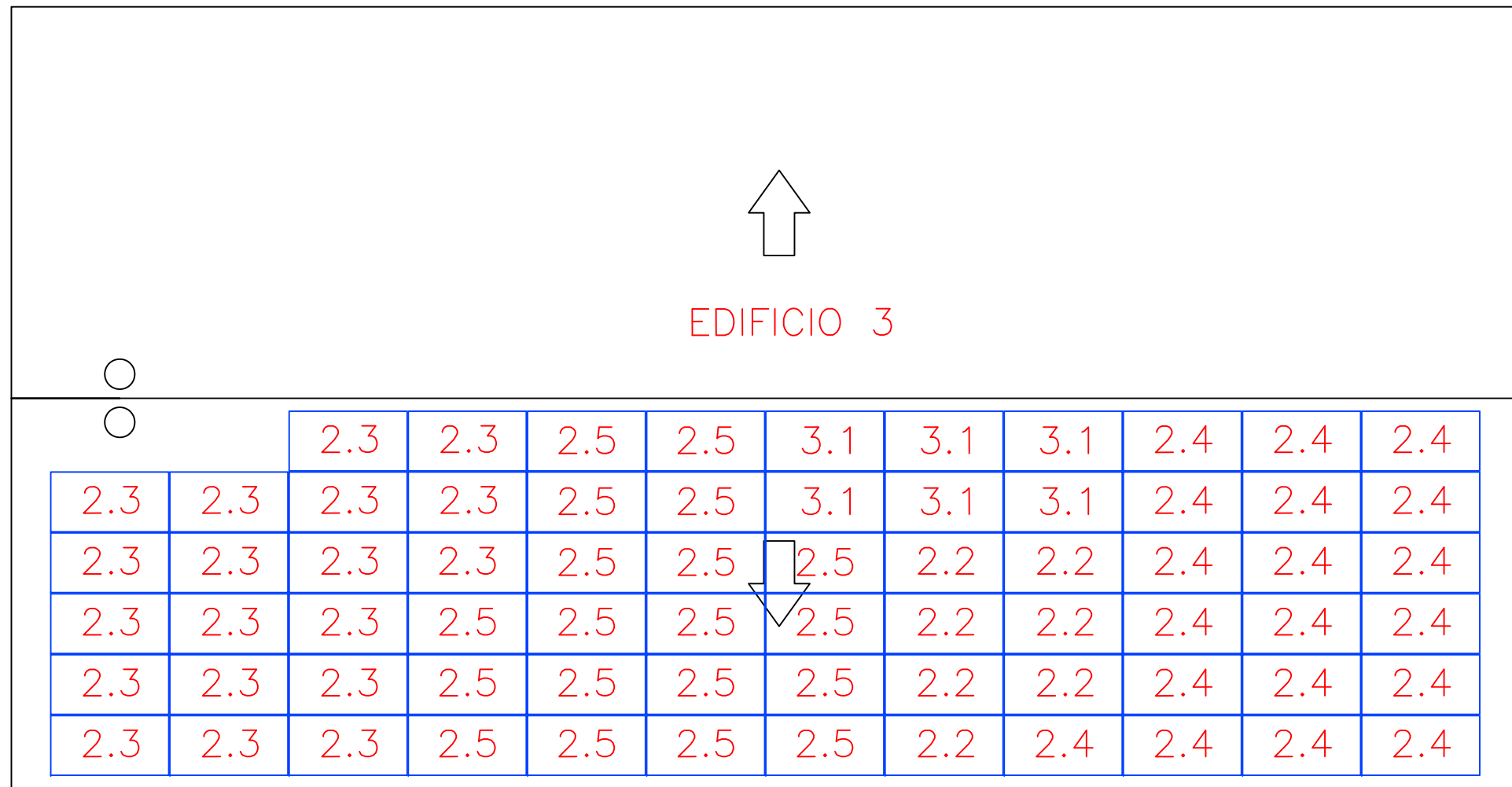
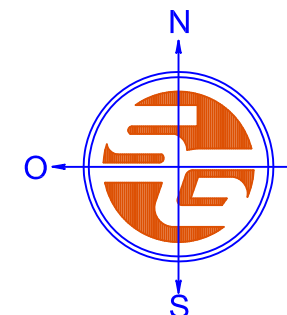
FECHA: 15/04/2019 ESCALA: 1:200

Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial Especialidad Electricidad**  
  
 Juan Méndez Legua  
 N° Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
 LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
 Y: 4,348,590  
 HUSO: 30

PLANO N°:  
 4



PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN: CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

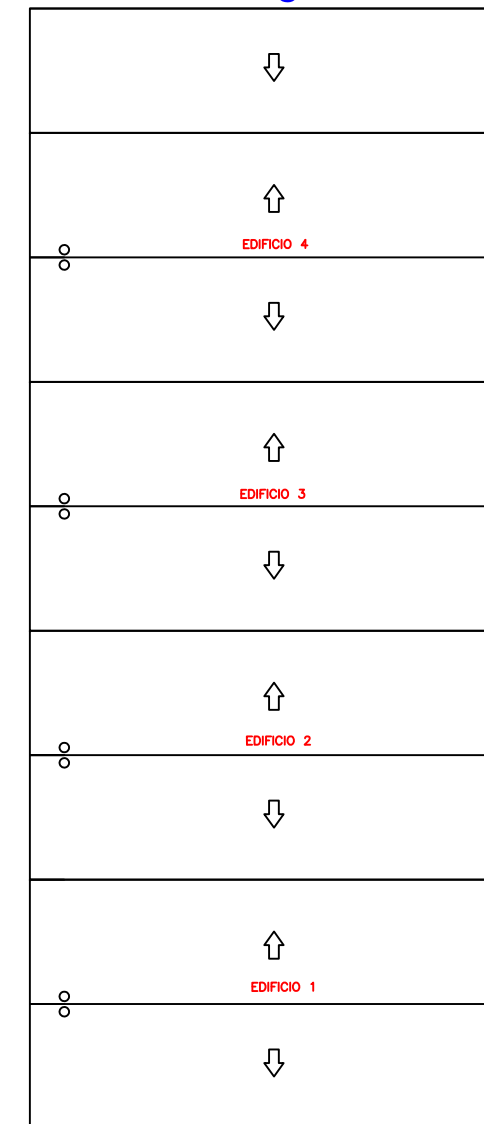
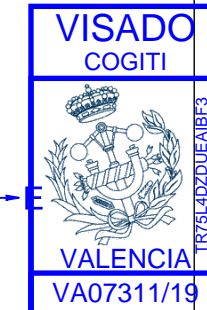
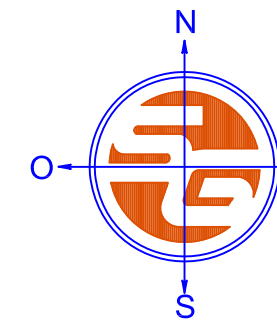
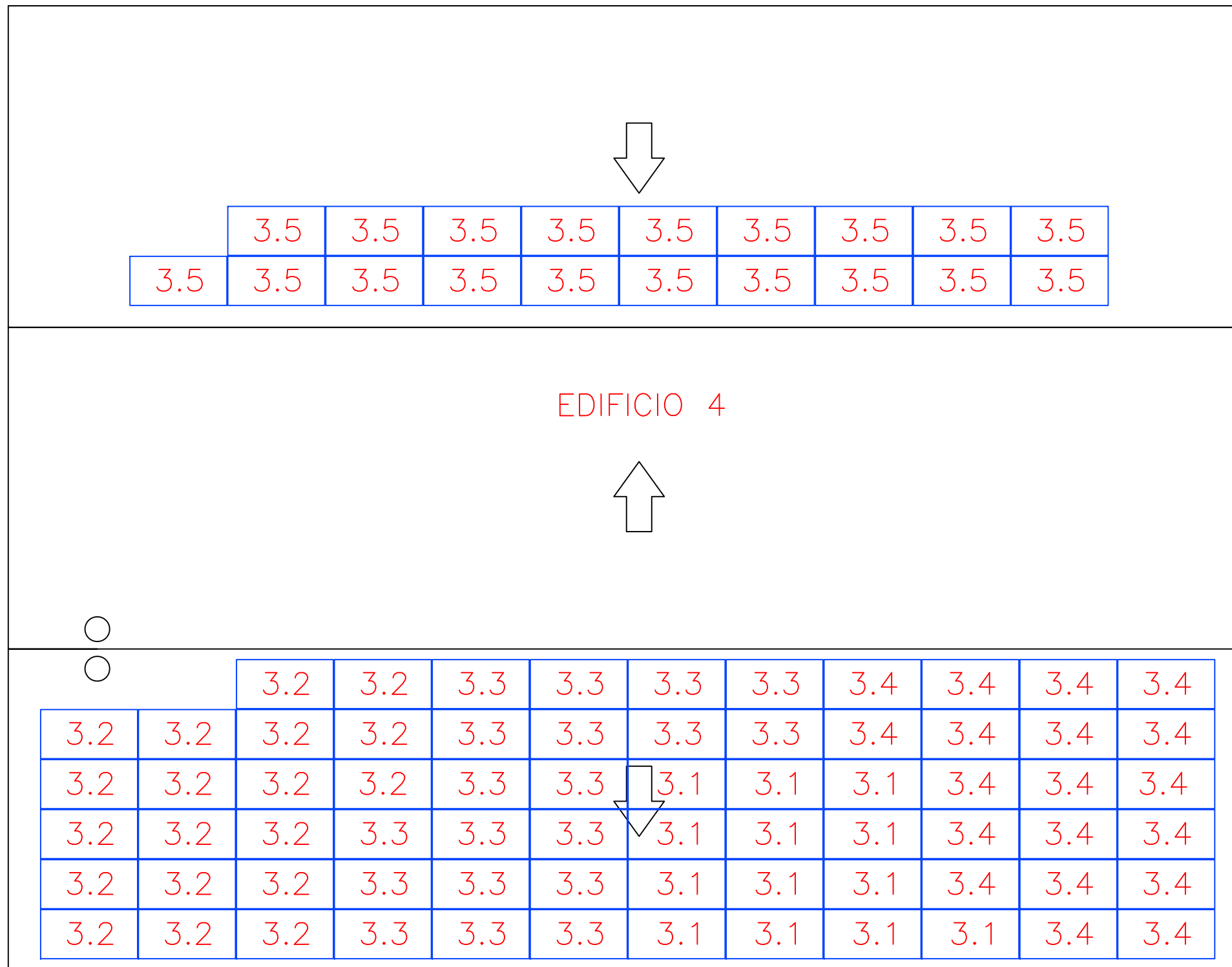
FECHA: 15/04/2019 ESCALA: 1:200

Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**  
  
Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
Y: 4,348,590  
HUSO: 30

PLANO Nº:  
5



PROYECTO DE:  
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
 A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN: CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
 NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

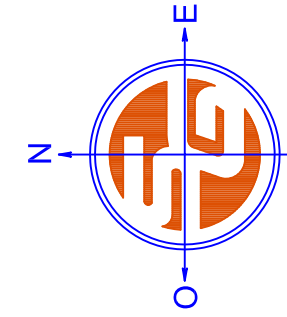
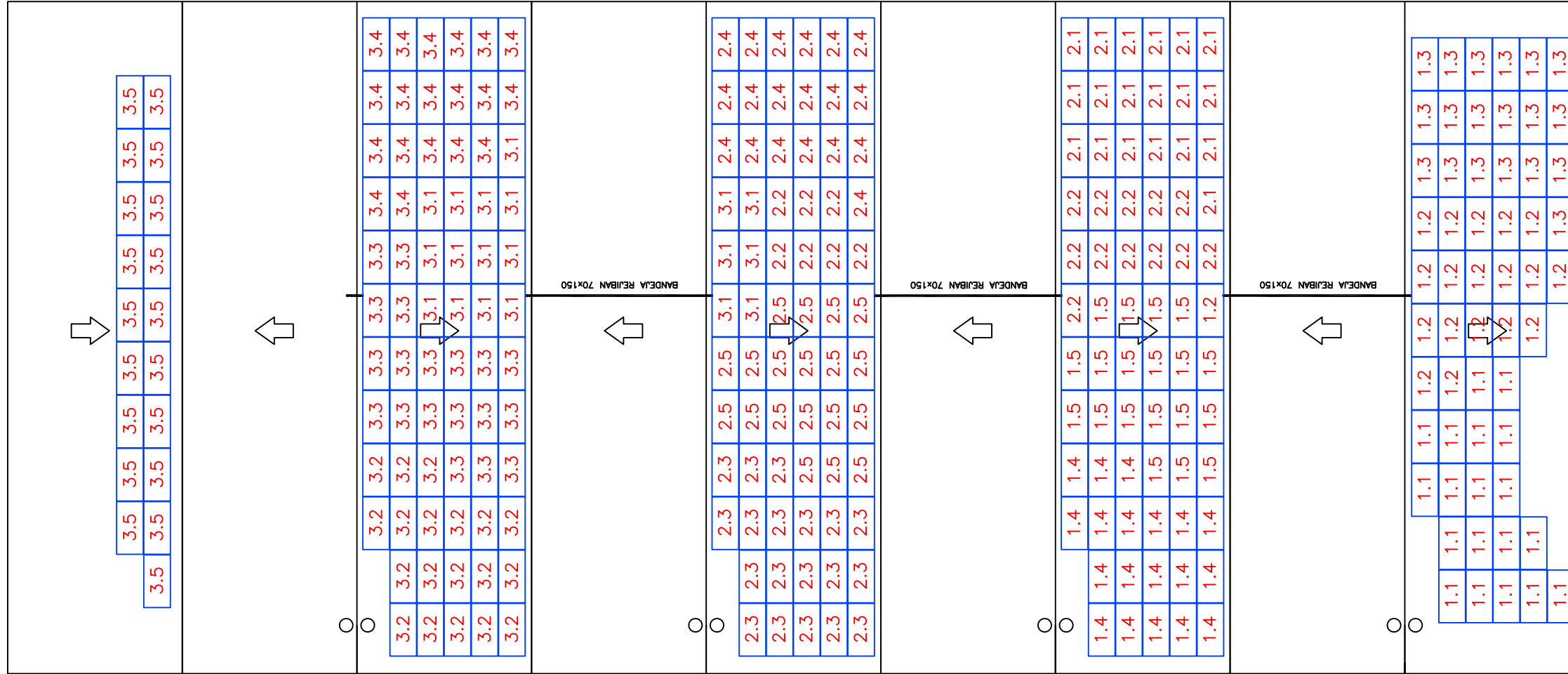
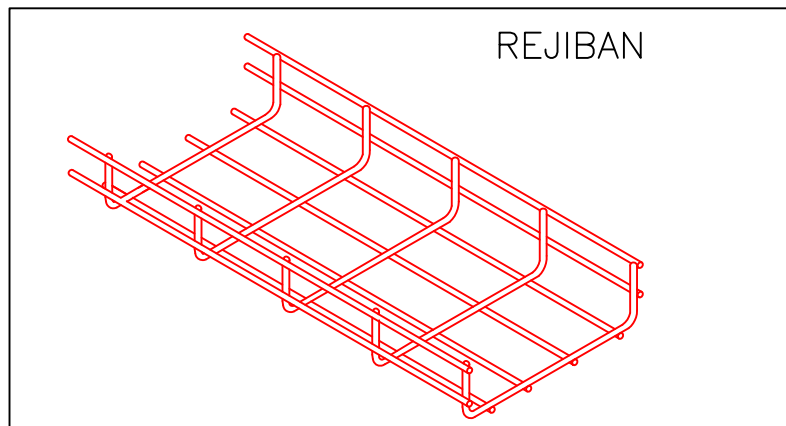
FECHA: 15/04/2019 ESCALA: 1:200

Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial  
 Especialidad Electricidad**  
  
 Juan Méndez Legua  
 N° Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
 LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
 Y: 4,348,590  
 HUSO: 30

PLANO N°:  
 6



PROYECTO DE:  
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
 CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

FECHA: 15/04/2019 ESCALA: S/E

Fdo. **Ingeniero Técnico Industrial Especialidad Electricidad**  
  
 Juan Méndez Legua  
 N° Colegiado: 10.144

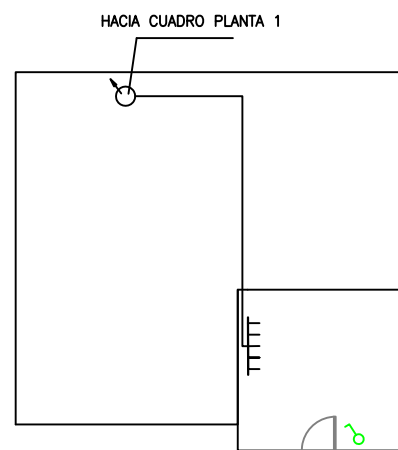
LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
 LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
 Y: 4,348,590  
 HUSO: 30

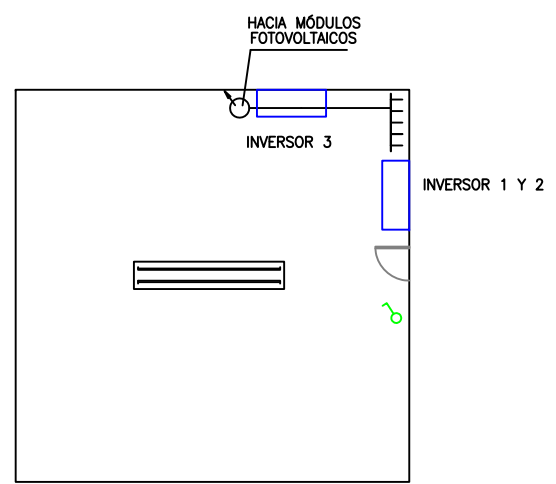
PLANO N°:  
 7

LEYENDA	
	PANTALLA ESTANCA 2x36W
	TOMA DE CORRIENTE
	ALUMBRADO EMERGENCIA
	INTERRUPTOR ESTANCA
	INVERSOR
	CUADRO ELECTRICO

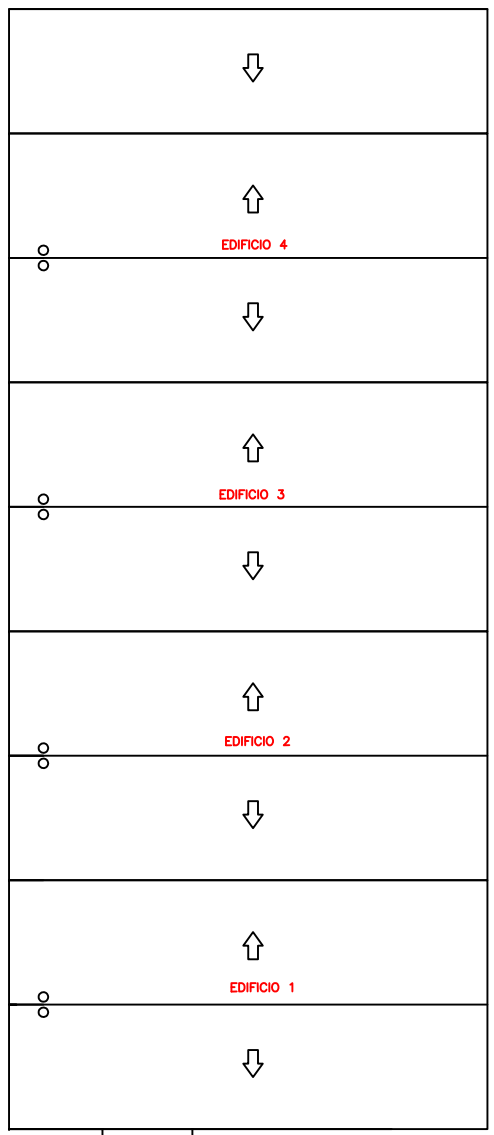
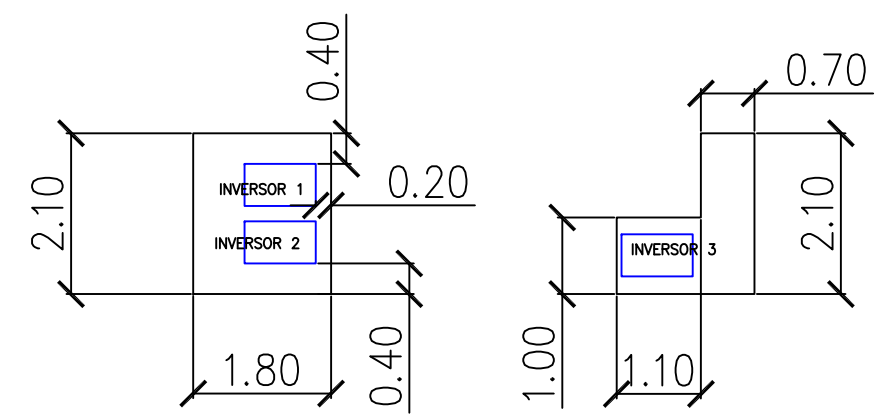
CASETA PLANTA BAJA



CASETA PLANTA 1



DETALLE UBICACION INVERSORES CASETA PLANTA 1



UBICACIÓN INVERSORES

PROYECTO DE:  
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA  
A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:  
CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO  
NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE: DETALLE-CASETA DE INVERSORES

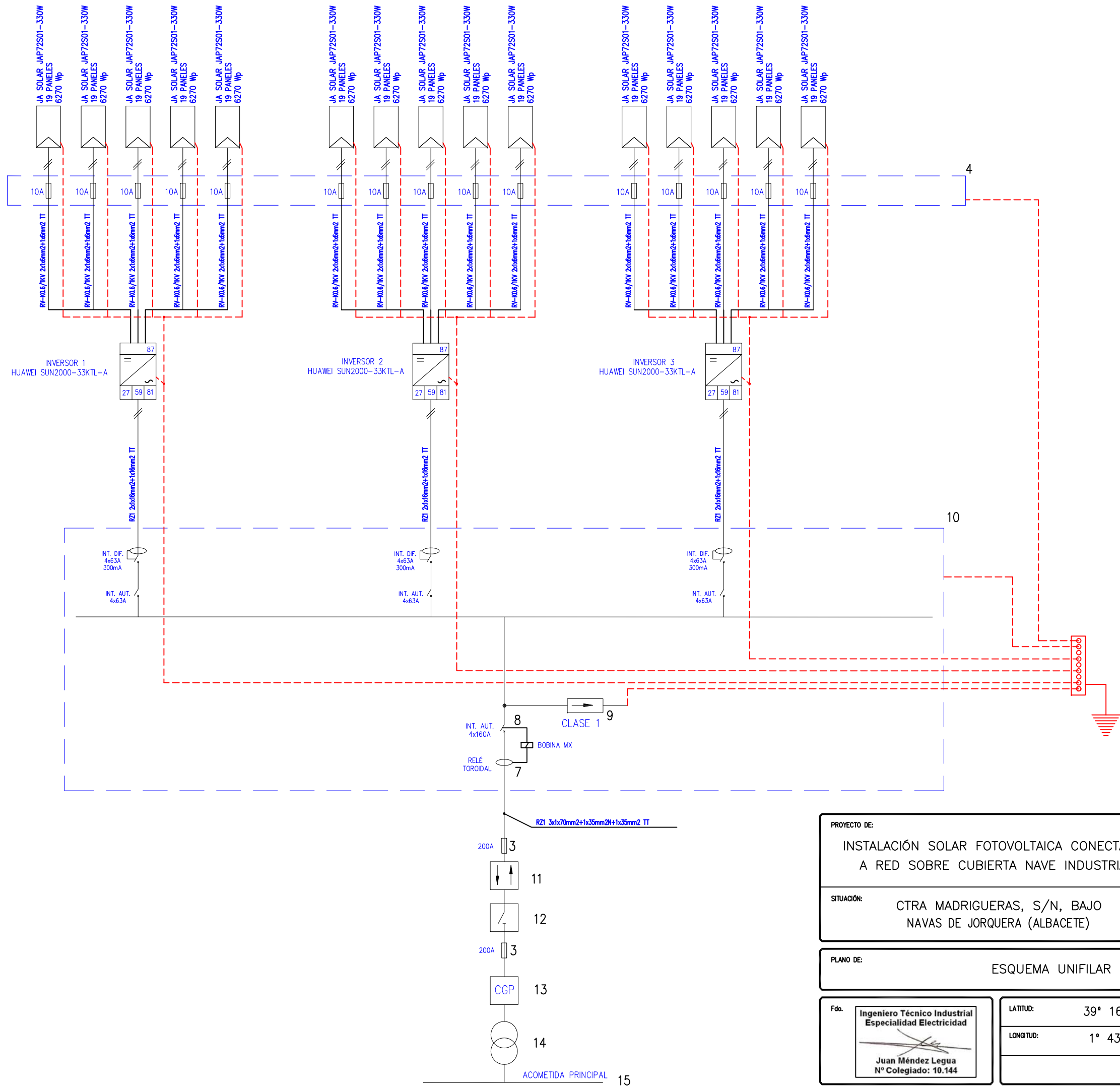
FECHA: 15/04/2019 ESCALA: 1:50

Fdo. Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad  
*Juan Méndez Legua*  
Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144

LATITUD: 39° 16'52,5'' N  
LONGITUD: 1° 43'43,1'' O

X: 610,007  
Y: 4,348,590  
HUSO: 30

PLANO Nº: 8



**LEYENDA**

- 1- MODULOS FOTOVOLTAICOS
- 2- CABLEADO CORRIENTE C.C.
- 3- FUSIBLES
- 4- CUADRO DE PROTECCIÓN C.C.
- 5- INVERSOR
- 6- CABLEADO CORRIENTE C.A.
- 7- RELÉ TOROIDAL + BOBINA MX
- 8- INT. MAGNETOTERMICO
- 9- PROTECCION SOBRETENSIONES
- 10- CUADRO DE PORTECCIÓN C.A.
- 11- INTERRUPTOR DE BLOQUEO
- 12- CONTADOR BIDIRECCIONAL
- 13- CGP
- 14- TRAF0
- 15- ACOMETIDA

PROYECTO DE:  
**INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL**

SITUACIÓN:  
**CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)**



PLANO DE: **ESQUEMA UNIFILAR**

FECHA: **15/04/2019**      ESCALA: **S/E**

Fdo.   
**Ingeniero Técnico Industrial**  
**Especialidad Electricidad**  
**Juan Méndez Legua**  
**Nº Colegiado: 10.144**

LATITUD: **39° 16'52,5'' N**  
 LONGITUD: **1° 43'43,1'' O**

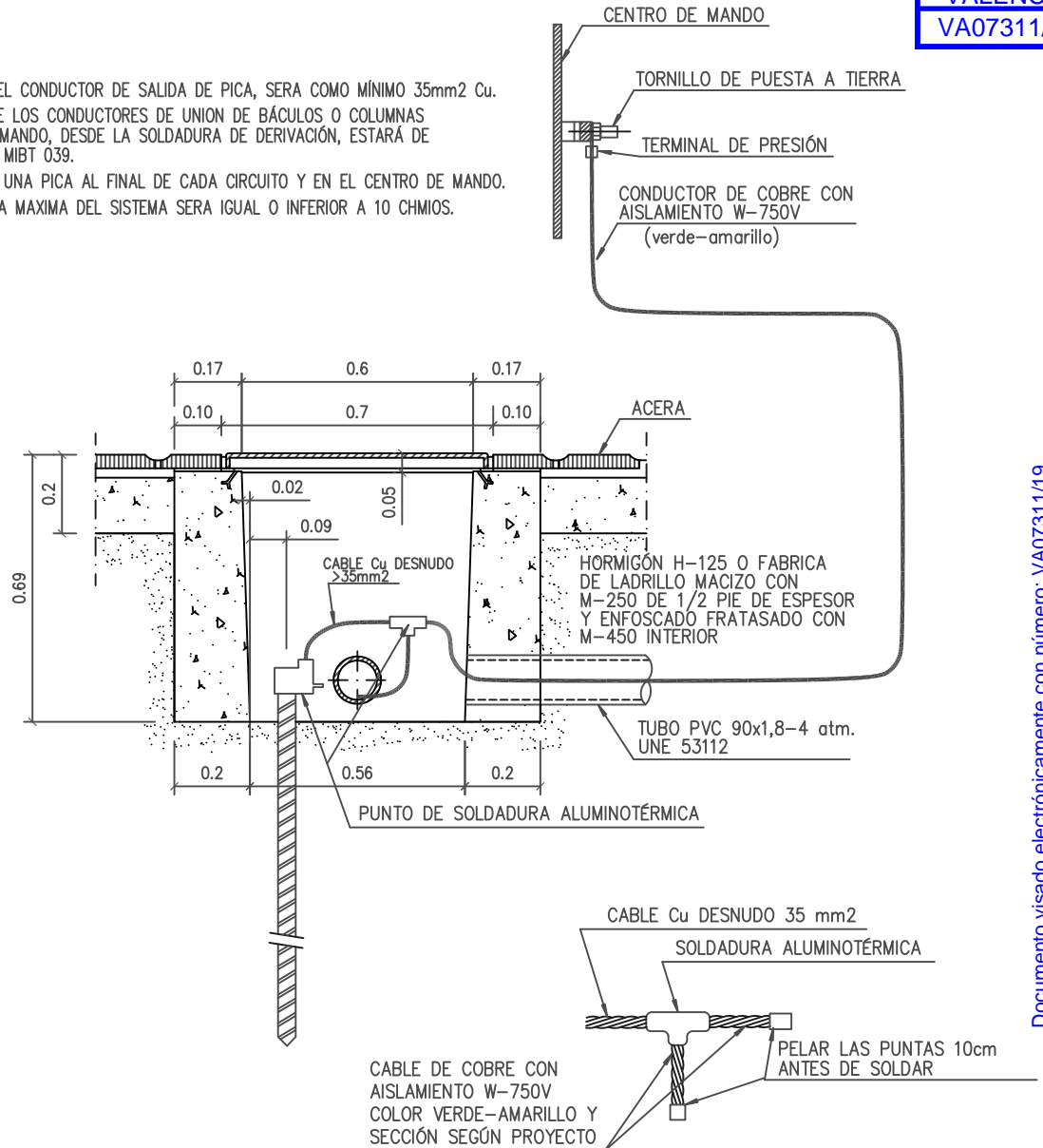
X: **610,007**  
 Y: **4,348,590**  
 HUSO: **30**

PLANO Nº:  
**9**



# PICA PARA TOMA DE TIERRA

- LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE SALIDA DE PICA, SERA COMO MÍNIMO 35mm<sup>2</sup> Cu.
- LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE UNION DE BÁCULOS O COLUMNAS Y CENTRO DE MANDO, DESDE LA SOLDADURA DE DERIVACIÓN, ESTARÁ DE ACUERDO CON MIBT 039.
- SE INSTALARÁ UNA PICA AL FINAL DE CADA CIRCUITO Y EN EL CENTRO DE MANDO.
- LA RESISTENCIA MAXIMA DEL SISTEMA SERA IGUAL O INFERIOR A 10 CHMIOS.



DETALLE DE SOLDADURA DE DERIVACIÓN

PROYECTO DE:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED SOBRE CUBIERTA NAVE INDUSTRIAL

SITUACIÓN:

CTRA MADRIGUERAS, S/N, BAJO NAVAS DE JORQUERA (ALBACETE)



PLANO DE:

DETALLE TOMA DE TIERRA

FECHA:

15/04/2019

ESCALA:

S/E

Fdo.

Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad

Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144

LATITUD:

39° 16'52,5'' N

X:

610,007

LONGITUD:

1° 43'43,1'' O

Y:

4,348,590

HUSO:

30

PLANO Nº:

10



## 7. ANEXOS

Documento visado electrónicamente con número: VA07311/19  
Código de validación telemática TR75L4DZDUEAIBF3. Comprobación: <https://cogitivalencia.e-gestion.es/validacion.aspx?CVT=TR75L4DZDUEAIBF3>

## 7.1. Certificado de actividad inocua.

### Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

El Reglamento estatal de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, (RAMINP), define lo que es una actividad Molesta, Insalubre, Nociva o Peligrosa.

**Molesta:** La que constituyen una incomodidad por los ruidos o vibraciones, humos, gases, olores, nieblas, o que por cualquier otro motivo moleste a las personas.

**Insalubre:** La que eche o evacue productos que puedan resultar directa o indirectamente perjudiciales para la persona humana (aguas contaminantes, residuos sólidos, humos, polvo, etc.)

**Nociva:** Las que pueda causar daños a la riqueza agrícola, forestal, pecuaria o piscícola.

**Peligrosa:** La que fabrique, manipule, expida o almacene productos susceptibles de originar riesgos graves de explosiones, combustiones, radiaciones u otros de análoga importancia para las personas y sus bienes.

### Consideraciones

Una instalación de generación eléctrica fotovoltaica, produce electricidad por la simple exposición de una superficie al sol, sin partes móviles, sin ruidos, sin producción de humos, efluentes, etc. Los elementos que acompañan a los módulos generadores son una electrónica, cables, elementos de protección, etc., que igualmente no producen molestia. El inversor, el único elemento que emite un pequeño zumbido audible a sólo unos pocos metros. No hay base para calificarla como actividad molesta.

No desprenden ningún producto salvo la electricidad objeto de su actividad que evacua por cables. No hay nada que pueda justificar calificar esta actividad como insalubre.

Para una persona ajena a la explotación donde se produce la generación eléctrica no se puede hablar de que se le causen daños, salvo temas medioambientales como el posible impacto visual.

En nuestro caso, la instalación se realiza de forma arquitectónica integrada en el tejado de vivienda unifamiliar evitando dicho impacto visual.

La instalación de los paneles que es removible, no causa daños en ningún caso a la riqueza pecuaria, ni a la riqueza agrícola o forestal existentes salvo casos excepcionales que igualmente son controlados, cuando procede, por la evaluación del impacto ambiental. El potencial daño medioambiental se evalúa por normativa independiente específica a nivel estatal y autonómico. La actividad fotovoltaica se puede decir que para las personas y sus propiedades no es nociva.

Por último, la actividad de generar electricidad no es susceptible de originar riesgos graves por explosiones, combustiones, radiaciones u otros de análoga importancia para las personas y sus bienes. El peligro para las personas por ser una instalación eléctrica, viene controlado, como cualquier otra instalación eléctrica, por el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RD 1663/200, etc., lo cual es avalado por el proyecto, el permiso de Industria o entidad autonómica competente, las inspecciones de esa entidad, etc. Por ello entendemos que el hecho que sea una instalación eléctrica no la convierte en actividad peligrosa según el RAMINP, por lo que la actividad de generación fotovoltaica tampoco puede calificarse por su peligro eléctrico (único factor de riesgo presente), de peligrosa según el RAMINP.



### Conclusión

En consecuencia de lo expuesto, salvo mejor criterio, entendemos que la actividad de la generación eléctrica fotovoltaica en esta ubicación es una actividad inocua independiente que, en los casos que corresponda según las leyes aplicables, deba ser estudiada o evaluada bajo el aspecto del impacto medioambiental.

**Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad**

**Juan Méndez Legua  
Nº Colegiado: 10.144**

## 7.2. Ficha técnica de los módulos fotovoltaicos.



JA Solar Holdings Co., Ltd.

JA Solar Holdings Co., Ltd. es un fabricante líder mundial de productos de energía solar de alto rendimiento, que convierten la luz solar en energía eléctrica para uso residencial, comercial y a gran escala. La compañía se fundó en mayo de 2005, y cotiza públicamente en el NASDAQ desde febrero de 2007. JA Solar ha sido el productor líder mundial de células desde 2010, y se ha establecido firmemente como proveedor de módulos de primer nivel (Tier 1). Capitalizando su fortaleza en la tecnología de células solares, está dedicada a suministrar módulos con inigualable eficiencia de conversión, eficiencia de producción y fiabilidad para que sus clientes maximicen la rentabilidad de sus proyectos fotovoltaicos. Con su experiencia líder en la industria, continuo esfuerzo de Investigación y desarrollo (R & D), servicio orientado al cliente y sólidas condiciones financieras, JA Solar se convierte a largo plazo en su socio de mayor confianza.

Dirección: Building No.8, Noble Center, Automobile Museum East Road, Fengtai District, Beijing - China  
T e l +86 (10) 63611888  
F a x : +86 (10) 63611999  
Email: sales@jasolar.com market@jasolar.com

### Garantía Superior

- Garantía de producto por 12 años
- Garantía de potencia de salida lineal por 25 años



www.jasolar.com

JA SOLAR

# JAP72S01

310-330 1000V Cypress Series

MÓDULO SOLAR DE SILICIO POLICRISTALINO

### Características Principales



El módulo de diseño 5BB reduce la resistencia y el estrés de las series de las células entre los interconectores, mejorando la fiabilidad y la eficiencia de conversión



Alta potencia de salida, máxima eficiencia de conversión: 16.99%



Diseñado para aplicaciones de 1000 V DC (IEC)



Superficie anti-suciedad que reduce la pérdida de potencia por acumulación de polvos y otras partículas



Excelente rendimiento en entornos de baja irradiación solar



Excelente resistencia a la carga mecánica: Certificado para soportar altas cargas de viento(2400Pa) y de nieve(5400Pa)



Certificado para resistencia a la niebla salina y al amoníaco por TÜV NORD

### Calidad y Fiabilidad

- Tolerancia de potencia positiva: 0--+5W
- Clasificación de los módulos por tipo de corriente para mejorar el rendimiento del sistema
- Resistentes a la Degradación inducida por potencial(PID) de acuerdo con IEC62804

### Certificados

- IEC 61215, IEC 61730, UL1703, CEC Listed, MCS y CE
- ISO 9001: 2008: - Sistemas de gestión de la calidad
- ISO 14001: 2004:- Sistemas de gestión medioambiental
- BS OHSAS 18001: 2007: - Sistemas de gestión de salud y seguridad ocupacional
- Política medioambiental: Primera compañía solar en China en completar el programa de evaluación de huella de carbono de Intertek y recibir la verificación Green Leaf Mark por sus productos



Especificaciones sujetas a pruebas y cambios técnicos.  
JA Solar se reserva el derecho de la interpretación final.





### 7.3. Ficha técnica del inversor.



## Inversor de String Inteligente

SUN2000-33KTL-A



#### Inteligente

- Monitorización inteligente de 8 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.

#### Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,6%.
- Eficiencia europea del 98,4%.
- 4 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones

#### Seguro

- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

#### Confiable

- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobreintensidad tipo II tanto para CC como para CA.



# Inversor de String Inteligente (SUN2000-33KTL-A)

Especificaciones técnicas	SUN2000-33KTL-A
	<b>Eficiencia</b>
Eficiencia máxima	98.6%
Eficiencia europea	98.4%
	<b>Entrada</b>
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	22 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A
tensión de entrada inicial	250 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1000 V
tensión nominal de entrada	620 V
Máx. cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPT	4
	<b>Salida</b>
Potencia nominal activa de CA	30,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	30,000 W
tensión nominal de salida	230V / 400V, default 3W+N+PE;
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	43.3 A
Máx. intensidad de salida	48 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
	<b>Protección</b>
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Si
Protección contra funcionamiento en isla	Si
Protección contra sobreintensidad de CA	Si
Protección contra polaridad inversa de CC	Si
monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Si
Protector contra sobreintensidad de CC	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Si
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Si
	<b>Comunicación</b>
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Si
USB	Si
Comunicación por línea de alimentación eléctrica (PLC)	Si
	<b>General</b>
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	930 x 550 x 283 mm (36.6 x 21.7 x 11.1 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	62 kg (136.7 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Terminal de PG resistente al agua + Conector OT
Clase de protección	IP65
Topología	Sin transformador
	<b>Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)</b>
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC62116
Código de red	IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11, EN 50438-Turkey

