

1.- ORGANISMO AL QUE VA DIRIGIDO:

Consejería de Industria, Turismo, Empresa e Innovación
Dirección General Energía y Actividad Industrial y Minera
(A14013868) de la Región de Murcia

2.-DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO:

Polígono 53, parcela 97 Mazarrón (Murcia)

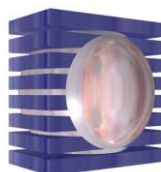
3.- PROMOTOR Y TITULAR:

VF RENOVABLES 15, S.L.

4.- DOCUMENTOS DE QUE SE COMPONE EL PROYECTO:

1. Instalación Solar Fotovoltaica para BT
2. Centros de Transformación y entrega de energía
3. Línea subterránea de Alta Tensión
4. Presupuesto general
5. Conclusión
6. Planos
7. Estudio de Seguridad y Salud

**PROYECTO PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE UNA
HUERTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 7996,80 kW PICO, SOBRE
TERRENO.**



INGRA

Servicios de Ingeniería, S.L.

En el presente proyecto se va a describir, calcular y valorar los elementos necesarios para la ejecución de esta instalación de generación de energía solar fotovoltaica conectada a red, y comprenderá los siguientes apartados:

- Instalación solar fotovoltaica para Baja Tensión
- Centros de Transformación y Entrega de energía
- Línea Subterránea para Alta Tensión

Aparte de los proyectos arriba mencionadas, con la finalidad de facilitar la información y simplificar su comprensión, los siguientes documentos serán comunes y/o abarcarán el conjunto de los tres proyectos anteriores:

- Presupuesto general
- Conclusión
- Planos
- Estudio de Seguridad y Salud

Las instalaciones que componen este proyecto huerta solar fotovoltaica son propiedad del abonado, al igual que los terrenos en los que se instala.

La evacuación de la energía se realiza por medio de un centro de transformación y entrega de energía, que, a través de una Línea eléctrica de media tensión (denominada línea de abonado), vierte la energía generada a un centro de maniobra y seccionamiento propiedad de la empresa distribuidora de la zona.

Castellón de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON
UNA POTENCIA PICO TOTAL DE 7996,80 kW, DE CONEXIÓN A RED Y
SOBRE TERRENO.**

ÍNDICE

1.- Memoria.

1.1.- Orden de prelación de los documentos.

1.2.- Antecedentes.

1.3.- Objeto del proyecto.

1.3.1- Reglamentación y disposiciones consideradas.

1.4.- Titular de la instalación.

1.5.- Emplazamiento de las instalaciones.

1.6.- Clasificación y características de las instalaciones.

1.6.1.- Clasificación.

1.6.2.- Características de la instalación.

1.7.- Programa de necesidades.

1.8.- Descripción de la instalación.

1.8.1.- Instalaciones de enlace.

1.8.2.- Instalaciones receptoras fuerza y/o alumbrado.

1.8.3.- Puesta a tierra.

1.8.4.- Equipos de conexión de energía reactiva.

1.8.5.- Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación.

1.8.6.- Alumbrados especiales.

2.- Cálculos justificativos.

2.1.- Tensión nominal y caída de tensión máxima admisibles.

2.2.- Fórmulas utilizadas.

2.3.- Potencia total instalada y demandada.

2.4.- Cálculos luminotécnicos.

2.5.- Cálculos eléctricos: alumbrado y fuerza motriz.

2.6.- Cálculos de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas.

2.7.- Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos.

3.- Pliego de condiciones.

3.1 .- Objeto

3.2 .- Campo De Aplicación

3.3 .- Normativa De Aplicación

3.4 .- Características, Componentes, Calidades Y Condiciones Generales De Los Materiales Eléctricos De La Instalación

3.4.1.- Definición Y Clasificación De Las Instalaciones Eléctricas

3.4.2.- Componentes Y Productos Constituyentes De La Instalación Fotovoltaica
Conectada A La Red Eléctrica

3.4.2.1.- Generalidades

3.4.2.2.- Generador Fotovoltaico

3.4.2.3.- Inversor

3.4.2.4.- Conductores

3.4.2.5.- Conexión A La Red De Distribución

3.4.2.6.- Estructura Soporte

3.4.2.7.- Sistema o Conjunto De Protecciones

3.4.3.- Control Y Aceptación De Los Elementos Y Equipos Que Conforman La
Instalación Fotovoltaica Conectada A Red

3.5.-De La Ejecución o Montaje De La Instalación

3.5.1.- Consideraciones Generales

3.5.2.- Comprobaciones Iniciales

3.5.3.- Montaje De Los Elementos

3.6.-Acabados, Control Y Aceptación, Medición Y Abono

3.6.1.- Acabados

3.6.2.- Control Y Aceptación

3.6.3.- Medición Y Abono

3.7.-Reconocimientos, Pruebas Y Ensayos

3.7.1.- Reconocimiento De Las Obras

3.7.2.- Pruebas Y Ensayos

3.8.-Condiciones De Uso Y Mantenimiento

3.8.1.- Condiciones Generales Mínimas Que Deben Seguirse Para El Adecuado Mantenimiento Y Conservación De Las Instalaciones De Energía Solar Fotovoltaica Conectadas A Red.

3.8.2.- Reparación. Reposición

3.9.-Inspecciones Periódicas

3.9.1.- Certificados De Inspecciones Periódicas

3.9.2.- Protocolo Genérico De Inspección Periódica

3.9.3.- De La Responsabilidad De Las Inspecciones Periódicas

3.9.4.- Inspecciones Periódicas de Las Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica

3.9.5.- Inspecciones Periódicas del Resto de Instalaciones Eléctricas

3.9.6.- De los Plazos de Entrega y de Validez de los Certificados de Inspección Oca

3.9.7.- De la Gravedad de los Defectos Detectados en las Inspecciones de las Instalaciones y de las Obligaciones del Titular y de la Empresa Instaladora

3.10.-Condiciones de Índole Facultativo

3.10.1.- Del Titular de la Instalación y sus Obligaciones

3.10.2.- De La Dirección Facultativa

3.10.3.- De La Empresa Instaladora o Contratista

3.10.4.- De La Empresa Mantenedora

3.10.5.- De Los Organismos de Control Autorizado

3.11.- Condiciones de Índole Administrativo

3.11.1.- Antes del Inicio de las Obras

3.11.2.- Antes de la conexión de la Instalación fotovoltaica a la Red de la Compañía Distribuidora

3.11.3.- Documentación del Proyecto

3.11.4.- Modificaciones y Ampliaciones de las Instalaciones y la documentación del Proyecto

3.11.4.1.- Modificaciones y Ampliaciones No Significativas de las Instalaciones Eléctricas

3.11.4.2.- Modificaciones y Ampliaciones Significativas de las Instalaciones Eléctricas

3.11.5.- Documentación Final

3.11.6.- Certificado de Dirección y Finalización de Obra

3.11.7.- Certificado de Instalación

3.11.8.- Certificado para inversores de la instalación fotovoltaica

3.11.9.- Libro de órdenes

3.11.10.- Incompatibilidades

3.11.11.- Instalaciones ejecutadas por más de una empresa instaladora.

3.11.12.- Subcontratación

1.- Memoria.

1.1.- Orden de prelación de los documentos.

El orden de prelación de la documentación en caso de duda, contradicción y/o error tipográfico será el estipulado en la Norma UNE 157001:2002. Criterios Generales para la elaboración de Proyectos.

1.2.- Antecedentes.

Los terrenos sobre los cuáles se pretende ubicar la instalación están clasificados como de uso agrícola. Tras aceptar la empresa distribuidora el acceso y conexión a la red, y una vez realizado el depósito del aval ante el Servicio Territorial correspondiente, se procede a solicitar la Autorización Administrativa y Aprobación de Proyecto de la instalación solar fotovoltaica prevista sobre el terreno.

1.3.- Objeto del proyecto.

El objeto del presente proyecto de instalación de huerta solar fotovoltaica sobre terreno, de conexión a red, es describir, calcular y valorar los elementos necesarios para la legalización de una instalación de generación de energía solar fotovoltaica conectada a red en Media Tensión con el fin de obtener la Autorización Administrativa correspondiente.

1.3.1.- Reglamentación y disposiciones consideradas.

En la redacción del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (B.O.E. 18 de septiembre de 2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Guía Técnica de aplicación del REBT.
- Resolución de 3 de julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se Aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por real

decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- * RD 337/2014, de 9 mayo. (se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23)
- * 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
- * Proyectos tipo y especificaciones técnicas aprobadas a empresas de transporte y distribución de energía eléctrica a las cuáles se conectará la instalación de generación.
- * Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- * Ley 24/2013, del Sector Eléctrico (BOE núm. 310, de 27/12/13).
- * Normas particulares de Iberdrola Distribución Eléctrica, SAU para alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión y modificaciones.
- * Decreto 352/2001, de 18 de diciembre, sobre procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- * Normas UNE de obligado cumplimiento y recomendaciones UNESA que correspondan. Especialmente las UNE 20-062, UNE 20-392 y UNE-EN 60598-2-22 referente a aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia.
- * NTP 181: Alumbrados especiales
- * Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los organismos públicos.
- * 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 (BOE núm. 243, de 10/10/2015).
- * Resolución de 22 de octubre de 2010, de la Dirección General de Energía, por la que se establece una declaración responsable normalizada en los procedimientos

administrativos en los que sea preceptiva la presentación de proyectos técnicos y/o certificaciones redactadas y suscritas por técnico titulado competente y carezcan de visado por el correspondiente colegio profesional.

1.4.- Titular de la instalación y promotor.

TITULAR: VF RENOVABLES 15, S.L.

C.I.F.: B44547548

Dirección: Avda. Casalduch, 36 bajo

Localidad: 12005 Castellón de la Plana (Castellón).

PROMOTOR: VF RENOVABLES 15, S.L.

C.I.F.: B44547548

Dirección: Avda. Casalduch, 36 bajo

Localidad: 12005 Castellón de la Plana (Castellón).

1.5.- Emplazamiento de las instalaciones.

Dirección: Polígono 53, parcela 97

Población: Mazarrón (MURCIA)

1.6.- Clasificación y características de las instalaciones.

1.6.1- Clasificación.

- Locales con riesgo de incendio y explosión. (MI BT 29):

La parte de la instalación ubicada en el interior del edificio prefabricado cumplirá lo preceptuado en esta instrucción.

- Locales húmedos (MI BT 30):

La parte de la instalación colocada a la intemperie cumplirá lo preceptuado en esta instrucción.

- Locales mojados (MI BT 30):

La parte de la instalación colocada a la intemperie cumplirá lo preceptuado en esta instrucción.

- Locales con riesgo de corrosión (MI BT 30):

No procede.

- Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión (MI BT 30):

No procede.

- Locales a temperatura elevada (MI BT 30):

No procede.

- Locales a muy baja temperatura (MI BT 30):

No procede.

- Locales en los que existan baterías de acumuladores (MI BT 30):

No procede.

- Locales de características especiales (MI BT 30):

No procede.

1.6.2- Características de la instalación.

Esta instalación está compuesta por 714 strings agrupados en 42 cajas de strings. Cada una de ellas verterá la energía generada, tras pasar por el inversor conjunto correspondiente, y concentrarse las líneas en sendos cuadros para BT ubicado en cada Centro de Transformación correspondiente, a cada uno de los tres transformadores de 3.600

kVA y 2 x 2200 kVA respectivamente. De ahí y por medio de la línea de interconexión de CTs de Alta tensión se alcanzará la Subestación de abonado.

La Instalación Fotovoltaica de conexión a red responde al siguiente esquema: cada uno de los generadores fotovoltaicos están formados por una serie de módulos conectados eléctricamente entre sí y se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua, generalmente proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos. Sin embargo, no es posible inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico en la red eléctrica precisando ser transformada en corriente alterna apta para acoplarse a la misma.

Para conseguir esta transformación, esta corriente se conduce al inversor correspondiente y, utilizando las tecnologías actuales, fundamentalmente mediante circuitos electrónicos de control y potencia a base de IGBT o tiristores de potencia mediante la modulación del ancho de pulso de la señal (PWM) o Seguidor de punto máximo de potencia (MPPT), la convierte en corriente alterna. Posteriormente se conduce esta energía a los centros de transformación donde se convierte a 30 kV, seguidamente es transportada hasta la subestación transformadora de 30/66 kV y finalmente llega a la subestación a la tensión y frecuencia requeridas.

Estos terrenos se van a someter a trabajos de movimiento de tierras para ubicar las instalaciones, con el desbroce y enrase de la superficie y la apertura de zanjas para la conducción del cableado de interconexión entre los equipos eléctricos de las instalaciones. Estas zanjas tienen unas dimensiones de unos 90 cm de profundidad mínima y 60 cm de ancho.

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos se realizará sobre unos perfiles de acero con diferentes tratamientos, fundamentalmente el galvanizado en caliente y se sujetan directamente al terreno mediante un sistema de hincado. Sobre estos soportes irán los paneles a una inclinación de 29° y orientados hacia el Sur con un azimut de 0°.

La sujeción del módulo fotovoltaico a la estructura metálica se realiza en cuatro puntos del mismo, mediante piezas de fijación especiales, las cuáles presionan el módulo contra el perfil mediante tornillos.

Cada grupo generador fotovoltaico constará de:

- Serán 42 grupos generadores formados por paneles de 400 W_p. cada uno, cada grupo estará formado por 17 series con 28 módulos por string o cadena serie; que se agrupan en 476 paneles por cada grupo y:
- 3 inversores de 2200, 3550 y 2200 kW nominales en total, encargado de convertir la corriente continua que producen los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna.
- Sendos cuadros para BT, donde se agrupan las líneas paralelas a los inversores.

De ahí saldrá por medio una conducción eléctrica hasta conectar con los transformadores de relación de transformación 0,69/30 kV y finalmente al transformador de 30/66 kV.

Cada uno de los grupos generadores tendrá una potencia de pico de 190.400 W.

En total obtendremos una potencia nominal de 7.950 kW_n, y una potencia pico de 7.996,8 kW_p.

Las siguientes tablas resumen se indica la configuración propuesta para la instalación:

CONFIGURACIÓN PROPUESTA HUERTA SOLAR LEYVA III									
Localidad		Mazarrón (MURCIA)							
Transformador	Modelo Inversor	Potencia Nominal kW	Caja de strings nº	Nº Strings	Módulos x string	Panel fotovoltaico	Potencia Panel Wp	Nº Paneles	Potencia Pico Wp
Transformador 3800 kVA 30kV/690V	Inversor Power Electronics FS3670K_690V	3550	1	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			2	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			3	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			4	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			5	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			6	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			7	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			8	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			9	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			10	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			11	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			12	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400

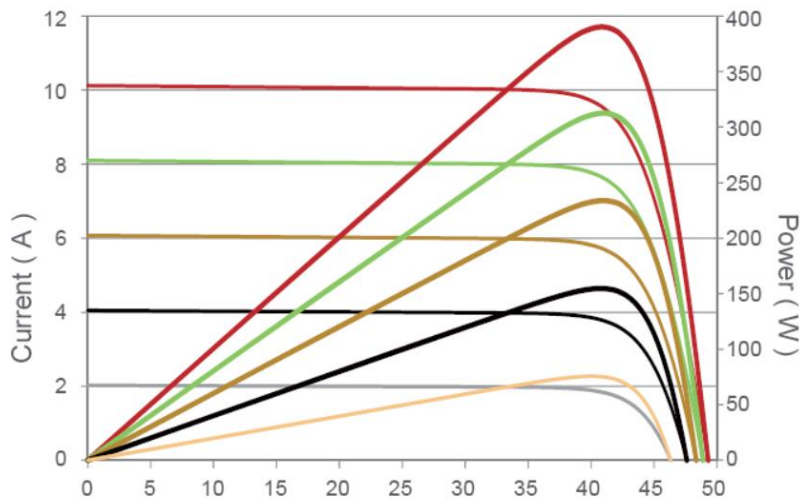
			13	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			14	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			15	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			16	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			17	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			18	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
Transformador 2200 kVA 30kV/690V	Inversor Power Electronics FS2125K_690V	2200	1	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			2	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			3	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			4	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			5	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			6	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			7	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			8	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			9	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			10	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			11	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			12	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
Transformador 2200 kVA 30kV/690V	Inversor Power Electronics FS2125K_690V	2200	1	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			2	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			3	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			4	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			5	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			6	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			7	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			8	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			9	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			10	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			11	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
			12	17	28	Jinko Solar JKM400M-72-V	400	476	190.400
TOTALES :		7.950		714			19.992	7.996.800	

- Módulos fotovoltaicos:

Para la realización de este proyecto se emplearán módulos fabricados con células de alto rendimiento, de la marca JINKO SOLAR. Cabe resaltar que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente. La siguiente tabla resume las características específicas de los módulos seleccionados:

Modelo	JKM400M-72-V
Garantía de rendimiento	25 años
Características eléctricas	STC
Potencia nominal (P_r)	400 W
Tensión de máxima potencia (V_{mpp})	38,4 V
Corriente de potencia máxima (I_{mpp})	8,72 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	46,9 V
Corriente de corto circuito (I_{sc})	9,18 A
Tensión máxima de Sistema ($V_{syst. \text{ máx.}}$)	1500 V _{DC}
Características físicas	
Conjunto de células	6 x 24 strings
Número de células	144
Tipo de células	Mono PERC 158,75x158,75mm
Dimensiones sin caja conexiones	1.956 x 992 x 40 mm
Peso	22,5 kg

Características mecánicas	
Cabinet IP	IP67
Cristal frontal	4 mm, tratamiento anti reflexión, cristal templado, alta transmisión



Se instalarán 476 paneles para cada grupo, desde el grupo 1º hasta el 42º, serán del fabricante y modelo **Jinko Solar JKM400M-72-V**, por tanto, será un total de 19.992 paneles fotovoltaicos para toda la instalación.

- Inversores:

En esta instalación se plantea el uso de un inversor por línea. Este inversor tendrá entrada del flujo eléctrico que proviene de los módulos FV, encargados de captar la radiación solar y transformarla en energía eléctrica, y salida que conduce esta energía convertida de continua a alterna, hasta el punto de interconexión con la Red de Distribución.

La siguiente tabla resume las características específicas del inversor seleccionado:

		FRAME 1	FRAME 2
REFERENCE		FS2445K	FS3670K
OUTPUT	AC Output Power(kVA/kW) @50°C ⁽¹⁾	2445	3670
	AC Output Power(kVA/kW) @40°C ⁽¹⁾	2530	3800
	Max. AC Output Current (A) @40°C	2117	3175
	Operating Grid Voltage(VAC) ⁽²⁾	690V ±10%	
	Operating Grid Frequency(Hz)	50Hz/60Hz	
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519	
INPUT	Power Factor (cosine phi) ⁽³⁾	0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive Power injection at night	
	MPPT @full power (VDC)	976V-1310V	
	Maximum DC voltage	1500V	
	Number of PV inputs ⁽⁴⁾	Up to 36	
	Number of Freemaq DC/DC inputs ⁽⁴⁾	Up to 6	
	Max. DC continuous current (A) ⁽⁴⁾	2645	3970
EFFICIENCY & AUXILIARY SUPPLY	Max. DC short circuit current (A) ⁽⁴⁾	4000	6000
	Efficiency (Max) (η)	98.87%	98.93%
	Euroeta (η)	98.48%	98.65%
	Max. Power Consumption (KVA)	8	10
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft)	12 x 7 x 7	
	Dimensions [WxDxH] (m)	3.7 x 2.2 x 2.2	
	Weight (lb)	12125	12677
	Weight (kg)	5500	5750
ENVIRONMENT	Type of ventilation	Forced air cooling	
	Degree of protection	NEMA 3R - IP55	
	Permissible Ambient Temperature	-35°C to +60°C / >50°C Active Power derating	
	Relative Humidity	4% to 100% non condensing	
	Max. Altitude (above sea level)	2000m; >2000m power derating (Max. 4000m)	
CONTROL INTERFACE	Noise level ⁽⁵⁾	< 79 dBA	
	Communication protocol	Modbus TCP	
	Plant Controller Communication	Optional	
	Keyed ON/OFF switch	Standard	
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	GFDI and Isolation monitoring device	
	General AC Protection	Circuit Breaker	
	General DC Protection	Fuses	
	Overvoltage Protection	AC, DC Inverter and auxiliary supply type 2	
CERTIFICATIONS	Safety	UL1741, CSA 22.2 No.107.1-16, UL62109-1, IEC62109-1, IEC62109-2	
	Compliance	NEC 2017 / IEC	
	Utility interconnect	IEEE 1547.1-2005 / UL1741SA-Feb. 2018 / IEC62116:2014	

Ilustración 1

Se instalará un total de 3 inversores del fabricante y modelo Power Electronics FS2125K_690V y Power Electronics FS3430K_690V.

- Estructura soporte:

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se fijará al terreno mediante un sistema de hincado a una profundidad de 1,5 metros aproximadamente. Sobre esta estructura soporte se sujetarán los módulos FV dispuestos en dos filas, con una inclinación total de 29° y orientadas hacia el Sur con un azimut de 0°.

En el momento de la redacción del presente Proyecto, la empresa dedicada al diseño, fabricación, distribución y montaje de sistemas para la sujeción de paneles fotovoltaicos de la huerta solar fotovoltaica que nos ocupa será la empresa PRAXIA ENERGY, S.L.

La sujeción del módulo fotovoltaico a la estructura metálica se realiza en dos puntos del mismo, mediante piezas especiales de fijación, las cuáles presionan el módulo contra el perfil mediante un sistema de anclaje rápido.

- Conexiones:

Las conexiones a realizar por grupo generador, empezando por los módulos fotovoltaicos, que se conectarán formando grupos de series de paneles hacia sus respectivos inversores centrales. Cada una de estas series se conectarán a las cajas de strings y al inversor. De los inversores se conectará a los cuadros de alterna existentes y de éstos a los transformadores de tensión.

1.7.- Programa de necesidades.

- Potencia eléctrica generada:

Por cada una de los grupos generadores todos los paneles de $400 W_p$ de potencia cada uno, que generan una potencia máxima hasta un total de $7996,80 kW_p$.

La potencia nominal de la instalación viene determinada por la suma de las potencias de los equipos inversores. Se prevé la colocación de 3 inversores, capaces de suministrar una potencia nominal total de $7950 kW_n$.

1.8.- Descripción de la instalación.

1.8.1- Instalaciones de enlace.

- Caja General de Protección:

No procede.

- Equipo de medida:

Características:

Constará de los siguientes equipos :

- Equipo de medida electrónico trifásico con medida independiente e indirecta de energía consumida y generada, tanto de activa como reactiva.
- Regleta de verificación.

Situación

El equipo de medida se instalará en Centro de Seccionamiento y Medida, en armario independiente. La medida se realizará en media tensión, con sistema de medición indirecta. Los contadores serán seleccionados entre las marcas homologadas por la compañía eléctrica distribuidora, siendo, además, certificados por la misma.

1.8.2- Instalaciones receptoras fuerza.

No procede.

1.8.3- Puesta a tierra.

El valor de la resistencia de puesta a tierra estará conforme con las normas de protección y funcionamiento de cada instalación, teniendo en cuenta los requisitos de la ITC-BT-18 y las particularidades de cada instalación.

Las tomas de tierra serán electrodos formados por picas verticales de acero recubierto de Cu de 14 mm de diámetro y 2,00 m. de longitud, y enterradas a una profundidad mínima de 0,5 m., y los puntos de puesta a tierra serán fácilmente accesibles y desmontables mediante útil adecuado. Su resistencia a tierra será de 24 V en local o emplazamiento conductor y de 50 V en los demás casos.

Se instalará un borne principal de tierra donde se unirán el resto de conductores de protección, de tierra y de la unión equipotencial.

La línea principal de tierra, que será de $1 \times 50 \text{ mm}^2$ hasta el embarrado al efecto del armario de contadores.

- Electrodo formado por picas verticales de acero recubierto de Cu de 14 mm. de diámetro y 2,00 m. de longitud, unidas al conductor de 50 mm² de sección separados una distancia máxima de 5,00 m.
- Punto de puesta a tierra, con puente de medida fácilmente accesible y desmontable mediante útil adecuado.

1.8.4- Equipos de corrección de energía reactiva.

Dadas las características del proyecto y de los elementos empleados no se considera necesario diseñar equipos de corrección de energía reactiva

1.8.5- Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación.

Estos sistemas serán los indicados por la legislación vigente a fecha de la firma del proyecto y serán consensuados por los fabricantes de los elementos utilizados, la dirección facultativa, en su caso y el equipo de diseño de las instalaciones.

1.8.6- Alumbrados especiales.

Estos sistemas serán los indicados por la legislación vigente a fecha de la firma del proyecto, se consideran especialmente el alumbrado de emergencia y el alumbrado de señalización en los centros de seccionamiento. No se considera necesario diseñar un sistema de alumbrado de reemplazamiento.

Castelló de la Plana, a 23 marzo de 2020

Fdo.: Jose F. Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

2.- Cálculos justificativos.

2.1.- Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible.

De acuerdo con la Norma ITC-BT-19, la sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización tiene que ser menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior y alumbrado y del 5 % para los demás usos. Para la caída de tensión de las líneas que van desde los inversores hasta el cuadro de BT se toma 1,5 % de porcentaje máximo.

2.2.- Fórmulas utilizadas.

Cálculo de la corriente en cada línea.

Para el cálculo de la corriente utilizamos las Fórmulas :

- En un sistema Trifásico :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

siendo,

P : Potencia máxima de transporte (W)

V : Tensión de la línea entre fases en voltios (V)

I : Intensidad máxima admisible. (A)

Cos φ : Factor de potencia de la línea.

- En un sistema Monofásico :

$$I = \frac{P}{V}$$

siendo,

P : Potencia máxima de transporte (W)

V : Tensión de la línea entre fases en voltios (V)

I : Intensidad máxima admisible. (A)

Cálculo de la caída de tensión.

Para el cálculo de la caída de tensión utilizaremos las Fórmulas :

- En un sistema Trifásico :

$$e = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S}$$

siendo,

P : Potencia en vatios (W.)

V : Tensión de la línea entre fases en voltios (V.)

L : Longitud de la línea en metros. (Mts.)

E : Caída de tensión de la línea en voltios (V.)

S : Sección de la línea en mm².

σ : Conductividad del Cu (58) o del Al (36)

- En un sistema Monofásico :

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S}$$

siendo,

P : Potencia en vatios (W.)

V : Tensión de la línea entre fases en voltios (V.)

L : Longitud de la línea en metros. (Mts.)

E : Caída de tensión de la línea en voltios (V.)

S : Sección de la línea en mm².

Σ : Conductividad del Cu (58) o del Al (36)

Para el cálculo de la caída de tensión porcentual utilizamos las fórmulas :

○ En un sistema Trifásico :

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{800}$$

siendo,

e (%) : caída de tensión porcentual

e : caída de tensión en Voltios (V.)

○ En un sistema Monofásico :

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{230}$$

siendo,

e (%) : caída de tensión porcentual

e : caída de tensión en Voltios (V.)

2.3.- Potencias

- Relación de receptores de fuerza motriz con indicación de su potencia eléctrica.

Para cada uno de los cuatro centros, C1, C2, C3 y C4:

<i>CUADRO DE CORRIENTE ALTERNA TIPO (1 ud.)</i>	
<i>CONCEPTO</i>	<i>PROTECCION</i>
<i>Línea 1. Cuadro BT – transformador de potencia 1</i>	<i>interruptor automático 36 kV, 630 A- 12,5 kA. Con regulación</i>
<i>Línea 2. Servicios Auxiliares (SSAA)</i>	<i>PIA interruptor automático 36 kV, 32 A- 9 kA. Con regulación</i>

Coeficiente de simultaneidad

El coeficiente de simultaneidad considerado para este suministro será de 1.

Potencia de cálculo.

La potencia de cálculo es la instalada multiplicada por el coeficiente de simultaneidad, esto es:

CENTRO 1

$$\text{Línea 1.1. } \rightarrow P_{FV1} = 3.427.200,00 \times 1 = 3.427.200,00 \text{ W.}$$

$$\text{Línea 1.2. } \rightarrow P_{SSAA1} = 20.000 \times 1 = 20.000 \text{ W.}$$

CENTRO 2

$$\text{Línea 2.1.} \rightarrow P_{FV2} = 2.284.800,00 \times 1 = 2.284.800,00 \text{ W.}$$

$$\text{Línea 2.2.} \rightarrow P_{SSAA2} = 20.000 \times 1 = 20.000 \text{ W.}$$

CENTRO 3

$$\text{Línea 3.1.} \rightarrow P_{FV3} = 2.284.800,00 \times 1 = 2.284.800,00 \text{ W.}$$

$$\text{Línea 3.2.} \rightarrow P_{SSAA3} = 20.000 \times 1 = 20.000 \text{ W.}$$

CENTRO 4

$$\text{Línea 4.1.} \rightarrow P_{C1} + P_{C2} + P_{C3} = 3.427.200,00 + 2.284.800,00 + 2.284.800,00 = 7.996.800,00 \text{ W.}$$

$$\text{Línea 4.2.} \rightarrow P_{SSAA} = 20.000 \times 1 = 20.000 \text{ W.}$$

Potencia máxima admisible.

La potencia total máxima admisible se corresponderá con la máxima potencia que puede entregar el inversor y ésta viene indicada por el fabricante del inversor en la hoja de características. La potencia admisible será de:

CENTRO 1

$$P_{INV1} = 3.427.200,00 \text{ W}_{adm}$$

CENTRO 2

$$P_{INV2} = 2.284.800,00 \text{ W}_{adm}$$

CENTRO 3

$$P_{INV3} = 2.284.800,00 \text{ W}_{adm}$$

CENTRO 4

$$P_{C1+C2+C3} = 7.996.800,00 \text{ W}_{adm}$$

2.4.- Cálculos luminotécnicos

Se considera que no procede su cálculo en el presente documento al utilizar centros de seccionamiento, transformación y medida homologados por la empresa distribuidora y certificado por el fabricante. (CTE DB HE, DB SI, DB HS, DB SE).

2.5.- Cálculos eléctricos. Fuerza motriz.

Para el cálculo de las líneas se utilizará el método de elegir la máxima sección, entre el criterio de intensidad máxima y el criterio de máxima caída de tensión según las fórmulas descritas en el apartado 2.2.

Como indicaba el apartado 2.1 para las líneas de fuerza motriz la caída máxima de tensión se fija en un 5% que lo distribuiremos en un 2% para la línea distribuidora y un 3% para la derivación y un 1% en la huerta fotovoltaica.

En las siguientes tablas se indica las características de las líneas:

CALCULO DE SECCIONES TRAMOS INV- CUADRO BT

Línea	P. Inst. (W)	Strings	Paneles en la línea	Tensión entrada inversor (V)	FP (Factor de pérdidas)	Material del Conductor (Cu o Al a 40°C)	Sección del cable seleccionada (mm ²)	Longitud línea (m)	%max	Smin normalizada	cdt (V)	cdt %	I adm REBT (A)
Línea 1	190.400	17	476	690	1	Al	150	197	1,5%	150	8,7975	1,275	297
Línea 2	190.400	17	476	690	1	Al	150	214	1,5%	150	9,52	1,379710145	297
Línea 3	190.400	17	476	690	1	Al	120	157	1,5%	120	8,871875	1,285778986	265,5
Línea 4	190.400	17	476	690	1	Al	95	136	1,5%	95	9,797368421	1,419908467	234
Línea 5	190.400	17	476	690	1	Al	120	151	1,5%	120	8,553125	1,239583333	265,5
Línea 6	190.400	17	476	690	1	Al	95	56	1,5%	95	4,428947368	0,64187643	234
Línea 7	190.400	17	476	690	1	Al	95	70	1,5%	95	5,368421053	0,778032037	234
Línea 8	190.400	17	476	690	1	Al	95	86	1,5%	95	6,442105263	0,933638444	234
Línea 9	190.400	17	476	690	1	Al	95	65	1,5%	95	5,032894737	0,729405034	234
Línea 10	190.400	17	476	690	1	Al	95	111	1,5%	95	8,119736842	1,176773455	234
Línea 11	190.400	17	476	690	1	Al	120	158	1,5%	120	8,925	1,293478261	265,5
Línea 12	190.400	17	476	690	1	Al	95	119	1,5%	95	8,656578947	1,254576659	234
Línea 13	190.400	17	476	690	1	Al	150	194	1,5%	150	8,67	1,256521739	297
Línea 14	190.400	17	476	690	1	Al	120	180	1,5%	120	10,09375	1,462862319	265,5
Línea 15	190.400	17	476	690	1	Al	95	122	1,5%	95	8,857894737	1,28375286	234
Línea 16	190.400	17	476	690	1	Al	120	183	1,5%	120	10,253125	1,485960145	265,5
Línea 17	190.400	17	476	690	1	Al	120	170	1,5%	120	9,5625	1,385869565	265,5
Línea 18	190.400	17	476	690	1	Al	150	205	1,5%	150	9,1375	1,324275362	297
Línea 19	190.400	17	476	690	1	Al	120	172	1,5%	120	9,66875	1,401268116	265,5
Línea 20	190.400	17	476	690	1	Al	95	141	1,5%	95	10,13289474	1,468535469	234
Línea 21	190.400	17	476	690	1	Al	95	91	1,5%	95	6,777631579	0,982265446	234
Línea 22	190.400	17	476	690	1	Al	95	141	1,5%	95	10,13289474	1,468535469	234
Línea 23	190.400	17	476	690	1	Al	95	121	1,5%	95	8,790789474	1,27402746	234
Línea 24	190.400	17	476	690	1	Al	95	100	1,5%	95	7,381578947	1,06979405	234
Línea 25	190.400	17	476	690	1	Al	95	113	1,5%	95	8,253947368	1,196224256	234
Línea 26	190.400	17	476	690	1	Al	95	126	1,5%	95	9,126315789	1,322654462	234
Línea 27	190.400	17	476	690	1	Al	150	204	1,5%	150	9,095	1,318115942	297
Línea 28	190.400	17	476	690	1	Al	185	237	1,5%	185	8,511486486	1,233548766	337,5
Línea 29	190.400	17	476	690	1	Al	240	296	1,5%	240	8,128125	1,17798913	387
Línea 30	190.400	17	476	690	1	Al	185	278	1,5%	185	9,924324324	1,438307873	337,5
Línea 31	190.400	17	476	690	1	Al	185	275	1,5%	185	9,820945946	1,423325499	337,5
Línea 32	190.400	17	476	690	1	Al	150	228	1,5%	150	10,115	1,465942029	297
Línea 33	190.400	17	476	690	1	Al	120	155	1,5%	120	8,765625	1,270380435	265,5
Línea 34	190.400	17	476	690	1	Al	95	97	1,5%	95	7,180263158	1,040617849	234
Línea 35	190.400	17	476	690	1	Al	120	158	1,5%	120	8,925	1,293478261	265,5
Línea 36	190.400	17	476	690	1	Al	95	114	1,5%	95	8,321052632	1,205949657	234
Línea 37	190.400	17	476	690	1	Al	95	117	1,5%	95	8,522368421	1,235125858	234
Línea 38	190.400	17	476	690	1	Al	95	80	1,5%	95	6,039473684	0,875286041	234
Línea 39	190.400	17	476	690	1	Al	95	50	1,5%	95	4,026315789	0,583524027	234
Línea 40	190.400	17	476	690	1	Al	95	71	1,5%	95	5,435526316	0,787757437	234
Línea 41	190.400	17	476	690	1	Al	95	60	1,5%	95	4,697368421	0,680778032	234
Línea 42	190.400	17	476	690	1	Al	95	68	1,5%	95	5,234210526	0,758581236	234

CALCULO DE SECCIONES TRAMO CUADROS BT- BT TRAFOS

Línea	Ninv.	Imax out inv	Número de ternas unipolares	Factor por agrupamiento	Tensión salida inversor (V)	FP (Factor de pérdidas)	Material del Conductor (Cu o Al a 40°C)	Sección del cable seleccionada (mm ²)	Longitud línea (m)	%max	cdt (V)	cdt %
línea 1	1	3175	8	1	690	1	Cu	240	10	1,0%	0,735576923	0,106605351
línea 2	1	2117	5	1	690	1	Cu	240	10	1,0%	0,784615385	0,113712375
línea 3	1	2117	5	1	690	1	Cu	240	10	1,0%	0,784615385	0,113712375

$$1 \times [8 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

$$1 \times [5 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

$$1 \times [5 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

CALCULO SECCIONES TRAMO MT TRAF0-CELDA ENTRADA MT

LÍNEA	P (KVA)	Volt (V)	F.P	ρ (20°C)	S (mm ²)	S _n (mm ²)	Long (m)	I max (A)	cdt (V)	cdt %
TR1-CT1	3.427.200	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,39	0,00
TR2-CT2	2.284.800	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,34	0,00
TR3-CT3	2.284.800	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,34	0,00
TR4-CT4	7.996.800	66.000	0,9	0,0172	240	240	10	620,00	0,15	0,00

La línea de evacuación la cual parte de cada Centro de Transformación y Entrega de Energía es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz. RHZ1 240 mm² hasta el centro de transformación 30kV / 66 kV

2.6.- Cálculo de las protecciones a instalar en las diferentes líneas generales y derivadas.

- Sobrecargas:

Las características de las protecciones se seleccionarán en base a los cálculos, instalando el valor de intensidad de corriente más cercano a los valores comerciales estándar, por encima del consumo máximo (que hemos calculado en la tabla anterior) de las líneas que protegen y por debajo de la intensidad máxima admisible por los cables. El valor de dichas protecciones viene especificado en los esquemas unifilares.

El poder de corte de las protecciones se ha calculado con el programa de Schneider Electric ECODIAL siendo para el Interruptor en la celda de MT de 12,5 kA.

- Cortocircuitos:

Para proteger la instalación de los cortocircuitos hay que calcular la corriente de cortocircuito en el punto donde se van a colocar estas protecciones para que tengan un poder de corte superior a dicha corriente de cortocircuito. Estos cálculos se han comprobado con el programa ECODIAL.

- Armónicos:

En cumplimiento de la ITC-BT-40, apartado 6. Forma de onda, los fabricantes, tanto del inversor como del resto de elementos susceptibles de generar armónicos en la instalación, debido a la tecnología utilizada, certifican el cumplimiento de la normativa vigente en este punto. En particular se indica por parte del fabricante el cumplimiento de IEC62109-1 y la IEC62109-2.

No obstante deberá realizarse, en su caso, las pruebas en campo para comprobar este requisito.

- Sobretensiones:

Se colocará la aparamenta necesaria indicada por el fabricante.

2.7.- Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos.

2.7.1.- Cálculo de la toma de tierra.

Para el cálculo de la toma de tierra nos basaremos en la instrucción ITC-BT-18, tablas 3,4 y 5 del apartado 9 Resistencia de las tomas de tierra..

La resistencia de los electrodos será :

$$R = \rho / L \quad (1)$$

siendo, $\rho = 70 \, \Omega \times m$

$$L = 2 \times 2 = 4m$$

y sustituyendo en la expresión (1):

$$R = 70 / 4 = 17,50 \, \Omega$$

Según el cálculo teórico realizado, la toma de tierra se fija inicialmente en $17,50 \, \Omega$, si bien, una vez instalada, se realizará su medición y en caso de no dar valores iguales o menores al del cálculo, se procederá a instalar en paralelo y a una distancia como mínimo igual a la longitud enterrada tantas picas como hiciera falta.

El electrodo será de acero-cobre de 2,00 mts, de longitud tal y como se indica en el plano adjunto (DETALLE TOMA DE TIERRA).

Justificación de los diferenciales adoptados.

En la elección de la sensibilidad de los interruptores diferenciales, se deberá cumplir la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, debe cumplir la relación en el caso más desfavorable de que,

$$R \leq 24 / I_s$$

Tomando los valores de cálculo tendremos,

$$R = 24 / 0,03 = 800 \, \Omega \text{ (diferenciales de alumbrado y otros usos)}$$

$$R = 24 / 0,30 = 80 \, \Omega \text{ (diferenciales de fuerza motriz)}$$

En ambos casos estamos cumpliendo la instrucción ITC BT 24, según se establece en el punto 2, si bien para prevenir posibles derivaciones, trataremos de conseguir valores iniciales de la resistencia de la toma de tierra como el cálculo y, siempre menores de $20 \, \Omega$.

$$R = \frac{2 \cdot 20}{54} = 0,74 \, \Omega$$

Castelló de la Plana, a 23 marzo de 2020

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

3.- Pliego de condiciones

3.1.- Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalación Eléctrica Fotovoltaica conectada a la red, acorde a lo estipulado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Sección HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica) y normativa relacionada vigente. Normas particulares de empresa distribuidora.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, dejando siempre la posibilidad de utilizar una equivalente, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la persona que actúe como-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

3.2.- Campo De Aplicación

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, verificaciones y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas fotovoltaicas conectadas a red eléctrica en Tensión, extendiéndose a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de esta instalación con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas fotovoltaicas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad

estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por la persona designada como - Director y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Asimismo y por aplicación de lo señalado por el CTE-DB-HE-5, se extiende este ámbito a aquellas edificaciones que superen los límites de aplicación establecido en la tabla siguiente, las cuales están obligadas a incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos:

Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en un punto de conexión de la Compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente.

3.3.- Normativa De Aplicación

El orden de prelación de la documentación, en caso de discrepancias será el establecido en la Norma UNE 157001:2002. Criterios Generales para la Elaboración de Proyectos.

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, a los efectos de garantizar la calidad, funcionalidad, eficiencia y durabilidad de la instalación fotovoltaica conectada a red y se observarán en todo momento durante su ejecución, las siguientes normas y reglamentos:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988, del Ministerio de Industria y Energía,

por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.

- **Real Decreto 2366/1994** de 9 de Diciembre sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables.
- **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 2200/1995**, de 28 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **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 1699/2011**, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, con modificaciones posteriores.
- **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. (BOE 27-12-2000).
- **Resolución de 31 de mayo de 2001**, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.
- **Real Decreto 841/2002**, de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Guía Técnica de aplicación al **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión** del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Real Decreto 1433/2002** de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- **Ley 51/2002**, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, por la que se habilita a los Ayuntamientos para establecer bonificaciones en el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras, a favor de las construcciones, instalaciones u obras que contribuyan o se refieran al uso de la energía solar, a los planes de fomento de la inversión privada en infraestructuras, a las viviendas de protección oficial y a las condiciones de acceso y habitabilidad de los discapacitados.
- **Real Decreto 413/2014**, de 6 de junio, el que se aprueba la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- **Real Decreto Ley 2/2003**, de 25 de abril, de medidas de reforma económica. Capítulo II – Artículo 13 sobre “Fomento de las Energías Renovables”.y Artículo 14 “Fomento del aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo”.
- **Real Decreto 436/2004**, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **Real Decreto 208/2005**, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 661/2007**, de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real

Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- **Real Decreto 1578/2008**, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- **Normas de la Compañía Suministradora / Distribuidora de energía eléctrica.**
- **Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.**
- **Colección de Normas UNE del REBT y Normas UNE declaradas de obligado cumplimiento**
- **Otras normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN de aplicación específica que determine la persona que elabora el proyecto.**

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación que, a fecha de visado del proyecto, modifiquen, deroguen o sustituyan a las indicadas.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Asimismo se recomienda la aplicación de los siguientes documentos:

Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red – Documento del IDAE.

Estudios, tesis, publicaciones y ediciones de libre uso, sin derechos de autor, según la LOPD y que contribuyan a la mejora y/o incrementen las condiciones de diseño de la normativa en vigor y el estado del arte.

3.4.-Características, Componentes, Calidades Y Condiciones Generales De Los Materiales Eléctricos De La Instalación

3.4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, las líneas eléctricas quedan clasificadas como:

- a) Categoría especial: Las de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la red de transporte conforme a lo establecido en el artículo 5 del 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.
- b) Primera categoría: Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
- c) Segunda categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- d) Tercera categoría: Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

3.4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

3.4.2.1- GENERALIDADES

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua (CC) y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de

distribución de corriente alterna (CA). Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los componentes o sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red, básicamente son los siguientes:

- Sistema generador fotovoltaico
- Sistema de Acondicionamiento de potencia o inversor
- Sistema de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

El sistema de acondicionamiento de potencia es el encargado de transformar la energía en forma de corriente continua en corriente alterna, el cual cumplirá con todos aquellos requisitos y condiciones de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, estando dotado de las correspondientes funciones de protección.

3.4.2.2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO

Genéricamente la instalación contará con un Generador Fovovoltaico constituido por módulos fotovoltaicos (FV) para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún tipo de paso intermedio.

Estos módulos a su vez están conformados por células fotovoltaicas de silicio interconectadas entre sí y debidamente protegidas de los agentes externos

CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS

Constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (p-n), mediante la deposición de varios materiales (Boro, Arsénico, Fósforo, Bismuto, generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Los tipos más importantes de células solares son los siguientes:

- **Silicio Monocristalino:** material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación

cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.

- **Silicio policristalino:** silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.
- **Silicio amorfo:** compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si:H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Su eficiencia es sólo del 6-8%. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

Otros tipos:

- **Teluro de Cadmio:** Rendimiento en laboratorio 16% y en módulos comerciales 8%.
- **Arseniuro de Galio:** Uno de los materiales más eficientes. Presenta unos rendimientos en laboratorio del 25.7% siendo los comerciales del 20%.
- **Diseleniuro de Cobre en Indio:** Con rendimientos en laboratorio próximos al 17% y en módulos comerciales del 9%.

Existen también los llamados paneles tándem que combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos. Debido a que cada tipo de material aprovecha sólo una parte del espectro electromagnético de la radiación solar, mediante la combinación de dos o tres tipos de materiales es posible aprovechar una mayor parte del mismo. Con este tipo de paneles se ha llegado a lograr rendimientos del 35%.

Los parámetros generales que caracterizan a las células fotovoltaicas universalmente vienen determinados por la irradiancia (Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad

de superficie, expresada en kW/m^2) y la temperatura cuyas condiciones estándar son las siguientes:

Irradiancia solar: 1000 W/m^2

Distribución espectral: AM 1,5 G

Temperatura de célula: 25°C

Asimismo se define T_{ONC} como 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^2 con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s .

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

También denominada como “placa fotovoltaica” o “panel fotovoltaico” es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene entre 20 y 40 células solares las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12V, 14V, etc.).

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como “Potencia pico” siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en CEM.

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

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa de la obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Todos los módulos deberán satisfacer las Normas UNE para módulos de silicio cristalino o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, 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.

Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- **Encapsulante**, constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- **Cubierta exterior de vidrio templado**, que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.
- **Cubierta posterior**, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- **Marco de metal**, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.
- **Caja de terminales**: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- **Diodo de protección**: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Marcos laterales (si existen) serán de aluminio o acero inoxidable

- Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo. La estructura del generador se conectará a tierra.
- Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. 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.

Tipos de paneles en función de su forma:

- **Paneles con sistemas de concentración.** Mediante una serie de superficies reflectantes concentra la luz sobre los paneles fotovoltaicos
- **Paneles de formato "teja o baldosa".** De pequeño tamaño, concebidos para combinarse en gran número y por tanto cubrir grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas. Aptos para cubrir grandes demandas energéticas en los que se necesita una elevada superficie de captación.
- **Paneles bifaciales.** Basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar convenientemente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

Sistemas de Seguimiento solar de los módulos:

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del sol que favorezcan y aumenten la captación de la radiación solar

Existen tres tipos de soporte para los colectores solares:

1. **Colocación sobre soporte estático.** Soporte sencillo sin movimiento. Dependiendo de la latitud de la instalación y de la aplicación que se quiera dar se dotan a los paneles de la inclinación más adecuada para captar la mayor radiación solar posible. Es el sistema más habitual que se encuentra en las instalaciones.
2. **Sistemas de seguimiento solar de 1 eje.** Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento es el más sencillo y el más económico resultando sin embargo incompleto ya que sólo podrá seguir o la inclinación o el azimut del Sol, pero no ambas a la vez.
3. **Sistemas de seguimiento solar de dos ejes.** Con este sistema ya es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud y en azimut y siempre se conseguirá que la radiación solar incida perpendicularmente obteniéndose la mayor captación posible. Existen tres sistemas básicos de regulación del seguimiento del sol por dos ejes:
 - **Sistemas mecánicos-** El seguimiento se realiza por medio de un motor y de un sistema de engranajes. Dado que la inclinación del Sol varía a lo largo del año es necesario realizar ajustes periódicos, para adaptar el movimiento del soporte
 - **Mediante dispositivos de ajuste automático-** El ajuste se realiza por medio de sensores que detectan cuando la radiación no incide perpendicular al panel corrigiéndose la posición por medio de motores.
 - **Dispositivos sin motor-** Sistemas que mediante la dilatación de determinados gases, su evaporación y el juego de equilibrios logran un seguimiento del Sol.

3.4.2.3.- INVERSOR

Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en alterna (CA), basándose en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad y por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- De tipo Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.
- La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

Sus parámetros fundamentales vienen determinados por:

- Voltaje y corriente de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador
- Potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.).
- Frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.
- Voltaje de fase/s en la red
- Potencia reactiva de salida del inversor (para instalaciones mayores de 5 kWp)

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

El 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 irradiancia solar un 10 % superior 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 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el

interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

3.4.2.4.- CONDUCTORES

Serán los que se indican en los documentos del presente proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

Los conductores necesarios serán de cobre y tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos, debiendo ser suficiente además para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

- Caída de tensión máxima en la parte de CC, 1,5%
- Caída de tensión máxima en la parte de CA, 1%

Teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE correspondiente.

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

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 conforme a lo indicado en la norma UNE que le es de aplicación.

Se respetará en todo momento el REBT en lo que a conducciones de cable se refiere.

Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.

Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable

3.4.2.5.- CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 y concordantes, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas

a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar reflejado en la Resolución de 31 de mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

PUNTO DE CONEXIÓN

La instalación fotovoltaica se conectará directamente a la red de distribución en Baja Tensión de la Compañía Distribuidora en el denominado "punto de conexión", el cual será determinado por la mencionada Compañía, de acuerdo con el Real Decreto 1699/2011, procurando que sea el más cercano posible al lugar de la ubicación de dicha instalación; si bien deben cumplirse en todo caso las siguientes condiciones:

- La suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a una línea de Baja Tensión no podrá superar la mitad de la capacidad de transporte de dicha línea en el punto de conexión. Si el punto de conexión está en un centro de transformación, la suma de las potencias conectadas a ese centro no podrá superar la mitad de la capacidad de transformación. En redes trifásicas 3x220/127 V, no se podrán conectar instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal superior a 60 kVA y, en estos casos, toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a 3x400/230 V.
- La variación de tensión en su propio punto de conexión, provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica, no podrá ser superior al 5%. Además, no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red, la superación del límite reglamentario del $\pm 7\%$ en su instalación respectiva.
- Si la potencia nominal de la instalación fotovoltaica es superior a 5 kW, su conexión a la red será trifásica, bien sea mediante inversores monofásicos de hasta 5 kW a las diferentes fases, o directamente mediante un inversor trifásico.

Al mantenerse vigente la propuesta de punto de conexión efectuada por la Compañía distribuidora de energía eléctrica durante el plazo de un año desde la fecha de notificación al titular de la instalación, se deberá asegurar que las anteriores condiciones se podrán mantener durante ese plazo en el punto de conexión propuesto.

En el caso de que sea necesario modificar, ampliar o extender la red de distribución existente para facilitar un punto de conexión en Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, estas instalaciones costeadas por el generador, deberán ser cedidas en propiedad a la empresa distribuidora.

INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Además de los elementos y protecciones que pueda tener la propia instalación fotovoltaica y sus equipos anejos (inversor, etc.), la instalación eléctrica que una la instalación fotovoltaica con la red de la Compañía de Distribución tendrá los siguientes elementos:

Separación Galvánica

La instalación debe disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de la Compañía Distribuidora y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE que le es de aplicación.

Cuadro de salida

Este cuadro estará ubicado en la salida de la instalación fotovoltaica, en lugar accesible a la empresa distribuidora, antes de la medida, y contará con los siguientes elementos:

- **Interruptor general manual:** interruptor magnetotérmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 kA-10 kA, el cual deberá ser accesible a la Compañía Distribuidora de energía en todo momento, con objeto de poder

realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por la Compañía Distribuidora en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

- **Interruptor automático diferencial:** Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.
- **Interruptor automático de la interconexión:** interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la red, accionado por relés de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 U_m , respectivamente, y menos de 0,5 segundos de tiempo de actuación) y de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente durante más de 5 períodos).

Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la Compañía Distribuidora; y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la Compañía Distribuidora.

NOTA: Este interruptor puede ser eliminado en el caso de que las protecciones de frecuencia y tensión estén integradas en el inversor y el titular aporte las certificaciones especificadas en el Artículo 11, Apartado. 7 del Real Decreto 1699/2011.

Elementos de medida

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 y concordantes sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja y media tensión así como con lo dispuesto en las Normas Particulares de la compañía suministradora.

Los elementos para la medida de la energía neta producida por la instalación fotovoltaica estarán ubicados en el "módulo de salida".

Este módulo se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica, lo más cerca posible de la acometida y se encontrará debidamente identificado. No estará dotado de fusibles.

El módulo de salida será de tipo armario para su instalación en intemperie o de doble aislamiento para su instalación en interior.

El contador de energía neta fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos o, en su defecto, se conectarán en el propio módulo de salida dos contadores en serie, uno en cada sentido.

En el caso de la instalación con 2 contadores, éstos deberán estar debidamente identificados y marcados con adhesivos, con las leyendas que se exponen a continuación. Los rótulos deberán verse a través de la mirilla de la envolvente.

Las inscripciones serán las siguientes:

- Contador que mide la energía que sale de la instalación fotovoltaica: "Salida".
- Contador que mide la energía que consume la instalación fotovoltaica: "Entrada".

El equipo de medida de la instalación fotovoltaica estará compuesto por los siguientes elementos:

Embarrado (3 fases y neutro).

Transformadores de intensidad. Regleta de verificación.

1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

En cualquiera de los casos anteriores, las características del equipo de medida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica (suma de la potencia de los inversores que intervienen en todas las fases de

la instalación en condiciones nominales de funcionamiento) se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

El módulo de salida debe ir precintado por la Compañía Distribuidora de energía.

Caja General de protección

El punto de conexión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de la Compañía Distribuidora se establecerá en una Caja General de Protección (CGP) exclusivamente destinada a tal fin.

3.4.2.6.- ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte de módulos fotovoltaicos deberá resistir, con éstos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

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 conforme a lo indicado en el Documento Básico DB SE-A "Seguridad Estructural-Acero".

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, la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terrazza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el apartado de "Condiciones a satisfacer en cuanto a la Orientación e inclinación y sombras del generador fotovoltaico" del presente Pliego de Condiciones, sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

El cálculo y características de la estructura soporte se obtiene de lo indicado en el Documento Básico DB SE-A "Seguridad Estructural- Acero"

3.4.2.7.- SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (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.

Por tanto la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

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. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento

equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

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.

Asimismo todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Toma de tierra

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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.

Las tomas de tierra se establecerán:

- Del generador FV: estructura soporte y marco metálico.
- De la instalación correspondiente a los consumos de alterna.

La superficie del conductor de protección, será como mínimo la del conductor de fase correspondiente (4 mm² para CC y 10 mm² para CA)

Protecciones contra contactos directos

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

Diferenciales

Ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos. Están compuestos por:

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor. Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

Protecciones contra contactos indirectos

Protección por corte automático de la alimentación

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 del REBT y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE correspondiente.

Se emplean dispositivos del tipo:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles,

interruptores automáticos.

- Diferenciales

Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente

Se asegura esta protección por:

Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).

- Conjuntos de aparamenta contruidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

Protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones

- Sobrecargas, cortocircuitos: fusibles y magnetotérmicos (PIAs).
- Sobretensiones red (por tormentas, etc.): varistores (en los paneles)

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o Corriente Alterna.

Conductores eléctricos

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados. El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

Conductores de protección

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT- BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de: $2,5 \text{ mm}^2$ (con protección mecánica) o 4 mm^2 (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

Tubos protectores

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC- BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separados 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de

calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT. De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT.

Canales protectoras

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelos a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

Cajas generales de protección (CGP)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 5 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

Cajas de protección y medida (CPM)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y

que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC- BT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

Interruptor de protección contra incendios (IPI)

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

Cajas de empalme y derivaciones (CD)

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

Cuadros de mando y protección (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ICT-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ICT-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

Pequeño material y varios

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

3.4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la

instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado 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 idioma español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, etc.) 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.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Generador Fotovoltaico:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT), satisfaciendo las

especificaciones contempladas en las Normas UNE para módulos de silicio cristalino, o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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.

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.

Inversor:

El inversor deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Contadores y equipos:

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Cuadros generales de distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.
- Cables eléctricos, accesorios para cables, etc
- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

3.5.-De La Ejecución o Montaje De La Instalación

3.5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas para Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según REBT e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del mismo, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. La instalación fotovoltaica 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.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

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.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

3.5.2.- COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

3.5.3.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

Se regirá de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT.

Replanteo.

Al inicio de la obra, habrá que indicar con los planos del presente proyecto, sobre el terreno, el movimiento de tierras, si fuese necesario, ubicación de las zapatas, losa corrida, estructura soporte, paneles, etc.

Cimentación.

Si fuese necesario, se realizará en primer lugar el movimiento de tierras, la excavación de las zapatas, o losa corrida, en el caso de que los módulos solares fotovoltaicos, vayan colocados sobre estructura soporte en el suelo.

Si la colocación de los módulos es sobre terraza, tejado, o sobre fachadas; no hará falta cimentación y sólo se tendrá que realizar las obras de sujeción de la estructura, previa comprobación, de que el tejado, fachada o terraza, soporte el peso de la estructura. En el caso de estructura sobre el suelo, será necesaria la excavación de las zapatas, colocando a continuación la armadura metálica pertinente. A continuación se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de la estructura, procediéndose a continuación, a la colocación de la misma.

Instalación de módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras, debiendo evitarse instalaciones con ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

En el caso de sistemas montados sobre cubiertas y tejados, se deberá respetar un espacio en la parte posterior del módulo para permitir su adecuada ventilación.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo "antivandálico". La cimentación puede ser tanto horizontal como vertical sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte de los módulos podrán ser realizadas con aluminio anodizado de elevada resistencia a los agentes atmosféricos, permitiendo de esta manera una larga duración de los elementos de soporte, aun en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizarse para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo se evitará perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiese el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Los módulos rotos o dañados deben manipularse con cuidado y eliminarse de forma adecuada. Los cristales rotos pueden presentar filos y producir heridas si no se manipulan con un equipo protector adecuado.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado.

Para instalaciones en tejados, los módulos deben montarse sobre una cubierta resistente al fuego homologada para este tipo de instalación.

Posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de los módulos, conectando el o los campos fotovoltaicos, mediante canalización eléctrica, al inversor o inversores, para que la transformen en corriente alterna, con tensión y frecuencia de red, para su inyección en la misma. Estas canalizaciones, cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica ITC-BT-07, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

Ubicaciones de los módulos:

Éstos podrán instalarse en:

- Integración en fachada.
 - En fachada vertical continua.
 - En fachada vertical discontinua.
 - En fachada inclinada.
 - Instalación de módulo inclinado en fachada vertical.

- Integración en cubierta.
 - En cubierta inclinada.
 - En cubierta plana.
 - Estructura inclinada en cubierta plana.
 - En "Dientes de Sierra" sobre cubierta plana.
 - En cubierta curva.
- Integración en los dispositivos de control solar: Asimismo podrán ser instalados con seguidor o sin seguidor solar.
- Integración en mobiliario urbano.
- Integración colindante en espacio de vías públicas de alta velocidad.
- Integración en otros elementos de mobiliario urbano (pérgolas urbanas).

Cubierta.- La cubierta del edificio, debe ser resistente al peso de la estructura que conforma la instalación de las placas solares. La superficie de la cubierta en la que se ubique la estructura de las placas solares, podrá ser plana o inclinada:

Condiciones a satisfacer en cuanto a la orientación e inclinación y sombras del generador fotovoltaico

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas serán inferiores a los límites de la tabla adjunta.

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

- a) Superposición: se considera a la colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente de la edificación donde se instala sin la doble

funcionalidad definida en el siguiente apartado c). En este caso no se aceptarán módulos horizontales.

- b) Integración arquitectónica se produce cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales, considerándose.
 - I. 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/cubierta o en la fachada del mismo.
 - II. Elementos de Revestimiento, cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
 - III. Elementos de Cerramiento, cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

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.

Instalación de inversores

Los inversores se colocarán en el punto de conexión a red, que la empresa distribuidora haya indicado previamente.

Se observarán las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

- Su emplazamiento deberá estar alejado de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre 0 y 40°C.
- Para su montaje se seleccionará un paramento o superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional de refrigeración adecuado para la dispersión del calor.
- Se marcará su posición en el paramento y se realizarán los taladros para su

sujeción, colocando y apretando los tornillos.

- Se realizará el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando siempre el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.
- Seguidamente el inversor se conectará a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de cortocircuito eléctrico, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

Instalación de los equipos de medida

Para su ejecución se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC BT-16 del REBT.

Señalización

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

3.6.-Acabados, Control Y Aceptación, Medición Y Abono

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

3.6.1.- ACABADOS

Terminada la instalación eléctrica fotovoltaica, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

3.6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- Punto de conexión de la instalación
- Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora
- Estructura soporte Sistema de fijación Material y Anclaje
- Paneles fotovoltaicos

Orientación, inclinación, producción de sombras Estado de los marcos y de la superficie del panel Interconexión entre paneles

Conexiones con el inversor Espacio para dilatación térmica

- Inversor

Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora

Anclaje y posición Conexiones y funcionamiento

- Protecciones

Pruebas de funcionamiento

- Equipos de medida
- Canalizaciones
- Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Cimentación, zanjas y hormigonado (si procede)
- Cajas
- Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

3.6.3.- MEDICIÓN Y ABONO

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como generador fotovoltaico, inversor, caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc., por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

3.7.-Reconocimientos, Pruebas Y Ensayos

3.7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.
- Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corrientes serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

3.7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- 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.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con procedimientos experimentales (véase Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, editado por el IDAE– PCT-C Rev. Octubre 2002) utilizado: 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente, 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente, 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), 1 pinza amperimétrica de CC y CA

Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

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, además de los contemplados en el primer párrafo del presente apartado:

Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.

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.

Asimismo realizará las siguientes comprobaciones:

- Medida de aislamiento de la instalación: el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados. La medida de aislamiento se efectuará según lo indicado en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

3.8.-Condiciones De Uso Y Mantenimiento

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica para Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas.

En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

3.8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.

Se definen diferentes escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación al objeto de asegurar su correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de vigilancia: El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (energía, tensión etc.) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la limpieza de los módulos en el caso de que sea necesario.

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:

- Visita a la instalación en el plazo máximo de 1 semana y cada vez que el

usuario lo requiera por avería grave en la misma con resolución de la misma en el plazo de 15 días.

- 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 competente que conozca la tecnología solar fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

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

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el 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.

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

Se registrarán 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 autorizada).

Paneles.

Inspección general 1 ó 2 veces al año asegurándose de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

3.8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

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.

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.

3.9.- Inspecciones Periódicas

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Deberán realizarse en los plazos que estipula la legislación vigente.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

3.9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización.

Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones.

3.9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

3.9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

3.9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- Grupos diesel: DOS (2) años
- Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- Turbinas de vapor: CUATRO (4) años
- Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

3.9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

3.9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de

mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos. los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

3.9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con

independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

3.10.-Condiciones De Indole Facultativo

3.10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados Ley 39/2015, de 1 de octubre.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas

de Baja Tensión, un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

3.10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

3.10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la persona que ejerza las funciones de Dirección de obra.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero- Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

3.10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente.
- Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima estipulada.

- Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad

3.10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, deberá estar inscrita en el Registro de Establecimientos Industriales de la Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos y

los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

3.11.-Condiciones De Indole Administrativo

3.11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.

- Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- Uso o destino de la misma.
- Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

3.11.2.- ANTES DE LA CONEXIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA A LA RED DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

Antes de proceder a la conexión de la instalación fotovoltaica a la red eléctrica de Baja Tensión, y de acuerdo con el apartado 9 de la ITC- BT-40, la Compañía distribuidora podrá realizar las siguientes comprobaciones, mediciones y verificaciones:

- Revisión del certificado de características principales de la instalación y superación de pruebas emitido por el Instalador Especialista, modalidad 9, que realizó la instalación y efectuó las pruebas.
- Comprobación de que las características de los elementos instalados en las cajas y módulos se corresponden con las indicadas en el proyecto de la instalación aprobado por la Compañía Distribuidora.
- Comprobación de que en el circuito de generación hasta el equipo de medida no haya intercalado ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o consumo.
- Comprobación del correcto funcionamiento del Interruptor general manual y que éste puede ser bloqueado por la Compañía distribuidora en su posición de abierto.
- Comprobación del correcto funcionamiento del interruptor automático de la interconexión y de las protecciones de tensión y frecuencia, que deben quedar precintadas por la Compañía distribuidora.
- Medición del factor de potencia de la instalación fotovoltaica.
- Revisión del correcto montaje de los equipos de medida y precintado de los circuitos.
- Comprobación de que el titular de la instalación dispone de un medio de comunicación que puede poner de forma inmediata a la Compañía distribuidora con el responsable del funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Quien realice la verificación debe confirmar con el Centro de Control de la Compañía distribuidora su conocimiento del mismo.

3.11.3.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, en particular la Norma UNE 157001:2002. Criterios Generales para la Elaboración de Proyectos y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- Memoria de cálculos justificativos.
- Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas,

distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).

- Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

3.11.4.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

3.11.4.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán

responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales, con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como "anexos" al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

3.11.4.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesaria su autorización, según el procedimiento que proceda.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquélla si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

3.11.5.- DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus

características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- Documentación técnica: el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- Instrucciones de uso y mantenimiento: información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- Certificados de eficiencia energética: (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de

edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

3.11.6.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

3.11.7.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que

establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

3.11.8.- CERTIFICADO PARA INVERSORES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Asimismo y de acuerdo con las Normas particulares de la Compañía Suministradora se expedirá certificación en la que conste que el inversor de la instalación fotovoltaica cumple con la normativa establecida en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión y concordantes, y en concreto con las siguientes condiciones técnicas:

- 1 Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.
- 2 La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia está

dentro de los valores de 51 y 49 Hz, respectivamente y los de máxima y mínima tensión entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.

- 3 Asimismo se certifica que en el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.
- 4 Los dispositivos usados para la detección de frecuencia y tensión se han calibrado mediante el equipo (descripción, marca, modelo), habiendo el inversor superado todas las pruebas realizadas, estando éstas documentadas.
- 5 El inversor dispone de separación galvánica entre la red de distribución de BT y la instalación fotovoltaica.

3.11.9.- LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa,

y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se registrará según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971 o norma que la sustituya.

3.11.10.- INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

3.11.11.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

3.11.12.- SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Al respecto se estará a lo estipulado, para la ejecución de los siguientes trabajos realizados en obras de construcción tales como excavación; movimiento de tierras; construcción; montaje y desmontaje de elementos prefabricados; acondicionamientos o instalaciones; transformación; rehabilitación; reparación; desmantelamiento; derribo; mantenimiento; conservación y trabajos de pintura y limpieza; saneamiento, por 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, el cual tiene por objeto establecer las normas necesarias para la aplicación y desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Castelló de la Plana, a 23 marzo de 2020

Fdo.: *Jose F. Roig Agut*
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y ENTREGA DE ENERGÍA

INDICE

1.- MEMORIA

1.1.- Resumen de Características

1.1.1.- Titular

1.1.2.- Número de Registro

1.1.3.- Emplazamiento

1.1.4.- Localidad

1.1.5.- Actividad

1.1.6.- Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

1.1.7.- Tipo de Centro de Transformación

1.1.8.- Tipo de Transformador

1.1.9.- Director de Obra

1.1.10.- Presupuesto Total

1.2.- Objeto del Proyecto

1.3.- Reglamentación y Disposiciones Oficiales. Prelación de documentos.

1.4.- Titular

1.5.- Emplazamiento

1.6.- Características Generales del Centro de Seccionamiento

1.7.- Descripción de la instalación

1.7.1.- Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental

1.7.2.- Obra Civil

1.7.3.- Instalación Eléctrica

1.7.3.1.- Características de la Red de Alimentación

1.7.3.2.- Características Descriptivas de la Aparata MT y Transformadores

1.7.3.3.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

1.7.3.4.- Unidades de Protección, Automatismos y Control

1.7.4.- Medida de la energía eléctrica

1.7.5.- Puesta a tierra

1.7.5.1.- Tierra de protección

1.7.5.2.- Tierra de servicio

1.7.6.- Instalaciones secundarias

1.8.- Planificación

2.- CÁLCULOS

2.1.- Intensidad de Media Tensión

2.2.- Intensidad de Baja Tensión

2.3.- Cortocircuitos

2.3.1.- Observaciones

2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito

2.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión

2.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

2.4.- Dimensionado del embarrado

2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente

2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica

2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica

2.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

2.6.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

2.7.- Dimensionado de la cubeta apaga fuegos.

2.8.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.8.1.- Investigación de las características del suelo

2.8.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

2.8.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra

2.8.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

2.8.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

2.8.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

2.8.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas

2.8.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior

2.8.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- 3.1.- Calidad de los materiales
 - 3.1.1.- Obra civil
 - 3.1.2.- Aparamenta de Media Tensión
 - 3.1.3.- Transformadores de potencia
 - 3.1.4.- Equipos de medida
- 3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones
- 3.3.- Pruebas reglamentarias
- 3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad
- 3.5.- Certificados y documentación
- 3.6.- Libro de órdenes

1.-MEMORIA

1.- Resumen de Características

1.1.1.- Titular

Los Centros son propiedad de VF RENOVABLES 15, S.L., con CIF B44547548, y con domicilio a efectos de notificaciones en Avda. Casalduch, nº 36, bajo. 12005 - Castellón de la Plana (Castellón), empresa dedicada a la promoción y construcción de plantas fotovoltaicas.

El promotor es VF RENOVABLES 15, S.L., con CIF B44547548, y con domicilio a efectos de notificaciones en Avda. Casalduch, nº 36, bajo. 12005 - Castellón de la Plana (Castellón), empresa dedicada a la promoción y construcción de plantas fotovoltaicas.

1.1.2.- Número de Registro

9037535932

1.1.3.- Emplazamiento

La instalación quedará emplazada en el Polígono 53, parcela 97 en la población de Mazarrón, provincia de Murcia.

1.1.4.- Localidad

Los Centros se hallan ubicados dentro de la parcela 53 del Polígono 97, en el término municipal de la localidad de Mazarrón (Murcia) y sus coordenadas geográficas son: 644645.52 m E , 4166153.20 m N

1.1.5.- Actividad

La actividad que se pretende realizar es la de una instalación y realizar la producción de energía, el control, así como proteger y medir la energía de una Huerta solar fotovoltaica.

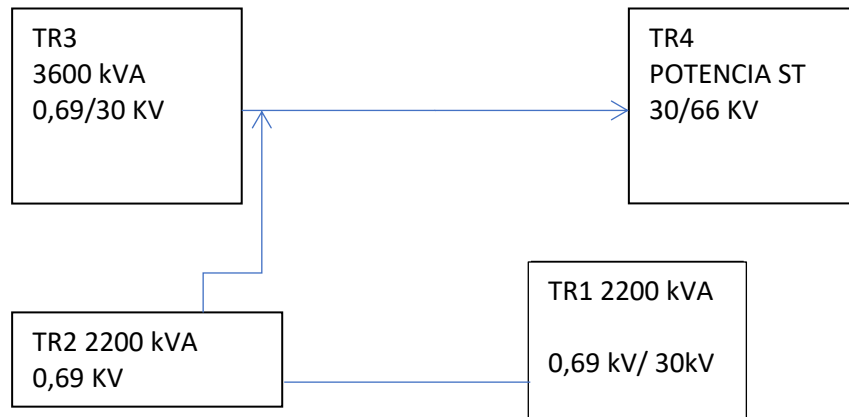
1.1.6.- Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

Potencia del Transformador 1: 3600 kVA 0,69 kV/30 kV

Potencia del Transformador 2: 2200 kVA 0,69 kV/30 kV

Potencia del Transformador 3: 2200 kVA 0,69 kV/ 30 kV

Potencia Total: 8000 kVA



1.1.7.- Tipo de Centro de Transformación

Centro 1:

Centro de Transformación y Protección.

Centro 2:

Centro de Transformación y Protección.

Centro 3:

Centro de Transformación y Protección y entrega de energía.

1.1.8.- Tipo de Transformador

El tipo de los transformadores de potencia son de exterior, para transformación de tensión 690 V/ 30 kV; para una potencia de 3600 kVA y otro dos de 2200 kVA, además de un adicional (TR4) 30 kV/66 kV que estará definido en el proyecto específico de Subestación de abonado que cumple las condiciones de conexión con la red. Se trata de máquinas estáticas trifásicas, con devanados trifásicos en primario y secundario.

1.1.9.- Director de Obra

El director de obra será José Fidel Roig Agut, Ingeniero Técnico Industrial, colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Castellón, con el nº 379.

1.1.10.- Presupuesto Total

El presupuesto de estos Centros se encuentra englobados en el Presupuesto General de la documentación presentada.

1.2.- Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al volcado de energía eléctrica generada por una huerta solar fotovoltaica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo para su legalización ante los Organismos competentes.

1.3.- Reglamentación y Disposiciones Oficiales. Prelación de documentos

Normas Generales:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- **Real Decreto 1110/2007** de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- **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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 222/2008** de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica
- **Real Decreto 1432/2008** de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- **Ley 21/2013**, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- **Normas UNE / IEC**.
- **UNE 157001** Título: "Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Mazarrón.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Normas particulares de la Comunidad Autónoma de Murcia

Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202

- Centros de Transformación prefabricados.

NBE-X

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1

- Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

- Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200

- Aparamenta bajo envoltente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102

- Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103

- Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

CEI 62271-100 UNE-EN 62271-100

- Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.

CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X

- Relés eléctricos.

UNE-EN 60801-2

Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

CEI 60076-X

- Transformadores de Potencia.

UNE 21428-1-1

Transformadores de Potencia.

- **Reglamento (UE) Nº 548/2014** de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)
- **UNE 21428 y concordantes.** Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
- El orden de prelación de la documentación será el estipulado en la Norma UNE 157001:2002. Criterios Generales para la Elaboración de Proyectos.

1.4.- Titular

Los Centros son propiedad de VF RENOVABLES 15, S.L., con CIF B44547548, y con domicilio a efectos de notificaciones en Avda. Casalduch, nº 36, bajo. 12005 - Castellón de la Plana (Castellón), empresa dedicada a la promoción y construcción de plantas fotovoltaicas.

El promotor es VF RENOVABLES 15, S.L., con CIF B44547548, y con domicilio a efectos de notificaciones en Avda. Casalduch, nº 36, bajo. 12005 - Castellón de la Plana (Castellón), empresa dedicada a la promoción y construcción de plantas fotovoltaicas.

1.5.- Emplazamiento

Los centros se hallan ubicados dentro del término municipal de la localidad de **Mazarrón** (Murcia) y las coordenadas geográficas de la parcela son: 644645.52 m E , 4166153.20 m N.

1.6.- Características Generales del Centro de Transformación

Los Centros de Transformación y Entrega de Energía, cuya descripción es objeto de este proyecto, tienen la misión de transformar la tensión y suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será volcada a la red de la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 66 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la línea de evacuación por medio de línea subterránea.

Cada uno de los cuatro centros estará formado por un transformador de potencia en exterior, debidamente señalizado y delimitado según la normativa vigente.

En los Centros 1 , 2 y 3 en el primario del transformador, se conectará la línea de BT procedente de la etapa de inversión.

En la subestación, al primario se conectará la línea de salida de los Centros 1 , 2 y 3.

En su caso, se ubicará la parte de telemando y/o monitorización a tiempo real en el recinto destinado a la aparcamiento de BT.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto se corresponden con los indicados en Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, y concordantes, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Existirá otra etapa de transformación intermedia a la conexión a la subestación mediante centro de transformación en AT, con la relación 30 kV/66 kV.

1.7.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

La energía generada y vertida a la subestación se realizará a una tensión de 66.000 V, con una potencia nominal máxima de 8000 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en cada Centro de Transformación es de 3600, 2200 y 2200 kVA para la primera etapa (Centros 1, 2 y 3)

1.8.- Descripción de la instalación

1.8.1.- Justificación de necesidad o no de estudio de impacto medioambiental

El proyecto se encuentra sometido a evaluación ambiental según los anexos I y II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

1.8.2.- Obra Civil

Los Centros de Transformación, objeto de este proyecto constan de una única envolvente cada uno, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. El transformador quedará instalado en las inmediaciones de esta envolvente, tal y como se indica en los planos adjuntos.

Para el diseño de los Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.8.2.1.- Características de los Materiales

Edificio de Transformación: Prefabricado de hormigón, modelo EPH del fabricante Inael o material equivalente.

Descripción

Los Centros de Transformación EPH, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos, en su caso.

Se trata de envolventes prefabricadas monobloque, construidas con hormigón armado destinadas a alojar en su interior aparellaje de media tensión, las condiciones para su instalación exterior en superficie y puesta en servicio.

Envolvente

Los edificios prefabricados que actúan como envolvente de los Centros de Transformación son del tipo monobloque, por lo que esencialmente constan de tres partes:

- **Base**, sobre la que van situadas las puertas, las rejillas de ventilación, los soportes para los diferentes equipos, el foso de recogida de aceites, los huecos para entrada/salida de cables, etc. Los materiales estructurales utilizados son MO. La resistencia al fuego del suelo es REI 180 y para las paredes es EI 120 según el Código Técnico de la Edificación Documento Básico CTE DB SI.
- **Techo**, que se coloca directamente sobre la base y por su diseño, se acopla adecuadamente sobre ella formando un conjunto estanco al agua, en el que se evita cualquier riesgo de filtraciones. Los materiales estructurales utilizados son MO. La resistencia al fuego es EI 180 según el Código Técnico de la Edificación Documento Básico CTE DB SI.
- **Suelo interior del edificio**, colocado a una distancia determinada del fondo de la base, apoyando perimetralmente en ella. Sobre estos suelos apoyan las celdas, el transformador, así como los ocupantes ocasionales del centro. Los materiales estructurales utilizados son MO. La resistencia al fuego del suelo es R180 según el Código Técnico de la Edificación Documento Básico CTE DB SI.

Las ventajas de la construcción monobloque son:

- Una mayor rigidez.
- Menor tiempo de instalación en obra, al transportarse en una sola pieza montada y ensayada en fábrica.
- Permite realizar las armaduras metálicas internas con una sola pieza, tanto para el techo como para la base y por lo tanto asegurar la continuidad eléctrica creando una superficie totalmente equipotencial. Entre las armaduras de la base y del techo, se realizan dos conexiones, en lados opuestos, utilizando como mínimo conductor de cobre de 35 mm² de sección.

Para el cálculo de la cubierta superior se considera, además de su propio peso, unas sobrecargas de 250 daN/m^2 ; con esto queda modelado el peso de las posibles sobrecargas de nieves en condiciones más desfavorables, así como la sobrecarga de uso por tránsito de personas en la cubierta para su mantenimiento o reparación. Las paredes están sometidas a su propio peso, el peso del techo y a una presión en sentido horizontal de 100 daN/m^2 . El piso o suelo está sometido a su propio peso y a una sobrecarga de 500 daN/m^2 . Esta sobrecarga sólo actúa en la zona de suelo central o zona donde se colocan las celdas. Queda excluido el piso donde apoya el transformador, en donde la carga será la del peso de un transformador de 1MVA. El plano o superficie de apoyo sobre el terreno, que está sometido a la presión transmitida por el terreno que reacciona para equilibrar el sistema de fuerzas, dependiendo además del peso propio de todo el edificio, las acciones que intervienen sobre el techo y los cerramientos, además de las sobrecargas interiores y de los pesos que accidentalmente puedan estar situados encima del suelo inferior de la caseta.

En nuestro caso, se instalará este tipo de envolvente prefabricada de hormigón con dos habitáculos independientes. En uno quedarán instaladas las celdas y aparamenta de MT, en el otro se ubicará el cuadro de BT y en el otro los sistemas de vídeovigilancia.

CENTRO 1

Características Detalladas

Nº de transformadores: 1, instalado en el exterior.

Tipo de ventilación: Natural

Puertas de acceso peatón: 2 puertas.

Dimensiones exteriores

Longitud: 7.500 mm

Fondo: 2.400 mm

Altura: 3.100 mm

Altura vista: 2.620 mm

Peso: 24.680 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 4.800 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Se añade una separación entre la zona de protección y maniobra y la zona de BT; ubicando, además, los sistemas de tele vigilancia y seguridad en este último, en su caso.

Longitud: 2.300 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 8.400 mm

Fondo: 3.300 mm

Profundidad: 630 mm

CENTRO 2

Características Detalladas

Nº de transformadores: 1, instalado en el exterior.

Tipo de ventilación: Natural

Puertas de acceso peatón: 2 puertas.

Dimensiones exteriores

Longitud: 7.500 mm

Fondo: 2.400 mm

Altura: 3.100 mm

Altura vista: 2.620 mm

Peso: 24.680 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 4.800 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Se añade una separación entre la zona de protección y maniobra y la zona de BT; ubicando, además, los sistemas de tele vigilancia y seguridad en este último, en su caso.

Longitud: 2.300 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 8.400 mm

Fondo: 3.300 mm

Profundidad: 630 mm

CENTRO 3

Características Detalladas

Nº de transformadores: 1, instalado en el exterior.

Tipo de ventilación: Natural

Puertas de acceso peatón: 2 puertas.

Dimensiones exteriores

Longitud: 7.500 mm

Fondo: 2.400 mm

Altura: 3.100 mm

Altura vista: 2.620 mm

Peso: 24.680 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 4.800 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Se añade una separación entre la zona de protección y maniobra y la zona de BT; ubicando, además, los sistemas de tele vigilancia y seguridad en este último, en su caso.

Longitud: 2.300 mm

Fondo: 2.200 mm

Altura: 2.400 mm

Dimensiones de la excavación:

Longitud: 8.400 mm

Fondo: 3.300 mm

Profundidad: 630 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.8.3.- Instalación Eléctrica

1.8.3.1.- Características de la Red de Alimentación

La línea se divide en varios tramos, cuyo origen-destino y valores de sección propuestas se indican a continuación:

Tipo	Origen	Destino	Sección	Longitud (m)
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT1	Devanado de BT del transformador Centro 1	8 x (3x240 mm ²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro1	Entrada del Recinto de Protección Centro 1	240 mm ²	10
SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección Centro 1	Centro 2, de Protección y Medida	240 mm ²	313
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT2	Devanado de BT del transformador Centro 2	5 x (3x240 mm ²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro2	Entrada del Recinto de Protección Centro 2	240 mm ²	10
SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección y Medida Centro 2	Entrada del Recinto de Protección y Medida Centro 3	240 mm ²	640
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT3	Devanado de BT del transformador Centro 3	5x (3x240 mm ²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro 3	Entrada del Recinto de Protección Centro 3	240 mm ²	10
SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección y Medida Centro 3	Entrada en Subestación de abonado	240 mm ²	503
TOTAL				1516

La intensidad de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, se propone de 25 kA.

La línea subterránea de interconexión entre Centros de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

CÁLCULO DE SECCIONES TRAMO CUADROS BT- BT TRAFOS

Línea	N inv.	lmax out inv	Número de ternas unipolares	Factor por agrupamiento	Tensión salida inversor (V)	FP (Factor de pérdidas)	Material del Conductor (Cu o Al a 40°C)	Sección del cable seleccionada (mm ²)	Longitud línea (m)	%max	cdt (V)	cdt %	Caída teo	Perd. Pot.cdt (W)	I adm REBT (A)
línea 1	1	3175	8	1	690	1	Cu	240	10	1.0%	0,735576923	0,106605351	6,9	270,1038462	430
línea 2	1	2117	5	1	690	1	Cu	240	10	1.0%	0,784615385	0,113712375	6,9	307,3181538	430
línea 3	1	2117	5	1	690	1	Cu	240	10	1.0%	0,784615385	0,113712375	6,9	307,3181538	430

$$1 \times [8 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

$$1 \times [5 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

$$1 \times [5 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2)]$$

CALCULO SECCIONES TRAMO MT TRAF0-CELDA ENTRADA MT

Línea	P (kVA)	Volt (V)	F.P	ρ (20°C)	S (mm ²)	S _n (mm ²)	Long (m)	I máx. (A)	cdt (V)	cdt %
TR1-CT1	3.427.200	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,39	0,00
TR2-CT2	2.284.800	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,34	0,00
TR3-CT3	2.284.800	30.000	0,9	0,0172	240	240	10	320,00	0,34	0,00
CT3-ST	7.996.800	66.000	0,9	0,0172	240	240	10	620,00	0,15	0,00

La línea de evacuación la cual parte de cada Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 1 2, y una frecuencia de 50 Hz. y tipo de conductor HEPR-Z1 240 mm².

La intensidad de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica debe ser de 25 kA:

$$P_{cc} = 25 \text{ kA}$$

Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta empleados en la Instalación.

Celdas: INAEL o equivalente técnico homologado

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 1.000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

▪ **Grados de Protección:**

Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529

Cuba: IP X7 según EN 60529

- Protección a impactos en:

Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010

Cuba: IK 09 según EN 5010

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasamuros estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas de INAEI cuentan con los sistemas de seguridad según la normativa vigente.

Características eléctricas

Las características generales de las celdas INAEI o equivalentes, deben ser las siguientes:

Tensión nominal: 24 kV – 72,5 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.8.3.2.- Características Descriptivas de la Aparata MT y Transformadores

CENTROS 1, 2 Y 3

Para este proyecto se empleará las siguientes celdas:

Celda Modular de línea: CXL-2

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL** o equivalente técnico homologado de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y, en su caso, alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Tensión asignada:	30 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	50 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	Sin clasificación IAC

Características físicas:

Ancho:	524 mm
Fondo:	850 mm
Alto:	1.620 mm
Peso:	128 kg

Celda Modular de interruptor automático: CXPA-2

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL** de línea o equivalente técnico homologado, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Tensión asignada:	30 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	50 KA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	630 A

Características físicas:

Ancho:	524 mm
Fondo:	850 mm
Alto:	1.620 mm
Peso:	225 kg

La máquinas estáticas tienen las siguientes características:

Características generales

Potencia nominal	3600 kVA
Tensión en el devanado de MT	30 kV
Tensión en el devanado de BT	690 V
Regulación	+2,5+5+7+10%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Refrigeración	ONAN
Altitud sobre el nivel del mar	1.000 m
Tª ambiente / Calent. devanados / Calent. Aceite	40°C / 65 K / 60 K
Niveles aislamiento A.T. (Vmax / IR / FI)	36/125/50 kV

Niveles aislamiento B.T. (Vmax / IR / FI)	1,1 / 20 / 10 kV
Material AT/BT	Al/Al
Normas N°548/2014	IEC 60076-1/(UE)

Medida 1: CMM-B

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL**, o equivalente técnico homologado, de medida indirecta de tensión, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y protección fusible, que incorpora en su interior un sistema de medición indirecta.

Características eléctricas:

Tres transformadores de tensión, de relación 30.000:R3/110:R3-110:R3-110:3

Resistencia ferro-resonancia de 25 Ω

Características físicas:

Ancho:	700 mm
Fondo:	1.055 mm
Alto:	1.620 mm
Peso:	165 kg

Transformador de tensión: 30000:R3/110:R3-110:R3-110:3

Celda Modular de interruptor automático: **CMPAS-2**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL** de línea o equivalente técnico homologado, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas para GIS en AT (hexafluoruro de Azufre o equivalente mejorado), que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Tensión asignada:	36 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	70 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	170 kV
Capacidad de cierre (cresta):	50 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	630 A

Características físicas:

Ancho:	524 mm

Fondo:	950 mm
Alto:	1.790 mm
Peso:	250 kg

Medida 1: CMM

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL** de medida indirecta de tensión e intensidad o equivalente técnico homologado, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y protección fusible, que incorpora en su interior un sistema de medición indirecta.

Características eléctricas:

Tres transformadores de intensidad, de relación 50-100/5-5-5

Tres transformadores de tensión, de relación 30.000:R3/110:R3-110:R3-110:3

Características físicas:

Ancho:	700 mm
Fondo:	1.055 mm
Alto:	1.620 mm
Peso:	165 kg

Celda Modular de interruptor automático: **CXPAS-2**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **INAEL** o equivalente técnico homologado, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **INAEL** de línea o equivalente técnico homologado, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas para GIS en AT (hexafluoruro de Azufre o equivalente mejorado), que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Tensión asignada:	36 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	70 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	170 kV
Capacidad de cierre (cresta):	50 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	630 A

Características físicas:

Ancho:	524 mm
Fondo:	950 mm
Alto:	1.790 mm

Peso: 250 kg

Las máquinas estáticas tienen las siguientes características:

Características generales

Potencia nominal	3600 kVA y 2200 kVA
Tensión en el devanado de MT	30 kV
Tensión en el devanado de BT	690 V
Regulación	+2,5+5+7+10%
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Refrigeración	ONAN
Altitud sobre el nivel del mar	1.000 m
Tª ambiente / Calent. devanados / Calent. Aceite	40°C / 65 K / 60 K
Niveles aislamiento A.T. (Vmax / IR / FI)	36/125/50 kV
Niveles aislamiento B.T. (Vmax / IR / FI)	1,1 / 20 / 10 kV
Material AT/BT	Al/Al
Normas	IEC 60076-1/(UE) N°548/2014

1.8.3.3.- Otros materiales

Se entiende por otros materiales del Centro de Transformación a aquéllos que, aunque forman parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Equipos de iluminación:

Los EPH disponen de dos puntos de luz preparados para luminarias para lámparas de incandescencia de hasta 100 W (tres en caso de seleccionar una compartimentación más) una en la zona de celdas y la otra en la zona de transformadores; actuadas por un interruptor ubicado al lado de la puerta de acceso de personal autorizado, el cuál dispone de un piloto rojo con lámpara de neón, para su fácil localización. Las luminarias son del tipo ojo de buey, grado de protección IP44 clase II, para lámpara de 100 W y compatible con luminarias de 11 W de ahorro de energía o lámpara de leds de alto rendimiento.

1.8.3.4.- Unidades de Protección, Automatismos y Control

Unidad de Control Integrado: TLS-300 + TCP-M o equivalente técnico homologado

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia, ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son Protocolos PROCOME, DNP3.0, MODBUS RTU, IEC60870-5-101, IEC60870-5-103, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Características:

Funciones de intensidad:

- 50/51, 50/51N Sobreintensidad instant/temp. fases y neutro.
- 50/51NS Sobreintensidad instant/temp. neutro sensible.
- 67, 67N, 67NS sobreintensidad direccional fases, neutro y neutro sensible.
- 67NA Protección neutro aislado.

- 46Q Desequilibrio intensidades direccional.
- 46FA Detección fase abierta 49 Imagen térmica.
- 37 Intensidad mínima.
- 51V Sobre intensidad controlada por tensión.
- 50CSC Bloqueo. 50FI Fallo interruptor CLP Carga Fría Funciones de tensión.
- 59/27 Sobre/Subtensión fases.
- 47 Desequilibrio tensiones, inversión de fases.
- 59N (64) Sobretensión falta a tierra Funciones de frecuencia.
- 81M/m Frecuencia Máxima/ mínima con deslastre de cargas por frecuencia.
- 81R Derivada de frecuencia, detección de isla.

Funciones de potencia:

32 Máxima/mínima potencia activa/aparente, máxima reactiva e inversión de potencia

Otras funciones:

- 40 Pérdida de campo
- 25 Comprobación sincronismo
- 79 Autocierre
- HCL Disparo con bloqueo 79 (81 m)
- Autocierre tras frecuencia mínima
- 85 teleprotección con direccionales Localización de faltas
- 68FF Supervisión circuitos tensión

- Otras características:

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255.

1.8.4.- Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de Centros de Transformación para una huerta solar fotovoltaica con conexión a red se propone efectuar la medida de energía a 30 kV, con un sistema de medición indirecta, así como también en la generación.

El sistema de medición seleccionado es el indicado en la MT 3.53.01, con dos sistemas de medición indirecta para la parte de línea y para la parte de servicios auxiliares y generación.

1.8.5.- Puesta a tierra

1.8.5.1.- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

1.8.5.2.- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.8.6.- Instalaciones secundarias

Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- 1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- 2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- 3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- 4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

1.9.- Planificación

Las diferentes etapas del proyecto son, una vez se disponga de la aprobación de este proyecto:

- 1.- Recepción de materiales.
- 2.- Replanteo.
- 3.- Instalación.
- 4.- Puesta en marcha.

Castelló de la Plana, a 23 de marzo de 2020

José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

2.- CÁLCULOS

2.1.- Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión del lado de MT es de 30 kV para el Centro 1, 2 y 3.

Para cada transformador según el Centro de Transformación, la potencia es de 3600 kVA para los Centro 1, de 2200 kVA para el Centro 2 y Centro 3.

CENTRO 1:

$$I_p = \frac{3600}{30 \sqrt{3}} = 69,36 \text{ A.}$$

CENTRO 2 y 3:

$$I_p = \frac{2200}{30 \sqrt{3}} = 42,39 \text{ A.}$$

2.2.- Intensidad de Baja Tensión

Para el Centro 1, 2 y 3 la tensión del lado de BT es de 690 V en vacío.

La intensidad en el devanado de BT en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

La intensidad en el lado de BT, para 690 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = \frac{3600}{\sqrt{3} \times 0,69} = 3015,83 \text{ A}$$

$$I_s = \frac{2200}{\sqrt{3} \times 0,69} = 1843,01 \text{ A}$$

2.3.- Cortocircuitos

2.3.1.- Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. Se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 25000 A.

2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Centro 1, 2 y 3:

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en la que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de salida 30 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = \frac{500}{30 \sqrt{3}} = 9,63 \text{ kA eficaces.}$$

2.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de cada uno de estos Centros de Transformación, la potencia es de 3600 kVA para el Centro 1, 2200 kVA para el Centro 2 y Centro 3, la tensión porcentual del cortocircuito del 7 y 6%, y la tensión secundaria es de 690 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 690 V en vacío será:

$$I_{ccs} = \frac{3600}{\sqrt{3} \frac{7}{100} 690} = 43,08 \text{ kA eficaces.}$$

$$I_{ccs} = \frac{2200}{\sqrt{3} \frac{7}{100} 690} = 26,33 \text{ kA eficaces.}$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 30 kV en vacío será:

$$I_{ccs} = \frac{8000}{\sqrt{3} \frac{7}{100} 30000} = 2,2 \text{ kA eficaces.}$$

2.4.- Dimensionado del embarrado

Según indicaciones del fabricante, las celdas fabricadas por INAEI o equivalente técnico homologado han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que se considera que no es necesario realizar cálculos justificativos en este apartado.

2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

Centro 1,2 y 3:

$$I_{cc(din)} = I_{ccp} \times 2,5 = \frac{500}{30 \sqrt{3}} \times 2,5 = 24,08 \text{ kA.}$$

2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

Centro 1,2 y 3:

$$I_{ccp} = I_{cc(tér)} = \frac{500}{30 \sqrt{3}} = 9,63 \text{ kA.}$$

2.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida de la planta.

Transformador

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

2.6.- Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador en el lado de MT es inferior al valor máximo admisible por el cable.

2.7.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado por laboratorios acreditados para Compañías Eléctricas nacionales.

2.8.- Dimensionado de la cubeta apagafuegos

Se dispondrá de un cubeto de retención modular conforme a MIE RAT 14 y 15.

Sus ventajas principales son:

- Este depósito evita tener que realizar cualquier tipo de obra civil, y lo que ello conlleva, cumple con una doble función de poder recibir el 110% del volumen de aceite del transformador, y poder desalojar las aguas pluviales con total seguridad.
- Montaje sencillo.
- Dispone de sistemas de retención, puede equiparse, en parte superior, con sistema anti incendio gracias a una cobertura con deflectores o enrejado contra incendio.
- Dispone de filtros, de acuerdo con la normativa de drenaje de aguas potencialmente contaminadas con hidrocarburos.

2.9.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.9.1.- Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \Omega \times m$.

2.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de

intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]

$I_d \text{ máx. cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_d \text{ máx.}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a:

$I_d \text{ máx.} = 462,43 \text{ kA eficaces.}$

Similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$I_d \text{ máx.} = 500 \text{ A}$

2.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio:

- $U_r = 30 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra

- $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \Omega \cdot m$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3.000 \Omega$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

- I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \, \Omega$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ω]

R_o resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

K_r coeficiente del electrodo

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	50-30/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5,0 x 3,0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro

Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0,093$

De la tensión de paso $K_p = 0,021$

De la tensión de contacto $K_c = 0,0461$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

donde:

K_r : coeficiente del electrodo

R_o : resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 13,95 \Omega$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

2.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ω]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en los Centros de Transformación:

$$V'_d = 6.975 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

- K_c coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]
- I'_d intensidad de defecto [A]
- V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en los Centros de Transformación:

$$V'_c = 3.457,5 \text{ V}$$

2.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

- K_p coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]
- I'_d intensidad de defecto [A]
- V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1.575 \text{ V en los Centros de Transformación}$$

2.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,2 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ω]

por lo que, para este caso

$$V_p = 31.152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

R'_0 resistividad del hormigón en [$\Omega \cdot m$]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ω]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 76.296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1575 \text{ V} < V_p = 31.152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(\text{acc}) = 3457,5 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 6975 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} \leq I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [$\Omega \cdot m$]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para los Centros de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	8/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	2
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37Ω .

$$R_{t_{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Castelló de la Plana, a 23 de marzo de 2020

José Fidel Roig Agut,
Ingeniero Técnico Industrial,
colegiado nº 379

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Calidad de los materiales

3.1.1.- Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirá las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14 y 15, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.1.2.- Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:** El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

3.1.3.- Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aperturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.1.4.- Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad).

Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar a la red.

Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo MT empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamento interior en gas SF₆, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.3.- Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

3.5.- Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.

- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.6.- Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

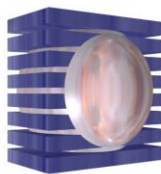
Castelló de la Plana, a 23 de marzo de 2020

José Fidel Roig Agut,
Ingeniero Técnico Industrial,
Colegiado nº 379

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA Tensión DE ABONADO

Peticionario: VF RENOVABLES 15, S.L.

Situación: Polígono 53, parcela 97, Mazarrón (Murcia)



INGRA

Servicios de Ingeniería, S.L.

ÍNDICE

1.- Memoria descriptiva.

- 1.1.- Resumen de características.
- 1.2.- Objetivo del proyecto.
- 1.3.- Normativa técnica y disposiciones oficiales.
- 1.4.- Titular de la instalación.
- 1.5.- Emplazamiento de la instalación.
- 1.6.- Plazo de ejecución.
- 1.7.- Potencia a transportar, destino y uso de la energía transportada.
- 1.8.- Descripción de la instalación de las líneas de Media Tensión.

2.- Cálculos justificativos.

- 2.1.- Eléctricos.
- 2.2.- Mecánicos.

3.- Pliego de condiciones.

- 3.1.- Objeto.
- 3.2.- Campo de aplicación.
- 3.3.- Disposiciones generales.
 - 3.3.1.- Condiciones facultativas legales.
 - 3.3.2.- Seguridad en el trabajo
 - 3.3.3.- Seguridad pública.
- 3.4.- Organización del trabajo.
 - 3.4.1.- Datos de la obra.
 - 3.4.2.- Replanteo de la obra.
 - 3.4.3.- Mejoras y variaciones del proyecto.
 - 3.4.4.- Recepción del material.
 - 3.4.5.- Organización.
 - 3.4.6.- Facilidades para la inspección.
 - 3.4.7.- Ensayos.
 - 3.4.8.- Limpieza y seguridad en las obras.
 - 3.4.9.- Medios auxiliares.
 - 3.4.10.- Ejecución de las obras.

- 3.4.11.- Subcontratación de las obras.
- 3.4.12.- Plazo de ejecucion.
- 3.4.13.- Recepción provisional.
- 3.4.14.- Periodos de garantia.
- 3.4.15.- Recepción definitiva.
- 3.4.16.- Pago de obras.
- 3.4.17.- Abono de materiales acopiados.
- 3.5.- Disposicion final.
- 3.6- Objeto y campo de aplicacion.
- 3.7- Ejecucion del trabajo.
 - 3.7.1.- Replanteo de los apoyos.
 - 3.7.2.- Apertura de hoyos.
 - 3.7.3.- Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.
- 3.8.- Cimentaciones.
 - 3.8.1.- Arena.
 - 3.8.2- Partes de arena
 - 3.8.3.- Grava.
 - 3.8.4.- Cemento.
 - 3.8.5.- Agua.
 - 3.8.6.- Hormigón.
 - 3.8.7.- Ejecución de las cimentaciones.
- 3.9.- Armado e izado de apoyos.
- 3.10.- Proteccion de las superficies metalicas.
- 3.11.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores.
 - 3.11.1.- Colocación de aisladores.
 - 3.11.2.- Tendido de los conductores.
 - 3.11.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.
- 3.12.- Reposicion del terreno.
- 3.13.- Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico.
- 3.14.- Tomas de tierra.
 - 3.14.1.- Electroodos de difusión.
 - 3.14.2.- Anillo cerrado.
 - 3.14.3.- Comprobación de los valores de resistencia de difusión.

3.15.- Materiales.

3.15.1.- Reconocimiento y admision de materiales.

3.15.2.- Apoyos.

3.15.3.- Herraes.

3.15.4.- Aisladores.

3.15.5.- Conductores.

3.16.- Recepción de obra.

3.17.- Calidad de cimentaciones.

3.17.2.- Rolerancias de ejecucion.

4.- Mediciones y presupuesto.

5.- Estudio Básico de Seguridad y Salud (Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre y posteriores)

5.1.- Normas de ejecución de las instalaciones.

5.1.1.- Tendido de conductores subterráneos.

5.2.- Pruebas reglamentarias.

5.3.- Condiciones de puesta en servicio, uso, mantenimiento y seguridad.

1.- Memoria descriptiva.

1.1.- Resumen de características.

1.1.1.- Titular y promotor.

TITULAR: VF RENOVABLES 15, S.L.

C.I.F.: B44547548

DIRECCION: Avda. Casalduch, nº 36, bajo

POBLACION: 12005 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLÓN).

1.1.2.- Término municipal.

Mazarrón (Murcia) Altitud máxima 55 m.s.n.m

1.1.4.- Tensión nominal en kV.

Habrà varios valores de tensión, éstos serán:

La tensión será $U_{\text{nominal}}=30$ kV, con $U_0=18$ kV y $U_s=36$ kV,. Zona A hasta 500 metros. 2ª categoría según R.L.A.T.

La tensión será $U_{\text{nominal}}=66$ kV, con $U_0=36$ kV y $U_s=72,5$ kV,. Zona A hasta 500 metros. 2ª categoría según R.L.A.T.

Siendo: U_{nominal} la tensión compuesta o tensión nominal de la red, U_0 la tensión simple y U_s la tensión más elevada de la red.

1.1.5.- Longitud en m.

La línea de interconexión SUBTERRÁNEA de alta tensión, objeto de este proyecto, tiene una longitud total de:

Tipo	Origen	Destino	Tensión asignada (kV)	Sección	Longitud (m)
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT1	Devanado de BT del transformador Centro 1	0,69	8x(3x240 mm²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro 1	Entrada del Recinto de Protección Centro 1	30	240 mm²	10

SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección centro 1	Centro 2, de Protección y Medida	30	240 mm ²	313
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT2	Devanado de BT del transformador Centro 2	0,69	5x(3x240 mm ²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro2	Entrada del Recinto de Protección Centro 2	30	240 mm ²	10
SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección y Medida Centro 2	Entrada del Recinto de Protección y Medida Centro 3	30	240 mm ²	640
SUBTERRÁNEA	Recinto de BT CT3	Devanado de BT del transformador Centro 3	0,69	5x(3x240 mm ²)	10
SUBTERRÁNEA	Devanado de MT del transformador Centro 3	Entrada del Recinto de Protección Centro 3	30	240 mm ²	10
SUBTERRÁNEA	Salida del Recinto de Protección y Medida Centro 3	Entrada Subestación de abonado	30	240 mm ²	503
TOTAL					1516

1.1.6.- Nº de conductores y sección.

TRAMOS SUBTERRANEOS:

Nº de conductores:	3
Sección:	240 mm ² Al
Tipo de conductor:	HEPR-Z1

1.1.7.- Punto de entronque (inicio)

La línea considerada tiene su punto de inicio en el Polígono 53, Parcela 97 de Mazarrón, Murcia, en el devanado de alta de la máquina estática del Centro 1 de la planta fotovoltaica a construir.

1.1.8.- Final de línea.

El final de la línea se encuentra en la Subestación de abonado de relación 30/66 kV, en el Polígono 53, Parcela 97 en la población de Mazarrón, Murcia.

1.1.9.- Presupuesto total.

El Presupuesto de la línea de evacuación se encuentra reflejado en el Documento: Presupuesto General. Este documento está incluido en la documentación presentada.

1.1.10.- Cruzamientos.

No procede

1.1.11.- Paralelismos.

No procede

1.1.12.- Paso por zonas que exija condicionado.

No existen zonas afectadas por el tendido propuesto que exijan condicionado.

1.2.- Objetivo del proyecto.

La Sociedad peticionaria, VF RENOVABLES 15, S.L. tiene por objeto instalar una línea eléctrica subterránea de Alta Tensión, para el volcado de la energía generada por una Huerta Solar, con tres centros de transformación de BT a MT a una Subestación de abonado de 30/66 kV, propiedad de la misma. Es necesario evacuar 7996,8 kW_p a través de la línea de interconexión.

El nº de expediente de Iberdrola, correspondientes a cada uno de los circuitos son:

9037535932 Punto de acceso y conexión.

En el presente proyecto se detallan las características correspondientes a esta línea subterránea que se pretende instalar y las condiciones que debe cumplir.

La redacción de este proyecto tiene por objeto describir y justificar la instalación de la línea de interconexión, compuesta por una línea subterránea de Alta Tensión, perteneciente al Huerto Solar Leyva III en Mazarrón (Murcia).

El presente documento servirá de base para la tramitación ante los diferentes organismos competentes de los permisos y autorizaciones necesarios para la puesta en marcha y explotación de la instalación.

1.3.- Reglamentaciones y disposiciones oficiales.

En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a instalaciones aéreo-subterráneas de M.T. contenidas en la legislación referidas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico Para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- 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
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; 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 y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Ley 54/97 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; 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 y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 21-4-99).
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que correspondan.
- Orientaciones particulares de Normalización de la Empresa distribuidora de zona.
- Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por el M.I. Ayuntamiento de Mazarrón.

1.4.- Titular de la instalación.

Titular: VF RENOVABLES 15, S.L.

CIF: B44547548

Dirección: Avda. Casalduch, nº 36, bajo.

Localidad: CP 12005 Castellón de la Plana (Castellón).

1.5.- Emplazamiento de las líneas de Media Tensión.

La actividad a desarrollar se trata de una Instalación de energía solar fotovoltaica en el término municipal de Mazarrón, concretamente situado al noroeste del casco urbano del municipio, a 7.8 km de la población, en parcelas en suelo no urbanizable, quedando enmarcada por RM-315 al Norte, RM-D4 al Sur, y RM-3 "Autovía Totana-Mazarrón" al Este.

Las líneas de interconexión entre Centros de Transformación se sitúan en el Polígono 53, Parcela 97 del municipio de Mazarrón, Murcia.

1.6.- Plazo de ejecución.

El plazo previsto para su ejecución es inmediato tras su aprobación.

1.7.- Potencia a transportar.

Dada la capacidad de transporte del circuito a instalar, y la longitud total definida para esta instalación, la potencia máxima a transportar por esta línea, limitada por su máxima corriente de 345 A en el lado de Alta tensión será de 16.134 kW.

1.8.- Descripción de la instalación de la Línea de Media Tensión.

Trazado.

La línea en proyecto se ha estudiado conforme a los permisos de colocación de los apoyos actuales, de forma que su longitud sea la mínima posible, considerando la orografía del terreno y la propiedad de los mismos.

Será línea subterránea hasta la subestación de abonado.

Impacto ambiental.

Se considera que el presente proyecto si está sujeto a Evaluación Ambiental según Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

Materiales.

Todos los materiales utilizados en la presente instalación serán los normalizados o aceptados por la empresa distribuidora de zona. En particular: Iberdrola distribución.

En el Pliego de Condiciones del presente proyecto estarán reflejadas las características aceptadas por la empresa distribuidora de zona.

Tomas de tierra.

Se utilizará picas de acero cobrizado de 2 metros y 14,6 mm de diámetro enterrados a una profundidad de más de 0,5 metros, unidas a los apoyos con conductor de cobre de 50 mm² de sección ($R_{min}=80 \Omega$); en los apoyos con elementos de maniobra, se instalará además un anillo difusor con la misma configuración y situado a un mínimo de 2 metros de las aristas exteriores de la cimentación ($R_{min}=20 \Omega$), según recomendación UNESA 3303 (05/88).

El tipo de conductor a utilizar será el que corresponda a la siguiente designación:

Para el tramo subterráneo:

Se utilizarán conductores de aluminio, según recomendación UNESA 3303.

El tipo de conductor a utilizar será el que corresponda a la siguiente designación:

Tipo de conductor	HEPR-Z1 1x240 mm ² Al 18/30 kV
Tipo constructivo	Unipolar
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección	240 mm ²
Aislamiento	Polietileno-reticulado, tipo (XLPE)
Pantalla	Corona de 25 mm ² . compuesta por hilos de Cu y contraespira de cinta de Cu.
Armadura	Cable no armado

Protecciones eléctricas.

En el origen de la línea de abonado se instalarán seccionadores fusibles de expulsión tipo XS en cada circuito, para protección contra sobrecargas y cortocircuitos, en su caso.

Castellón de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

2.- Cálculos justificativos.

2.1.- Eléctricos.

2.1.1.- Densidad máxima de corriente. Capacidad de transporte de potencia.

Respecto al tramo subterráneo y dada la capacidad de transporte del conductor correspondiente a la parte subterránea de este proyecto y la longitud definida para esta parte de la instalación, la potencia máxima a transportar por esta línea, limitada por su máxima densidad de corriente, es de 16.134 kW. No obstante, la potencia máxima a transportar para este proyecto es de 7950 kW.

El conductor a utilizar, indicado en el apartado 1.8, en régimen permanente y a corriente trifásica de frecuencia normalizada, es capaz para una intensidad máxima admisible de 345 A, por lo que la potencia máxima que puede transportar la línea será de:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

siendo,

P : Potencia máxima de transporte en kilovoltamperes. (kVA)

V : Tensión de la línea entre fases en kilovoltios (kV)

I : Intensidad máxima admisible en amperios. (A)

Tomando valores de cálculo se tendrá:

TRAMOS A 30 kV:

$$P = \sqrt{3} \times 30 \times 345 \times 0,9$$

Potencia máxima del transporte por línea	16.134 kW

Potencia de proyecto	8000 kW

2.1.2.- Reactancia y resistencia.

Para el tramo subterráneo a 30 kV:

Resistencia, a 105°C 0,169 Ω /km

Reactancia a 50 Hz 0,113 Ω /km

2.1.3.- Caída de tensión a la máxima capacidad portante.

Para el cálculo de la c.d.t. del tramo subterráneo, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

siendo,

ΔU : Caída de tensión en voltios (V.)

L: Longitud de la línea en kilómetros (km.)

I: Intensidad máxima admisible. (A.)

R: Resistencia del conductor en Ω /km

X: Reactancia del conductor en Ω /km

$\cos\varphi$: 0,8 (factor de potencia)

$\sin\varphi$: 0,6

Y la c.d.t. porcentual por la expresión:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot \Delta U}{U}$$

Obteniendo los siguientes valores de cálculo para la potencia expuesta anteriormente en el extremo de la línea sobre la tensión indicada:

Línea	Longitud línea (m.)	Tipo de conductor	I (A)	c.d.t. (V.)	c.d.t. (%)
Tramo 1	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	67,64	0,237	0,00079

Tramo 2	313	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	67,64	7,4	0,024
Tramo 3	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	24,92	0,087	0,00029
Tramo 4	640	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	92,56	20,83	0,069
Tramo 5	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	67,64	0,237	0,00079
Tramo 6	503	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	160,21	28,33	0,094

2.1.4.- Pérdida de potencia.

Por el valor de la caída de tensión del subterráneo, obtenida en el punto anterior, se puede afirmar que la pérdida de potencia a la máxima carga prevista en la Línea Subterránea de Media Tensión por el efecto Joule, viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Línea	Longitud línea (m.)	Tipo de conductor	P	P (%)
Tramo 1	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	23,19	0,0003
Tramo 2	313	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	726,03	0,009
Tramo 3	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	3,14	0,00004
Tramo 4	640	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	2779,9	0,035
Tramo 5	10	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	23,19	0,0003
Tramo 6	503	HEPRZ1 3x240 mm ² Al 18/30 kV	6545,68	0,083

2.2.- Cálculos Mecánicos.

2.2.1 Tensión Máxima Del Tendido (T₀):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (T₀), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.

b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

2.2.2 Vano De Regulación

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- a_i : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- b_i : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i . (m)
- a_i : Proyección horizontal de b_i (m)

2.2.3 Ecuación De Cambio De Condiciones

La "ecuación de cambio de condiciones" nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- T_o : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- θ_o : Temperatura en las condiciones iniciales ($^{\circ}\text{C}$).
- P_o : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- T : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- θ : Temperatura en las condiciones finales ($^{\circ}\text{C}$).
- P : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- S : Sección del conductor (mm^2).
- E : Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm^2).
- α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor ($\text{m}/^{\circ}\text{C}$).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

Flecha Máxima

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- a : Longitud proyectada del vano (m).
- h : Desnivel (m).

- b : Longitud real del vano (m) $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$

- T : Componente horizontal de la tensión (kg).

- p : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **6 metros**.

2.2.4 Distancias De Seguridad

2.2.4.1 Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., en todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a: $D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$ (con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 66 kV le corresponde una D_{el} de 0,7 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de: $D_{add} + D_{el} = 6 \text{ metros}$.

- $D_{add} + D_{el}$: Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

2.2.4.2 Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

- D : Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

- K : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..

- F : Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).

- L : Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.

- D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

2.2.4.3 Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el} .

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso: $D_{el} = 0,7$ metros.

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

2.2.4.4 Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{E_c}{2}}{P \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T_{-\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) + \frac{P_c}{2}}$$

- γ : Ángulo de desviación.
- E_c : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- P_c : Peso de cada cadena (kg).
- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- h_1 y h_2 : Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{H+V/2}$: Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- d : Diámetro del conductor (m).
- P : Peso unitario del conductor (kg/m).
- K_v : Presión mitad del viento (kg/m²).

2.2.5 Apoyos

2.2.5.1 Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

2.2.5.2 Acciones consideradas

2.2.5.3 Cargas verticales:

- Carga vertical permanente (P_{vp}):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

- a_1 y a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- P_{cond} : Peso propio del conductor.
- P_{cad} : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n : Número de conductores.
- h_1 y h_2 : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (S_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- P_h : Sobrecarga de hielo. En zona B = $0,18 \cdot \sqrt{d}$ (Kg/m); en zona C = $0,36 \cdot \sqrt{d}$ (kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).

2.2.5.4 Cargas horizontales:

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

- q : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo $q = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2$ Kg/m² cuando

$$d \leq 16 \text{ mm y } q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm}.$$

- d : diámetro del conductor en mm.

- Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- Desequilibrio de tracciones (D_t):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

$U_n \leq 66\text{kV}$, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

$U_n > 66\text{kV}$, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

$U_n \leq 66\text{kV}$, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- Rotura de conductores (R_c):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

2.2.6 Cimentaciones

2.2.6.1 Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot (h_t / 2 + 2/3 \cdot t)$$

- F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- t = Profundidad de la cimentación en m.
- F_v = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- h_t = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$\text{Donde: } M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4; \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a ;$$

Siendo:

- M_1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
- M_2 = Momento debido a las cargas verticales.
- K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad ($\text{Kg}/\text{cm}^2 \times \text{cm}$)
- a = Anchura de la cimentación en metros.
- p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

2.2.7 Aislamiento Y Herrajes

2.2.7.1 Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$\text{C.S.} = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores U70BS con un coeficiente de seguridad de:

$$\text{C.S.} = 7000 / 1438 = 4,87$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

2.2.7.2 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Castellón de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

3.-Pliego de condiciones

Condiciones Generales.

3.1.- Objeto.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

3.2.- Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.3.- Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.3.1.- Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- f) Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- g) Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- h) Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y Real Decreto 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.3.2.- Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni

clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3.3.- Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.4.- Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.4.1.- Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así

como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuáles serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.4.2.- Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.4.3.- Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán

ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.4.4.- Recepción del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.4.5.- Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.4.6.- Facilidades para la inspección.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las

condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.4.7.- Ensayos.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

3.4.8.- Limpieza y seguridad en las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

3.4.9.- Medios auxiliares.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.4.10.- Ejecución de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado

4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.4.11.- Subcontratación de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.12.- Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la

realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.4.13.- Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas.

3.4.14.- Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.4.15.- Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.4.16.- Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.4.17.- Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo

reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.5.- Disposición final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

3.6- Objeto y campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.7- Ejecución del trabajo.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas y el estado del arte.

3.7.1.- Replanteo de los apoyos.

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las

estaquillas la siguiente disposición:

- A. Una estaquilla para los apoyos de madera.
- B. Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.
- C. Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

3.7.2.- Apertura de hoyos.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- **Excavación:** Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- **Explanación:** Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las

cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, ésto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en

el terreno.

3.7.3.- Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

3.8.- Cimentaciones.

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los

apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

3.8.1.- Arena.

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm³ de arena, los cuáles se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso): 1 parte de cemento.

3.8.2- Partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silícea y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

3.8.3.- Grava.

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

3.8.4.- Cemento.

Se empleará cualquiera de los cementos tipo Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Prevía autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

3.8.5.- Agua.

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

3.8.6.- Hormigón.

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

- A. Cemento: 1
- B. Arena: 3
- C. Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

3.8.7.- Ejecución de las cimentaciones.

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un

trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.
- e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.
- f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

3.9.- Armado e izado de apoyos.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos,

incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos

apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación, se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

3.10.- Protección de las superficies metálicas.

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

3.11.- Tendido, tensado y engrapado de los conductores.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramientas y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

3.11.1.- Colocación de aisladores.

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos

no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

3.11.2.- Tendido de los conductores.

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T.,

B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

3.11.3.- Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150° .

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán

preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

3.12.- Reposición del terreno.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

3.13.- Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico.

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

3.14.- Tomas de tierra.

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hinca del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electroodos de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

3.14.1.- Electroodos de difusión.

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20Ω , los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm^2 de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm^2 de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

3.14.2.- Anillo cerrado.

La resistencia de difusión no será superior a 20Ω , para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm^2 , pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm^2 de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

3.14.3.- Comprobación de los valores de resistencia de difusión.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3.15.- Materiales.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.15.1.- Reconocimiento y admisión de materiales.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.15.2.- Apoyos.

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

3.15.3.- Herrajes.

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados como tratamiento superficial.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

3.15.4.- Aisladores.

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.15.5.- Conductores.

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

3.16.- Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

3.17.- Calidad de cimentaciones.

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

3.17.2.- Tolerancias de ejecución.

Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

- De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.
- De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.
- De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno

sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

Castellón de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

4.- Presupuesto y mediciones.

Las mediciones y el presupuesto correspondiente a la línea de evacuación, aérea y subterránea, se encuentra en el apartado "Presupuesto General" adjunto a la documentación presentada.

Castellón de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

5.- Estudio Básico de Seguridad y Salud (Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre y posteriores/concordantes)

Conforme al apartado 2 del artículo 4 del R.D. 1627/97 se expone a continuación el estudio básico de seguridad y salud, donde se precisan las normas aplicables a la obra.

Todos los trabajos comprendidos en el desarrollo del presente proyecto se prevén sin tensión, sin proximidad real a una línea de alta tensión, por lo que no caben los supuestos del Anexo II relativo a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

5.1.- Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación de Líneas de Media Tensión se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en el proyecto, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

No se estima riesgo alguno en la ejecución de los trabajos de empalme y conexión, únicamente los propios del manejo de los útiles de pelado de los conductores y el cimpado de los terminales, al ser realizados dichos trabajos de instalación sin tensión.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente. La obligación de señalizar alcanzará no solo a la propia obra, sino a aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

El constructor, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas, hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., señalizándolos adecuadamente. Decidirá las chapas de acero que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo la obra.

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de circulación, etc.

Todo el recinto cuenta con acceso restringido a la obra.

La zanja se deberá abrir con la máxima precaución en las zonas donde existan servicios de esta u otra empresa suministradora, instalados con antelación a la ejecución del proyecto.

Las dimensiones de la zanja han sido definidas en el presente proyecto.

El transporte de los elementos necesarios se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Los elementos estarán convenientemente calzados y se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que los abracen sobre su cara exterior, tomando las debidas precauciones para no dañarlos.

La carga y descarga se realizará mediante grúa pluma con los medios de elevación adecuados a su peso; dejándose caer al suelo desde un camión o remolque con las debidas precauciones.

5.1.1.- Tendido de conductores subterráneos.

El transporte de las bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no se podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará mediante barrotes que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso; no se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de barrón y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida del cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo y por una funda de malla metálica.

Habrà una coordinación entre los operarios que corten el cable y los que lo tiendan. Está coordinación se hará por medio de elementos visuales o de transmisión por radio, para que no se produzcan torsiones, cocas, nudos aplastamientos, roturas de alambres y excesos de tensión en el conductor.

5.2.- Pruebas reglamentarias.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o las recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

5.3.- Condiciones de puesta en servicio, uso, mantenimiento y seguridad.

Prevenciones generales.

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en la zona de trabajo a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejar todo el perímetro vallado.

2. Se pondrán en sitio visible, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior de la zona de trabajo no habrá más objetos que los destinados a la ejecución de los trabajos.
4. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
5. Todas las maniobras se efectuarán con pértigas aislantes en el caso de seccionadores aéreos y siempre con las debidas medidas de protección.
6. En sitio bien visible de los centros de transformación, reparto y seccionamiento, estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respeto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Conselleria de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación, para su inspección y aprobación, en su caso.

Puesta en servicio.

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa.

Separación de servicio.

1. Se procederá en orden inverso al determinado en apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

2. Al ser interruptor automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior, se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de esta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Prevenciones generales.

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60° C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la empresa suministradora, para corregirla de nuevo con ella.

PRESUPUESTO GENERAL

Seguidamente se calculará el presupuesto para la instalación:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED SOBRE TERRENO "LEYVA III"				
DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CTD.	PRECIO UD.	SUBTOTAL
OBRA CIVIL				
Acondicionamiento del terreno. Topografía de los elementos y equipos de la instalación.	Ud.	2.500	8,21	20.525,00 €
Instalación de vallado perimetral de simple torsión, plastificada en verde, postes tubulares a tres metros, galvanizado por inmersión en caliente, con refuerzo de doble tornapunta y tensores cada 50 m.	Ud.	1.500	17,18	25.770,00 €
Excavación de zanja en terreno para canalizaciones de corriente continua, baja tensión, control y seguridad, con una profundidad media de 75cm, y un ancho medio de 40 cm, incluso transporte a vertedero de las tierras sobrantes. Incluye relleno y compactación de zanja tanto con material propio de la excavación, como material de aporte arena de río.	Ud.	1	13500,00	13.500,00 €
Suministro e instalación de arqueta prefabricada de polipropileno o PVC oculto bajo capa pisable.	Ud.	50	86,40	4.320,00 €
TOTAL OBRA CIVIL				64.115,00 €
GENERADOR FOTOVOLTAICO				
Módulo fotovoltaico JINKO SOLAR JKM400M-72H-V, monocristalino de 72 células. Con doble certificación PID 85. Certificado para soportar rachas de viento (2.400 Pascal) y cargas de nieve (5.400 Pascal). Características: - Tipo de célula Monocristalina 156×156 mm - N ° de células 72 (Half Cut) - Dimensiones 2008 x 1002 x 40 mm - Peso 22.5 kg - Vidrio Frontal 4 mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado - Caja de Conexión Clase IP67 - Cables de Salida TÜV 1×4,0 mm², longitud: 1290 (+) & 1450 (-) mm - Potencia nominal ($P_{m\acute{a}x}$): 400 W_p - Tensión en el punto $P_{m\acute{a}x}$ - V_{MPP} (V): 41,7 V - Corriente en el punto $P_{m\acute{a}x}$ - I_{MPP} (A): 9.6 A - Tensión en circuito abierto - V_{OC} (V): 49.8 V - Corriente de cortocircuito - I_{SC} (A): 10.36 A	Ud.	19.992	90,45	1.808.276,40 €
TOTAL GENERADOR FOTOVOLTAICO				1.808.276,40 €
CAJAS DE PROTECCIÓN Y CONTADORES				
Caja de protección de string: fusibles gPV por cadena, interruptor manual general, equipo de protección contra sobretensiones, puesto a tierra. Totalmente instalado y conectado.	Ud.	42	3.324,00	139.608,00 €
Caja de contadores, con espacio para los mismos, incluido montaje de elementos y accesorios. Totalmente instalado y conectado	Ud.	1	4.678,32	4.678,32 €

TOTAL CAJAS DE PROTECCIÓN Y CONTADORES	144.286,32 €

EQUIPOS INVERSORES				
Equipo inversor centralizado del fabricante Power Electronics. Dispone de monitoreo inteligente de 12 líneas y resolución rápida de problemas. Comunicación de línea de alimentación (PLC) compatible. Diagnóstico de curva inteligente IV soportado Max. eficiencia 99.0%; Eficiencia europea 98.8%; 6 MPPT por unidad, reduciendo efectivamente el desajuste de cadena. Con varias fases de troceado de señal. Tecnología de refrigeración natural y forzada controlada. Grado de protección de IP65. Descargadores de sobretensiones tipo II para DC y AC. Desconexión DC integrada, segura y conveniente para el mantenimiento. Unidad de Monitoreo de Corriente Residual (RCMU) integrada. Diseño sin fusibles	Ud.	3	76.136,00	228.408,00 €
TOTAL EQUIPOS INVERSORES				228.408,00 €

ESTRUCTURA SOPORTE				
Estructura metálica para soporte de módulos fotovoltaicos, galvanizada, con capacidad para 28 módulos fotovoltaicos JINKO SOLAR JKM400M-72H-V. Inclínación 29°.	Ud.	714	967,12	690.523,68 €
Montaje de estructura soporte, módulos y equipos. Cableado, accesorios y puesta a tierra (incluidos materiales)	Ud.	1	207.423,60	207.423,60 €
TOTAL ESTRUCTURA SOPORTE				897.947,28 €

LINEAS ELÉCTRICAS				
Suministro e instalación de cableado de cobre de 1x6mm ² , de tensión 1,8 kV _{DC} , flexible, tipo PV ZZ-F/H1Z2Z2-K ROJO o equivalente.	Mts.	17.850	0,54 €	9.639,00 €
Suministro e instalación de cableado de cobre de 1x6mm ² , de tensión 1,8 kV _{DC} , flexible, tipo PV ZZ-F/H1Z2Z2-K NEGRO o equivalente.	Mts.	17.850	0,54 €	9.639,00 €
Suministro e instalación de rejiband 60x60mm, galvanizado en caliente. Bandeja de rejilla de 60mm de altura, ancho de 60 mm, fabricada en acero, acabado en galvanizado caliente con borde de seguridad para soporte y conducción de cables.	Mts.	10.710	1,40 €	14.994,00 €
Línea BT 3x95+1x50 Al. Cable unipolar trifásico, tipo RV-K, para una tensión de 0,6/1 kV, formado por tres conductores de 120 mm ² de sección y uno de 50 mm ² para cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 2002.	Mts.	2.255	2,45	5.524,75 €
Línea BT 3x120+1x70 Al. Cable unipolar trifásico, tipo RV-K, para una tensión de 0,6/1 kV, formado por tres conductores de 120 mm ² de sección y uno de 60 mm ² para cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 2002.	Mts.	1.484	2,97	4.407,48 €
Línea BT 3x150+1x70 Al. Cable unipolar trifásico, tipo RV-K, para una tensión de 0,6 kV, formado por tres conductores de 150 mm ² de sección y uno de 70 mm ² para cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, conforme al Reglamento	Mts.	1.242	3,39	4.210,38 €

Electrotécnico para Baja Tensión 2002.				
Línea BT 3x185+1x95 Al. Cable unipolar trifásico, tipo RV-K, para una tensión de 0,6 kV, formado por tres conductores de 185 mm ² de sección y uno de 95 mm ² para cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 2002.	Mts.	790	4,38	3.460,20 €
Línea BT 3x240+1x120 Al. Cable unipolar trifásico, tipo RV-K, para una tensión de 0,6 kV, formado por tres conductores de 240 mm ² de sección y uno de 120 mm ² para cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 2002.	Mts.	326	5,17	1.685,42 €
TOTAL LÍNEAS ELÉCTRICAS				53.560,23 €

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				
CT - Obra civil				
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, con dos habitáculos, tipo EPH o equivalente, de dimensiones generales exteriores aproximadas 7.500 mm de largo por 2.400 mm de ancho por 3.100 mm de alto. Incluye acondicionamiento del terreno, el edificio prefabricado y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. Totalmente montado, acabado y testeado en obra. Según normativa vigente.	Ud.	3	11.328,75	33.986,25 €
Zona de ubicación de transformador de potencia, de 24 m ² de superficie, compuesta por vallado perimetral metálico o enrejado, para exteriores, de simple torsión o similar, según MIE RAT-15, con puerta de acceso de similares características y materiales, incluso acondicionamiento del terreno. Totalmente construido, terminado y testeado. Según normativa vigente.	Ud.	3	2.100,00	6.300,00 €
Cubeta de retención contra incendios y derrames, así como recogida de aguas pluviales. Realizada en acero galvanizado, conforme a ISO 1461-2002, con filtro conforme EN 858-1, homologada por compañía suministradora, transporte, montaje y accesorios, según MIE RAT 14 y 15. Totalmente montado y testeado. Según normativa vigente.	Ud.	3	2.234,32	6.702,96 €
Total obra civil				46.989,21 €
CT - Equipo de MT				
Celda de Entrada / Salida 1: CXL2 Celda modular de línea, tipo CML de Inael o equivalente, con aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, con las siguientes características: * Un = 36 kV * In = 630 A * Icc = 20 kA / 50 kA * Dimensiones aprox: 524 mm / 850 mm / 1.620 mm Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios. Según normativa vigente.	Ud.	5	1.520,83	7.604,15 €

Celda de Medida: CMM-B Celda modular de medida, tipo CMM-B de Inael o equivalente, con las siguientes características: * Tres transformadores de tensión, de relación 22000:R3/110:R3-110:R3-110:R3. * Resistencia ferroresonancia de 25 Ω * Dimensiones aprox: 700 mm / 1.055 mm / 1.620 mm Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios. Según normativa vigente.	Ud.	1	3.980,12	3.980,12 €
Celda de maniobra: CXPA-2 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CMPAS de Inael o equivalente, con las siguientes características: * $U_n = 36$ kV * $I_n = 630$ A * $I_{cc} = 20$ kA / 50 kA * Dimensiones aprox: 524 mm / 850 mm / 1.620 mm Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios. Según normativa vigente.	Ud.	4	6.524,85	26.099,40 €
Celda de medida 2: CMM Celda modular de medida, tipo CMM de Inael o equivalente, con las siguientes características: * Tres transformadores de intensidad, de relación 300-600/5-5-5 * Tres transformadores de tensión, de relación 33000:R3/110:R3-110:R3-110:3. * Resistencia ferroresonancia de 25 Ω * Dimensiones aprox: 700 mm / 1.055 mm / 1.620 mm Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios. Según normativa vigente.	Ud.	1	5.521,87	5.521,87 €
Celda corte con interruptor automático, telecomandada: CXPA-2 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, tipo CMPAS-2 de Inael o equivalente, con las siguientes características: * $U_n = 36$ kV * $I_n = 630$ A * $I_{cc} = 20$ kA / 50 kA * Dimensiones aprox: 524 mm / 850 mm / 1.620 mm * Mando: motorizado y telemando Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios. Según normativa vigente.	Ud.	1	7.700,21	7.700,21 €
Total Equipo de MT				50.905,75 €
CT - Equipos de potencia				

Transformador trifásico elevador de tensión marca IMEFY o equivalente, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible, de potencias 3600/2200 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 0,69 kV y tensión secundaria 30 kV en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 7 y 6 % y regulación primaria. Se incluye también una protección con Termómetro. Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	3	35.265,34	105.796,02 €
Total equipos de potencia				105.796,02 €
CT - Sistema de Puesta a Tierra				
Tierras Exteriores Protección Transformación: Anillo rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	4	560,75	2.243,00 €
Tierras Exteriores Servicio Transformación: Picas alineadas Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: * Geometría: Picas alineadas * Profundidad: 0,8 m * Número de picas: dos * Longitud de picas: 2 metros * Distancia entre picas: 3 metros Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	4	635,13	2.540,52 €
Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamentada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	4	428,48	1.713,92 €
Total sistema de tierras				6.497,44 €
CT - Varios				

Equipo de Protección y Control: Unidad de Control integrado Compuesta por sistemas TLS-300 + TCP-M o equivalente para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, con funciones de telecontrol y capacidad de mando local. Funciones de procesamiento de las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminación de la influencia de fenómenos transitorios, con posibilidad de cálculo de las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia, ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. con Protocolos PROCOME, DNP3.0, Modbus RTU, IEC60870-5-101, IEC60870-5-103, etc. Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	1	17.133,66	17.133,66 €
Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: * Banquillo aislante * Par de guantes aislantes * Una palanca de accionamiento * Armario de primeros auxilios * Extintor eficacia 21A 113B C Se incluyen el montaje y conexión. Puesta en obra, totalmente instalada y testeada, incluso accesorios y pequeño material. Según normativa vigente.	Ud.	4	255,60	1.022,40 €
Total varios				18.156,06 €
TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				228.344,48 €

LÍNEA DE EVACUACIÓN				
LS - Tramos de línea subterránea MT				
Excavación de zanja normalizada para instalación eléctrica, en tierras de dureza media, mediante medios mecánicos, incluso entibación, de dimensiones 600 x 1.000 mm). Incluso retirada de matorral, cantos. Homologada por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	m³	892	67,21	59.951,32 €
Adecuación y reposición de zanja para instalación eléctrica de MT, incluido alisamiento de sus paredes y suelo. Colocación de base de zahorra normalizadas de espesor mínimo de 10 cm. y tapado de zanja mínimo de 10 cm por arriba de la generatriz superior del tubo y posterior reposición del firme inicial. Homologada por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	m³	863	40,33	34.804,79 €
Suministro, transporte y colocación de tubo de 160 mm. de diámetro. Incluso empalmes en caso necesario, incluido pequeño material. Incluso conectores necesarios y conexión. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	1486	11,76	17.475,36 €
Suministro, transporte y colocación de banda de señalización de línea eléctrica de MT. Homologado por	Ud.	1486	1,68	2.496,48 €

INGRA Servicios de Ingeniería

compañía eléctrica. Según normativa vigente.				
Suministro, transporte y colocación de protección de canalización de línea eléctrica. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	1486	3,02	4.487,72 €
Suministro, transporte y tendido de cable tipo HEPR-Z1 de sección 240 mm ² , en canalización subterránea. Incluso empalmes en caso necesario, incluido pequeño material. Incluso conectores necesarios y conexión. Homologado por compañía eléctrica. Según normativa vigente.	Ud.	4458	9,75	43.465,50 €
Total Tramos de línea subterránea MT				162.681,17 €
TOTAL LINEA DE EVACUACIÓN				162.681,17 €

RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL

TOTAL OBRA CIVIL	64.115,00 €
TOTAL GENERADOR FOTOVOLTAICO	1.808.276,40 €
TOTAL CAJAS DE PROTECCIÓN Y CONTADORES	144.286,32 €
TOTAL EQUIPOS INVERSORES	228.408,00 €
TOTAL ESTRUCTURA SOPORTE	897.947,28 €
TOTAL LÍNEAS ELECTRICAS	53.560,23 €
TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	228.344,48 €
TOTAL LÍNEA DE EVACUACIÓN	162.681,17 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	5.862,28 €
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS	2.435,30 €
TOTAL PROYECTO	3.595.916,46 €

El presupuesto total asciende a la cantidad de tres millones quinientos noventa y cinco mil, novecientos dieciséis euros con cuarenta y seis céntimos de euro. A este precio habrá que añadirle el I.V.A.

Castelló de la Plana, a 27 de febrero 2020

Fdo.: Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

CONCLUSIÓN

Conclusión

Descrito y justificado el presente proyecto y las partes que lo constituyen, de conformidad con las disposiciones oficiales que regulan la materia, se da por concluido elevándolo a la consideración de los organismos competentes para su aprobación y legalización, quedando a su disposición para cuantas aclaraciones se estimen oportunas.

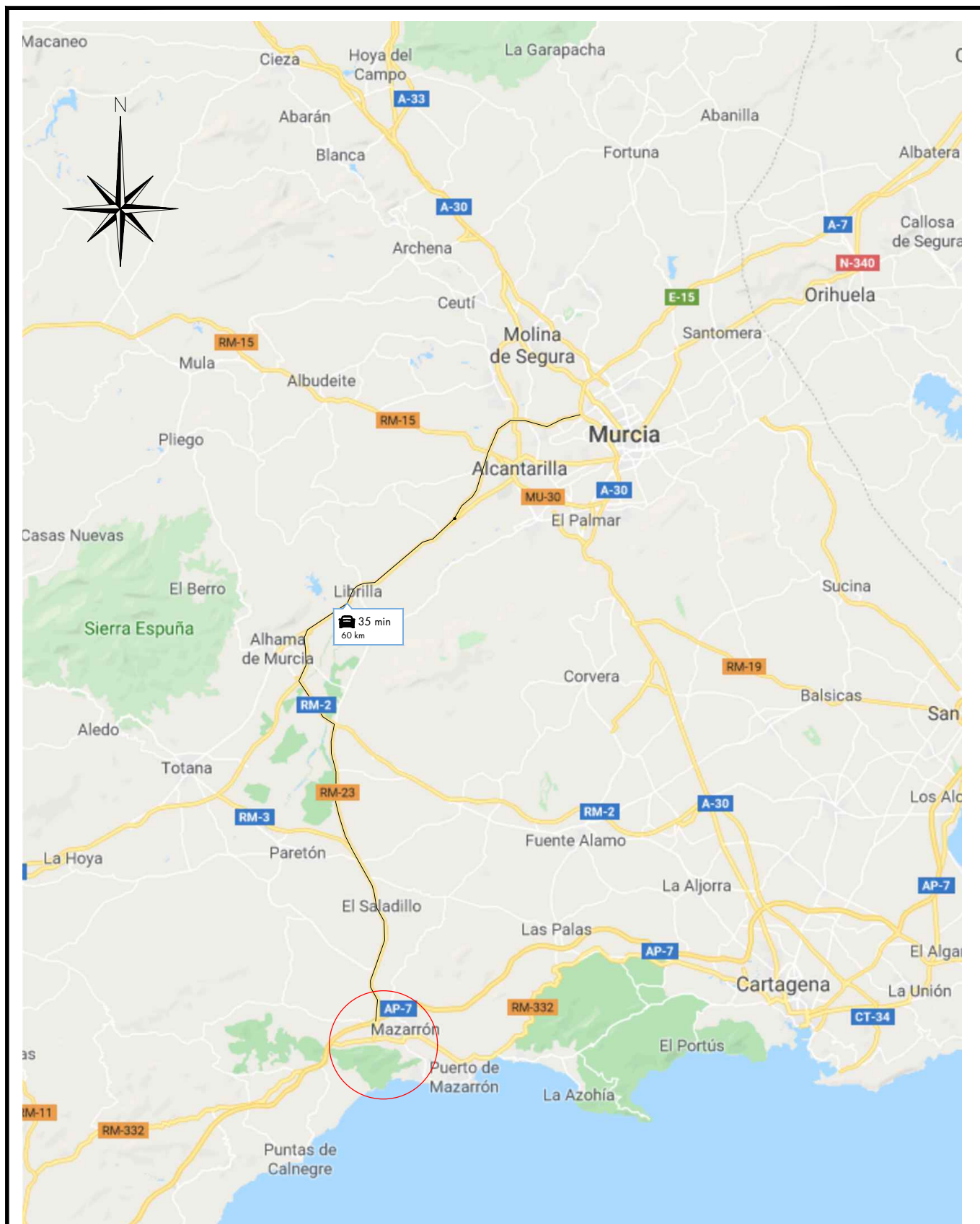
Castelló de la Plana, 23 de marzo de 2020.

Fdo.: José Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

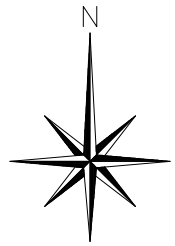
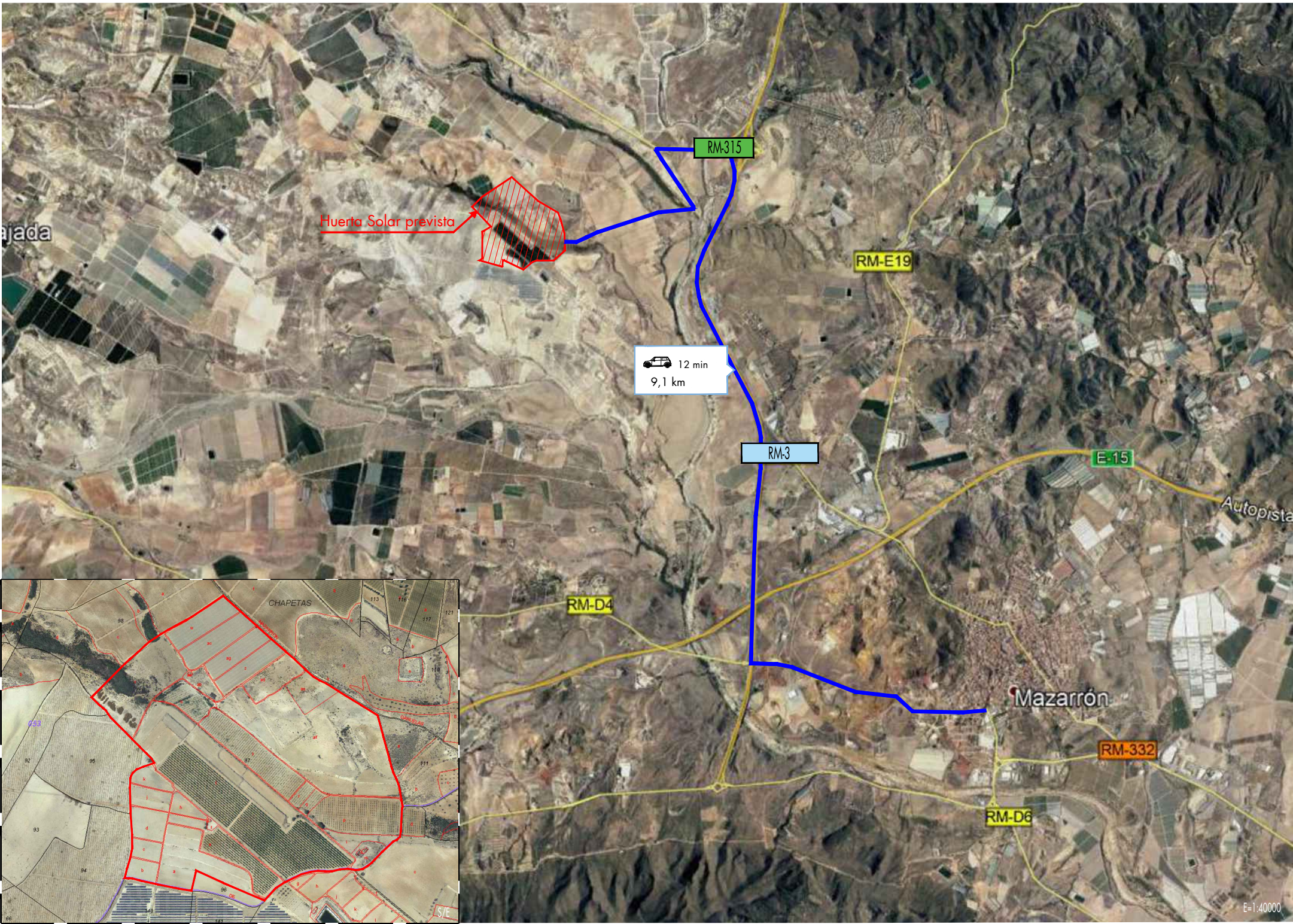
PLANOS

Indice de planos

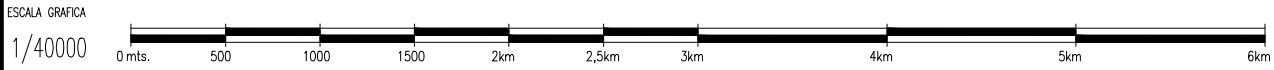
- 973 - FV - 00.- Situación
- 973 - FV - 01.- Emplazamiento.
- 973 - FV - 01.1. – Distribución en planta zona "B y zona "C"
- 973 - FV - 01.2. – Distribución en planta zona "A"
- 973 - FV - 01.2. – Información cartográfica elementos instalación
- 973 - FV - 02.- Distribución general de la instalación
- 973 - FV - 03.- Esquema unifilar general
- 973 - FV - 04.- Detalle toma de tierra
- 973 - FV - 05.- Estructura de soporte
- 973 - FV - 06.- Detalles Centro de transformación
- 973 - FV - 07.- Vistas exteriores Centro de transformación
- 973 - FV - 08.- Detalle transformador
- 973 - FV - 09.- Red de tierras Centro de transformación
- 973 - FV - 10.- Esquema unifilar Centro de transformación
- 973 - FV - 11.- Tendido de terna de cables unipolares



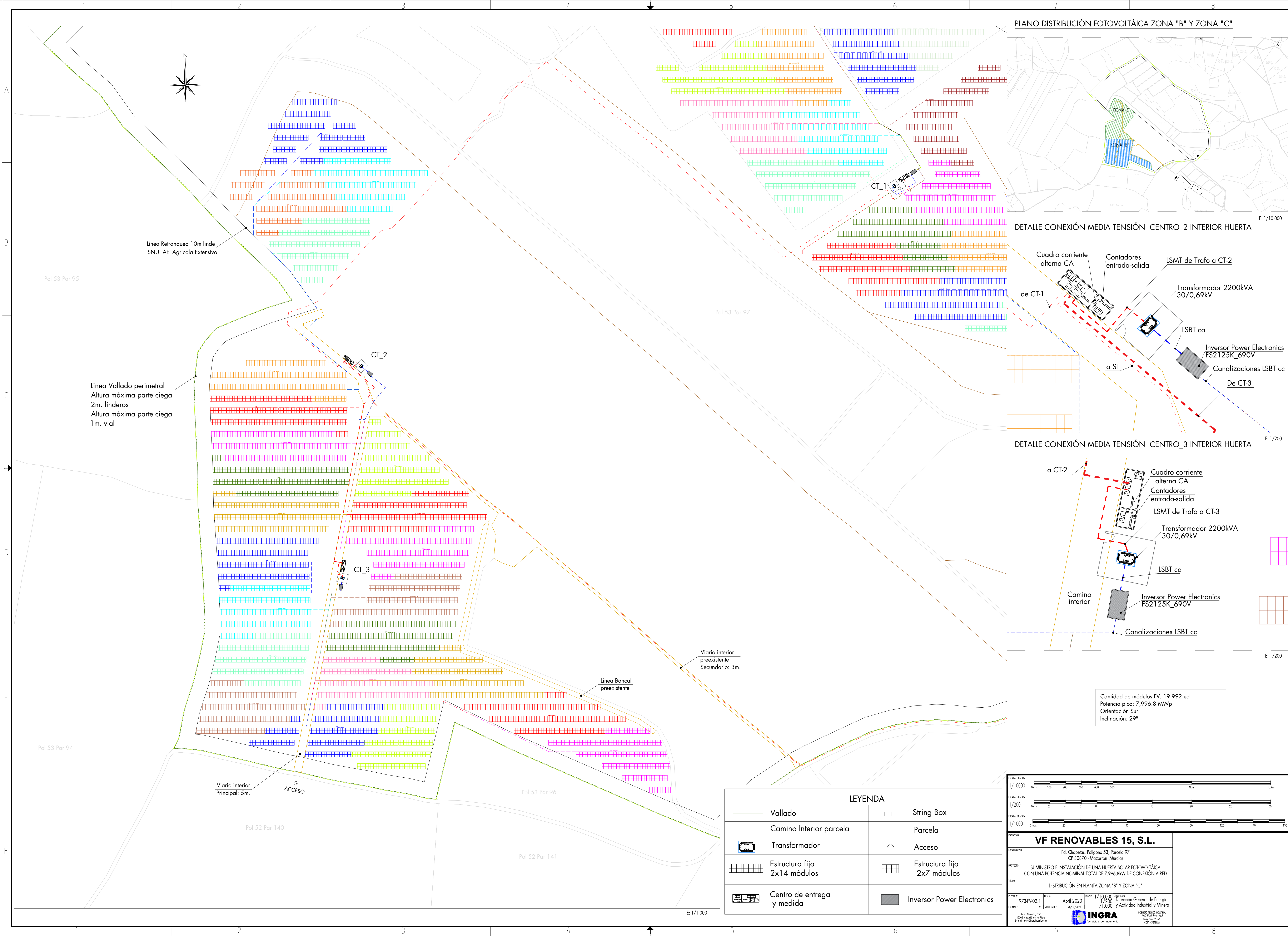
PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN			
Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO			
SITUACIÓN			
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-00	Abril 2020	S/E	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	

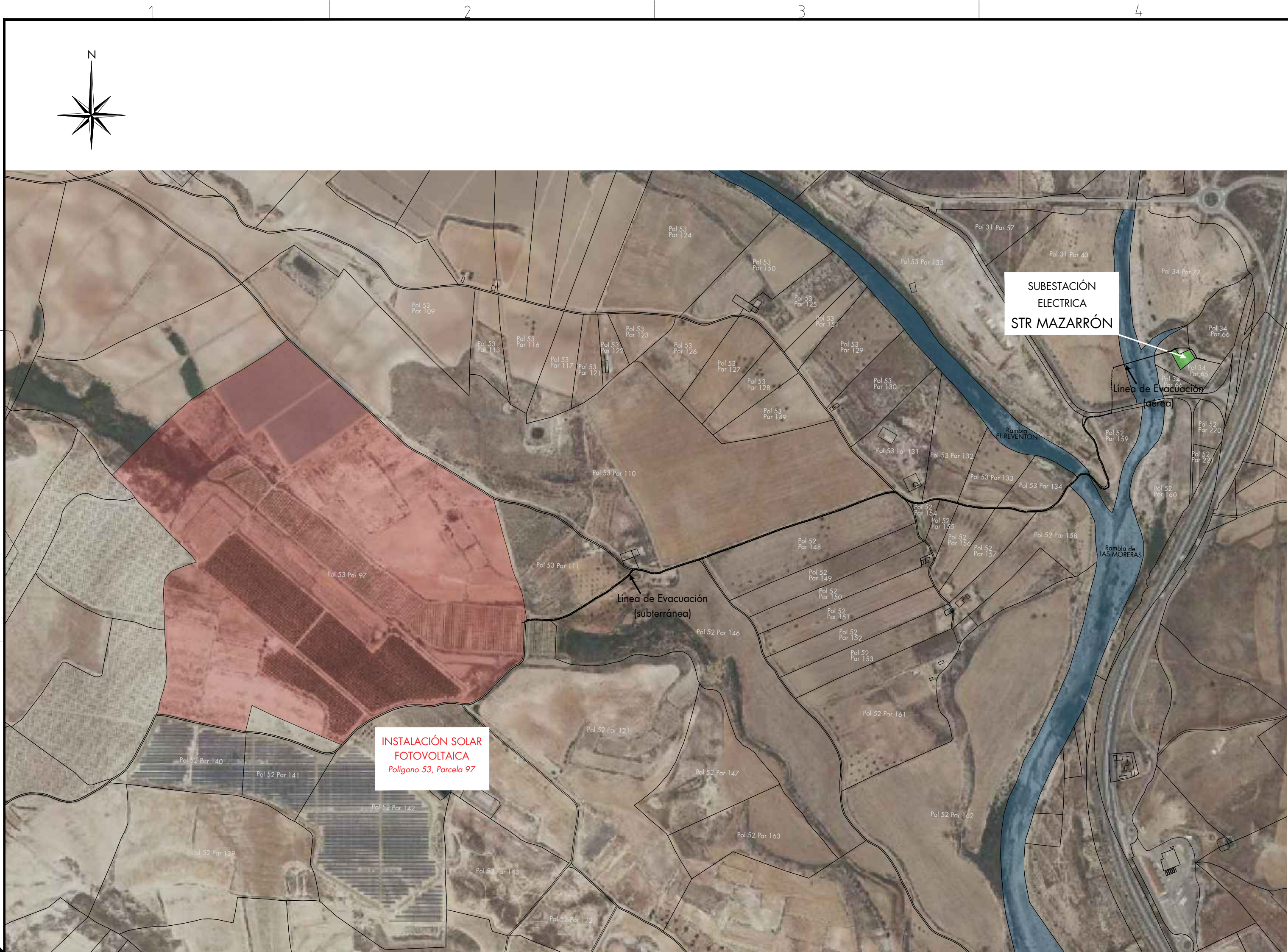


HUERTA SOLAR. Coordenadas:
UTM (ETRS89, Fus 30)
644.658m E; 4.166.047m N



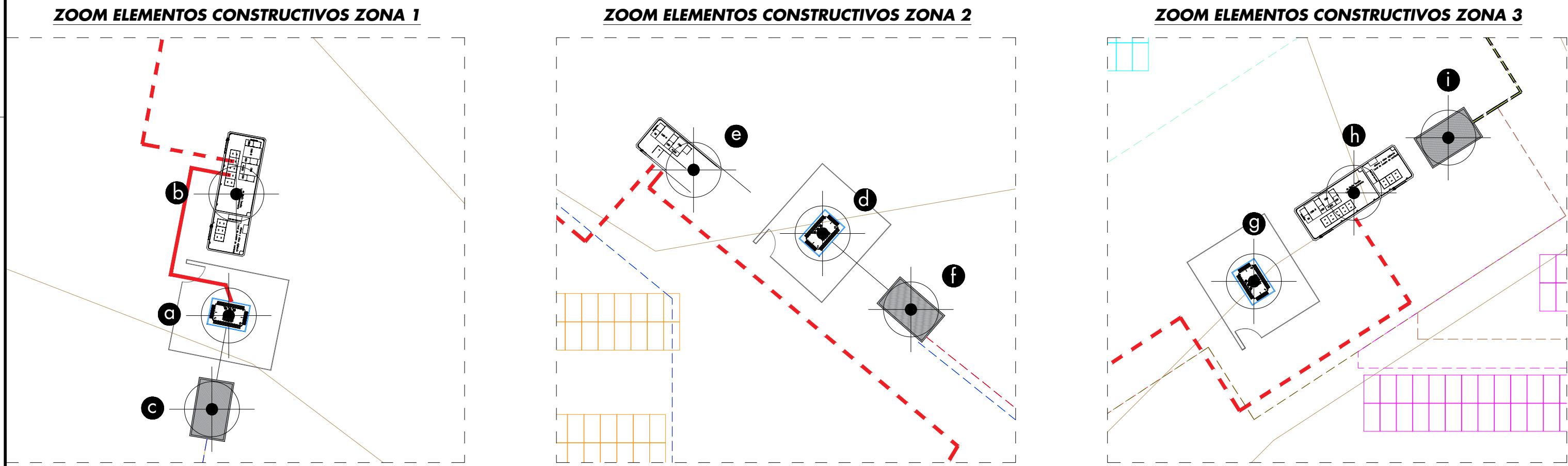
PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN			
Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO			
EMPLAZAMIENTO			
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-01	Abril 2020	1/40.000	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	A3	MODIFICADO:	25/04/2023
Ava. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLO	





Emplazamiento Instalación de Energía Solar Fotovoltaica

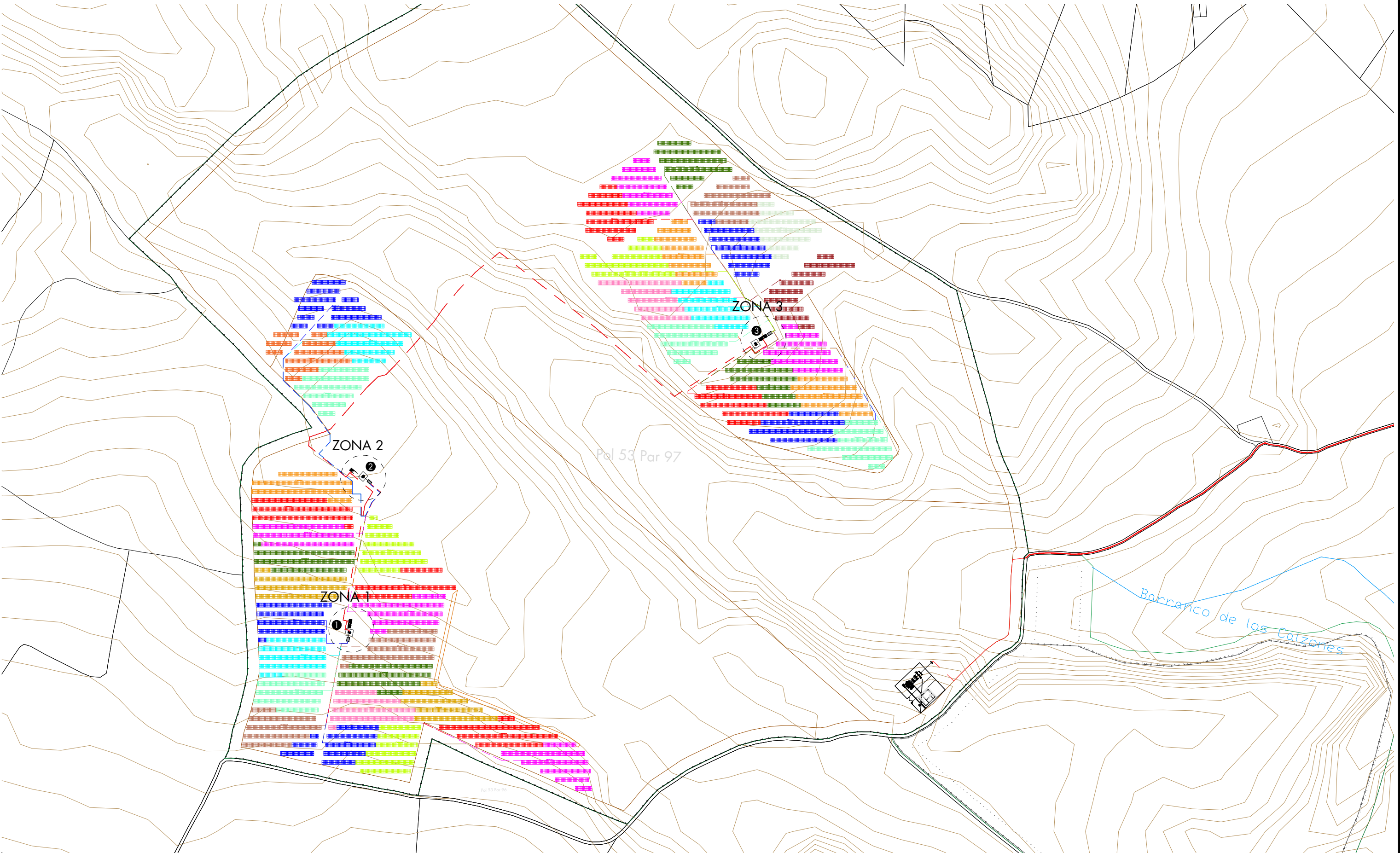
- Instalación Energía Solar Fotovoltaica
- Subestación Eléctrica STR Mazarrón
- Cauces próximos a la parcela



- Transformador exterior IMEFY
- Centro de transformación prefabricado INAEI
- Inversor Central Power Electronics

- Transformador exterior IMEFY
- Centro de transformación prefabricado INAEI
- Inversor Central Power Electronics

- Transformador exterior IMEFY
- Centro de transformación prefabricado INAEI
- Inversor Central Power Electronics



Plano de los elementos constructivos de la Instalación de Energía Solar Fotovoltaica

Diferenciación de Zonas donde se emplazan los elementos constructivos incluidos dentro de la Instalación de Energía Solar Fotovoltaica

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
Elementos constructivos georreferenciados
(coordenadas UTM ETRS89)

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
a Zona: 30S Abscisa: 644461,0044 m E Norte: 4165833,9439 m N	d Zona: 30S Abscisa: 644472,8921 m E Norte: 416968,4081 m N	g Zona: 30S Abscisa: 644811,2731 m E Norte: 4166082,6911 m N
b Zona: 30S Abscisa: 644461,4767 m E Norte: 4165841,5028 m N	e Zona: 30S Abscisa: 644464,8663 m E Norte: 4165972,3653 m N	h Zona: 30S Abscisa: 644817,5257 m E Norte: 4166088,2319 m N
c Zona: 30S Abscisa: 644459,9623 m E Norte: 4165828,1099 m N	f Zona: 30S Abscisa: 644478,3901 m E Norte: 4165963,6739 m N	i Zona: 30S Abscisa: 644823,4349 m E Norte: 4166091,6838 m N

PROMOTOR VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN Pd. Chapeltas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8KW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA ELEMENTOS INSTALACIÓN			
PLANO Nº 973FV02.3	FECHA Abril 2020	ESCALA 1:1000	SIGNATARIO Dirección General de Energía S/E y Actividad Industrial y Minera
Auto: Valencia, 156 12081 Calle de la Plana E-mail: info@vfgrenergia.com		INGRA Servicios del Ingeniero	
REVISOR TÉCNICO INDUSTRIAL José María José Rodríguez Código Nº 279		CÓDIGO DISEÑO	

A

B

C

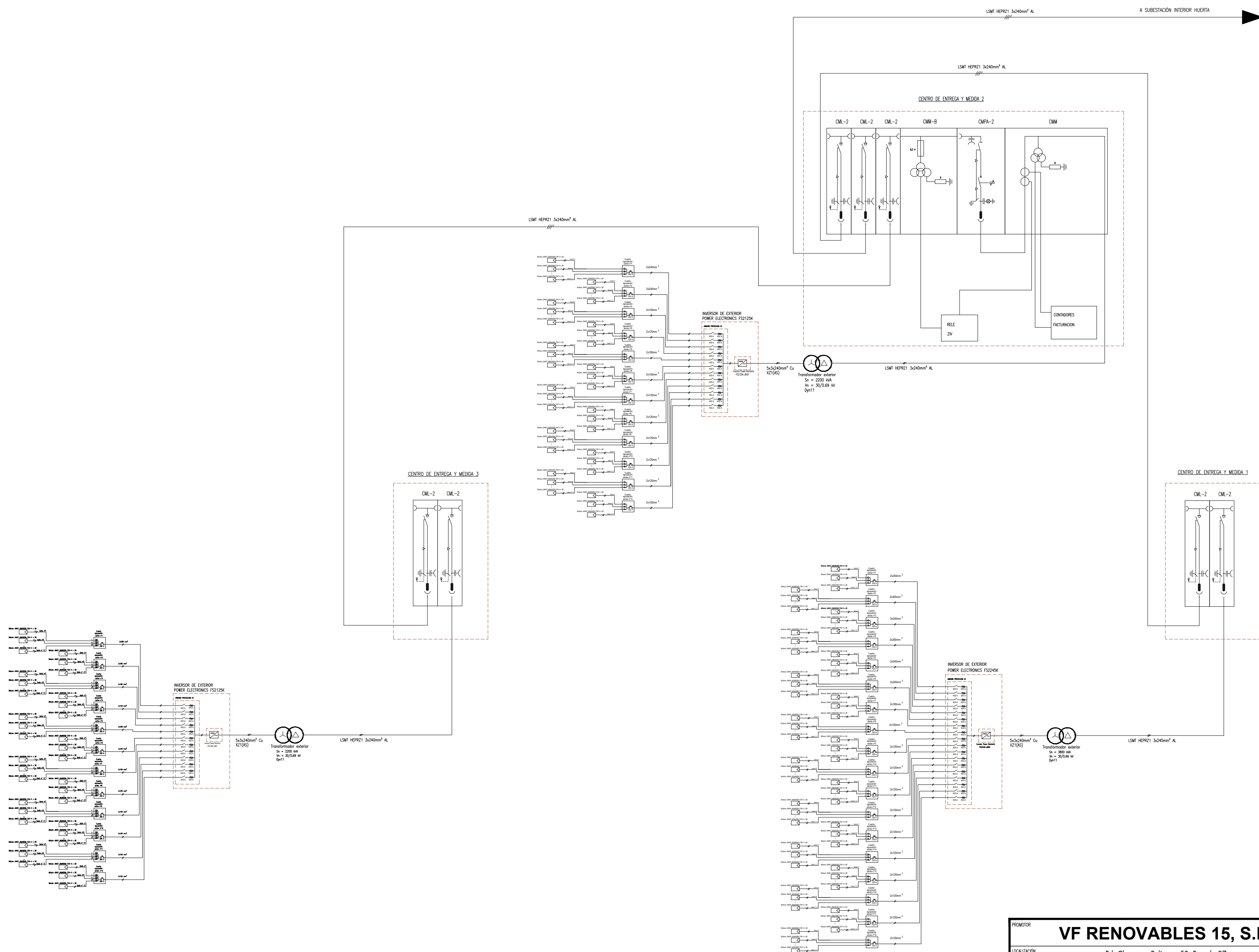
D

A

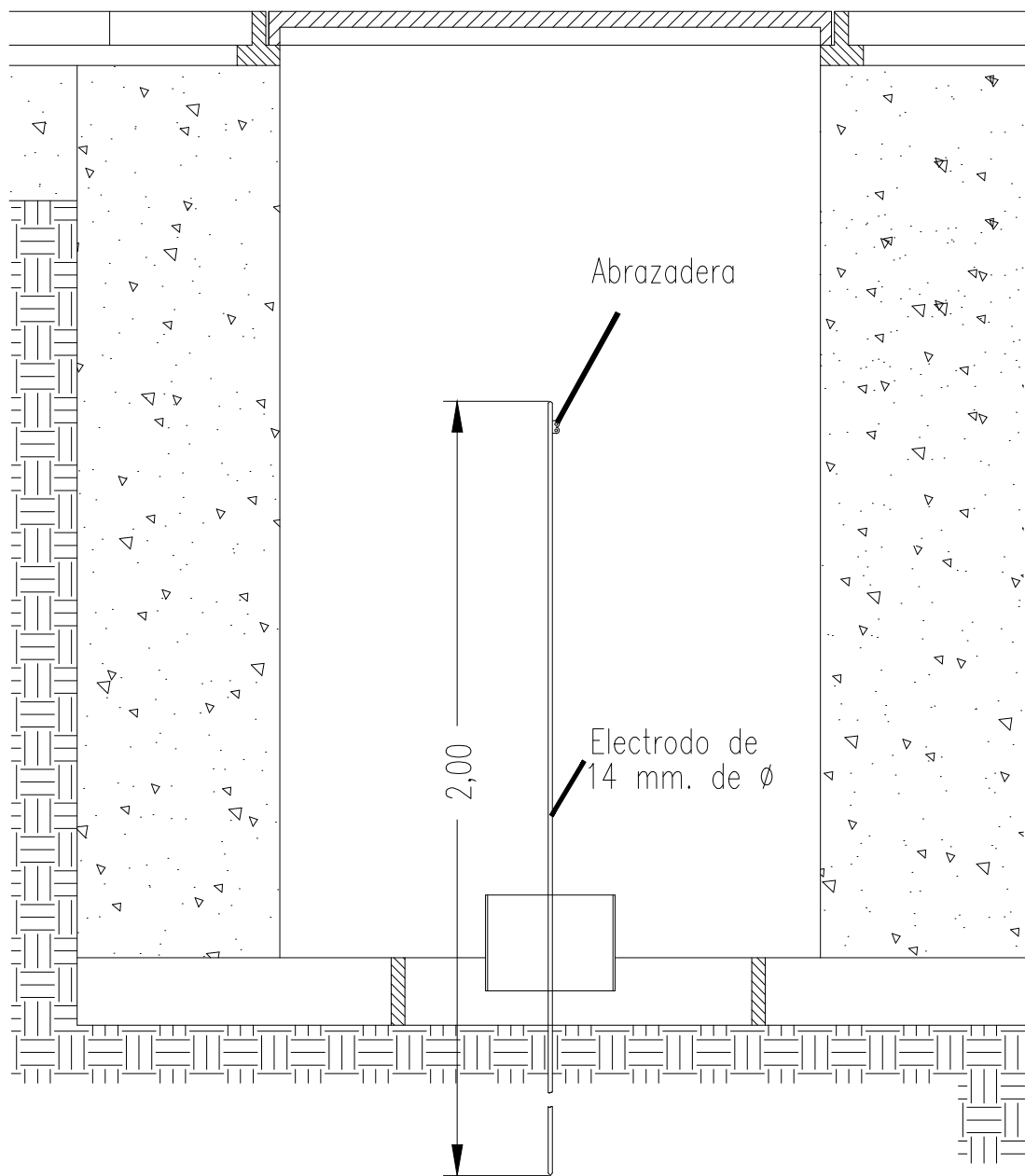
B

C

D



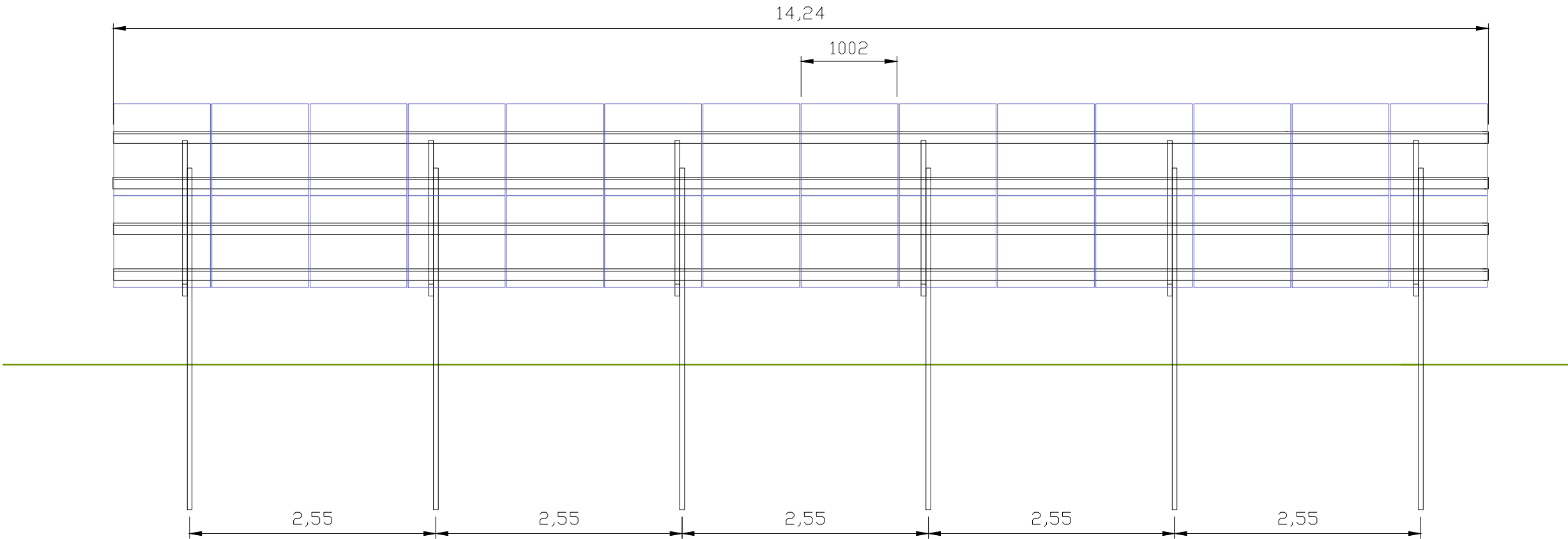
PROMOTOR: VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN: Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR GENERAL			
PLANO Nº: 973-FV-03	FECHA: Abril 2020	ESCALA:	ORGANISMO: Dirección General de Energía S/E y Actividad Industrial y Minera
FORMATO: A3	MODIFICADO: 25/04/2023	 INGRA Servicios de ingeniería	
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenierias.es		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Féliz Ruiz Aguilé Colegiado Nº 379 COTI CASTELLÓ	



PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.	
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO				SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED	
TÍTULO				DETALLE TOMA DE TIERRA	
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO	S/E Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
973-FV-04	Abril 2020				
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado N° 379 COIT- CASTELLÓ	

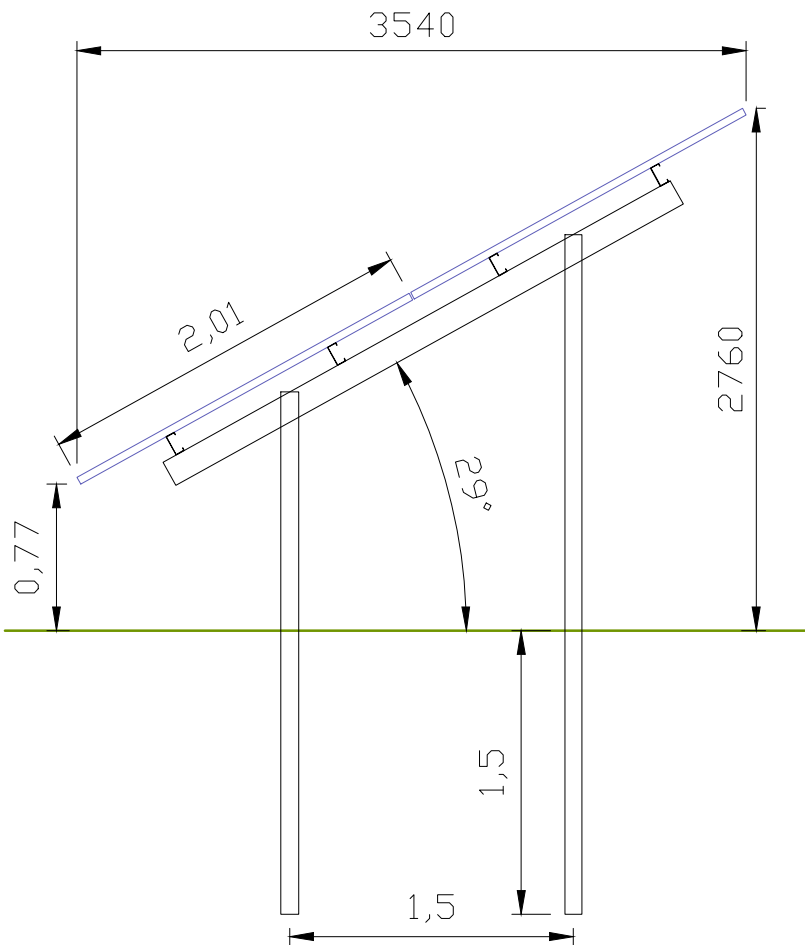
VISTA POSTERIOR ESTRUCTURA 28 MÓDULOS

E:1/50

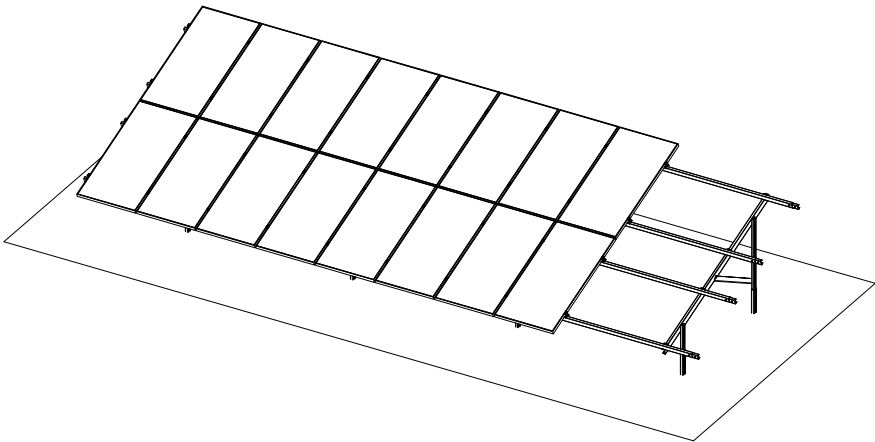


VISTA LATERAL ESTRUCTURA

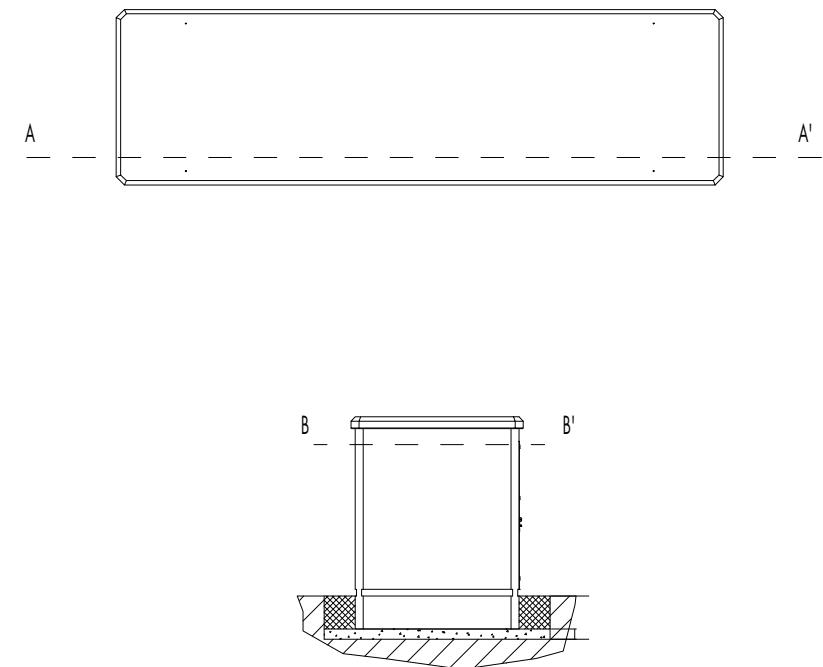
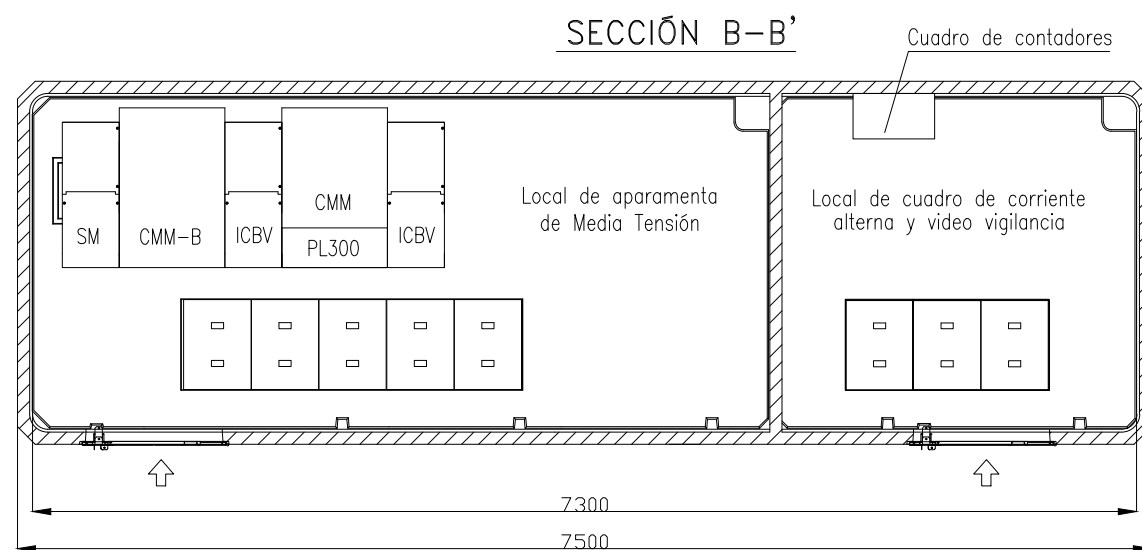
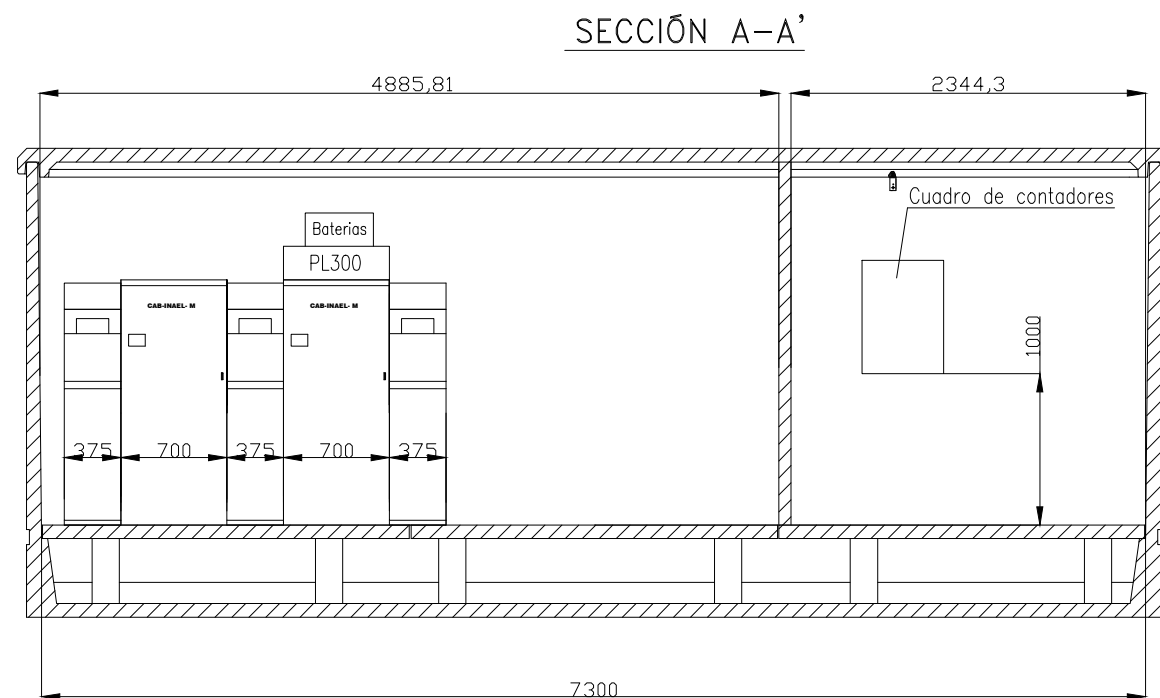
E:1/40



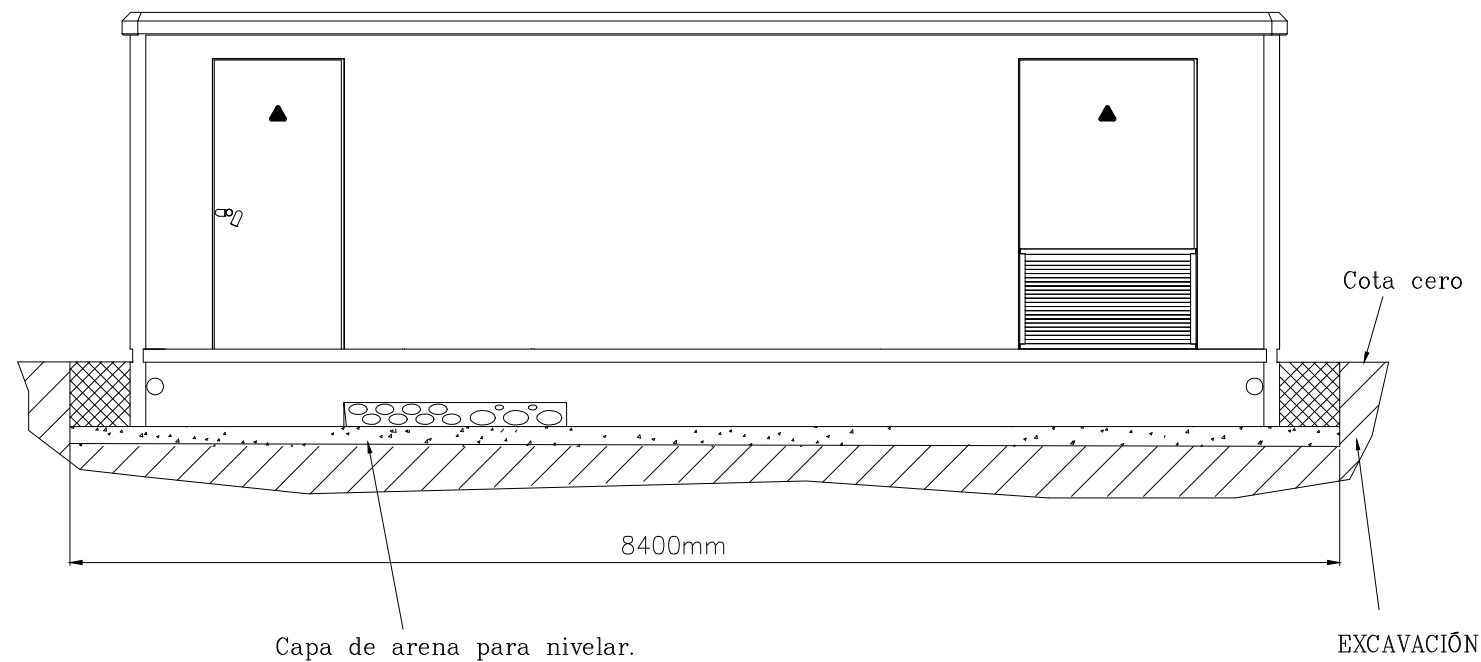
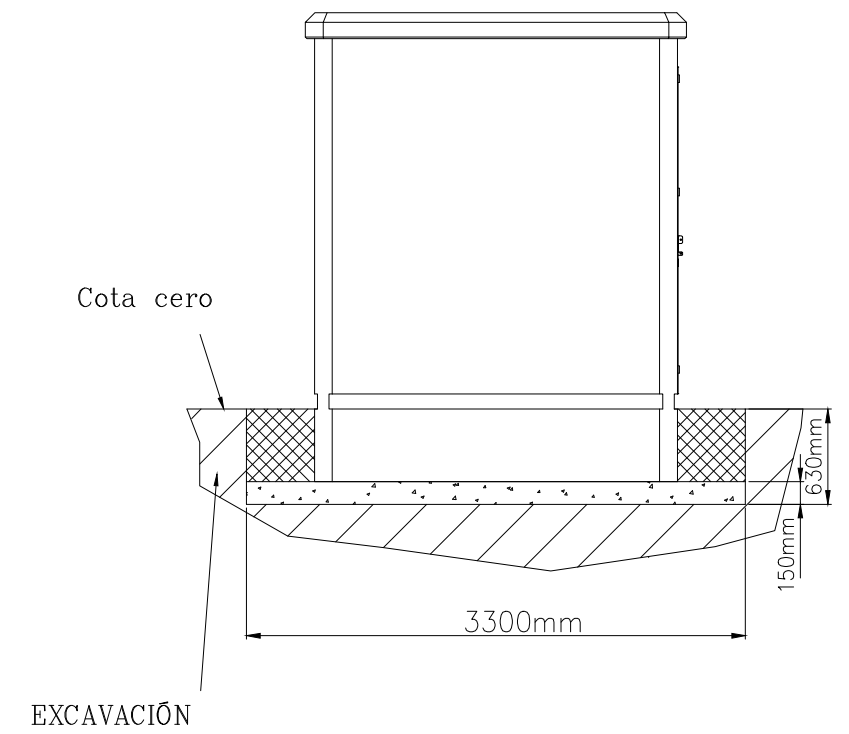
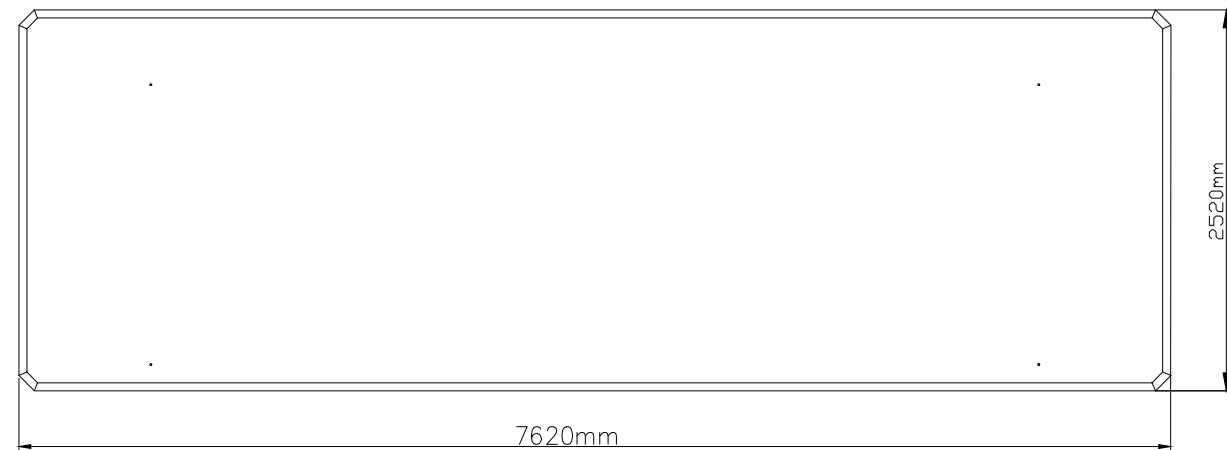
PERSPECTIVA MONTAJE ESTRUCTURA



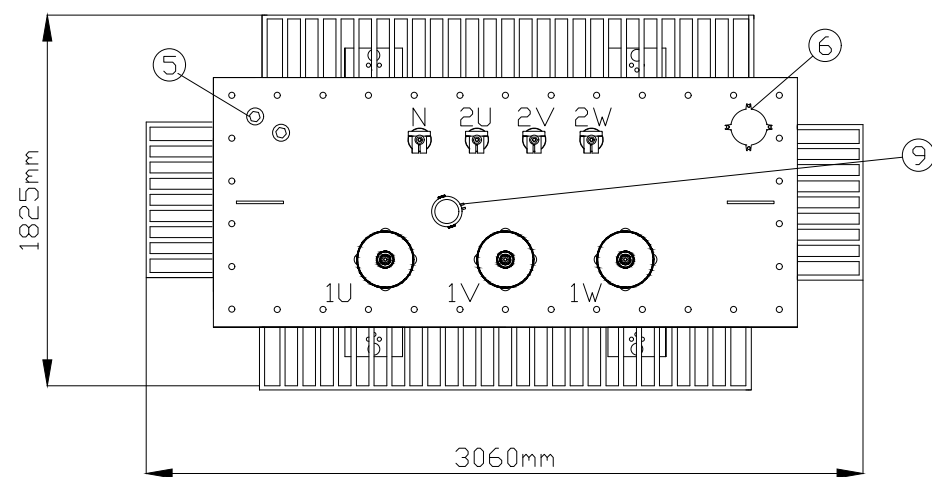
PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN			
Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO			
DETALLE ESTRUCTURA HINCADO A 29°			
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-05	Abril 2020	1/50	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	MODIFICADO:		
A3	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	



PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN			
Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO			
DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-06	Abril 2020	1/50	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	MODIFICADO:		
A3	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	

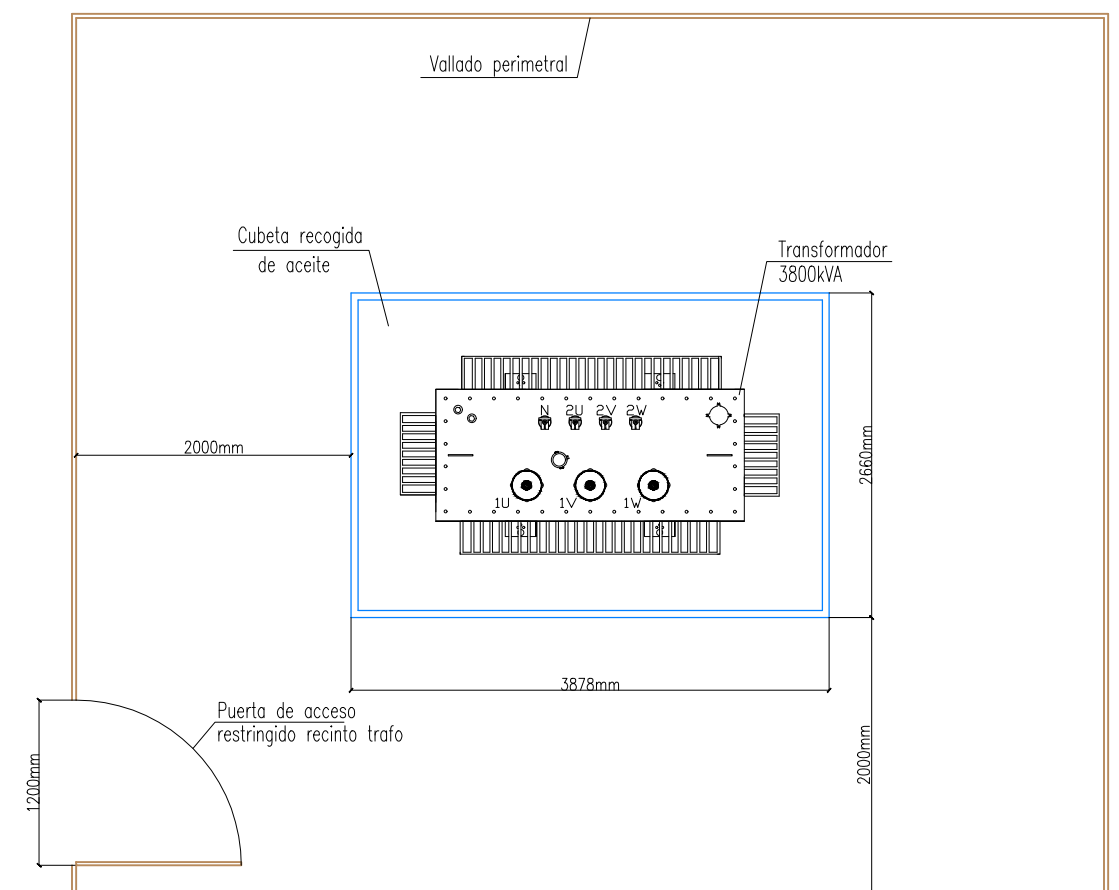
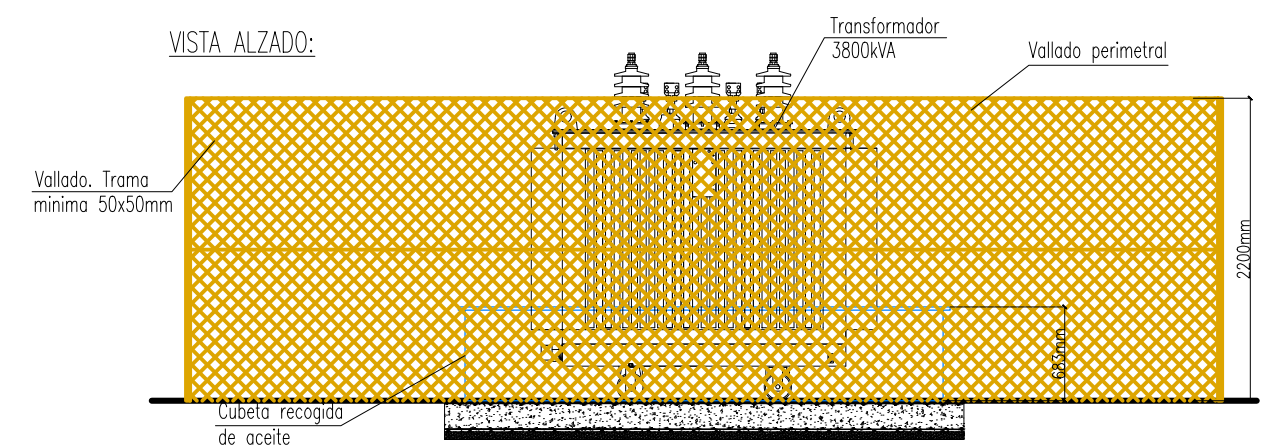


PROMOTOR			
VF RENOVABLES 15, S.L.			
LOCALIZACIÓN			
Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)			
PROYECTO			
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED			
TÍTULO			
VISTAS EXTERIORES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-07	Abril 2020	1/50	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	MODIFICADO:		
A3	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	

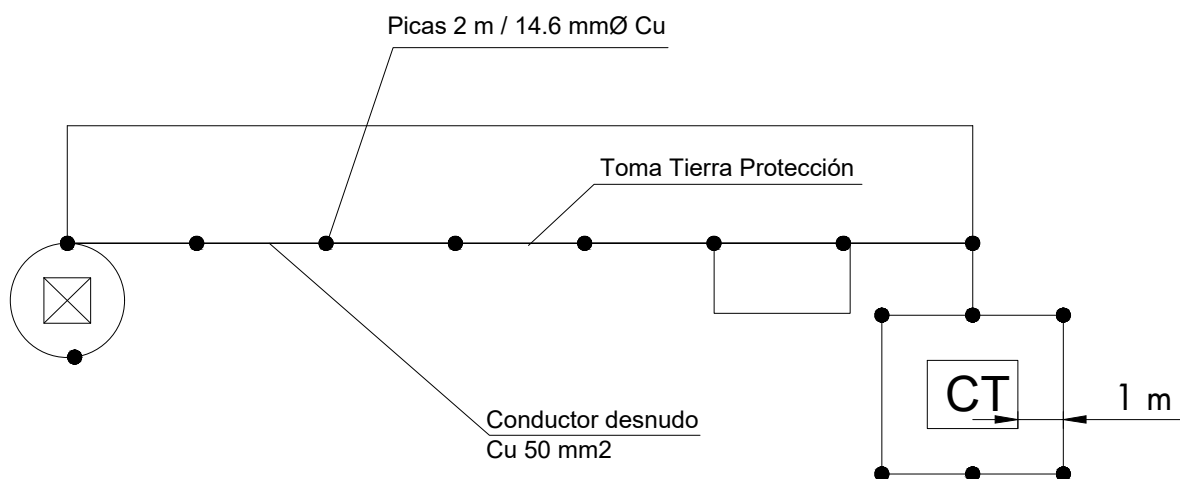


Potencia Power	3800KVA
Tensión primaria Primary voltage (H.V.)	30 kV
Tensión secundaria Secondary voltage (L.V.)	0,69 kV
Grupo de conexión Vector group	Dyn11
Peso del refrigerante Refrigerant Weight	2583 Kg
Peso total aproximado Approximate total weight	9283 Kg

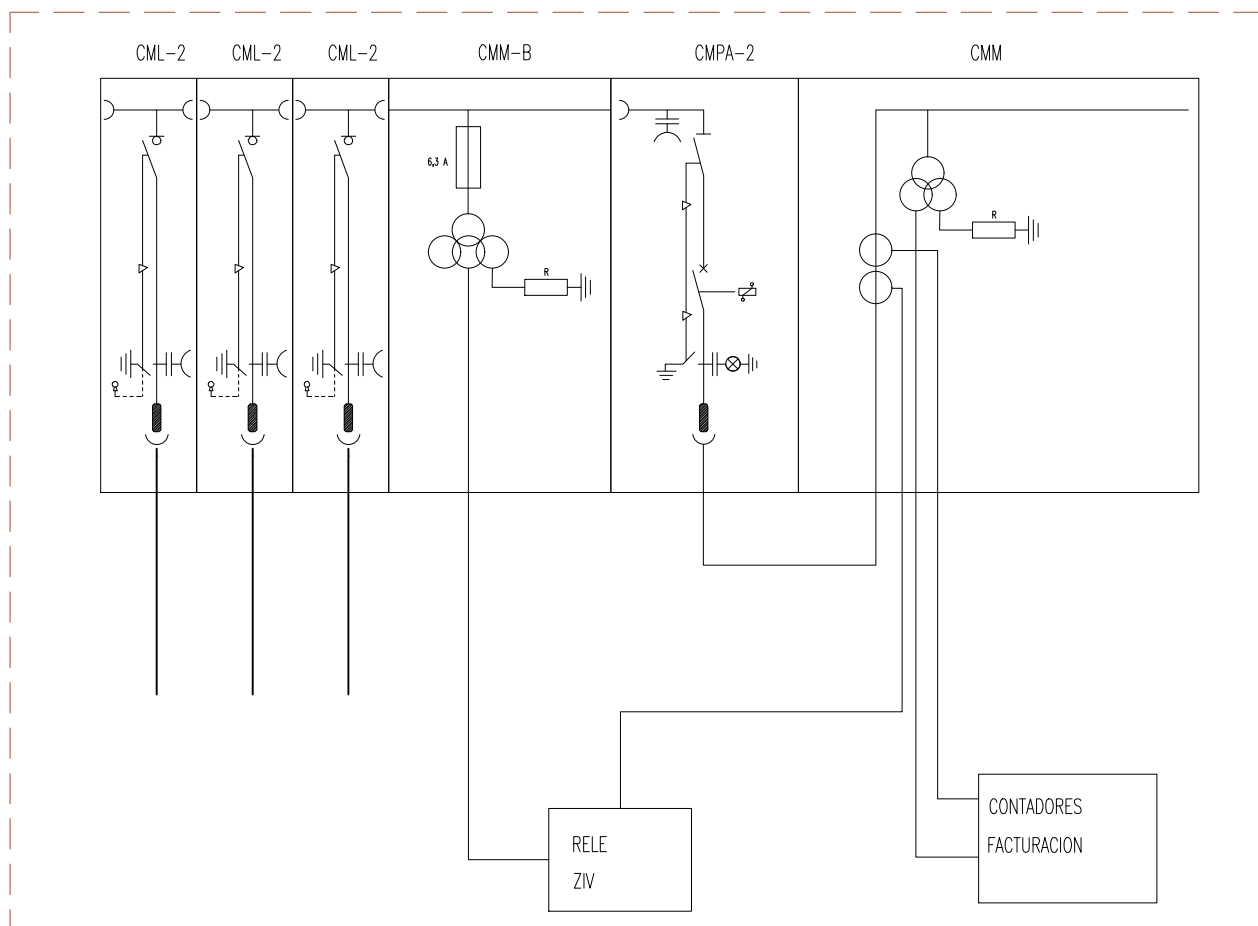
11	Ruedas orientables 90°
10	Placa de características
9	Regulador de tensión
8	Toma de tierra
7	Válvula de vaciado
6	Dispositivo de llenado
5	Alojamiento del termómetro
4	Terminal de B.T.
3	Terminal de A.T
2	Cáncamos de arrastre
1	Cáncamos de elevación
Pos.	Descripción



PROMOTOR	VF RENOVABLES 15, S.L.		
LOCALIZACIÓN	Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)		
PROYECTO	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED		
TÍTULO	DETALLE TRANSFORMADOR		
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO
973-FV-08	Abril 2020		Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera
FORMATO:	A3	MODIFICADO:	S/E
		25/04/2023	
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería	
		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agut Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	



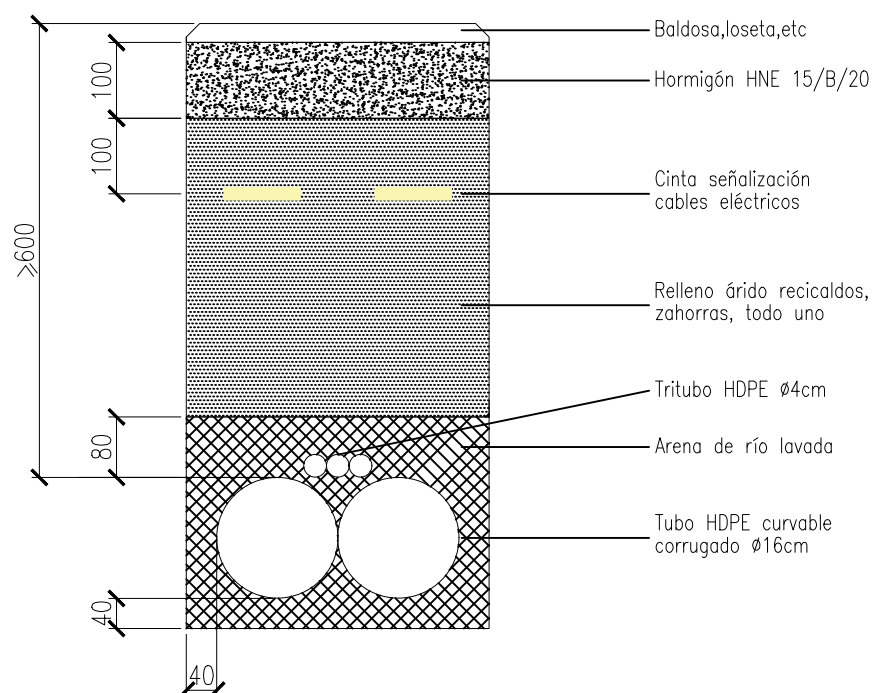
PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.	
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO				SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED	
TÍTULO				RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
973-FV-09	Abril 2020	S/E			
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	



PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.	
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO				SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED	
TÍTULO				ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO	S/E Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
973-FV-10	Abril 2020				
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	

CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA/TIERRA
con 2 tubos Ø160 según MT 2.31.01

(cotas en mm.)



PROMOTOR				VF RENOVABLES 15, S.L.	
LOCALIZACIÓN				Pd. Chapetas. Polígono 53, Parcela 97 CP 30870 - Mazarrón (Murcia)	
PROYECTO				SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA HUERTA SOLAR FOTOVOLTÁICA CON UNA POTENCIA NOMINAL TOTAL DE 7.996,8kW DE CONEXIÓN A RED	
TÍTULO				CANALIZACIÓN ENTUBADA ACERA/TIERRA	
PLANO N°	FECHA	ESCALA	ORGANISMO	Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera	
973-FV-11	Abril 2020	S/E			
FORMATO:	A4	MODIFICADO:	25/04/2023		
Avda. Valencia, 156 12006 Castelló de la Plana E-mail: ingra@ingraingenieria.es		 INGRA Servicios de ingeniería		INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL José Fidel Roig Agust Colegiado N° 379 COTI CASTELLÓ	

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ELEMENTOS AUXILIARES

INDICE:

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto

1.2 Datos de la obra

1.3 Justificación del Estudio de Seguridad y Salud

2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

3 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1 Previos

3.2 Instalaciones provisionales

3.3 Instalaciones de bienestar e higiene

3.4 Fases de la ejecución de la obra

4 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

5 COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

7 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS

8 OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS

9 LIBRO DE INCIDENCIAS

10 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

11 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

12 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

13 PRESUPUESTO

14 PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto

Este estudio tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra de: planta solar fotovoltaica sobre terreno y sus elementos auxiliares junto con la línea eléctrica para evacuar la energía generada, conforme especifica el Artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, con el contenido según el Artículo 5.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- * La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias;
- * Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto);
- * Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior. En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores y las personas ajenas a la ejecución de las obras durante el desarrollo de las mismas que contempla este E.S.S.

1.2 Datos de la obra

Tipo de obra: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED
Situación: Polígono 53, Parcela 97, Partida Chapetas
Población: Mazarrón (Murcia)
Promotor: VF RENOVABLES 15, S.L.

AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD:

Nombre y apellidos: José Fidel Roig Agut
Titulación: Ingeniero Técnico Industrial
Nº de Colegiado: 379
Colegiado en: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales
de Castellón
Cargo: CEO

PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO:

El plazo de ejecución se estima en 30 días laborables a partir de la fecha de la firma del contrato e incluidas la fase de pruebas y la puesta en marcha.

NÚMERO DE TRABAJADORES:

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en las obras de 5 trabajadores simultáneos y 10 en total, aproximadamente.

RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR:

Instalación de la estructura metálica de soporte de los módulos fotovoltaicos y montaje de éstos, conexión de los módulos fotovoltaicos en serie, embridado del cableado de interconexión a las correas de la estructura.

Conexión de las ramas de módulos formadas con el cable de la sección determinada hasta los inversores, recepción y colocación de los mismos, conexión de inversores con la caja de alterna, tendido del cable y obra civil para llevarlo hasta el cuadro de acometida de la Compañía Eléctrica Distribuidora correspondiente y conexión a la red eléctrica del suministrador.

Instalación de los elementos de monitorización en el lugar elegido a tal efecto.

2 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

Las normativas específicas de seguridad y salud aplicables en la instalación son las siguientes:

GENERALES:

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones efectuadas por la Ley 50/1998 de 30 de diciembre y la normativa de desarrollo, a saber:
- RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 5/2000, de 4 de agosto, que desarrolla la Ley de Infracciones y Sanciones en el orden social.
- Orden de 27 de junio de 1997, de desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971)
 - Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)
 - Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
 - Ordenanzas Municipales

SEÑALIZACIONES:

- R.D. 485/97, de 14 de abril. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- R.D. 1.407/1.992 modificado por R.D. 159/1.995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

EQUIPOS DE TRABAJO:

- R.D. 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

SEGURIDAD EN MÁQUINAS:

- R.D. 1.435/1.992 modificado por R.D. 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 1.495/1.986, modificación R.D. 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torres desmontables para obras.

PROTECCIÓN ACÚSTICA:

- R.D. 1.316/1.989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1.989, del Mº de Industria y Energía. 27/02/1.989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 17/11/1.989. Modificación del R.D. 245/1.989, 27/02/1.989.
- Orden del Mº de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1.991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.
- R.D. 71/1.992, del Mº de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.

OTRAS DISPOSICIONES DE APLICACIÓN:

- R.D. 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- RD 842/2002, de 2 de agosto e Instrucciones Complementarias.
- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.

- Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.
- Ley 42/1997, de 14 de noviembre, ordenadora de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Se tendrán en cuenta tanto la legislación anteriormente mencionada como sus posteriores modificaciones, y normativa vigente de aplicación.

3 MEMORIA DESCRIPTIVA

3.1 Previos

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS.
PROHIBIDO EL PASO DE PETONES POR ENTRADA DE VEHÍCULOS.
USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD.
PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
etc.

3.2 Instalaciones provisionales

3.2.1 Instalación eléctrica provisional.

La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.

Tras realizar la acometida a través de armario de protección, a continuación, se situará el cuadro general de mando y protección, formado por seccionador general de corte automático, interruptor onnipolar, puesta a tierra y magnetotérmicos y diferencial.

De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
Riesgos más frecuentes:

- Heridas punzantes en manos.
- Caída de personas en altura o al mismo nivel.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Trabajos con tensión.
- Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.

Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

Normas de actuación durante los trabajos

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kg fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

Se señalizarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

3.2.2 Instalación contra incendios.

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (En su caso: madera de andamios, carpintería de huecos, resinas, materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.). Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en las siguientes clases:

Clase A.

Denominados también secos, el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de los metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

Clase B.

Son fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

Clase C.

Son fuegos de sustancias que en condiciones normales pasan al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

Clase D.

Son aquéllos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como Magnesio, Aluminio en polvo, limaduras de Titanio, Potasio, Sodio, Litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse a la clase A y clase B.

Riesgos más frecuentes.

Acopio de materiales combustibles.

Trabajos de soldadura

Trabajos de llama abierta. Instalaciones provisionales de energía.

Protecciones colectivas.

Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras. Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio. Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

- 1 de CO₂ de 5 kg. junto al cuadro general de protección.
- 1 de polvo seco polivalente ABC de 6 kg. en la oficina de obra, en su caso.
- 1 de CO₂ de 5 kg. en acopio de líquidos inflamables.
- 1 de CO₂ de 5 kg. en acopio de herramientas, si las hubiera.
- 1 de polvo seco ABC de 6 kg. en los tajos de soldadura o llama abierta.

Normas de actuación durante los trabajos.

Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible. No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material. Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional. Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

3.2.3 Instalación de maquinaria.

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

3.3 Instalaciones de bienestar e higiene

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra, se hace necesario, ya que no se diseñan marcando las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínima en función de los operarios calculados.

Las condiciones necesarias para su trazado se resumen en los siguientes conceptos:

3.3.1. Condiciones de ubicación

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

3.3.2. Ordenanzas y dotaciones de reserva de superficie respecto al número de trabajadores.

Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable.

Vestuarios y aseos

En su caso, la empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal. La superficie mínima de los vestuarios será de 2 m² por cada trabajador, y tendrá una altura mínima de 2,30 m.

$$2 \text{ trabajadores} \times 2\text{m}^2 / \text{trabajador} = 4 \text{ m}^2 \text{ de superficie útil}$$

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

$$\text{Número de taquillas: } 1 \text{ Ud./ trabajador} = 2 \text{ taquillas lavabos}$$

El número de grifos será, por la menos, de uno por cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

Número de grifos: 1 Ud./10 trabajadores = 1 unidad Retretes

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas serán de 1 x 1,20 y 2,30 m de altura.

Número de retretes: 1 Ud./ 25 trabajadores = 1 unidad Duchas

El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores y serán de agua fría y caliente.

Número de duchas: 1 Ud./10 trabajadores = 1 unidad

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Botiquines

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

3.4 Trabajos de la ejecución de la obra.

3.4.1. Explanaciones y fosos

Riesgos más frecuentes

- Afecciones de la piel.
- Afecciones de las vías respiratorias.
- Heridas en manos.
- Afecciones oculares.

- Electrocutaciones.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Los locales cerrados donde se utilicen colas, disolventes o barnices se ventilarán adecuadamente.

Los recipientes que contengan estas colas y disolventes y barnices se mantendrán cerrados y alejados de cualquier foco de calor o chispa.

El izado de piezas se hará en jaulas, bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles que impidan la caída durante su elevación.

Al almacenar sobre otros elementos las piezas de la instalación se deberá tener en cuenta la resistencia de éste.

Cuando el local no disponga de luz natural suficiente, se le dotará de iluminación eléctrica, cuya instalación irá a más de 2,0 m sobre el suelo y proporcionará una intensidad mínima de 100 lux.

Protecciones personales.

Es obligado el uso del casco y es aconsejable utilizar guantes de goma para todo el personal de esta unidad de obra.

El corte de las piezas debe realizarse por vía húmeda, cuando esto no sea posible, se dotará al operario de mascarilla y gafas antipolvo.

En el caso de que las máquinas produzcan ruidos que sobrepasen los umbrales admisibles, se dotará al operario de tapones amortiguadores.

Protecciones contra los riesgos de las máquinas

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular están protegidos para evitar atrapamientos y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores

diferenciales con su puesta a tierra correspondiente, que se revisarán periódicamente conservándolos en buen estado.

Diariamente, antes de poner en uso una cortadora eléctrica se comprobará el cable de alimentación con especial atención a los enlaces con la máquina y con la toma de corriente.

Normas de actuación durante los trabajos

Se evitará fumar o utilizar cualquier aparato que produzca chispas durante la aplicación y el secado de las colas y barnices, en su caso.

3.4.2. Trabajos en altura

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 rodapié, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La altura de 2,00 m. a la que se hace mención se medirá desde la superficie en la que esté situado el trabajador hasta la del nivel inferior en la que quedaría retenido el mismo si no se dispusiera de un medio de protección.

La altura mínima de las barandillas se fija, al igual que en otras normativas, en 90 cm. No obstante, se debe considerar que tanto por los ensayos realizados en España, como en otros países europeos, y debido al incremento de la talla media de las personas, la altura mínima de recogida que se hace constar en distintas Normas Europeas, por ejemplo, la Norma UNE 76502:1990 "Andamios de servicio y de trabajo, con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de proyecto y requisitos de seguridad", es de 100 cm. Por otra parte, en la Norma UNE-EN 1495:1998 "Plataformas Elevadoras o Plataformas Elevadoras sobre Mástil", la citada altura se fija en 110 cm.

Se entiende como "otros sistemas de protección colectiva de seguridad equivalente" aquellos destinados a impedir la caída a distinto nivel como pueden ser: cerramiento de huecos con tapas, en tablados continuos, mallazos, etc.

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 arnés de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Se entiende por "trabajos en altura" aquellos que se ejecutan en un lugar por encima del nivel de referencia, entendiendo como tal la superficie sobre la que se puede caer. Tal y como se indica en el apartado anterior, a partir de 2,00 m. se requiere la protección contra las caídas de altura; ello no significa que cuando se trabaje en alturas inferiores no deban utilizarse los medios y equipos adecuados para cada caso.

Para la realización de trabajos en altura se pueden plantean tres opciones:

- Utilizar equipos de trabajo específicamente diseñados o proyectados para la naturaleza de la tarea a la que se destinan (plataformas elevadoras, andamios, escaleras, etc.).

Cada uno de estos equipos deberá cumplir los requisitos establecidos en la normativa que le corresponda. Además de los artículos de la Ordenanza Laboral de la Construcción citados en el apartado anterior (cuando sean de aplicación), la citada normativa incluye: RD 1435/1992, de 27 de noviembre (BOE nº 297, de 11 de Enero), por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, modificado por el RD 56/1995, de 20 de enero (BOE nº 33, de 8 de febrero); RD 1215/1997 "Equipos de trabajo", modificado por el RD 2177/2004 "Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura"; del RD 486/1997 "Lugares de trabajo" ; etc. Asimismo, se tendrá en cuenta la Directiva 2001/45/CE - pendiente de transposición al Derecho español -, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Instalar las protecciones colectivas citadas en este apartado (barandillas, plataformas o redes de seguridad) en función de cada uno de los puestos de trabajo.

Existen dos tipos diferentes de protecciones colectivas: las que impiden la caída (barandillas, entablados, redes de seguridad tipo U, etc.) y las que simplemente la limitan (redes de seguridad tipos S, T, V, etc.). Resulta más adecuado utilizar las citadas en primer lugar, dado que el nivel de seguridad que proporcionan es mayor.

- Si no es técnicamente posible aplicar ninguna de las dos opciones A o B anteriores se recurrirá a la utilización de protección individual. Esta solución final se llevará a cabo con carácter excepcional previa justificación técnica. Hay que resaltar que, en ocasiones, aun a pesar de instalarse medios de protección colectiva, éstos no eliminan totalmente el riesgo, siendo necesario emplear equipos de protección individual como complemento. Estos equipos podrán ser sistemas de sujeción o anticaídas.

No obstante, lo anterior, y siempre que sea posible, se dará preferencia a la protección colectiva frente a la individual, tal y como se especifica en el principio de acción preventiva del artículo 15.1.h) de la LPRL: "anteponer la protección colectiva a la individual".

En todos los casos es requisito imprescindible que el acceso al lugar donde deba realizarse el trabajo en altura sea seguro.

3.4.3. Trabajos eléctricos.

Riesgos más frecuentes

1. Caídas de personas.
2. Electrocuciiones.
3. Heridas en las manos.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante.

En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.

Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Escaleras

Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Medios auxiliares

Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por electricidad, tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

Pruebas

Las pruebas con tensión, se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

Normas de actuación durante los trabajos

Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.

En régimen de lluvia, nieve o hielo, se suspenderá el trabajo.

Norma general de seguridad eléctrica

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas (Cinco Reglas de Oro):



- 1) Desconectar.
- 2) Prevenir cualquier posible realimentación.
- 3) Verificar la ausencia de tensión.
- 4) Poner a tierra y en cortocircuito.
- 5) Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Normas básicas de seguridad para trabajos en proximidad de líneas de A.T.

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita. Se mantendrán siempre las distancias límites de las zonas de trabajo que marca el R.D. 614/2001:

Un	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤ 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

Un = tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-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).

DPROX-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).

Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

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

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

Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos siempre que sea posible.

En función del tipo de trabajo a realizar, los trabajadores deberán de contar con los requisitos de formación y capacitación siguiente:

CUADRO 1 CUADRO RESUMEN DE LA FORMACIÓN/CAPACITACIÓN MÍNIMA DE LOS TRABAJADORES								
	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO					1- Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RTD 816/1999). 2- La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto.			

Trabajador autorizado: 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, según los procedimientos establecidos en el R.D. 614/2001.

Trabajador cualificado: 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.

Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador cualificado, determinará la viabilidad del trabajo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores

aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- 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, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Realización del trabajo.

Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas anteriormente, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Líneas subterráneas

Se aplicarán las cinco reglas de oro. Además, en la apertura de zanjas en que se prevea la existencia de canalizaciones con tendido eléctrico en A.T., se solicitará la desconexión y descargo de la línea en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 metros.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a un metro.

En todo caso se dispondrán de los planos de las líneas que las empresas suministradoras tengan en la zona de actuación.

Toda canalización subterránea irá protegida y señalizada según se indica en la memoria del Proyecto.

Líneas aéreas y conductores de alta tensión

Se aplicarán las cinco reglas de oro. Además, en los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

- Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.
- Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores -exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
- El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de

los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

4 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5 COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del estudio de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio. Incluyendo además la valoración económica de estas propuestas, que no podrá implicar disminución del importe total del estudio.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de

seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

7 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratista están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos o circulación.
 - Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.
 - Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza

Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros

Recogida de materiales peligrosos utilizados.

Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997 y concordantes.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

9 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad

Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

10 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

11 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

12 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

13 PRESUPUESTO

A continuación, se indican las mediciones y el desglose del presupuesto de los distintos medios en materia de seguridad y salud, aunque se debe indicar que el importe se encuentra incluido en el Presupuesto General.

Capítulo 1: Equipos de Protección Individual

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
10	Casco de seguridad	5,47	54,7
10	Gafas de protección contra impactos	6,68	66,8
10	Protectores auditivos (orejeras)	11,42	114,2
10	Guantes dieléctricos	32,2	322
10	Guantes mecánicos	4,23	42,3
10	Botas de seguridad para uso	29,99	299,9
10	Cinturón de protección lumbar	7,39	73,9
4	Pantalla de soldador	22,5	90
4	Mandil soldador	19,83	79,32
4	Manguitos soldador	7,82	31,28
10	Chaleco reflectante	17,5	175
3	Cinturón portaherramientas	21,34	64,02
120	Mascarilla FFP2	0,5	60
Total Capítulo de Protección Individual			1.472,52 €

Capítulo 2: Protecciones Colectivas

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
1	Cuadros eléctricos conexión portátil	190,71	190,71
5	Pasarelas de chapa o madera	25,54	127,7
2	Discriminador de tensión p./baja	110	220

2	Extintor 2kg p./brigada	100	200
Total Capítulo de Protección Colectiva			738,41 €

Capítulo 3: Protecciones Instalación Eléctrica

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
2	Instalación de puesta a tierra	75,31	150,62
4	Interruptor diferencial sensibilidad	87,16	348,64
4	Interruptor diferencial sensibilidad 30	93,16	372,64
Total Capítulo de Protecciones Instalación eléctrica			871,90 €

Capítulo 4: Señalización

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
40	Conos de goma	6,61	264,4
2	Panel direccional provisional	40,27	80,54
2	Señal precaución obras reflectante	40,27	80,54
2	Señal estrechamiento reflectante	40,27	80,54
2	Señal manual de STOP	13,4	26,80
2	Señal indicativa de riesgos en obra	3,69	7,38
2	Cartel anunciador con leyenda	4,51	9,02
350	Cinta señalizadora de riesgo (m)	0,05	17,50
Total Capítulo de Señalización			566,72 €

Capítulo 5: Instalaciones Provisionales

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
1	Mes alquiler de caseta de aseos y	150,25	150,25
12	Hora limpieza de caseta	7,21	86,52
1	Ud. de acometida provisional de agua potable	18,83	18,83
1	Ud. de acometida provisional de saneamiento	18,83	18,83
Total Capítulo de Instalaciones provisionales			274,43 €

Capítulo 6: Primeros Auxilios

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
5	Botiquines de urgencia p/brigada	30,05	150,25
5	Reposición material sanitario botiquín	9,01	45,05
Total Capítulo de Primeros Auxilios			195,30 €

Capítulo 7: Vigilancia Salud, Formación Y Organización Seguridad En Obra

Nº Unidades	Concepto	Precio unitario (€)	Importe total (€)
10	Reconocimientos médicos	60,1	1202,00
50	Hora mano de obra de seguridad y mantenimiento	10,82	541,00
Total Capítulo de Vigilancia Salud, Formación y Organización			1.743,00 €

RESUMEN PRESUPUESTO

➤ Capítulo 1 Protección individual.....	1.472,52 €
➤ Capítulo 2 Protección colectiva.....	738,41 €
➤ Capítulo 3 Protecciones instalaciones eléctricas.....	871,90 €
➤ Capítulo 4 Señalización.....	566,72 €
➤ Capítulo 5 Instalaciones provisionales.....	274,43 €
➤ Capítulo 6 Primeros auxilios.....	195,30 €
➤ Capítulo 7 Vigilancia salud, formación y organización seguridad en obra ...	1.743,00 €
TOTAL Estudio Seguridad y Salud.....	5.862,28 €

En Castelló de la Plana, a 15 de abril de 2022

Fdo.: *Fidel Roig Agut*
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379

14 PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD

1005-ESS-01	PROTECCIÓN OCULAR
1005-ESS-02	PROTECCIÓN CABEZA
1005-ESS-03	PROTECCIÓN ANTICAIDAS
1005-ESS-04	CARTEL DE OBRA
1005-ESS-05	CONTENEDOR TIPO DE RESIDUOS DE OBRA DE 5 m ³
1005-ESS-06	SEGURIDAD

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

INDICE

1. Antecedentes y objeto del documento.
2. Normativa aplicable.
3. Descripción de las obras
4. Agentes
5. Residuos analizados.
6. Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra de construcción.
7. Medidas para prevención de residuos de construcción y demolición en la obra.
 - 7.1 Prevención en la adquisición de materiales
 - 7.2 Prevención en la puesta en obra
 - 7.3 Prevención en el almacenamiento en obra
8. Operaciones reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos de construcción y demolición generados.
9. Preinscripción en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
10. Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los residuos

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de instalación solar fotovoltaica denominado Leyva III situado en *Polígono 53, Parcela 97*, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, en su artículo 4.1 a) sobre obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

Por tanto, el objeto del presente documento es aportar el Estudio de Gestión de Residuos preceptivo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Se tendrá en cuenta los posibles residuos generados tanto en el entorno de la planta fotovoltaica como en la línea eléctrica subterránea de evacuación hasta el punto de conexión con la red.

En relación a los residuos generados durante la fase de construcción de la Planta Solar Fotovoltaica, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuo y suelos contaminados. Asimismo, a continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras, así como de los producidos en la fase de funcionamiento de la misma.

2. NORMATIVA APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- o Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006 aprobado por Acuerdo de Consejo de ministros, de 1 de junio de 2001.
- o Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- o Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- o Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- o Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- o Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana (DOGV nº 3898, de 15/12/00)
- o Ley 21/2017, de 28 de diciembre, de medidas fiscales, de gestión administrativa y financiera, y de organización de la Generalitat

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La fase de construcción de la planta fotovoltaica y consistirá en:

Fase 1: Obra Civil

- o Acondicionamiento de los terrenos para situar las instalaciones propuestas.
- o Excavaciones zanjas para cables.
- o Excavación y cimentación de bastidores de las estaciones de potencia.

Fase 2: Montaje: Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha

Más adelante, se entra en detalle de las actividades a realizar en las fases de obra. Cabe destacar que la planta fotovoltaica es una instalación autónoma para la generación de energía eléctrica y que, por tanto, no resulta equiparable al resto de industrias, en la cantidad de residuos generados.

4. AGENTES

Productor de residuos

A los efectos del Real Decreto 105/2008 se entiende como productor de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD):

- o La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- o La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- o El importador o adquiriente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

El productor está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos generados de la obra.

Poseedor de residuos

A los efectos del Real Decreto 105/2008 se entiende como poseedor de residuos de construcción y demolición a la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos y que no ostente la condición de gestor de residuos.

En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En el artículo 5 del Real Decreto 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD. En él se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de RCD, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los RCD por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Gestor de residuos

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

- a. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- b. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- c. Extender al poseedor o al gestor que le entregue RCD, en los términos recogidos en el Real Decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguientes a que fueron destinados los residuos.

- d. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

5. RESIDUOS ANALIZADOS

De acuerdo con la definición (art.2 letra a) del Real Decreto, cualquier sustancia u objeto que cumpliendo la definición de "Residuo" incluida en el artículo 3º) de la Ley 10/1998 de 21 de abril, se genere en una obra de construcción y demolición, merece la consideración de "residuo de construcción y demolición".

En la obra que nos ocupa no hay demolición de edificios, puesto que se trata de unas parcelas dedicadas, hasta ahora a cultivo, no existiendo ningún tipo de construcción que deba ser demolida, por lo que no se generará ningún tipo de residuo al respecto.

Se procederá a realizar un movimiento de tierras general para adecuar, en lo posible, el terreno a la nueva actividad, aprovechando la tierra sobrante de unas zonas, para colocarla en las zonas en las que se precise realizar un relleno de la misma tierra, por lo que estas tareas no generarán ningún tipo de residuos.

Una vez terminada la obra se procederá a la limpieza general de las áreas afectadas, retirando las instalaciones temporales, restos de máquinas y escombros, depositándolos en vertederos controlados e instalaciones adecuadas para su tratamiento (gestores autorizados) de modo que se asegure su correcta reutilización.

A continuación, se muestra la lista de posibles residuos generados con su respectiva codificación, estipulada en la Orden MAM/304/202 en el anexo 2.

1701 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos

- 170101 Hormigón.
- 170102 Ladrillos.
- 170103 Tejas y materiales cerámicos.
- 170106*Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.
- 170107 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 1701060.

1702 Madera, vidrio y plástico

- 170201 Madera.
- 170202 Vidrio.
- 170203 Plástico.

- 170204* Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

1703 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados

- 170301* Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
- 170302 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 170301.
- 170303* Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

1704 Metales (incluidas sus aleaciones)

- 170401 Cobre, bronce, latón.
- 170402 Aluminio.
- 170403 Plomo.
- 170404 Zinc.
- 170405 Hierro y acero.
- 170406 Estaño.
- 170407 Metales mezclados.
- 170409* Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
- 170411 Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.

1705 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje

- 17053* Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
- 170504 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 170503.
- 170505* Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
- 170506 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 170505.
- 170507* Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas.
- 170508 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 170507.

1705 Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje

- 170503* Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
- 170504 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 170503.
- 170505* Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
- 170506 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 170505.
- 170507* Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas.
- 170508 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 170507.

1706 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto

- 170601* Materiales de aislamiento que contienen amianto.

- 170603* Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen sustancias peligrosas.
- 170604 Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 70601 y 170603.
- 170605 Materiales de construcción que contienen amianto.

1708 Materiales de construcción a base de yeso

- 170801* Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
- 170802 Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 170801.

1709 Otros residuos de construcción y demolición

- 170901* Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
- 170902* Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
- 170903* Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
- 170904 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 170902 y 170903.

6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN.

En la siguiente se presenta una estimación de las cantidades, expresadas en toneladas, de los residuos que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Siguiendo lo expresado en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

La estimación de cantidades se realiza tomando como referencia las ratios estándar publicados en el país sobre volumen y tipificación de residuos más extendidos y aceptados. La

utilización de ratios en el cálculo de residuos permite la realización de una "estimación inicial" que es lo que la normativa requiere en este documento, sin embargo, los ratios establecidos para "proyectos tipo" no permiten una definición exhaustiva y precisa de los residuos finalmente obtenidos para cada proyecto con sus singularidades, por lo que la estimación contemplada se acepta como estimación inicial y para la toma de decisiones en la gestión de residuos pero será el fin de obra el que determine en última instancia los residuos obtenidos.

<i>Tipo de residuo</i>	<i>Porcentaje del total de residuos</i>	<i>Cantidad estimada de residuos (Tm)</i>	<i>Cantidad estimada de residuos (m³)</i>	<i>Cantidad mínima de separación obligatoria (Tm)</i>	<i>Separación individualizada de residuos</i>
<i>Excedentes de excavación</i>	66,98	12	8	No se indica en el RD 105/2008	Recogida segregada de tierra limpia para reutilización y sobrante para gestión
<i>Hormigón total</i>	16,26	3,4	1,41	80 Tm según RD 105/2008	No. Recogida junto con ladrillos y otros escombros
<i>Ladrillos y cerámicos</i>	9,56	2	1	40 Tm según RD 105/2008	No. Recogida junto con ladrillos y otros escombros
<i>Metales</i>	0,95	0,2	0,02	2 Tm según RD 105/2008	No.
<i>Madera</i>	1,43	0,3	0,23	1 Tm según RD 105/2008	No.
<i>Vidrio</i>	0,47	0,1	0,1	1 Tm según RD 105/2008	No.
<i>Plásticos</i>	2,15	0,45	0,2	0,5 Tm según RD 105/2008	No.
<i>Papel y cartón</i>	2,15	0,45	0,4	0,5 Tm según RD 105/2008	No.

Tabla 1. Estimación de los residuos generados en la obra.

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones.
- Acopio de material.
- Apertura de la calle de tendido.
- Tendido de cables eléctricos y cables de tierra.
- Limpieza y restauración de las zonas de obra.

Los residuos peligrosos generados en la fase de construcción serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y/o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc.

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones in situ.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona. Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc.

DURANTE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO

Tan sólo puede generarse, y de manera poco probable y eventual, aceite empleado en los transformadores por sus características dieléctricas y refrigerantes. Para evitar su derrame, el transformador estará confinado en una cuba estanca para en caso en que se produzca vertido accidental, el mismo sea retenido y posteriormente gestionado como residuo (retirado por gestores que los destinen a operaciones de valorización) y no como vertido.

El aceite mineral dieléctrico está almacenado en los centros de transformación. Si bien dichos centros contienen una gran cantidad de aceite, este no suele cambiarse con gran frecuencia y su vida útil es similar a la de la instalación fotovoltaica, máxime cuando los transformadores sólo funcionarán las horas de sol. El mantenimiento consiste en la realización de pruebas periódicas mediante kits, para obtener una idea del estado del aceite, y sólo cuando éste no es del todo correcto se realiza un análisis en laboratorio. En la mayoría de las ocasiones basta con realizar una purificación del mismo y rara vez se lleva a cabo la sustitución completa de todo el volumen de aceite.

Se instalan depósitos de retención en los Centros de Transformación, sobre losas de hormigón, que llevarán incorporados un cartucho especialmente diseñado para encajar en los cubetos. Permitiendo la filtración de agua de drenaje y evita la contaminación del suelo. La empresa de mantenimiento de los transformadores es extrínseca a la Planta Solar Fotovoltaica.

En caso de generarse dicho residuo, el personal técnico externo de la misma se encargará de su recogida y retirada para ser almacenado en sus propias instalaciones, previo a su retirada por gestor autorizado.

En la relación contractual que se establezca entre la gerencia de la planta solar y la empresa instaladora se exigirá el cumplimiento legal en el ámbito de residuos (productor o pequeño productor de residuos, etiquetado, retirada por gestor, etc.) y la obligación de retirar el aceite dieléctrico en caso de que se genere el mismo o haya simplemente que cambiarlo o reponerlo.

7. MEDIDAS PARA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA

7.1 Prevención en la adquisición de materiales

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.
- Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.
- Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

- Se intentará adquirir los productos en módulo de los elementos constructivos en los que van a ser colocados para evitar retallos.

7.2 Prevención en la puesta en obra

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.
- En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Se incluirá en los contratos con subcontratas una cláusula de penalización por la que se desincentivará la generación de más residuos de los previsibles por una mala gestión de los mismos.

7.3 Prevención en el almacenamiento en obra

- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

8. OPERACIONES REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS

El desarrollo de las actividades de valoración de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valoración de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

En la siguiente tabla se indican las acciones pertinentes a realizar con los residuos generados.

En general, el empleo de estos residuos será para el mismo fin para el que fueron diseñados originalmente, en el caso de la imposibilidad de reutilización estos residuos se valorarán y se separarán convenientemente.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", en la tabla se expresa el tipo de tratamiento y su destino.

CÓDIGO LER	Descripción	Origen	Clasificación/ Peligrosidad	Tratamiento
170504	Tierras, arenas, suelos y piedras (excedentes excavación)	Movimientos de tierras	Inerte/Nula	Reducción, reutilización en origen y reciclado. Como última opción depósito en vertedero por gestor autorizado.
170101	Hormigón	Piezas defectuosas y limpieza	Inerte/Nula	En obra solo es admisible la limpieza de canaletas de hormigoneras y camiones de bombeo de hormigón. El lavado de la cuba se realiza en la planta.
170405	Metales	Recortes	Inerte/Nula	Reducción, reutilización en origen y reciclado.

INGRA Servicios de Ingeniería

				Reciclador/Gestor autorizado
170802 170803	Ladrillos, materiales cerámicos y derivados del yeso	Piezas defectuosas y limpieza	Inerte/Nula	Reducción, reutilización, clasificación en origen y reciclado. Valorización. Como última opción, depósito en vertedero.
1703	Pavimentos	Recortes, rechazo	Inerte/Nula	Reducción, reutilización, clasificación en origen y reciclado. Valorización. Como última opción, depósito en vertedero.
170201	Residuos sólidos urbanos	Restos de comida, pequeños plásticos	Residuos no peligrosos/Nula	Vertedero. Contenedores municipales
170904	Residuos vegetales	Tala y desbroce	Residuos no peligrosos/Nula	Trituración e incorporación a suelos. Entrega a propietarios y particulares. Vertedero controlado.
170904	Papel y cartón	Embalajes	Residuos no peligrosos/Nula	Contenedores municipales. Reciclador/Gestor autorizado.
170904	Plásticos	Embalajes, envoltorios de materiales, film protector	Residuos no peligrosos/Nula	Gestor autorizado.
170901	Maderas	Recortes, rechazo de tablas de encofrado y tablones, palés, resto de podas	Residuos no peligrosos/Nula	Gestor autorizado.
170904	Resto de aglomerados y derivados	Recortes, rechazo	Residuos no peligrosos/Nula	Gestor autorizado.
170903	Pinturas, barnices, que contengan disolventes halogenados	Productos de rechazo	Residuos peligrosos/Alta	Gestor autorizado RP
170903	Pinturas, barnices, que no contengan disolventes halogenados	Productos de rechazo	Residuos Peligrosos/Media	Gestor autorizado RP
170503	Tierras contaminadas con compuestos orgánicos	Fugas, accidentes y movimientos de tierras	Residuos peligrosos/Baja	Gestor autorizado RP
170903	Aceites usados	Maquinaria	Residuos peligrosos/Alta	Gestor autorizado RP
170903	Mezcla de aceite-agua	Maquinaria	Residuos peligrosos/Media	Gestor autorizado RP

INGRA Servicios de Ingeniería

170903	Residuos de combustibles líquidos	Maquinaria	Residuos peligrosos/Alta	Gestor autorizado RP
170903	Fibra y lana de vidrio	Recortes, rechazo	Residuos peligrosos /Media	Vertedero
170903	Envases que han contenido sustancias peligrosas	Productos de rechazo	Residuos peligrosos/Media	Gestor autorizado RP
170903	Materiales impregnados con sustancias peligrosas	Productos de rechazo	Residuos peligrosos/Media	Gestor autorizado RP
130208	Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor	Cubeto de recogida de aceite, estanco, sobre losa de hormigón.	Residuos Peligrosos/Media	Gestor autorizado

Tabla 2. Tipo de tratamientos de residuos en la obra.

CÓDIGO LER	Descripción	Origen	Clasificación/ Peligrosidad	Tratamiento
130208	Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor	Cubeto de recogida de aceite, estanco, sobre losa de hormigón.	Residuos Peligrosos/Media	Gestor autorizado
160214	Inversores	Equipos de conversión de potencia	Residuos no peligrosos/Nula	Gestor que separe fracciones útiles (metal, vidrio, etc.) para su valorización, el resto a vertedero.
160214	Transformadores	Máquina estática exterior	Residuos no peligrosos/Nula	Gestor que separe fracciones útiles (metal, vidrio, etc.) para su valorización, el resto a vertedero.
160216	Silicio	Obleas de silicio de módulos fotovoltaicos	Residuos no peligrosos/Nula	Agotamiento en otras plantas productoras, cesión a ONG para países del tercer mundo. Posterior reconversión del silicio al final de su vida útil para producir nuevas células fotovoltaicas

Tabla 2. Tipo de tratamientos de residuos en la fase de explotación.

9. PREINSCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO. MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

9.1 Evaluación de residuos de construcción y demolición

La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:

- Apertura de huecos en forjados, coincidentes en vertical con el ancho de un entrevigado y longitud de 1 m a 1,50 m, distribuidos de tal forma que permitan la rápida evacuación de los mismos. Este sistema sólo podrá emplearse en edificios o restos de edificios con un máximo de dos plantas y cuando los escombros sean de tamaño manejable por una persona.
- Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.
- Mediante canales, el último tramo del canal se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2,00 m por encima del suelo o de la plataforma del camión que realice el transporte. El canal no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales.
- Lanzando libremente el escombros desde una altura máxima de dos plantas sobre el terreno, si se dispone de un espacio libre de lados no menores de 6 x 6 m.
- Por desescombrado mecanizado. La máquina se aproximará a la medianería como máximo la distancia que señale la documentación técnica, sin sobrepasar en ningún caso la distancia de 1 m y trabajando en dirección no perpendicular a la medianería. El espacio donde cae escombros estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

Se protegerán los huecos abiertos de los forjados para vertido de escombros.

Se señalizarán las zonas de recogida de escombros.

El conducto de evacuación de escombros será preferiblemente de material plástico, perfectamente anclado, debiendo contar en cada planta de una boca de carga dotada de faldas.

El final del conducto deberá quedar siempre por debajo de la línea de carga máxima del contenedor.

El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del polvo. Durante los trabajos de carga de escombros se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas.

Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o, en su defecto, se regarán para evitar propagación del polvo en su desplazamiento hacia vertedero.

9.2 Carga y transporte de RCDs

Toda la maquinaria para el movimiento y transporte de tierras y escombros (camión volquete, pala cargadora, dumper, etc.), serán manejadas por personal perfectamente adiestrado y cualificado.

Nunca se utilizará esta maquinaria por encima de sus posibilidades. Se revisarán y mantendrán de forma adecuada.

Con condiciones climatológicas adversas se extremará la precaución y se limitará su utilización y, en caso necesario, se prohibirá su uso.

Si existen líneas eléctricas se eliminarán o protegerán para evitar entrar en contacto con ellas. Antes de iniciar una maniobra o movimiento imprevisto deberá avisarse con una señal acústica.

Ningún operario deberá permanecer en la zona de acción de las máquinas y de la carga. Solamente los conductores de camión podrán permanecer en el interior de la cabina si ésta dispone de visera de protección.

Nunca se sobrepasará la carga máxima de los vehículos ni los laterales de cierre. La carga, en caso necesario, se asegurará para que no pueda desprenderse durante el transporte. Se señalizarán las zonas de acceso, recorrido y vertido.

El ascenso o descenso de las cabinas se realizará utilizando los peldaños y asideros de que disponen las máquinas. Éstos se mantendrán limpios de barro, grasa u otros elementos que los hagan resbaladizos.

En el uso de palas cargadoras, además de las medidas reseñadas se tendrá en cuenta:

- El desplazamiento se efectuará con la cuchara lo más baja posible
- No se transportarán ni izarán personas mediante la cuchara.

- Al finalizar el trabajo la cuchara deberá apoyar en el suelo.
- En el caso de dumper se tendrá en cuenta:
 - o Estarán dotados de cabina antivuelco o, en su defecto, de barra antivuelco. El conductor usará cinturón de seguridad.
 - o No se sobrecargará el cubilote de forma que impida la visibilidad ni que la carga sobresalga lateralmente.
 - o Para transporte de masas, el cubilote tendrá una señal de llenado máximo.
 - o No se transportarán operarios en el dumper, ni mucho menos en el cubilote.
 - o En caso de fuertes pendientes, el descenso se hará marcha atrás.

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías de recirculación.

Cuando en las proximidades de una excavación existan tendidos eléctricos con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

- Desvío de la línea.
- Corte de la corriente eléctrica.
- Protección de la zona mediante apantallados.
- Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que, al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar. Por ello es conveniente la colocación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén y, como mínimo, 2.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos. Para transportes de tierras situadas a niveles inferiores a la cota 0, el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, en ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina.

9.3 Almacenamiento de RCDs

Para los caballeros o depósitos de tierras en obra se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
- Deberán tener forma regular.
- Deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa, y se cuidará de evitar arrastres hacia la zona de excavación o las obras de desagüe y no obstaculizará las zonas de circulación.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Si se prevé la separación de residuos en obra, éstos se almacenarán, hasta su transporte a planta de valorización, en contenedores adecuados, debidamente protegidos y señalizados.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.

El responsable de obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra. La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1,0 m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que se establezca en las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo:

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo, se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, así como la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden AM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y

eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, así como la legislación laboral de aplicación.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombros". Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos. Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2,00 metros.

Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Tipología	Código	Residuo	Cantidad(t)	Densidad (T/m ³)	Volumen (m ³)	Precio (€/T)	Importe (€)
Tipo I	02 01 07	Residuos de silvicultura	0,1	0,02	0,02	1.000	100

Tipología	Código	Residuo	Cantidad(t)	Densidad (T/m ³)	Volumen (m ³)	Precio (€/T)	Importe (€)
Tipo II	17 05 04	Tierras y piedras	11,9	5	2,38	152,7	1.817

Tipología	Código	Residuo	Cantidad(t)	Densidad (T/m ³)	Volumen (m ³)	Precio (€/T)	Importe (€)
Tipo III	17 01 01	Hormigón	3,4	2200	647	54	183,6

INGRA Servicios de Ingeniería

	17 01 02	Ladrillos	2	1,5	26,6	40	80
Total Tipo III							263,6

Tipología	Código	Residuo	Cantidad(t)	Densidad (T/m³)	Volumen (m³)	Precio (€/T)	Importe (€)
Tipo IV	17 04 01	Cobre, bronce, latón	0,2	1,5	1,33	105	210
	17 04 02	Aluminio					
	17 04 04	Zinc					
	17 04 05	Hierro y Acero					
	17 02 03	Plástico	0,45	0,9	1,38	23	28,75
	17 02 02	Vidrio	0,1	1,5	0,26	23	9,2
	170904	Papel y cartón	0,45	0,4	1,1	15	6,75
Total Tipo IV							254,7

La valorización del coste previsto de la gestión de residuos de construcción y demolición asciende a 2435,3 euros.

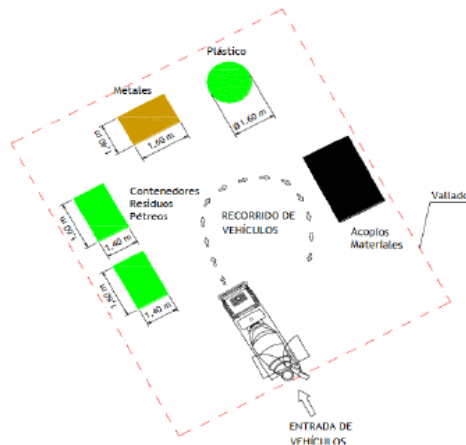
11. PLANOS

Se debe aportar en el Estudio de Gestión de Residuos los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección de la obra.

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón, en su caso.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación, se incluye a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



Castellón de la Plana, a 15 de abril de 2022

Fdo.: Fidel Roig Agut
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 379