

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235



AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID	
Nº VISADO 202003239	FECHA DE VISADO 09/11/2020	
VISADO		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A Nº:		NOMBRE
20078 COIIM ALVARO CAMARA RODRIGUEZ		

FECHA

Noviembre 2020

RESUMEN DEL PROYECTO

TÍTULO: Proyecto de ejecución Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV VILLAYERNO", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

PETICIONARIO: MOVIMIENTO AZIMUTAL, S.L., con CIF B91386235 y domicilio social en Calle López Bravo 99 -09001 - Burgos

DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN: FV VILLAYERNO

OBJETO: Construcción de una instalación de producción energía eléctrica, por tecnología fotovoltaica, sometida a declaración de impacto ambiental

UBICACIÓN: Parcela 5485 y 9004 del Polígono 514 de Valle de las Navas (Burgos), referencias catastrales 09331A514054850000XL y 09331A514090040000XH .

CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN: La construcción de la planta solar se realizará en la parcelas 5485 y 9004 del polígono 514 de Valle de las Navas (Burgos), con calificación de suelo como Rústico Común.

La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia modular máxima de 25 MW, estará compuesta por 54.918 módulos de 455 Wp – 24.987,69 kW en total – instalados en un total de 678 seguidores 3H27 . Los módulos se conectarán en series de 27 unidades cada uno. Las series se conectarán a cuadros de protección y seccionamiento denominados stringboxes. De estas stringboxes se tenderán los conductores de corriente continua a cada una de los seis centros de inversión y transformación. Los centros estarán formados por inversores con una potencia unitaria máxima de 3.400kVA, un transformador de potencia de relación 0,6/20 kV, un transformador para servicios auxiliares y el conjunto de celdas de MT. Estos centros de transformación se limitarán de modo que la energía evacuada en el punto frontera de la instalación nunca supere la máxima permitida (20 MW).

Las principales características de la instalación fotovoltaica son:

Módulos	LR4-72HPH455M de 455Wp	54.918 ud // 24.987,69 kWp $\approx$ 25 MWp
Estructura	Seguidor 3H27	678 ud.
Centros de Inversión y Transformación	MV Skid - Sungrow	6 ud · 3400 kVA = 20.400 kVA limitado a 20.000 kVA
Potencia total instalada		24.987,69 kWp $\approx$ 25 MWp
Potencia total inversores		20.400 kW[cos ϕ = 1]
Ratio potencia modular / potencia inversor		1,25

La tecnología de fabricación de módulos solares fotovoltaicos es extremadamente evolutiva, por lo que, desde el momento de la redacción del presente proyecto a la ejecución de la instalación es posible que hayan aparecido en el mercado soluciones con una eficiencia superior o un precio más competitivo. Por lo que se estudiarán los productos en el mercado previo a su compra, para analizar su adecuación a las necesidades de la planta proyectada. La instalación se construirá intentado aproximarse lo máximo posible a los 20 y 25 MW nominales y modulares autorizados respectivamente, eligiendo los módulos, inversores, transformadores y configuración más idónea de las que haya en el

mercado en el momento de la compra.

Los seis centros de inversión y transformación se unirán mediante dos circuitos formados por conductores subterráneos del tipo HEPRZ1 de aluminio con aislamiento 12/20 kV +H16. El circuito 1 unirá los centros CT1, CT2 Y CT3 y el circuito 2 el CT4, CT5 y CT6. Se estima que este cableado de media tensión tenga una longitud aproximada de 1.235 metros.

La subestación transformadora elevadora contará con una caseta prefabricada de hormigón que cumplirá la función de colector de la energía producida a través de las líneas de Media Tensión. Tendrá unas cabinas de 20 kV con funciones de protección. Además, dentro de esta caseta se incluirá un transformador de servicios auxiliares.

De una de estas cabinas saldrá una línea que alimentará al transformador de intemperie de la subestación 20/45 kV que elevará la tensión al nivel de la red de distribución. Esta subestación estará formada por los siguientes elementos:

- Sistema de 20 kV
 - 2 Posiciones de recepción de línea mediante cabinas SF6 con interruptor automático 24 kV, 630 A. capacidad de cierre sobre cortocircuito de 16 kA cresta.
 - Embarrado de 24 kV de 1250 A.
 - 1 Posición para transformador de servicios auxiliares mediante cabina SF6 provista de interruptor con fusibles 24 kV, 200 A. capacidad de cierre sobre cortocircuito de 21 KA cresta.
 - 1 Conjunto pararrayos autoválvula 21kV – 10kA.
 - 1 transformador de servicios auxiliares de 25 kVA, relación 20.000/400-230 V, conexión Dyn 11.
- Sistema de 45 kV
 - 1 Transformador de potencia, de 25 MVA (ONAN/ONAF), con relación de transformación 20/45 kV. Refrigeración en baño de aceite.
 - Conjunto de transformadores de medida formado por tres transformadores de tensión y tres de intensidad con relación 300-600 A.
 - Conjunto de transformadores de tensión de protección aguas arriba.
 - 1 Interruptor de protección, en el lado de 45 kV del transformador, tipo intemperie, SF6, de 52 kV y 1.250 A, poder de corte 25 kA, sobre el que actúan los dispositivos de seguridad máxima tensión 59, relé trifásico de mínima tensión 27, máxima tensión homopolar 59N, máxima y mínima frecuencia 81M/81m.
 - Segundo conjunto de tres transformadores de tensión de protección.
 - 1 Seccionador tripolar, de 52 kV y 1.250 A.
 - 2 Conjuntos pararrayos autoválvulas 45kV – 10kA.

De la subestación de la instalación fotovoltaica se tenderá una línea subterránea de 45 kV con conductor HEPRZ1 con aislamiento 26/45 kV y una sección de 300 mm² hasta la subestación ST Villimar, ubicada en la parcela 20 del polígono 16 de Burgos y propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU. El trazado de la línea de evacuación tendrá una longitud aproximada de 9.533 metros.

Relación de los bienes y derechos para la línea de evacuación de la instalación generadora

F	Municipio	Pol	Parc.	Ref. Catastral	Uso	Denominación	Longitud Zanja	PD	SS	SA	OT
1	Valle de las Navas	514	9004	09331A514090040000XH	Camino, privado	-	-	-	5.198,0 m2	5.198,0 m2	5.198,0 m2
2	Valle de las Navas	514	5485	09331A514054850000XL	Agrario, pastos	-	-	-	367.458,5 m2	367.458,5 m2	367.458,5 m2
3	Valle de las Navas	514	9003	09331A514090030000XU	Vía comunicación pública	S/N	247,5 m	-	148,5 m2	297,0 m2	1.237,5 m2
4	Valle de las Navas	515	5768	09331B515057680000HH	Agrario, labradío seco	-	435,0 m	-	261,0 m2	522,0 m2	2.175,0 m2
5	Valle de las Navas	514	9004	09331B514090040000HH	Vía comunicación pública	Camino de Bercillo	11,5 m	-	6,9 m2	13,8 m2	57,5 m2
6	Valle de las Navas	513	9002	09331A513090020000XY	Vía comunicación pública	Camino de Pazo a Burgos	1.479,0 m	-	887,4 m2	1.774,8 m2	7.395,0 m2
7	Valle de las Navas	512	9002	09331A512090020000XF	Vía comunicación pública	Camino de Riocerezo	38,5 m	-	23,1 m2	46,2 m2	192,5 m2
8	Valle de las Navas	512	9001	09331A512090010000XT	Vía comunicación pública	Camino de Los Frailes	931,0 m	-	558,6 m2	1.117,2 m2	4.655,0 m2
9	Villayerno Morquillas	501	9010	09488A501090100000KI	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.368,6 m	-	821,2 m2	1.642,3 m2	6.843,0 m2
10	Villayerno Morquillas	501	9011	09488A501090110000KJ	Vía comunicación pública	Camino de Los Cardos	13,0 m	-	7,8 m2	15,6 m2	65,0 m2
11	Villayerno Morquillas	505	9002	09488A505090020000KM	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.036,0 m	-	621,6 m2	1.243,2 m2	5.180,0 m2
12	Villayerno Morquillas	504	9001	09488A504090010000KX	Vía comunicación pública	Camino Villatoro a Celada de la Torre	14,0 m	-	8,4 m2	16,8 m2	70,0 m2
13	Villayerno Morquillas	504	9002	09488A504090020000KI	Vía comunicación pública	Camino Real de Burgos	473,6 m	-	284,2 m2	568,3 m2	2.368,0 m2
14	Burgos	15	9007	09900A015090070000US	Vía comunicación pública	S/N	18,5 m	-	11,1 m2	22,2 m2	92,5 m2
15	Burgos	14	9010	09900A014090100000UB	Vía comunicación pública	Camino Villimar a Quintanilla Vivar	2.010,5 m	-	1.206,3 m2	2.412,6 m2	10.052,5 m2
16	Burgos	14	9028	09900A014090280000UJ	Vía comunicación pública	Camino del Soto	141,7 m	-	85,0 m2	170,0 m2	708,5 m2
17	Burgos	15	9013	09900A015090130000UH	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	12,0 m	-	7,2 m2	14,4 m2	60,0 m2
18	Burgos	15	2	09900A015000020000UF	Agrario, labradío seco	-	244,8 m	-	146,9 m2	293,8 m2	1.224,0 m2
19	Burgos	15	9	09900A015000090000UI	Agrario, labradío seco	-	100,0 m	-	60,0 m2	120,0 m2	500,0 m2
20	Burgos	15	9017	09900A015090170000UY	Vía comunicación pública	Autovía BU-30	102,9 m	-	61,7 m2	123,4 m2	514,3 m2
21	Burgos	16	9014	09900A016090140000UJ	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	20,2 m	-	12,1 m2	24,2 m2	100,8 m2
22	Burgos	15	9012	09900A016090120000UX	Vía comunicación pública	FCC ADIF 100 Madrid -Hendaya	45,8 m	-	27,5 m2	54,9 m2	228,8 m2
23	Burgos	16	9013	09900A016090130000UI	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	85,6 m	-	51,4 m2	102,7 m2	428,0 m2
24	Burgos	16	15264	09900A016152640000UP	Agrario, labradío seco	-	18,0 m	-	10,8 m2	21,6 m2	90,0 m2
25	Burgos	16	9001	09900A016090010000UL	Río	Río Morquillas	5,2 m	-	3,1 m2	6,2 m2	26,0 m2
26	Burgos	16	5264	09900A016052640000UZ	Agrario, labradío seco	-	49,9 m	-	29,9 m2	59,9 m2	249,5 m2
27	Burgos	16	9006	09900A016090060000UK	Vía comunicación pública	S/N	3,8 m	-	2,3 m2	4,5 m2	18,8 m2
28	Burgos	16	20	09900A016000200000UX	Agrario	Subestación I-DE	20,5 m	-	12,3 m2	24,6 m2	102,6 m2

Servidumbres y limitaciones a la propiedad.

F: Número que asigna el proyecto a cada finca afectada, como elemento de identificación.

T/P: Administración titular o propietario del bien.

PD: Expropiación en pleno dominio. Se refleja la superficie, en metros cuadrados, de la finca que se expropia en pleno dominio. Superficie ocupada por los apoyos y sus cables de puesta a tierra, superficie ocupada por centros de seccionamiento, superficie ocupada por centros de transformación y subestaciones, superficie ocupada por los paneles solares, superficie para caminos de acceso que quedan a disposición y uso permanente de la instalación.

SSP: Superficie servidumbre permanente de paso. Se considera la superficie, en metros cuadrados, ocupada por la proyección de la línea sobre el terreno en las condiciones más desfavorables de viento. En las líneas aéreas se obtiene calculando el área obtenida por la proyección sobre el terreno de los conductores exteriores, en las condiciones más desfavorables en que los conductores estén desplazados hacia el exterior de la línea por un viento de 120 km/h, para cada finca afectada. En las líneas subterráneas se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca. Por esta superficie pasa la línea permanentemente y el titular de la instalación tiene servidumbre de paso, como predio dominante, para vigilarla, conservarla y repararla. El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.

SA: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad. Se expresará en metros cuadrados. Es la superficie en la que, debido a las líneas eléctricas de distribución, no se pueden plantar árboles, no se pueden construir edificios ni instalaciones industriales y no se pueden realizar trabajos de arada con profundidad superior a 60 centímetros en los tramos por los que discurren líneas subterráneas. Para líneas aéreas de distribución, se calcula añadiendo 5 metros a la proyección más desfavorable sobre el terreno de los conductores exteriores, bajo una acción del viento de 120 km/h. Para líneas subterráneas, se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

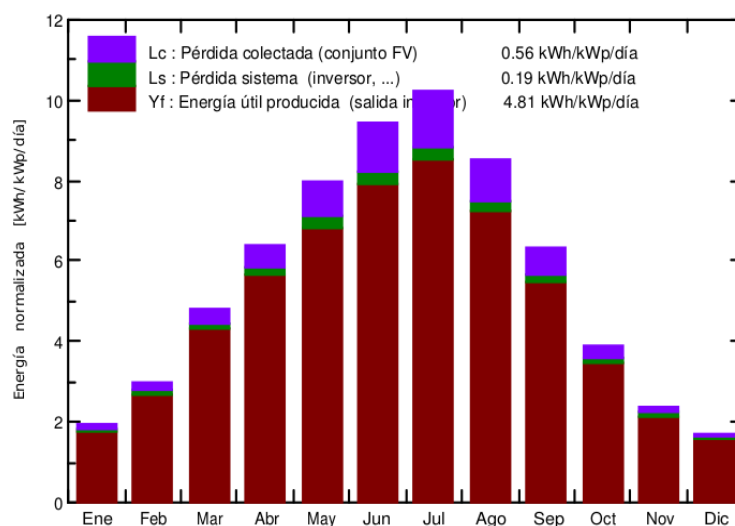
OT: Superficie Ocupación temporal. Se considerará la superficie necesaria para construir las líneas, los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones o la planta fotovoltaica, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente de paso. Son los caminos para la maquinaria, cuando no se pueda ir por la traza de la línea, por los caminos realizados mediante expropiación en pleno dominio. Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaba antes de iniciar los trabajos.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: 8.852.630,63 € desglosados de la siguiente manera:

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP01	ACTUACIONES PREVIAS.....	154.861,92	1,75
CAP02	CAMPO SOLAR.....	7.086.615,20	80,05
CAP03	CENTROS INVERSORES E INSTALACIÓN DE 20 kV.....	603.010,16	6,81
CAP04	SUBESTACIÓN 20/45 25MVA.....	181.741,49	2,05
CAP05	LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 45 KV.....	760.514,12	8,59
CAP06	MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES.....	18.551,10	0,21
CAP07	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	15.310,67	0,17
CAP08	SEGURIDAD Y SALUD.....	17.850,00	0,20
CAP09	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	14.175,97	0,16
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		8.852.630,63	

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL: 43.893 Mwh/año

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 24988 kWp



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_ Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	46.9	26.06	3.53	60.4	57.8	1450	1385	0.917
Febrero	66.2	35.27	4.92	83.4	80.0	1979	1900	0.912
Marzo	115.0	50.86	8.24	148.7	143.6	3470	3340	0.899
Abril	149.6	68.50	10.06	191.6	184.9	4392	4229	0.883
Mayo	189.2	69.85	14.57	246.4	238.9	5500	5294	0.860
Junio	214.7	65.44	19.58	283.5	275.8	6167	5937	0.838
Julio	235.2	53.59	21.67	316.3	308.8	6846	6587	0.833
Agosto	197.6	66.28	21.24	264.8	257.2	5806	5596	0.846
Septiembre	144.3	53.97	17.29	189.9	184.0	4245	4091	0.862
Octubre	92.5	40.20	12.87	120.8	116.6	2791	2686	0.890
Noviembre	54.7	27.68	6.77	71.1	68.2	1684	1613	0.908
Diciembre	42.4	23.37	4.03	54.1	51.6	1294	1233	0.913
Año	1548.3	581.08	12.11	2031.0	1967.4	45625	43893	0.865

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
	T_ Amb	T amb.	E_Grid	Energía inyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS:

Durante la inspección visual de las parcelas se han detectado los siguientes Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectados, para los que se presentan las correspondientes separatas de acuerdo con el art. 130 del RD 1955/2000:

- Ayuntamiento de Valle de las Navas: por la construcción de la instalación fotovoltaica objeto en su término municipal y por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- Ayuntamiento de Villayerno Morquillas: por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- Ayuntamiento de Burgos: por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- ADIF: por el cruzamiento de la línea de evacuación por la línea de ferrocarril nº100 Madrid-Hendaya en el P.K. 374,6.
- Ministerio de Fomento – Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental: por el cruzamiento de la línea de evacuación por la autovía BU-30 en el P.K. 24,27
- Diputación de Burgos – Vías y obras: por la construcción de la instalación fotovoltaica en la zona de afección de la carretera BU-V-5004, por el cruzamiento de la línea de evacuación de 45 kV con la carretera BU-V-5021 y alguna de las parcelas de su propiedad.
- EANGAS: por el cruzamiento de la línea de evacuación por uno de sus gaseoductos
- Servicio Territorial de Medio Ambiente de La Junta de Castilla y León en Burgos: Por la construcción de la instalación fotovoltaica colindante al Cordel de Sotillo y por el cruzamiento de la línea de evacuación con la Verdea de Burgos a Hurones
- Confederación Hidrográfica del Duero: por la construcción de la línea de evacuación de alta tensión en la zona de policía del arroyo S/N y por el trazado paralelo y cruzamiento de la línea sobre el río Morquillas.
- Servicio Territorial de Cultura de Burgos: por el cruce de la línea de evacuación de alta tensión con el yacimiento arqueológico de la calzada romana.

Índice de contenido

MEMORIA.....	13
1.- ANTECEDENTES.....	1
2.- OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO.....	2
2.1.- OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2.2.- PETICIONARIO DEL PROYECTO.....	2
3.- REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA.....	2
4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	6
5.- JUSTIFICACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO.....	11
5.1.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	11
5.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	12
5.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO, DE LA UTILIDAD PÚBLICA Y LA CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES PARA LA EVACUACIÓN.....	12
5.3.1- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
5.3.2- JUSTIFICACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA DEL PROYECTO Y CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES.....	15
5.4- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANÍSTICAS, CARRETERAS, VÍAS PECUARIAS Y CAUCES HIDRÁULICOS.....	20
5.5.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN.....	22
5.6.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANISMO.....	23
6.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA.....	25
6.1.- PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	25
6.2.- ESTRUCTURA SOPORTE.....	26
6.3.- CAJAS DE STRINGS.....	28
6.4.- CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN.....	28
6.5.- PROTECCIONES Y CABLEADO.....	32
6.6.- CABLEADO.....	32
6.7.- ZANJAS Y ENTUBADOS.....	36
6.8.- PUESTA A TIERRA.....	36
6.9.- INSTALACIONES AUXILIARES.....	37
6.9.1.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA.....	37
6.9.2.- INSTALACIONES DE COMUNICACIONES.....	38

6.10.- OBRA CIVIL.....	38
6.10.1.- ADECUACIÓN DEL TERRENO.....	39
6.10.2.- CAMINOS Y VIALES INTERNOS.....	39
6.10.3.- ACCESOS.....	40
6.10.4.- DRENAJES.....	40
6.10.5.- CERRAMIENTO.....	40
6.10.7.- EDIFICIO DE CONTROL.....	41
6.10.6.- EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA.....	43
7.- CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN.....	45
7.1.- OBRA CIVIL.....	45
7.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	46
7.2.1.- APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	46
7.2.2.- TRANSFORMADOR.....	47
7.2.3.- PUESTA A TIERRA.....	48
7.3.- INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	49
7.3.1.- MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	49
7.3.2.- ALUMBRADO.....	49
7.3.3.- ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS.....	50
7.3.4.- LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	50
8.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	51
8.1.- CONDUCTORES.....	51
8.2.- CANALIZACIONES.....	52
9- SUBESTACIÓN ELEVADORA· 20/45 kV.....	52
9.1.- EMPLAZAMIENTO Y EDIFICIOS.....	52
9.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	53
9.3.- SISTEMA DE ALTA TENSIÓN A 20 kV.....	54
9.4.- SISTEMA DE ALTA TENSIÓN A 45 kV.....	57
9.5.- MEDIDA DE LA ENERGÍA.....	63
9.6.- TELEMEDIDA EN TIEMPO REAL Y DESPACHO DELEGADO.....	63
9.7.- PUESTA A TIERRA.....	64
9.8.- INSTALACIÓN AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN.....	64
9.9.- MEDIDAS CORRECTORAS PARA LA LIMITACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO.....	65

9.10.- EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	66
10.- EVACUACIÓN ALTA TENSIÓN.....	67
10.1.- TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	67
10.2.- CONDUCTORES.....	67
10.3.- PROTECCIONES.....	70
10.4.- CANALIZACIONES.....	72
10.5.- CRUZAMIENTOS.....	73
10.5.1- CRUZAMIENTO CON AUTOVÍA BU-30 y FFCC n.º 100 MADRID-HENDAYA.....	73
10.5.2- CRUZAMIENTO CON RÍO MORQUILLAS.....	73
11.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	74
11.1.- OPERACIÓN.....	74
11.2.- MANTENIMIENTO.....	74
12.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	78
13.- RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	79
14.- CONCLUSIÓN.....	79
CÁLCULOS.....	80
CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS.....	1
1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	1
1.1.- POTENCIA INSTALADA.....	1
1.2.- CREACIÓN DE LAS SERIES CONECTADAS A LOS INVERSORES.....	1
1.3.- CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS DISTINTOS TRAMOS.....	2
1.4.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA.....	7
2.- PREVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.....	8
CÁLCULOS DE LOS CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN.....	9
1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.....	9
2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	10
3.- CORTOCIRCUITOS.....	10
3.1.- OBSERVACIONES.....	10
3.2.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE M.T.....	11
3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE B.T.....	11
4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	11
4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	11

4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	12
4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	12
5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	12
6.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.....	12
7.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN.....	12
8.- DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	13
9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	13
9.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	13
9.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....	13
9.2.1.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.....	13
9.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN.....	14
9.4.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR.....	16
9.4.1.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO O DE PASO EN EL ACCESO.....	16
9.4.2.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR.....	17
9.4.3.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	17
9.5.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.....	18
9.6.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE LA TIERRA DE SERVICIO.....	18
CÁLCULOS DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....	20
1.- INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLE.....	20
2.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE.....	20
3.- CAÍDA DE TENSIÓN.....	21
4.- POTENCIA A TRANSPORTAR.....	22
5.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	23
6.- RESULTADOS OBTENIDOS.....	24
7.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO.....	25
CÁLCULOS DE LA SUBESTACIÓN ELEVADORA 20/45kV.....	27
1.- NIVELES Y DISTANCIAS DE AISLAMIENTO.....	27
2.- DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN.....	28
3.- CÁLCULO DE EMBARRADO Y CONDUCTORES.....	29
4.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	29
5.- CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRA.....	29

5.1.- DATOS DE PARTIDA PARA EL DISEÑO.....	29
5.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA (R_g).....	29
5.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (R_e).....	30
5.4.- CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA (I_g).....	30
5.5.- TENSIÓN DE LA MALLA (E_p).....	31
5.6.- SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR (S_m).....	31
5.7.- CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....	32
5.8.- TENSIONES DE CONTACTO Y PASO DE REFERENCIA.....	33
5.9.- CONCLUSIONES – RESUMEN DE LOS CÁLCULOS.....	34
CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN.....	35
1.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	35
2.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE.....	35
3.- CAÍDA DE TENSIÓN.....	36
4.- POTENCIA A TRANSPORTAR.....	36
5.- PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	37
6.- RESULTADOS OBTENIDOS.....	37
7.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO.....	38
SEGURIDAD Y SALUD.....	1
PLIEGO DE CONDICIONES.....	1
PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1
PRESUPUESTO.....	1
PLANOS.....	17
ANEXO I: PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.....	1
ANEXO II: INFORME CONEXIÓN A RED.....	1
ANEXO III: HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES.....	1

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

MEMORIA

1.- ANTECEDENTES

La mercantil MOVIMIENTO AZIMUTAL S.L. inició a principios de Noviembre de 2020 la realización del proyecto y los trámites administrativos necesarios para la construcción de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red con seguimiento en la parcelas 5485 y 9004 del polígono 514 de Valle de las Navas (Burgos), con una potencia modular máxima de 25 MW.

Para ello se depositó en favor del Servicio Territorial de Hacienda de la delegación de Burgos de la Junta de Castilla y León un aval por un importe total de 1.000.000,00€, suficiente para cubrir hasta una potencia de 25 MW, que es lo que se desea construir.

El pasado 24 de Abril de 2019, Iberdrola distribución Eléctrica (actualmente I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.) emitió el informe favorable de conexión, otorgando la conexión en la Subestación ST Villimar (Burgos) con referencia 9037606513 concediendo una potencia de 25MW. El 7 de Agosto de 2019 se recibió la aceptabilidad por parte del Operador del Sistema (REE).

En Noviembre de 2020 se comienza la redacción del presente proyecto. En el momento de la realización del presente trabajo no se dispone de estudio geotécnico ni de pull out de las parcelas que componen el proyecto.

La instalación se ha denominado "FV Villayerno".

Las instalaciones se han proyectado buscando la seguridad para el personal y los equipos, así como una fiabilidad y regularidad del servicio, de acuerdo con la normativa vigente.

2.- OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO

2.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el establecimiento y justificación de los datos técnicos que se precisan para la construcción de una central de producción eléctrica mediante tecnología fotovoltaica con una potencia de 25MW , su subestación transformadora 20/45kV, y la línea de evacuación. La instalación solar, junto con su subestación, estarán ubicados en las parcelas 5485 y 9004 polígono 514 de Valle de las Navas (Burgos). La conexión de la instalación a la red de distribución se realizará en barras de 45 kV en la subestación ST Villimar (Burgos).

Además para que así como base genérica para la tramitación oficial (Autorización Administrativa y/o Autorización de Ejecución y/o Declaración de Utilidad pública, según protocolo en cada caso).

2.2.- PETICIONARIO DEL PROYECTO

Titular: MOVIMIENTO AZIMUTAL, S.L.

CIF: B91386235

Domicilio: Calle López Bravo 99 – 09001 Burgos

Representante y persona de contacto: Francisco Javier Cámara Rica

Teléfono: 667566004

Email: javier.camara@piocamara.com

3.- REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- 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 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de

medida del sistema eléctrico.

- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica
- Normas de UNESA

OBRA CIVIL:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.
- Normativa particular de ENAGÁS.
- Normativa particular y de operación de REE.

SEGURIDAD Y SALUD:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las

Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mo Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, 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, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- 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.

EQUIPOS:

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE- EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE EN 6125: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE:

- Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León y sus modificaciones posteriores.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y sus modificaciones posteriores.
- Ley 3/1995 de 23 de Marzo sobre vías pecuarias.
- 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.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.
- Orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico.
- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Normas Subsidiarias de Planeamiento del Ayuntamiento de Valle de Navas (Burgos)
- Plan General de Ordenación Urbana de Valladolid, aprobación definitiva del 19 de junio de 2020.

4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La mercantil MOVIMIENTO AZIMUTAL, S.L. desea construir una instalación solar fotovoltaica conectada a la red en la parcela 5485 y 9004 del polígono 514 de Valle de las navas (Burgos) con referencia catastral 09331A514054850000XL y 09331A514090040000XH respectivamente.

La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia modular máxima de 25 MW, estará compuesta por 54.918 módulos de 455 Wp – 24.987,69 kW en total – instalados en un total de 678 seguidores 3H27 . Los módulos se conectarán en series de 27 unidades cada uno. Las series se conectarán a cuadros de protección y seccionamiento denominados stringboxes. De estas stringboxes se tenderán los conductores de corriente continua a cada una de los seis centros de inversión y transformación. Los centros estarán formados por inversores con una potencia unitaria máxima de 3.400kVA, un transformador de potencia de relación 0,6/20 kV, un transformador para servicios auxiliares y el conjunto de celdas de MT. Estos centros de transformación se limitarán de modo que la energía evacuada en el punto frontera de la instalación nunca supere la máxima permitida (20 MW).

Las principales características de la instalación fotovoltaica son:

Módulos	LR4-72HPH455M de 455Wp	54.918 ud // 24.987,69 kWp ≈ 25 MWp
Estructura	Seguidor 3H27	678 ud.
Estaciones Transformación	MV Skid - Sungrow	6 ud · 3400 kVA = 20.400 kVA limitado a 20.000 kVA
Potencia total instalada		24.987,69 kWp ≈ 25 MWp
Potencia total inversores		20.400 kW[cos φ = 1]
Ratio potencia modular / potencia inductor		1,25

La tecnología de fabricación de módulos solares fotovoltaicos es extremadamente evolutiva, por lo que, desde el momento de la redacción del presente proyecto a la ejecución de la instalación es posible que hayan aparecido en el mercado soluciones con una eficiencia superior o un precio más competitivo. Por lo que se estudiarán los productos en el mercado previo a su compra, para analizar su adecuación a las necesidades de la planta proyectada. La instalación se construirá intentado aproximarse lo máximo posible a los 20 y 25 MW nominales y modulares autorizados respectivamente, eligiendo los módulos, inversores, transformadores y configuración más idónea de las que haya en el mercado en el momento de la compra.

Los seis centros de inversión y transformación se unirán mediante dos circuitos formados por conductores subterráneos del tipo HEPRZ1 de aluminio con aislamiento 12/20 kV +H16. El circuito 1 unirá los centros CT1, CT2 Y CT3 y el circuito 2 el CT4, CT5 y CT6. Se estima que este cableado de media tensión tenga una longitud aproximada de 1.235metros.

La subestación transformadora elevadora contará con una caseta prefabricada de hormigón que cumplirá la función de colector de la energía producida a través de las líneas de Media Tensión. Tendrá unas cabinas de 20 kV con funciones de protección. Además, dentro de esta caseta se incluirá un transformador de servicios auxiliares.

De una de estas cabinas saldrá una línea que alimentará al transformador de intemperie de la subestación de 25MVA 20/45 kV que elevará la tensión al nivel de la red de distribución. Esta subestación estará formada por los siguientes elementos:

- Sistema de 20 kV
 - 2 Posiciones de recepción de línea mediante cabinas SF6 con interruptor automático 24 kV, 630 A. capacidad de cierre sobre cortocircuito de 16 kA cresta.
 - Embarrado de 24 kV de 1250 A.
 - 1 Posición para transformador de servicios auxiliares mediante cabina SF6 provista de interruptor con fusibles 24 kV, 200 A. capacidad de cierre sobre cortocircuito de 21 KA cresta.
 - 1 Conjunto pararrayos autoválvula 21kV – 10kA.
 - 1 transformador de servicios auxiliares de 25 kVA, relación 20.000/400-230 V, conexión Dyn 11.
- Sistema de 45 kV
 - 1 Transformador de potencia, de 25 MVA (ONAN/ONAF), con relación de transformación 20/45 kV. Refrigeración en baño de aceite.
 - Conjunto de transformadores de medida formado por tres transformadores de tensión y tres de intensidad con relación 300-600 A.
 - Conjunto de transformadores de tensión de protección aguas arriba.
 - 1 Interruptor de protección, en el lado de 45 kV del transformador, tipo intemperie, SF6, de 52 kV y 1.250 A, poder de corte 25 kA, sobre el que actúan los dispositivos de seguridad máxima tensión 59, relé trifásico de mínima tensión 27, máxima tensión homopolar 59N, máxima y mínima frecuencia 81M/81m.
 - Segundo conjunto de tres transformadores de tensión de protección.
 - 1 Seccionador tripolar, de 52 kV y 1.250 A.
 - 2 Conjuntos pararrayos autoválvulas 45kV – 10kA.

De la subestación de la instalación fotovoltaica se tenderá una línea subterránea de 45 kV con conductor HEPRZ1 con aislamiento 26/45 kV y una sección de 300 mm² hasta la subestación ST Villimar, ubicada en la parcela 20 del polígono 16 de Burgos y propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU. El trazado de la línea de evacuación tendrá una longitud aproximada de 9.533 metros.

Para el tendido de la línea de evacuación en Alta Tensión se contará con permiso por escrito de la servidumbre de los afectados, no obstante, esta servidumbre será constituida tal y como se describe en los artículos 57 y 58 de la Ley

24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y sus modificaciones posteriores:

- *La servidumbre de paso de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal, gravará los bienes ajenos en la forma y con el alcance que se determinan en la presente ley y se regirá por lo dispuesto en la misma, en sus disposiciones de desarrollo y en la legislación mencionada en el artículo anterior, así como en la legislación especial aplicable.*
- *La servidumbre de paso subterráneo comprende la ocupación del subsuelo por los cables conductores, a la profundidad y con las demás características que señale la legislación urbanística aplicable, todo ello incrementado en las distancias de seguridad que reglamentariamente se establezcan.*
- *Una y otra forma de servidumbre comprenderán igualmente el derecho de paso o acceso y la ocupación temporal de terrenos u otros bienes necesarios para construcción, vigilancia, conservación, reparación de las correspondientes instalaciones, así como la tala de arbolado, si fuera necesario.*
- *No podrá imponerse servidumbre de paso para las líneas de alta tensión sobre cualquier género de propiedades particulares, si la línea puede técnicamente instalarse, sin variación de trazado superior a la que reglamentariamente se determine, sobre terrenos de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, Comunidades Autónomas, de las provincias o los municipios, o siguiendo linderos de fincas de propiedad privada.*

Relación de los bienes y derechos para la línea de evacuación de la instalación generadora

F	Municipio	Pol	Parc.	Ref. Catastral	Uso	Denominación	Longitud Zanja	PD	SS	SA	OT
1	Valle de las Navas	514	9004	09331A514090040000XH	Camino, privado	-	-	-	5.198,0 m2	5.198,0 m2	5.198,0 m2
2	Valle de las Navas	514	5485	09331A514054850000XL	Agrario, pastos	-	-	-	367.458,5 m2	367.458,5 m2	367.458,5 m2
3	Valle de las Navas	514	9003	09331A514090030000XU	Vía comunicación pública	S/N	247,5 m	-	148,5 m2	297,0 m2	1.237,5 m2
4	Valle de las Navas	515	5768	09331B515057680000HH	Agrario, labradío seco	-	435,0 m	-	261,0 m2	522,0 m2	2.175,0 m2
5	Valle de las Navas	514	9004	09331B514090040000HH	Vía comunicación pública	Camino de Bercillo	11,5 m	-	6,9 m2	13,8 m2	57,5 m2
6	Valle de las Navas	513	9002	09331A513090020000XY	Vía comunicación pública	Camino de Pazo a Burgos	1.479,0 m	-	887,4 m2	1.774,8 m2	7.395,0 m2
7	Valle de las Navas	512	9002	09331A512090020000XF	Vía comunicación pública	Camino de Riocerezo	38,5 m	-	23,1 m2	46,2 m2	192,5 m2
8	Valle de las Navas	512	9001	09331A512090010000XT	Vía comunicación pública	Camino de Los Frailes	931,0 m	-	558,6 m2	1.117,2 m2	4.655,0 m2
9	Villayerno Morquillas	501	9010	09488A501090100000KI	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.368,6 m	-	821,2 m2	1.642,3 m2	6.843,0 m2
10	Villayerno Morquillas	501	9011	09488A501090110000KJ	Vía comunicación pública	Camino de Los Cardos	13,0 m	-	7,8 m2	15,6 m2	65,0 m2
11	Villayerno Morquillas	505	9002	09488A505090020000KM	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.036,0 m	-	621,6 m2	1.243,2 m2	5.180,0 m2
12	Villayerno Morquillas	504	9001	09488A504090010000KX	Vía comunicación pública	Camino Villatoro a Celada de la Torre	14,0 m	-	8,4 m2	16,8 m2	70,0 m2
13	Villayerno Morquillas	504	9002	09488A504090020000KI	Vía comunicación pública	Camino Real de Burgos	473,6 m	-	284,2 m2	568,3 m2	2.368,0 m2
14	Burgos	15	9007	09900A015090070000US	Vía comunicación pública	S/N	18,5 m	-	11,1 m2	22,2 m2	92,5 m2
15	Burgos	14	9010	09900A014090100000UB	Vía comunicación pública	Camino Villimar a Quintanilla Vivar	2.010,5 m	-	1.206,3 m2	2.412,6 m2	10.052,5 m2
16	Burgos	14	9028	09900A014090280000UJ	Vía comunicación pública	Camino del Soto	141,7 m	-	85,0 m2	170,0 m2	708,5 m2
17	Burgos	15	9013	09900A015090130000UH	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	12,0 m	-	7,2 m2	14,4 m2	60,0 m2
18	Burgos	15	2	09900A015000020000UF	Agrario, labradío seco	-	244,8 m	-	146,9 m2	293,8 m2	1.224,0 m2
19	Burgos	15	9	09900A015000090000UI	Agrario, labradío seco	-	100,0 m	-	60,0 m2	120,0 m2	500,0 m2
20	Burgos	15	9017	09900A015090170000UY	Vía comunicación pública	Autovía BU-30	102,9 m	-	61,7 m2	123,4 m2	514,3 m2
21	Burgos	16	9014	09900A016090140000UJ	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	20,2 m	-	12,1 m2	24,2 m2	100,8 m2
22	Burgos	15	9012	09900A016090120000UX	Vía comunicación pública	FCC ADIF 100 Madrid -Hendaya	45,8 m	-	27,5 m2	54,9 m2	228,8 m2
23	Burgos	16	9013	09900A016090130000UI	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	85,6 m	-	51,4 m2	102,7 m2	428,0 m2
24	Burgos	16	15264	09900A016152640000UP	Agrario, labradío seco	-	18,0 m	-	10,8 m2	21,6 m2	90,0 m2
25	Burgos	16	9001	09900A016090010000UL	Río	Río Morquillas	5,2 m	-	3,1 m2	6,2 m2	26,0 m2
26	Burgos	16	5264	09900A016052640000UZ	Agrario, labradío seco	-	49,9 m	-	29,9 m2	59,9 m2	249,5 m2
27	Burgos	16	9006	09900A016090060000UK	Vía comunicación pública	S/N	3,8 m	-	2,3 m2	4,5 m2	18,8 m2
28	Burgos	16	20	09900A016000200000UX	Agrario	Subestación I-DE	20,5 m	-	12,3 m2	24,6 m2	102,6 m2

Servidumbres y limitaciones a la propiedad.

F: Número que asigna el proyecto a cada finca afectada, como elemento de identificación.

T/P: Administración titular o propietario del bien.

PD: Expropiación en pleno dominio. Se refleja la superficie, en metros cuadrados, de la finca que se expropia en pleno dominio. Superficie ocupada por los apoyos y sus cables de puesta a tierra, superficie ocupada por centros de seccionamiento, superficie ocupada por centros de transformación y subestaciones, superficie ocupada por los paneles solares, superficie para caminos de acceso que quedan a disposición y uso permanente de la instalación.

SSP: Superficie servidumbre permanente de paso. Se considera la superficie, en metros cuadrados, ocupada por la proyección de la línea sobre el terreno en las condiciones más desfavorables de viento. En las líneas aéreas se obtiene calculando el área obtenida por la proyección sobre el terreno de los conductores exteriores, en las condiciones más desfavorables en que los conductores estén desplazados hacia el exterior de la línea por un viento de 120 km/h, para cada finca afectada. En las líneas subterráneas se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca. Por esta superficie pasa la línea permanentemente y el titular de la instalación tiene servidumbre de paso, como predio dominante, para vigilarla, conservarla y repararla. El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.

SA: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad. Se expresará en metros cuadrados. Es la superficie en la que, debido a las líneas eléctricas de distribución, no se pueden plantar árboles, no se pueden construir edificios ni instalaciones industriales y no se pueden realizar trabajos de arada con profundidad superior a 60 centímetros en los tramos por los que discurren líneas subterráneas. Para líneas aéreas de distribución, se calcula añadiendo 5 metros a la proyección más desfavorable sobre el terreno de los conductores exteriores, bajo una acción del viento de 120 km/h. Para líneas subterráneas, se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

OT: Superficie Ocupación temporal. Se considerará la superficie necesaria para construir las líneas, los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones o la planta fotovoltaica, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente de paso. Son los caminos para la maquinaria, cuando no se pueda ir por la traza de la línea, por los caminos realizados mediante expropiación en pleno dominio. Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaba antes de iniciar los trabajos.

5.- JUSTIFICACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

5.1.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de "Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV VILLAYERNO", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.", consiste en el diseño, instalación y explotación de una planta solar fotovoltaica de 25 MW compuesta por un total de 54.918 módulos fotovoltaicos, de 455 Wp cada uno, 6 centros de inversión y transformación de 3.400 kVA lo que supone una potencia de 20.400 kVA en inversores.

La energía eléctrica producida en la planta por los módulos fotovoltaicos se elevará a un nivel de tensión de 20 kV en los Centros de Inversión y transformación (CT) y posteriormente a 45 kV en la subestación transformadora ubicado en la misma parcela que la planta fotovoltaica. Finalmente la potencia generada se evacuará a través de una línea Subterránea de Alta Tensión hasta la subestación ST Villimar, propiedad de ID-Redes Eléctricas Inteligentes y cuya localización se ubicará en la Parcela 20 del Polígono 16 de Burgos.

La planta solar a construir tiene una extensión aproximada de 36,45 ha y se ubica a 1 km al sur de la localidad de Rioseras (Valle de las Navas), en el polígono formado por la unión de las siguientes coordenadas UTM:

Punto	UTM X	UTM Y
1	447.821,37	4.699.418,07
2	447.821,83	4.699.343,22
3	447.891,13	4.699.075,52
4	448.551,49	4.699.075,08
5	448.551,49	4.699.034,69
6	448.672,11	4.699.034,69
7	448.672,11	4.699.078,46
8	448.728,38	4.699.078,46
9	448.728,38	4.699.078,46
10	448.728,38	4.699.078,46
11	448.728,38	4.699.146,15
12	448.747,79	4.699.152,19
13	448.747,79	4.699.198,49
14	448.771,26	4.699.211,07
15	448.771,19	4.699.280,91
16	448.693,19	4.699.280,91
17	448.693,19	4.699.348,75
18	448.669,98	4.699.348,75
19	448.669,98	4.699.401,58
20	448.663,79	4.699.407,58
21	448.663,79	4.699.460,42
22	448.663,79	4.699.460,42
23	448.661,99	4.699.466,42
24	448.653,37	4.699.525,26
25	448.148,94	4.699.525,26
26	448.058,66	4.699.462,03
27	448.058,66	4.699.433,92
28	448.022,65	4.699.418,53

5.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de una planta fotovoltaica de generación de energía eléctrica que permite el aprovechamiento de la energía solar a partir de células fotoeléctricas para transformar la energía procedente del sol en electricidad, que posteriormente se acondicionará y evacuará a la red.

La célula fotoeléctrica es la unidad más pequeña de generación de la planta. Diversas células componen un panel o módulo fotovoltaico. La totalidad de paneles fotovoltaicos, unidos en combinaciones de series y paralelos, componen la parte generadora (denominada generador fotovoltaico) de la instalación.

Los paneles se montan sobre estructuras móviles denominadas seguidores solares. Los seguidores solares tienen un eje Norte-Sur sobre el cual los paneles se orientan siguiendo al sol en su trayectoria diaria Este-Oeste. Esta disposición logra que la radiación incidente de los paneles se la mayor posible con un seguidor a un eje y por tanto se incrementa la producción de energía eléctrica de la planta fotovoltaica.

La electricidad, generada como corriente continua en el generador fotovoltaico, es conducida a un inversor cuyas funciones principales son:

- Transformar la corriente continua en alterna.
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico.
- Actuar como protección (Tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, baja potencia de paneles fotovoltaicos, sobretensiones, etc.)

Los inversores están agrupados en los seis centros de inversión y transformación. La energía producida en estas estaciones, en baja tensión, es elevada a media tensión, 20 kV, en el transformador elevador asociado.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

5.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO, DE LA UTILIDAD PÚBLICA Y LA CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES PARA LA EVACUACIÓN

5.3.1- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de

regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Ésta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

Este tipo de proyectos, presentan las siguientes ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- Disminución de la dependencia exterior de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético renovable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables a nivel global.
- No emisión de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Sirviendo de base la Resolución de 11/04/2018, de la Secretaría de General de la Consejería de Economía, Empresas y Empleo, por la que se da publicidad al Acuerdo de 10/04/2018, del Consejo de Gobierno, por el que se aprecian razones de interés público a efectos de aplicación del procedimiento de tramitación de urgencia y despacho prioritario de expedientes en materia de autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables [2018/4532], se aprecian razones por las que se pueden considerar las actuaciones del presente proyecto como instalación de utilidad pública, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones incluidas en la publicación de la citada resolución:

- La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece objetivos mínimos vinculantes para el conjunto de la Unión Europea y para cada uno de los Estados miembros. Concretamente, la Directiva establece como objetivo conseguir una cuota mínima del 20 por ciento de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España para el año 2020. Así el Anexo I de la Directiva 2009/28/CE en el que se fijan los objetivos globales nacionales en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en consumo de energía final en 2020 establece para España en 2005 una cuota de 8,7% y a 2020 20%. Actualmente, se encuentra en fase de negociación con los Estados miembros agrupados en el Consejo de la UE el objetivo de renovables para el conjunto de la UE a 2030, habiendo aprobado recientemente el Parlamento Europeo un objetivo del 35%, sin que sea vinculante para los Estados Miembros.

- Por su parte, el Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

- La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en el apartado séptimo de su artículo 14 autoriza al Gobierno

para que pueda establecer un régimen retributivo específico para fomentar la producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración de alta eficiencia y residuos, cuando exista una obligación de cumplimiento de objetivos energéticos derivados de Directivas u otras normas de Derecho de la Unión Europea o cuando su introducción suponga una reducción del coste energético y de la dependencia energética exterior, fijando los términos en los que ha de realizarse.

- En desarrollo de la citada norma legal, el Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, que establece el régimen jurídico y económico para dichas instalaciones, dispone en su artículo 12 que para el otorgamiento del régimen retributivo específico se establecerán mediante real decreto las condiciones, tecnologías o colectivo de instalaciones concretas que podrán participar en el mecanismo de concurrencia competitiva, así como los supuestos en los que se fundamente de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14.7 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

- El citado mecanismo de concurrencia competitiva previsto en la normativa del sector eléctrico actualmente vigente, ha sido objeto de implementación hasta el momento, a efectos de la necesidad de cumplimiento del objetivo europeo fijado en el 20 % de energía renovable sobre consumo de energía final en 2020, a través de los siguientes instrumentos normativos: el Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica, concretando un cupo de 200 MW para instalaciones de biomasa y 500 MW para la tecnología eólica, y su desarrollo mediante la Orden IET/2212/2015, de 23 de octubre, por la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa situadas en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica, convocada al amparo del Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, y se aprueban sus parámetros retributivos, estableciendo la asignación del mismo mediante subasta; el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular. Posteriormente y en desarrollo de dicho Real Decreto, en el que se aprobó una convocatoria de hasta 3.000 MW de potencia instalada, se aprobó la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril, por la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, convocada al amparo del Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y se aprueban sus parámetros retributivos, en la que se establece de nuevo que la asignación del régimen retributivo se realizará mediante un procedimiento de subasta; por último por el Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, se establece un cupo de 3.000 MW de potencia instalada, de nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular, al que se podrá otorgar el régimen retributivo específico, cuyo desarrollo se llevó a cabo a través de la Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, por la que se determina el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico, los parámetros retributivos correspondientes, y demás aspectos que serán de aplicación para el cupo de 3.000 MW de potencia instalada, convocado al amparo del Real Decreto 650/2017, de 16 de junio.

- En el ámbito autonómico, la Junta de Castilla y León creó el Servicio de Fomento del Ahorro Energético y de las Energías Renovables, además de establecer distintos mecanismos para el impulso del sector de las energías renovables que ya recogieron dentro de su objeto la potenciación del uso racional de los recursos energéticos de carácter renovable, todo ello en el seno de la planificación energética de la Junta y a efectos de dar cumplimiento a los planes, programas, y normativa de la Unión Europea y de España en materia de ahorro y eficiencia energética y de fomento de las energías renovables.

Estas circunstancias hacen necesario arbitrar medidas de simplificación administrativa, en cuanto instrumento que permita atraer a Castilla y León estas inversiones empresariales que, cumpliendo los objetivos de sostenibilidad económica, social, medioambiental y territorial, contribuyan por su capacidad de generar riqueza, innovación y empleo, a favorecer la actividad económica de Castilla y León, así como la cohesión territorial en la región.

Este tipo de instalaciones sería, por tanto compatible con los intereses del Estado, que busca una planificación energética que contenga entre otros los siguientes aspectos (extracto artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible): “Optimizar la participación de las energías renovables en la cesta de generación energética y, en particular en la eléctrica”.

Por lo tanto tiene carácter de “Interés Público”.

5.3.2- JUSTIFICACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA DEL PROYECTO Y CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES

Se solicita para el proyecto “FV Villayerno” la Utilidad Pública y la ocupación de determinados terrenos al amparo de las siguientes normas:

La ley del Sector Eléctrico de 24/2013 establece en el Título IX las siguientes disposiciones:

Autorizaciones, expropiación y servidumbres

Artículo 54. Utilidad pública.

1. Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

2. Dicha declaración de utilidad pública se extiende a los efectos de la expropiación forzosa de instalaciones eléctricas y de sus emplazamientos cuando por razones de eficiencia energética, tecnológicas, o medioambientales sea oportuna su sustitución por nuevas instalaciones o la realización de modificaciones sustanciales en las mismas.

Artículo 55. Solicitud de la declaración de utilidad pública.

1. Para el reconocimiento en concreto de la utilidad pública de las instalaciones aludidas en el artículo anterior, será necesario que la empresa interesada lo solicite, incluyendo el proyecto de ejecución de la instalación y una relación concreta e individualizada de los bienes o derechos que el solicitante considere de necesaria expropiación.

2. La petición se someterá a información pública y se recabará informe de los organismos afectados.

“Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 55 la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, en el artículo 36 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y el artículo 9 del Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León, se someten a información pública los proyectos de ejecución de instalaciones”

3. Concluida la tramitación, el reconocimiento de la utilidad pública será acordado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, si la autorización de la instalación corresponde al Estado, sin perjuicio de la competencia del Consejo de Ministros en caso de oposición de organismos u otras entidades de derecho público, o por el organismo competente de las Comunidades Autónomas o Ciudades de Ceuta y Melilla en los demás casos.

“En este caso Órgano Instructor y competente para resolver: Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Burgos.”

Artículo 56. Efectos de la declaración de utilidad pública.

1. La declaración de utilidad pública llevará implícita en todo caso la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implicará la urgente ocupación a los efectos del artículo 52 de la Ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa.

2. Igualmente, supondrá el derecho a que le sea otorgada la oportuna autorización, en los términos que en la declaración de utilidad pública se determinen, para el establecimiento, paso u ocupación de la instalación eléctrica sobre terrenos de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público, propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos y zonas de servidumbre pública.

Por ello se solicita de esta Administración que tiene la competencia autorizante como Órgano Sustantivo de la CCAA, *“Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Burgos.”* reconocer la utilidad pública de esta instalación, y la notificación a todos los afectados según establece el artículo 55.2, además de la imposición y ejercicio de las servidumbres de paso, dado la necesidad de la parcela para la evacuación de la estación generadora. Se ha de mencionar que las dos parcelas en donde se ubicará la instalación generadora, han sido ya objeto de acuerdo.

De acuerdo con lo establecido en artículo 56.2 de la Ley 24/2003, de 26 de diciembre, este reconocimiento de utilidad pública en concreto supone el derecho a que sea otorgada la oportuna autorización, por los Organismos a los que se ha solicitado el condicionado técnico procedente, para el establecimiento, paso u ocupación de la instalación eléctrica sobre los terrenos de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, o de las Comunidades Autónomas, o de uso público, propios o comunales de la provincia o municipio, obras y servicios de los mismos y zonas de servidumbre pública.

Este reconocimiento de utilidad pública, en concreto, lleva implícita la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados, que se relacionan a continuación.

Relación de los bienes y derechos para la línea de evacuación de la instalación generadora

F	Municipio	Pol	Parc.	Ref. Catastral	Uso	Denominación	Longitud Zanja	PD	SS	SA	OT
1	Valle de las Navas	514	9004	09331A514090040000XH	Camino, privado	-	-	-	5.198,0 m2	5.198,0 m2	5.198,0 m2
2	Valle de las Navas	514	5485	09331A514054850000XL	Agrario, pastos	-	-	-	367.458,5 m2	367.458,5 m2	367.458,5 m2
3	Valle de las Navas	514	9003	09331A514090030000XU	Vía comunicación pública	S/N	247,5 m	-	148,5 m2	297,0 m2	1.237,5 m2
4	Valle de las Navas	515	5768	09331B515057680000HH	Agrario, labradío seco	-	435,0 m	-	261,0 m2	522,0 m2	2.175,0 m2
5	Valle de las Navas	514	9004	09331B514090040000HH	Vía comunicación pública	Camino de Berecillo	11,5 m	-	6,9 m2	13,8 m2	57,5 m2
6	Valle de las Navas	513	9002	09331A513090020000XY	Vía comunicación pública	Camino de Pazo a Burgos	1.479,0 m	-	887,4 m2	1.774,8 m2	7.395,0 m2
7	Valle de las Navas	512	9002	09331A512090020000XF	Vía comunicación pública	Camino de Riocerezo	38,5 m	-	23,1 m2	46,2 m2	192,5 m2
8	Valle de las Navas	512	9001	09331A512090010000XT	Vía comunicación pública	Camino de Los Frailes	931,0 m	-	558,6 m2	1.117,2 m2	4.655,0 m2
9	Villayerno Morquillas	501	9010	09488A501090100000KI	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.368,6 m	-	821,2 m2	1.642,3 m2	6.843,0 m2
10	Villayerno Morquillas	501	9011	09488A501090110000KJ	Vía comunicación pública	Camino de Los Cardos	13,0 m	-	7,8 m2	15,6 m2	65,0 m2
11	Villayerno Morquillas	505	9002	09488A505090020000KM	Vía comunicación pública	Camino de Burgos a Oña	1.036,0 m	-	621,6 m2	1.243,2 m2	5.180,0 m2
12	Villayerno Morquillas	504	9001	09488A504090010000KX	Vía comunicación pública	Camino Villatoro a Celada de la Torre	14,0 m	-	8,4 m2	16,8 m2	70,0 m2
13	Villayerno Morquillas	504	9002	09488A504090020000KI	Vía comunicación pública	Camino Real de Burgos	473,6 m	-	284,2 m2	568,3 m2	2.368,0 m2
14	Burgos	15	9007	09900A015090070000US	Vía comunicación pública	S/N	18,5 m	-	11,1 m2	22,2 m2	92,5 m2
15	Burgos	14	9010	09900A014090100000UB	Vía comunicación pública	Camino Villimar a Quintanilla Vivar	2.010,5 m	-	1.206,3 m2	2.412,6 m2	10.052,5 m2
16	Burgos	14	9028	09900A014090280000UJ	Vía comunicación pública	Camino del Soto	141,7 m	-	85,0 m2	170,0 m2	708,5 m2
17	Burgos	15	9013	09900A015090130000UH	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	12,0 m	-	7,2 m2	14,4 m2	60,0 m2
18	Burgos	15	2	09900A015000020000UF	Agrario, labradío seco	-	244,8 m	-	146,9 m2	293,8 m2	1.224,0 m2
19	Burgos	15	9	09900A015000090000UI	Agrario, labradío seco	-	100,0 m	-	60,0 m2	120,0 m2	500,0 m2
20	Burgos	15	9017	09900A015090170000UY	Vía comunicación pública	Autovía BU-30	102,9 m	-	61,7 m2	123,4 m2	514,3 m2
21	Burgos	16	9014	09900A016090140000UJ	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	20,2 m	-	12,1 m2	24,2 m2	100,8 m2
22	Burgos	15	9012	09900A016090120000UX	Vía comunicación pública	FCC ADIF 100 Madrid -Hendaya	45,8 m	-	27,5 m2	54,9 m2	228,8 m2
23	Burgos	16	9013	09900A016090130000UI	Vía comunicación pública	Carretera BU-V-5021	85,6 m	-	51,4 m2	102,7 m2	428,0 m2
24	Burgos	16	15264	09900A016152640000UP	Agrario, labradío seco	-	18,0 m	-	10,8 m2	21,6 m2	90,0 m2
25	Burgos	16	9001	09900A016090010000UL	Río	Río Morquillas	5,2 m	-	3,1 m2	6,2 m2	26,0 m2
26	Burgos	16	5264	09900A016052640000UZ	Agrario, labradío seco	-	49,9 m	-	29,9 m2	59,9 m2	249,5 m2
27	Burgos	16	9006	09900A016090060000UK	Vía comunicación pública	S/N	3,8 m	-	2,3 m2	4,5 m2	18,8 m2
28	Burgos	16	20	09900A016000200000UX	Agrario	Subestación I-DE	20,5 m	-	12,3 m2	24,6 m2	102,6 m2

Servidumbres y limitaciones a la propiedad.

F: Número que asigna el proyecto a cada finca afectada, como elemento de identificación.

T/P: Administración titular o propietario del bien.

PD: Expropiación en pleno dominio. Se refleja la superficie, en metros cuadrados, de la finca que se expropia en pleno dominio. Superficie ocupada por los apoyos y sus cables de puesta a tierra, superficie ocupada por centros de seccionamiento, superficie ocupada por centros de transformación y subestaciones, superficie ocupada por los paneles solares, superficie para caminos de acceso que quedan a disposición y uso permanente de la instalación.

SSP: Superficie servidumbre permanente de paso. Se considera la superficie, en metros cuadrados, ocupada por la proyección de la línea sobre el terreno en las condiciones más desfavorables de viento. En las líneas aéreas se obtiene calculando el área obtenida por la proyección sobre el terreno de los conductores exteriores, en las condiciones más desfavorables en que los conductores estén desplazados hacia el exterior de la línea por un viento de 120 km/h, para cada finca afectada. En las líneas subterráneas se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca. Por esta superficie pasa la línea permanentemente y el titular de la instalación tiene servidumbre de paso, como predio dominante, para vigilarla, conservarla y repararla. El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.

SA: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad. Se expresará en metros cuadrados. Es la superficie en la que, debido a las líneas eléctricas de distribución, no se pueden plantar árboles, no se pueden construir edificios ni instalaciones industriales y no se pueden realizar trabajos de arada con profundidad superior a 60 centímetros en los tramos por los que discurren líneas subterráneas. Para líneas aéreas de distribución, se calcula añadiendo 5 metros a la proyección más desfavorable sobre el terreno de los conductores exteriores, bajo una acción del viento de 120 km/h. Para líneas subterráneas, se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

OT: Superficie Ocupación temporal. Se considerará la superficie necesaria para construir las líneas, los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones o la planta fotovoltaica, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente de paso. Son los caminos para la maquinaria, cuando no se pueda ir por la traza de la línea, por los caminos realizados mediante expropiación en pleno dominio. Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaba antes de iniciar los trabajos.

5.4- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANÍSTICAS, CARRETERAS, VÍAS PECUARIAS Y CAUCES HIDRÁULICOS

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta las distancias de separación a caminos, carreteras y linderos que establece el Decreto 22/2004 de 29 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, la orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico, el texto consolidado a día 6 de Octubre de 2018 del Reglamento y la Ley de Carreteras y el Real Decreto 1955/200 sobre el sector eléctrico. Se tiene en cuenta además las Normas Subsidiarias de Valle de las Navas.

De acuerdo con esta normativa se han respetado las siguientes distancias de seguridad:

Artículo 190.D. Normas Subsidiarias de Valle de las Navas: Suelo no urbanizable normal

4- Separación a los linderos de la edificación:

Mínimo 5 mts. o altura de edificio.

25 mts. a cauces de agua.

8 mts. a la arista exterior en Carreteras de la Excm. Diputación Provincial de Burgos.

10 mts. al eje de las restantes vías públicas o privadas (calzada con un ancho libre no inferior a 4 mts.)

Artículo 4. Orden FOM/1079/2006: Condiciones Generales de la Instalación.

- No se exige parcela mínima, ni ocupación máxima que sea diferente a la regulación general.
- La distancia mínima a las parcelas colindantes será de 10 metros, y a los límites de dominio público de caminos, cauces hidráulicos o de otro tipo que carezcan de zonas de protección, será de 15 metros.
- Dichas distancias se medirán desde todo punto de ocupación posible de los paneles dispuestos en su inclinación más desfavorable, es decir horizontalmente sin ninguna inclinación del panel y con un posible ángulo de giro horizontal de 360 grados.
- Cuando la altura de los paneles sea inferior a 10 metros, no debe adoptarse ninguna medida adicional.

Art. 54 del Decreto 22/2004: Protección mínima de las vías públicas.

- Las construcciones e instalaciones de nueva planta, así como la ampliación de las existentes, e igualmente los cierres y vallados de fincas con materiales opacos de altura superior a 1,50 m, deben situarse a una distancia no inferior a 3,00 m desde el límite exterior de las carreteras, caminos, cañadas y demás vías públicas. Cuando dicho límite no esté definido, se situará a una distancia de 4,00 m desde el eje de las citadas vías.

Ley 10/2008 de 9 de diciembre, de carreteras de Castilla y León.

Artículo 24.1. La zona de servidumbre de las carreteras consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público definida en el artículo 23 y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación, a una distancia de veinticinco metros en autopistas, autovías y vías para automóviles, y de ocho metros en el resto de las carreteras, medidos desde las citadas aristas.

Artículo 25.1. La zona de afección de las carreteras estará constituida por dos franjas de terreno, a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a la arista exterior de la explanación, a una distancia de cien metros en autopistas autovías y vías para automóviles, y de treinta metros en el resto de las carreteras, medidos desde las citadas aristas.

Artículo 26.2. La línea límite de edificación se sitúa a 50 metros en autopistas, autovías y vías para automóviles, y a 18 metros en el resto de las carreteras, desde la arista exterior de la calzada más próxima, medidas horizontalmente a partir de la mencionada arista. Se entiende que la arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.

Artículos 87.2 y 94.g del Real Decreto 1812/1994: Reglamento General de Carreteras.

- La Dirección General de Carreteras podrá autorizar la colocación de instalaciones fácilmente desmontables, así como de cerramientos diáfanos, entre el borde exterior de la zona de servidumbre y la línea límite de edificación, siempre que no resulten mermadas las condiciones de visibilidad y seguridad de la circulación vial.
- Cerramientos. En la zona de servidumbre sólo se podrán autorizar cerramientos totalmente diáfanos, sobre piquetes sin cimientado de fábrica. Los demás tipos sólo se autorizarán exteriormente a la línea límite de edificación.

Artículo 6.2 Texto refundido de la Ley de Aguas – Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio

2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.
- b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

Resumen:

Cerramientos y vallados nuevos			
Normativa / Afección	Distancia a caminos y vías pecuarias	Distancia a carreteras	¿Cumplimiento?
Orden FOM/1079/2006	--	–	Si
RU CyL	3,00 m	3,00 m	Si
Ley de Carreteras CyL	–	8,00 m a BU-V-5004	Si

Construcciones e instalaciones – Afección a caminos, carreteras, linderos y cauces de agua					
Normativa / Afección	Distancia a caminos	Distancia a carreteras	Distancia a linderos	Cauces de agua	¿Cumplimiento?
Orden FOM/1079/2006	15,00 m	–	10,00 m	–	Si
RU CyL	3,00 m	3,00 m	–	–	Si
Normas Subsidiarias	10,00 m (A eje)	18 m (A arista)	5m (o altura)	25 m	Si
Ley de Carreteras CyL	–	18 m a BU-V-5004	–	–	Si
Ley de Aguas	–	–	–	5 m	Si

5.5.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta las distancias de separación con otras líneas según estipulan el Real Decreto 1955/2000 sobre el sector eléctrico y el 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.

Artículo 162. Texto consolidado Real Decreto 1955/2000

- Para las líneas eléctricas aéreas, queda limitada la plantación de árboles y prohibida la construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la proyección sobre el terreno de los conductores extremos en las condiciones más desfavorables, incrementada con las distancias reglamentarias a ambos lados de dicha proyección.

Construcciones e instalaciones – Afección a líneas eléctricas aéreas				
Franja de servidumbre sobre la proyección vertical de los conductores				
Normativa / Afección	LAAT ≤ 45 kV	LAAT 220 kV	LAAT 400 kV	¿Cumplimiento?
RD 1955/2000	(No hay afección)	(No hay afección)	(No hay afección)	Si
RLAT – ITC-LAT 07				Si

Servidumbres de paso de la línea de evacuación

De la subestación de la instalación fotovoltaica se tenderá una línea subterránea de 45 kV con conductor HEPRZ1 con aislamiento 26/45 kV y una sección de 300 mm² hasta la subestación ST Villimar, ubicada en la parcela 20 del polígono 16 de Burgos y propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU. El trazado de la línea de evacuación tendrá una longitud aproximada de 9.533 metros.

Para el tendido de la línea de evacuación en Alta Tensión se contará con permiso por escrito de la servidumbre de los afectados, no obstante, esta servidumbre será constituida tal y como se describe en los artículos 57 y 58 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y sus modificaciones posteriores:

- *La servidumbre de paso de energía eléctrica tendrá la consideración de servidumbre legal, gravará los bienes ajenos en la forma y con el alcance que se determinan en la presente ley y se registrará por lo dispuesto en la misma, en sus disposiciones de desarrollo y en la legislación mencionada en el artículo anterior, así como en la legislación especial aplicable.*
- *La servidumbre de paso subterráneo comprende la ocupación del subsuelo por los cables conductores, a la profundidad y con las demás características que señale la legislación urbanística aplicable, todo ello incrementado en las distancias de seguridad que reglamentariamente se establezcan.*
- *Una y otra forma de servidumbre comprenderán igualmente el derecho de paso o acceso y la ocupación temporal de terrenos u otros bienes necesarios para construcción, vigilancia, conservación, reparación de las correspondientes instalaciones, así como la tala de arbolado, si fuera necesario.*
- *No podrá imponerse servidumbre de paso para las líneas de alta tensión sobre cualquier género de propiedades particulares, si la línea puede técnicamente instalarse, sin variación de trazado superior a la que reglamentariamente se determine, sobre terrenos de dominio, uso o servicio público o patrimoniales del Estado, Comunidades Autónomas, de las provincias o los municipios, o siguiendo linderos de fincas de propiedad privada.*

5.6.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANISMO

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Decreto 22/2004 de 29 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, la orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico y las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Valle de las Navas.

Artículo 4. Orden FOM/1079/2006: Condiciones Generales de la Instalación.

- No se exige parcela mínima, ni ocupación máxima que sea diferente a la regulación general.
- La distancia mínima a las parcelas colindantes será de 10 metros, y a los límites de dominio público de caminos, cauces hidráulicos o de otro tipo que carezcan de zonas de protección, será de 15 metros.
- Dichas distancias se medirán desde todo punto de ocupación posible de los paneles dispuestos en su inclinación más desfavorable, es decir horizontalmente sin ninguna inclinación del panel y con un posible ángulo de giro horizontal de 360 grados.
- Cuando la altura de los paneles sea inferior a 10 metros, no debe adoptarse ninguna medida adicional.

Artículo 190.B Normas Subsidiarias de Valle de las Navas: Usos permitidos

Usos permitidos: Se consideran como tales el conjunto de actividades y construcciones que de conformidad con lo establecido en el Texto Refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/1992 26 de Junio, el Reglamento de Planeamiento y la presente normativa, son susceptibles de obtener las oportunas licencias municipales, previa obtención de las autorizaciones que en cada caso sean precisas en función de la legislación aplicable y en especial la definida en los artículos 15, 16 y 17 del TRLRSOU. 92.

Relación de usos permitidos:

[...] - Industrial: categorías 1ª y 2ª. Situaciones A y B. (Niveles sonoros interior y exterior).

Artículo 190.D Normas Subsidiarias de Valle de las Navas: Aprovechamiento

5,- Tipología edificatoria: Libre en función de cada uso, procurando adaptarse al entorno.

Uso del suelo

La parcela objeto donde se emplazará la planta solar fotovoltaica tiene una clasificación de SR SUELO RÚSTICO COMÚN. La actividad de generación fotovoltaica tiene una compatibilidad con el uso clasificado del suelo. Por lo que se podría autorizar el uso excepcional del mismo.

6.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA

6.1.- PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino cuyas características se muestran en la tabla siguiente. La ficha técnica proporcionada por el fabricante se incluye como documento anexo al presente Proyecto.

Propiedades eléctricas	LR4-72HPH-455M
Potencia máxima	455 W
Tensión Vmp	41,70 V
Corriente Imp	10,92 A
Tensión circuito abierto Voc	49,50 V
Corriente cortocircuito Isc	11,66 A
Eficiencia	20,9 %
Rango de temperaturas	-40°C ≈ +85°C
Máxima tensión del sistema	1.500 V
Resistencia al fuego	Clase C (IEC 61730)
Corriente de retorno máx.	20 A
Tolerancia	+/- 3%
Condiciones de los test	STC: Radiación 1.000 W/m² espectro AM 1,5 y temperatura modular 25°C
Propiedades mecánicas	LR4-72HPH-455M
Tipo de célula	Monocristalina
Celdas	144 células (6x24)
Dimensiones del módulo	2094 x 1038 x 35 mm
Peso	23,50 kg
Frente	3,2 mm de cristal templado y acero
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP67 – 3 diodos de bypass
Cableado	Cable de 0,3 m de 4 mm² Cu
Rendimiento temperatura	LR4-72HPH
Eficiencia P _{máx}	- 0,35%/°C
Eficiencia Voc	- 0,27%/°C
Eficiencia Isc	0,048%/°C
T ^a estándar cond. Normales	45°C±2°C

Los módulos seleccionados para ser instalados cumplirán los siguientes apartados:

- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- 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.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

6.2.- ESTRUCTURA SOPORTE

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras mecánicas de acero (tracker) que contarán con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur horizontal para seguir el movimiento diario del sol.

Esta estructura será capaz, de forma motorizada y automática, de reorientar el plano de módulos fotovoltaicos para seguir el movimiento diario del sol, desde las primeras horas de la mañana hasta la última hora de la tarde.

Los seguidores fotovoltaicos que proyectados se incluyen en el anexo de planos y de hojas de características de equipos principales.

Estos seguidores permiten una pendiente máxima del terreno en dirección Norte a Sur o viceversa de 12% e ilimitada en dirección Este-Oeste y sus bases serán postes que se hincarán en el terreno. En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico no tiene una pendiente elevada, aun así, para que los seguidores queden con una posición horizontal en el eje, se jugará con la altura de hincado de cada poste. Lo anterior permitirá que los seguidores se puedan ajustar mejor al terreno absorbiendo así la diferencia entre las distintas pendientes.

En aquellas zonas puntuales en que se supere la pendiente máxima aceptada por el seguidor no es necesario realizar una nivelación de toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo eliminar las zonas donde se supera la pendiente máxima con esto se equilibra el movimiento de tierras sin generar un exceso a vertedero.

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de seguidores nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 7,5 metros.

El tracker seleccionado cumplirá las siguientes especificaciones:

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- 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 superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

- El tracker incluirá sistema de motorización con autoalimentación y equipos de acumulación de energía necesarios para la maniobra del tracker a posición de seguridad.
- El tracker deberá tener incorporado algoritmos astronómicos y contar con sistema de backtracking.
- Al ser seguidores solares estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

6.3.- CAJAS DE STRINGS

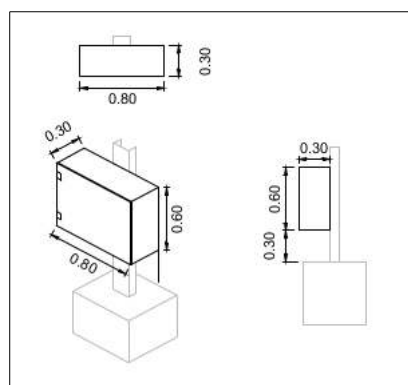
Las cajas de string (String Box) tienen como función principal agrupar las series de los módulos para reducir el número de entradas al inversor. Además presenta un eficiente cableado de CC de entrada y salida con interruptores de desconexión de CC, que están totalmente clasificados para un mantenimiento seguro. Estas cajas están equipadas con portafusibles de CC táctiles, fusibles de CC, pararrayos de CC inducidos por rayos y seccionador de carga.

Las String Box se ensamblarán de forma que puedan albergar un mínimo de 14 y un máximo de 25 series.

Características:

- Base portafusibles 1.500Vdc (TUV)
- Portafusibles 1.500 Vdc, 15A.
- Interruptor manual con poder de corte $I_{cc}=300A$.
- Descargador de sobretensiones

El método de instalación será mediante un hincado directamente en el terreno:



6.4.- CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN

Los centros de inversión y transformación son los encargados de transformar la energía eléctrica generada por los módulos en corriente continua a corriente alterna y elevar la tensión hasta los 20 kV.

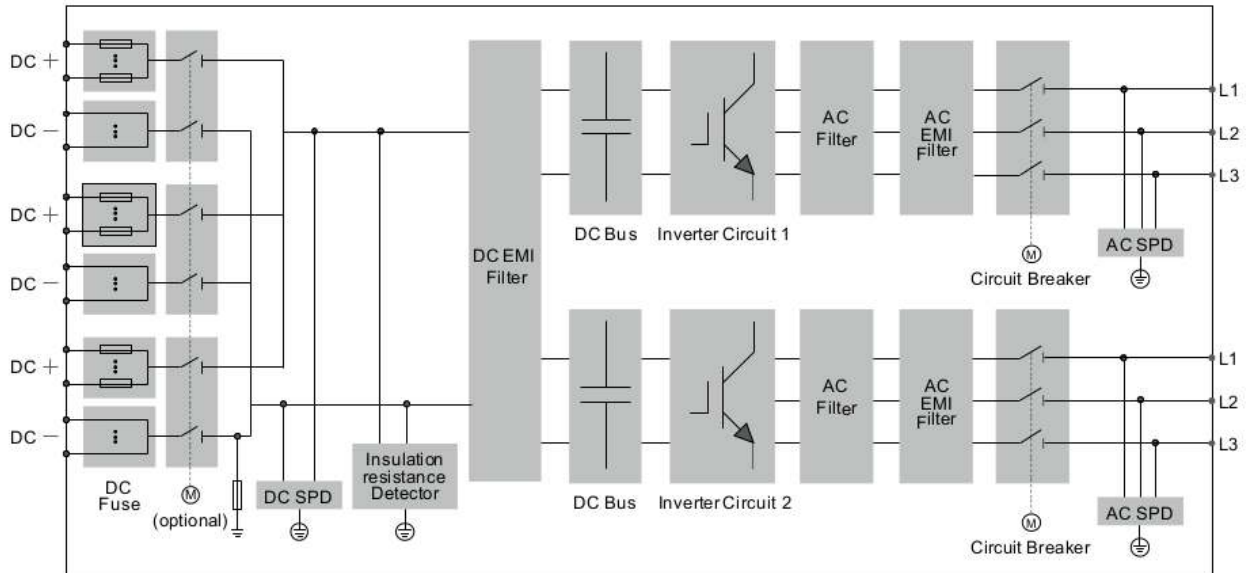
Los centros de inversión y transformación estarán compuestos por inversores Sungrow SG3400. Las tensiones a la salida de los Centros se elevarán a los circuitos de media tensión 20 kV mediante un transformador.

Este conjunto inversores-transformador junto con las celdas de media tensión, se instalará como una única unidad compuesta por:

Inversor Sungrow SG3400-20 de características:

Type designation	SG3400HV-20	SG3125HV-20	SG2500HV-20
Input (DC)			
Max. PV input voltage	1500 V		
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V	875 V / 915 V	800 V / 840 V
MPP voltage range for nominal power	875 – 1300 V	875 – 1300 V	800 – 1300 V
No. of independent MPP inputs	1		
No. of DC inputs	18(optional: 22/24 inputs negative grounding or floating; 28 inputs negative grounding)		18 – 24
Max. PV input current	4178 A	4178 A	3508 A
Max. DC short-circuit current	5000 A	5000 A	4800 A
Output (AC)			
AC output power	3593 kVA @ 25 °C / 3437 kVA @ 45 °C	3593 kVA @ 25 °C / 3437 kVA @ 45 °C / 3125 kVA @ 50 °C	2750 kVA @ 45 °C / 2500 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	3458 A	3458 A	2886 A
Nominal AC voltage	600 V	600 V	550 V
AC voltage range	480 – 690 V	480 – 690 V	495 – 605 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz		
THD	< 3 % (at nominal power)		
DC current injection	< 0.5 % I _n		
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging		
Feed-in phases / Connection phases	3 / 3		
Efficiency			
Inverter Max. efficiency	99.0%		
Inverter Euro. efficiency	98.7%		
Protection and Function			
DC input protection	Load break switch + fuse		
AC output protection	Circuit breaker		
Overvoltage protection	DC Type I + II / AC Type II		
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes		
Insulation monitoring	Yes		
Overheat protection	Yes		
Q at night function	Optional		
General Data			
Dimensions (W*H*D)	2991*2591*2438 mm		
Weight	6.5 T		
Isolation method	Transformerless		
Degree of protection	IP55	IP55	IP54
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %		
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling		
Max. operating altitude	4000 m (> 2300 m derating)	4000 m (> 3000 m derating)	4000 m (> 2000 m derating)
Display	Touch screen		
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber		
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116		
Grid support	Q at night function (optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control		

Este tipo de inversores tiene el siguiente esquema eléctrico interno:



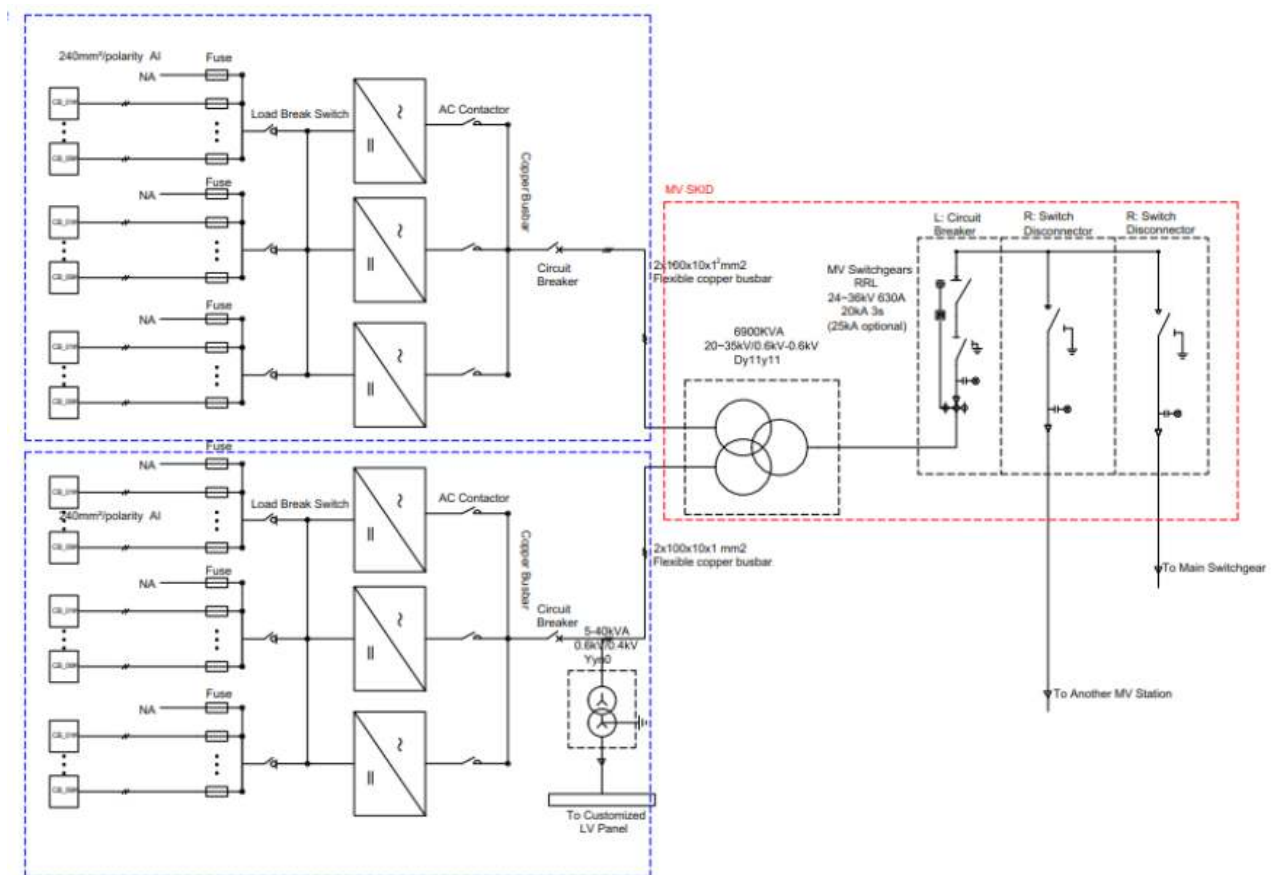
- Transformador de características:
 - Potencia de salida en AC: 3594kVA@25°C/ 3437kVA@45°C/ 3125kVA@50°C
 - Relación de Transformación: 20.000/600V
 - Conexión Dy11 // Dy11y11
 - Regulación $\pm 2,5\%$
 - Refrigeración por aceite con recolector
 - Relé DGPT2
 - Alarmas: nivel, presión y temperatura de aceite
 - Drenaje con filtro de aceite
- Celda de protección con interruptor automático con los siguientes relés:
 - Relé 81, de frecuencia.
 - Relé 79, re enganche.
 - Relé 86, de enclavamiento.
 - Relé 74, de alarma.
 - Relé 50/51, instantáneo de sobre intensidad o de velocidad de aumento de intensidad
 - Relé 50N/51N, instantáneo de sobre intensidad homopolar o de velocidad de aumento de intensidad homopolar.
 - Relé 49T, de temperatura.
- Celdas de seccionamiento para entradas y salidas.

- Monitorización Comunicación Ethernet con:
 - 1x Managed Optical Fiber Switch 2x Multimode SC Port+ 6xRJ45Ports+ Patch Panel 16/32 ST-ST
 - Monitorización de inversores mediante SCU, monitoreo del MV skid a través local IO remote , cableado interno incluido.

Las estaciones de inversores estarán protegidos por un cerramiento de simple torsión de 2,50m de altura, con una puerta ubicada al lado opuesto del transformador del conjunto y señalización de equipos de alta tensión. Además, con objeto de aumentar la protección de personas contra contactos directos, se dispondrá de un acerado perimetral de ancho mínimo 1 m.

Existe un detalle de las estaciones de inversores en los planos adjuntos.

A continuación se muestra el esquema de conexiones de la estación de inversores:



6.5.- PROTECCIONES Y CABLEADO

Las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir en todo momento el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de B.T., con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Al tratarse de una instalación a la intemperie, se debe tener en cuenta la ITC-BT-30 en su apartado 2: Instalaciones en locales mojados, dado que en ella se indica que se consideran como locales mojados las instalaciones a la intemperie, con lo que resulta preceptivo tener en cuenta las indicaciones de la citada ITC.

En el resto de las instrucciones complementarias del REBT también se encuentran otros apartados que resultan de aplicación para la instalación proyectada, se citan a continuación las ITC más significativas que definen las medidas de seguridad que se cumplirán:

- ITC-BT-08 Sistemas de conexiones del neutro y de las redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-22 Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de evacuación, por un lado y de las masas de la instalación generadora, por otro.

6.6.- CABLEADO

Cableado de Corriente Continua: Entre series y string boxes

Los conductores de interconexión entre las series de los módulos FV y las entradas de los inversores serán de sección no inferior a 6 mm² de cobre unipolares con un aislamiento en XLPE 0.6/1kV y con cubierta de PVC flexible con designación PV1-F 0,6/1 kV AC 0,9/1,8 kV DC.

La interconexión en serie de los módulos se realizará con conductores de conexión rápida Multicontacto de una sección de 6 mm². Este conductor está especialmente diseñado para instalaciones, tipo PV1-f hasta 120º.

Estos conductores de los cables están constituidos por cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE 21022/IEC 228, con una cubierta especial que permite que los conductores resistan temperaturas de hasta 120º.

Cableado de Corriente Continua: Entre string boxes e inversores

La conexión de la caja string con el Centro de Transformación (CT) se realizará con cables unipolares de cobre. El tipo de cable será RZ1-K con sección en función de los cálculos de caída de tensión, intensidad máxima admisible y corriente de cortocircuito descrita en el apartado de cálculos.

El cableado de corriente alterna que va desde el inversor hasta el punto de conexión será de conductores unipolares de cobre flexible con aislamiento de XLPE, cubierta de PVC y tensión de servicio 0,6/1 kV AC 0,9/1,8 kV DC.

El aislamiento de los cables, reticulado sin halógenos, es un material termoestable que presenta muy buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

Todos los conductores serán unipolares y, estará diseñada su sección para que no se produzcan caídas de tensión superiores al 1,5% en la parte de corriente continua ni del 2% en la de alterna.

Las redes subterráneas para distribución según el RBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Así las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección serán:

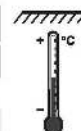
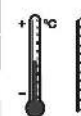
INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES SOTERRADOS EN TUBULAR SOTERRADA O AL AIRE PROTEGIDOS DEL SOL, CON CONDUCTOR DE ALUMINIO O COBRE (TENSIÓN ASIGNADA 0,6/1 kV)			
Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
Conductor de aluminio			
16	74	62	66
25	95	82	88
35	110	98	100
50	135	115	125
70	165	140	160
95	200	175	200
120	225	200	235
150	260	230	290
185	295	260	335
240	340	305	390
300	385	350	455
400	445	405	540

INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES SOTERRADOS EN TUBULAR SOTERRADA O AL AIRE PROTEGIDOS DEL SOL, CON CONDUCTOR DE ALUMINIO O COBRE (TENSIÓN ASIGNADA 0,8/1 kV)			
Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
Conductor de cobre			
16	100	82	88
25	125	105	115
35	150	130	145
50	185	155	185
70	225	185	235
95	260	225	285
120	300	260	335
150	340	300	390
185	380	335	445
240	445	400	540
300	500	455	610
400	580	530	720
Temperatura del terreno: 25 °C Temperatura del aire: 40 °C Resistividad térmica terreno: 1,5 K·m/W Profundidad soterramiento: 700 mm			

Factores de corrección para distintas temperaturas, Tabla A.6 UNE 211435:

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83



* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90°C en el conductor en régimen permanente.

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

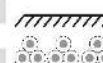
Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W en cables soterrados, Tabla A.7 UNE 211435:

Cables instalados en <u>tubos soterrados</u> . Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm ²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81



Si los cables van directamente enterrados tenemos:

Cables <u>directamente soterrados</u> en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm ²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73



Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento, Tabla A.9 UNE 211435:

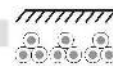
Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90



Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6 / 1 kV para cables soterrados, Tabla A.9.2 UNE 211435:

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



6.7.- ZANJAS Y ENTUBADOS

El tramo de red subterránea discurrirá por el interior de las parcelas objeto. Los cables se colocarán entubados bajo tubo de polietileno de 160 mm de diámetro de doble capa. Se colocarán arquetas en los extremos de los cambios de dirección que, coincidirán en las proximidades de los inversores.

Los tubos se instalarán en cama de arena y se cubrirán también con arena para su protección. Sobre esta capa de arena se instalará una banda de protección con placas de material plástico, sobre la cual se procederá a realizar el relleno del resto de la excavación con material seleccionado de la propia excavación, quitando los escombros y piedras.

Este relleno se compactará por tongadas y se incluirá una banda de señalización plástica de presencia de cables eléctricos conforme a los planos.

La anchura de la zanja vendrá dada por los servicios que deban disponerse en la misma. En el apartado de planos de la presente memoria se muestran los distintos tipos de zanjas a efectuar donde figura la anchura mínima de estas y la situación, protección y señalización de los cables.

6.8.- PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra tienen por objeto principal el limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentarse en un momento dado en las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone la avería del material utilizado.

Se tendrán en cuenta las prescripciones técnicas de la norma NSE-2-14, dimensionamiento de equipos de puesta a tierra. Con el fin de establecer una protección contra contactos indirectos, la instalación cuenta con un sistema de puesta a tierra según lo establecido en la ITC-BT 19 e ITC-BT 24. También cumplirá con lo dispuesto en el artículo 12 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Se conectarán a tierra todos elementos metálicos que estén en contacto con las instalaciones eléctricas.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la subestación y la instalación fotovoltaica, es decir, la red de tierra de la subestación y la red de tierra de la instalación fotovoltaica serán independientes y no estarán conectadas entre sí.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctrica continua, en la que no podrán incluirse en serie ni masas, ni elementos no metálicos. Se prohíbe intercalar seccionadores, fusibles o interruptores en los circuitos de tierra.

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Conductor de tierra: se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado sobre todas las zanjas de la instalación, con una sección de 35 y 50 mm². A dicho conductor se unirán todas las estructuras metálicas y cuadros stringboxes.
- Electrodo: estarán constituidos por pica de acero cobreado de 14 mm. De diámetro mínimo y 2 m de longitud. Se han considerado la instalación de un electrodo por cada fila de estructura solar y otro por cada stringbox.

6.9.- INSTALACIONES AUXILIARES

La instalación fotovoltaica necesitará una serie de instalaciones auxiliares para el funcionamiento de la misma. Entre estas instalaciones se contemplan:

- Instalación de seguridad y vigilancia
- Instalación de comunicaciones para seguidores e inversores

6.9.1.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la planta, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

Se desarrollará un proyecto específico de seguridad para proteger la instalación de la planta. Principalmente, el sistema de seguridad consistirá en una protección perimetral a lo largo de toda la valla de cerramiento, y de protección volumétrica en el interior de la caseta del transformador y cuadro de baja tensión.

El sistema de seguridad estará conectado a una Central Receptora de Alarma 24 horas 365 días, con el fin de poder atender cualquier incidente por intrusión, vandalismo o sabotaje. Dispondrá de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo del suministro eléctrico.

El sistema de seguridad deberá ser instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

Como complemento al cerramiento perimetral se plantea la videovigilancia del perímetro exterior con cámaras tipo domo con zoom antivandálicas para exterior, instaladas en columnas. Las cámaras estarán apoyadas por iluminación infrarroja.

Las cámaras serán tipo IP POE, por lo que la alimentación irá por el propio cable de comunicaciones. Se instalará un cable de fibra óptica monomodo de 12 fibras. El cableado discurrirá por una zanja perimetral.

En la sala de control, se instalará un rack de CCTV, que albergue el grabador de una capacidad de almacenaje mínima de 30 días en full HD. El sistema de gestión CCTV se basará en una plataforma web, con acceso de manera remota.

6.9.2.- INSTALACIONES DE COMUNICACIONES

En paralelo a los conductores de fuerza para la generación y alimentación de equipos, se tenderán tubos específicos para canalizar las comunicaciones entre equipos.

Se tenderá una red de conductores de fibra óptica para los centros inversores, estación meteorológica y otra para el sistema de vigilancia. El cableado se realizará de una sola tirada entre equipos, estando terminantemente prohibidos los puntos de transición, empalmes o inserción de dispositivos.

6.10.- OBRA CIVIL

La obra civil comprende varios aspectos entre los que destacan:

- Acondicionamiento y nivelación del terreno para el montaje de las estructuras
- Zanjas para las canalizaciones
- Viales internos para acceso a equipos y casetas
- Drenajes para zona de actuación
- Cerramiento perimetral
- Sistema de videovigilancia.

La instalación requiere de otras actuaciones pero que son existentes y que, por tanto no se ejecutarán y se aprovecharán:

- Caminos de acceso a las parcelas.

6.10.1.- ADECUACIÓN DEL TERRENO

Aunque tras una revisión visual se considera que la finca es apta para la construcción sin una adecuación previa. No obstante se describen las actuaciones que, de no considerarse apto, tras el replanteo, habría que desarrollar:

Se llevará a cabo el despeje y desbroce del terreno para el comienzo de la instalación ya que las mismas se encuentra integradas dentro de la explotación agraria o forman parte de una instalación solar fotovoltaica existente.

En caso de que se encuentren necesidades al inicio de la obra estas tareas consistirán en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como su transporte a vertedero autorizado.

Su ejecución incluiría las operaciones siguientes: remoción de los materiales objeto de desbroce y retirada y transporte a vertedero autorizado.

Las operaciones de despeje y desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en el entorno y las construcciones existentes.

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte de material a vertedero autorizado se usará camión con caja basculante.

El terreno ocupado por el campo solar tiene unas pendientes máximas en sentido este-oeste inferiores al 10%, por lo que no será necesario llevar a cabo movimiento de tierras para poder instalar las estructuras.

En aquellas zonas puntuales en que se supere la pendiente máxima aceptada por la estructura por oquedades puntuales, no será necesario realizar una nivelación de toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo eliminar las zonas donde se supera la pendiente máxima con esto se equilibra el movimiento de tierras sin generar un exceso a vertedero.

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de la estructura soporte nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 7,5 metros, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

6.10.2.- CAMINOS Y VIALES INTERNOS

Dentro de la planta fotovoltaica se diseñarán una serie de caminos cuya función es la de dar acceso hasta los seguidores, inversores y centro de transformación.

Los caminos exteriores se diseñarán con un ancho de 4m, de manera se permita la circulación en dos sentidos. Se intentará priorizar los caminos perimetrales.

El acabado firme de los caminos interiores consistirá en una capa de zahorra de 20cm y una mejora de 20 cm de suelo seleccionado. El espesor definitivo y la posible mejora de suelo a realizar bajo esta capa de pavimento deberá ser confirmado por el estudio geotécnico.

6.10.3.- ACCESOS

El acceso a la planta fotovoltaica se llevará a cabo por carreteras y caminos existentes, tal y como se puede comprobar en los planos anexos. Estos caminos se encuentran en buen estado, por lo que no será necesario actuar sobre los mismos para su mejora.

6.10.4.- DRENAJES

Con el fin de solucionar la evacuación de las aguas pluviales del interior de la implantación de la planta se diseñará una red de drenaje interior.

Esta red consistirá en el diseño de cunetas junto a los caminos de manera que desagüen hacia el punto de vertido más próximo cada cierto tiempo, evitando que de esta forma se sobredimensionen estas cunetas.

Las cunetas serán revestidas en su mayoría, adoptándose un revestimiento mínimo de hormigón cuando la pendiente de las mismas sea muy pronunciada (>3%) o cuando sea inferior al 0.5%, se empleará una zona de encachado de vertido en los puntos de entrega a los cursos de agua existentes.

Los cruces de las cunetas con los caminos se ejecutarán con pequeños vados de poca pendiente que recogerán el agua de las cunetas. Se proyectan “playas de grava” a ambos lados de los vados, así como en aquellas zonas en las que la recogida de agua pudiera producir una acumulación excesiva de la misma, provocando la erosión del terreno.

6.10.5.- CERRAMIENTO

La superficie utilizada para la instalación de los módulos fotovoltaicos y casetas de inversores y transformadores quedará vallada en todo su perímetro; además, siempre que sea posible, la valla quedará separada de los elementos de la planta por una distancia mínima de tres metros (3 m) para permitir el paso de un vehículo y realizar labores de mantenimiento.

El cerramiento perimetral del complejo se realizará mediante malla cinegética de 2 metros de altura. Se permitirá el paso de pequeños animales mediante zonas libres de malla de 30x30cm de tamaño cada 50 metros.

El cerramiento de malla estará tendido entre postes, que están unidos entre sí por alambres horizontales que sostienen la malla. Estos postes están separados unos 5 m entre sí, y están hincados directamente en el terreno. Cada cierto número de postes, se sitúa un centro tensor, con elementos inclinados y anclados, que da estabilidad al conjunto y mantiene la malla tensada, y en los ángulos y extremos, también hay elementos inclinados y unidos a los postes que dan estabilidad a esta zona de concentración de esfuerzos.

6.10.7.- EDIFICIO DE CONTROL

Para el alojamiento de los equipos de telemedida y control de la instalación, así como un almacén de equipos de mantenimiento como pueden ser: paneles solares, seguidores, inversores, cableado, etc., está previsto la construcción de un edificio de control.

Estará constituido por un edificio de obra civil a base de estructura metálica realizada con perfiles de acero laminado en caliente S275, cubierta a una sola agua con panel sándwich de 40 mm de espesor, cerramiento a base de paneles prefabricados de hormigón armado de 12 cm de espesor con terminación exterior a base de china proyectada, solera de hormigón de 15 cm de espesor y carpintería metálica.

Perimetralmente el edificio contará con un acerado de hormigón de 1 m de ancho y 10 cm de espesor con mallazo interior.

El edificio presenta una planta rectangular con unas dimensiones exteriores de 8,5 x 5 m lo que representa una superficie construida de 42,5 m² en una única sala

La altura de la nave será de 2,10 m en su parte más baja y de 3,80 m en la más alta.

Excavación, relleno y nivelación

Se realizará un desbroce y retirada de la capa vegetal en parte de la superficie de la parcela a utilizar y a continuación se procederá a la excavación y terraplenado en aquellos lugares que sea necesario con la rasante requerida, y la posterior compactación de la superficie obtenida.

La excavación se ajustará en pozos para muros, vigas y zapatas aisladas a la profundidad y dimensiones especificadas en el plano correspondiente. La compactación en aquellas zonas que lleven relleno se realizará por apisonado.

Cimentación

En la explanada, se construirá un firme de zahorra compactada al 95 % del proctor modificado, dándose las pendientes adecuadas que se definirán en el replanteo de las obras, en función de la zona en donde se ubique la nave.

Se proyecta la excavación en pozo de las zapatas y la excavación en zanja del zuncho perimetral que las une.

La cimentación consistirá en zapatas rígidas de hormigón armado HA-25/P/20/A con acero corrugado de B-400-S en los pilares de pórticos. Las vigas de atado están realizadas con los mismos materiales. Se utilizará hormigón HM-10/B/20 en la zona de limpieza.

Solera

Una vez limpio el terreno y alcanzada la cota de rasante requerida, se procederá a la extensión del firme cuya sección estructural estará formada por una sub-base de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 95% del próctor y sobre ella una capa de hormigón de 15 cm de espesor, resistencia característica 200 Kg/cm² y armado con acero AEH-400N.

Estructura

La estructura de la nave se ha diseñado metálica, en pórticos a una sola agua empotrados a base de perfiles normalizados de acero laminado del tipo S275 y unidos entre sí mediante vigas de atado. Sobre estos pórticos irán las correas con perfiles conformados en frío.

Esta estructura se ha calculado para soportar las acciones debidas al peso de la nieve, peso propio, sobrecargas de uso y la acción del viento, de acuerdo con las Normas de CTE.

Toda la estructura llevará una mano de imprimación de pintura antioxidante.

Cubierta

Se proyecta una cubierta con un faldón inclinado a 20º sujeto a las correas. La cubierta estará constituida por panel sándwich formado por dos chapas prelacadas de 0,5 mm de espesor imitación a teja, con núcleo interior de espuma de poliuretano de 40 kg/m³ con un espesor de 40 mm.

Ceramiento

El edificio contarán con una puerta exterior de dimensiones 1,00x2,10 m.

Igualmente en el cerramiento de fachada y lateral se dejarán previstos unos huecos de dimensiones según se indican en planos, para la colocación de ventanas de aluminio lacado en blanco tipo corredera con cristal sencillo de 6 mm de espesor y reja de seguridad.

Pintura

Todos los perfiles laminados que se contemplan en el capítulo de estructuras, tendrán una mano de imprimación anticorrosiva (minio) y dos manos de pintura de color para superficies metálicas al óleo.

Toda la estructura metálica interior vista contará con una protección pasiva contra incendios, a base de pintura intumescente de eficacia certificada para una estabilidad R-30 en los pilares. La estructura de cubierta a ser de riesgo bajo y tipología C, no se le exige resistencia alguna.

Instalación eléctrica

El suministro eléctrico se realizará desde el transformador de servicios auxiliares de la subestación, siendo la tensión de suministro 230 V. Además, el edificio contará con un autoconsumo fotovoltaico formado por 12 módulos fotovoltaicos, procedentes de la instalación generadora, así como por un inversor de 5,2 kW y 3 baterías LI-Ion US2000B con una capacidad unitaria de 2,4 kWh y 50Ah.

El edificio contará con un cuadro general de distribución estanco IP-30. La línea general de alimentación y derivación individual estará constituida por conductor multipolar de cobre RZ1-k(AS) 0,6/1 kV de 2x6mm².

Los conductores y cables que se emplearán serán de cobre no propagadores de incendios y tensión asignada ES07Z1-K(AS) 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Estos conductores transcurrirán bajo tubos de PVC rígidos IPX7 directamente fijados a los paramentos verticales y horizontales, o empotrados.

La nave contará con una iluminación interior constituida por luminarias lineales estancas con lámparas downlight empotrados con lámpara LED de 10 W.

6.10.6.- EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA

No hay previsión de que sea necesaria la construcción de ninguna edificación temporal de obra, en todo caso de instalará alguna caseta de obra para cobijar a los trabajadores y hacer las veces de vestuario. Todas las casetas estarán constituidas por módulos prefabricados, siendo sus principales características las que se reflejan a continuación:

Conexión a servicios generales

El acceso a dichas edificaciones, así como los servicios de saneamiento, abastecimiento de aguas y suministro de energía eléctrica en baja tensión se encontrarán accesibles:

- El abastecimiento de agua se realizará mediante bidones de 25 litros.
- El abastecimiento de energía eléctrica, se llevará a cabo mediante un autoconsumo fotovoltaico instalado en el edificio de control, utilizando también de forma temporal grupos electrógenos.
- Para el saneamiento en las obras se dispondrá de aseos químicos.

Sistema estructural

La estructura general de cada módulo presenta las siguientes características:

- Totalmente autoportante, construido mediante perfiles homologados, en todo su perímetro general, y unidos entre sí mediante correas.
- Todas las correas y estructura unidas por electro soldadura.
- En los 4 extremos de la base, se sitúan los pilares, formados por perfil galvanizado (100x100), unidos a estructura base por electro soldadura.
- Estructura de cubierta estudiada con doble funcionalidad, para recepción de aguas pluviales y soporte de cubierta propiamente dicha. Realizado en perfil de chapa galvanizada (2,5 y 3 mm. según modelos) electro soldada en las 4 esquinas, donde a su vez se alojan los mecanismos de unión a pilares.
- Todo el conjunto descrito está realizado en perfilería galvanizada y acabado en pintura especial para galvanizados (color azul Balat).

Cerramientos

Los cerramientos perimetrales, cubierta y fachadas, estarán realizados en panel sándwich. El panel que constituye los cerramientos perimetrales, debido a sus nervaduras, ofrece una considerable capacidad de carga como consecuencia de su sólida greca exterior, consiguiendo una altura total de 60 mm. Por su robustez y diseño este panel ofrece una total garantía de aislamiento y estanqueidad.

Dichos paneles poseen el Certificado de Idoneidad Técnica expedido por el ICITE y enmarcado en la Unión Europea para el Acuerdo Técnico de la Construcción UEAtc.

Tanto los paneles de cubierta como los de fachadas, pueden ser sustituidos y suministrados en el momento, en caso de deterioro accidental de los mismos, debido al sistema continuado de fabricación.

Protección contra incendios

A pesar de no ser preceptivo, se cumplirán las prescripciones del DB SI, en concreto, en lo referente a evacuación de ocupantes (SI3) e instalaciones de protección contra incendios (SI4).

Por lo que respecta a los recorridos de evacuación, en cumplimiento de lo reflejado en la tabla 3.1 de SI3, y al tratarse de recintos con una única salida, éstos serán en cualquier caso inferiores a 25 m, a contar desde cualquier punto ocupable en su interior.

Por otra parte, tal y como se refleja en tabla 1.1 de SI4, existirá dotación de extintores portátiles eficacia 21a-113B, dispuestos de tal forma que éstos se encuentren a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Cumplimiento CTE

La actuación objeto del presente proyecto, debido a que se trata de una construcción de marcada sencillez técnica, escasa entidad, que no tiene carácter residencial o público, tal y como se recoge en el art. 2 de R.D. 314/2006, de 17

de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, queda fuera del ámbito de aplicación del mismo.

7.- CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN

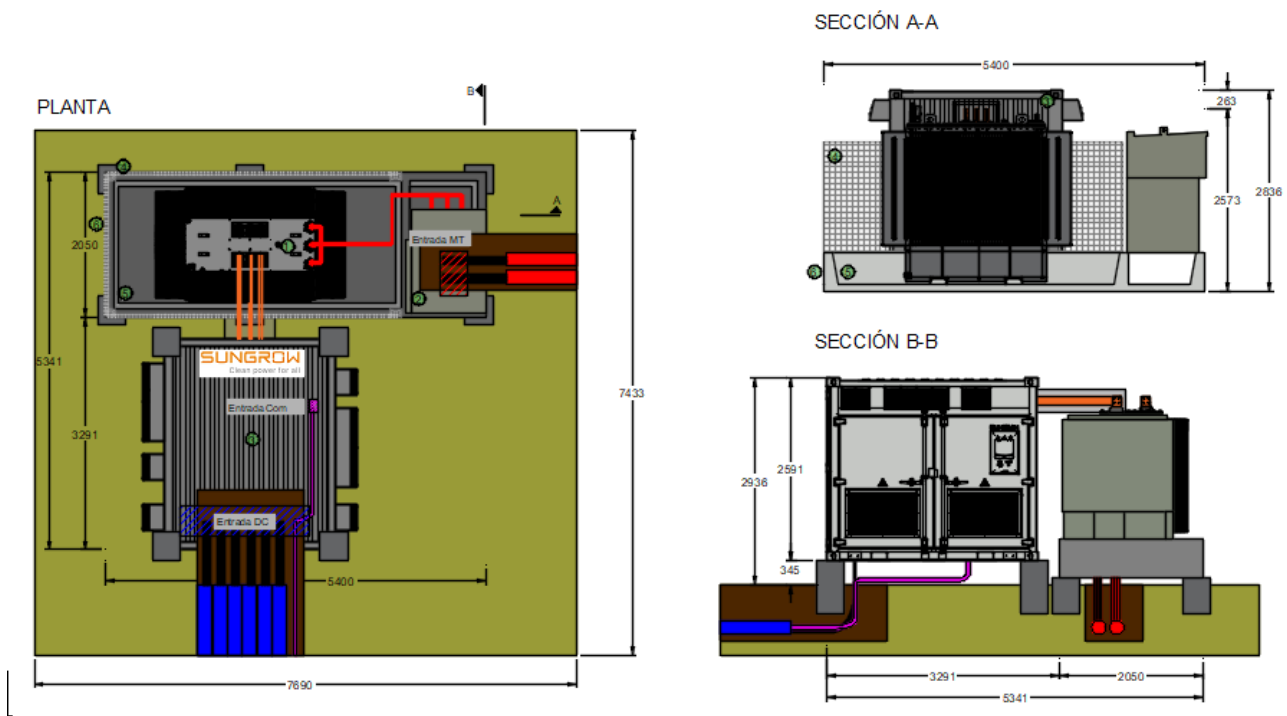
La planta solar fotovoltaica proyectada tendrá una potencia pico total de 24.987,69 kWp repartidos en 6 inversores de conexión a red a los que se conectarán 339 series de módulos a cada uno. El modelo elegido el inversor SG3400 de SUNGROW, lo que supone una potencia nominal en el conjunto de inversores de 20.400kVA .

Estos inversores irán ubicados en 6 centros de inversión y transformación capaces de albergar hasta dos inversores. Todo el sistema de MT trabajará a 20 kV.

7.1.- OBRA CIVIL

La plataforma sobre la que irá montada la estación de inversión y transformación descansará sobre una losa de hormigón armada C25/30 de 25 cm de espesor y otra capa más profunda de 10 cm de hormigón de limpieza que a su vez se asienta sobre una base de arena y grava de 60 cm, de manera que la losa quedará a nivel del terreno. Sobre esta misma losa se instalarán los inversores, el transformador y las celdas de baja y alta tensión.

Centros de transformación de 3,6 MVA (un inversor SG3400)



Para facilitar las tareas de inspección, maniobra y mantenimiento, se deberán mantener una distancia mínima de 4

metros alrededor.

Como medida de seguridad, para evitar el acceso a las instalaciones se instalará un cerramiento perimetral con malla galvanizada simple torsión de con una altura mínima de 2.20m con postes metálicos galvanizados cada 2,50 m y una puerta de doble hoja de dimensiones 3,00x2,50 m.

7.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.2.1.- APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Celda de protección del trafo

Se instalará UNA celda de protección, consistente en un módulo metálico que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente montado y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Interruptor automático III con posiciones CONEXIÓN, SECCIONAMIENTO, PUESTA A TIERRA , $U_n = 24 \text{ kV}$, $I_n = 630 \text{ A}$, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 16 kA cresta, mando manual con bobina de disparo y contactos auxiliares.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, $U_n = 24 \text{ kV}$, capacidad de cierre 16 kA que efectúa la puesta sobre los contactos inferiores de los fusibles, y equipado con mando manual.
- Embarrado para 630 A.
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión 24 kV.
- Pletina de cobre electrolítico de 30x3 mm para puesta a tierra de la instalación.
- 3 Bornas enchufables para cable de aislamiento seco

Celda de línea

Se instalarán UNA (para finales de línea) o DOS (para centros intermedios) celdas de línea 1L INGETEAM o similar, que consistirá en un módulo metálico que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente montado y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Interruptor rotativo III, con tres posiciones CONEXIÓN, SECCIONAMIENTO, PUESTA A TIERRA, $U_n = 24 \text{ kV}$, $I_n = 630 \text{ A}$, capacidad de cierre sobre cortocircuito 16 kA, cresta, mando manual.
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión 24 kV.
- Embarrado para 630 A.
- Pletina de cobre electrolítico de 30x3 mm para puesta a tierra de la instalación.
- 3 Bornas enchufables y atornillables para cable de aislamiento seco 12/20 kV, 1x150 mm² Al y 630 A.

7.2.2.- TRANSFORMADOR

Transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro no accesible en el secundario, refrigeración por aceite con tensión primaria 600 V y tensión secundaria 20.000 V.

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: $\pm 2 \times 2,5\%$
- Potencia nominal 3.500 kVA (single)
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 8%
- Grupo de conexión: Dy11
- Tipo ONAN
- Protección incorporada al transformador: Termómetro
- Sistema de recogida de posibles derrames de acuerdo a ITC-RAT 14, apartado 5.1 a).
- Ensayos según IEC 60076

Los transformadores de potencia serán de tres fases, de tipo exterior con regulación en carga (en lado de alta tensión), aislados en baño de aceite y enfriamiento natural/enfriamiento seco encapsulado en resina epoxi. En el caso de transformadores con aislamiento en aceite existirá un cubeto de retención del aceite cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada.

El transformador está preparado para poder conectarse fácilmente al inversor con conexión de CA lateral utilizando barras colectoras. Los terminales de conexión del transformador están cubiertos con una caja de protección. Esta caja incluye una placa de metal para asegurar el grado de protección de los terminales de conexión.

El transformador cuenta con una protección por medio de un relé DGPT2 de detección, medición y control. El relé está conectado directamente con la celda de MT de modo que si se detecta un fallo en el transformador dispara la instalación y muestra una luz de alarma.

Este relé permite controlar los siguientes parámetros del aceite del transformador:

1. Sobrepresión

Un interruptor de presión ajustable dentro del relé DGPT2 detecta la sobrepresión en el tanque del transformador. El umbral de disparo por sobrepresión se establece en fábrica de acuerdo a las necesidades de la instalación dentro de un rango comprendido entre 100 a 500 mbar.

2. Exceso de temperatura

Dos interruptores de termostato ajustables detectan la temperatura excesiva en el tanque del transformador.

Estos interruptores cuentan con contactos de conmutación accionados por una sonda de temperatura situada en el termopozo DGPT2 inmerso en el tanque del transformador.

Ambos termostatos (primario / alarma y secundario / disparo) vienen configurados de fábrica a requerimiento de la instalación en un rango de 30 a 120°C.

3. Nivel dieléctrico

La carcasa de DGPT2 es un pequeño depósito transparente instalado en la parte superior del tanque del transformador. Si se forma gas dentro del transformador, se acumulará dentro de esta carcasa y hará que el nivel dieléctrico disminuya. La disminución de gaseado y nivel dieléctrico es inicialmente visible a través de la disminución de un pequeño flotador dentro de la parte superior del DGPT2. Un interruptor magnético se activa cuando baja de 170 cm³.

7.2.3.- PUESTA A TIERRA

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro 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

De acuerdo con el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- RAT 01 a 23, se realizará una red de tierra para herrajes, no siendo necesario la puesta a tierra del neutro del transformador a ser éste de tipo Dy11 no accesible. Red de Neutro Aislado.

La red de tierra de herrajes se realizará de acuerdo con las normas UNESA, y consistirá en un mallazo electrosoldado de 10x6 metros realizado a base de redondos de 4 mm de diámetro. Este mallazo estará conectado mediante conductor de cobre de 50 mm² de sección a 4 picas de 2 metros de longitud y 14,6 mm de diámetro, enterrada verticalmente a una profundidad de 0,80 m en las esquinas exteriores del mallazo.

Sistemas de protección de la instalación

Los Sistemas de Protección adoptados para asegurar el funcionamiento de la instalación, sin riesgo para las personas y bienes son:

- Contactos Directos:

En el Circuito de Media Tensión

- Situación de Líneas y Aparellaje a las distancias de seguridad previstas por la Reglamentación e inaccesible a las personas.
- Interposición de pantallas protectoras con placas indicadoras de "Peligro de Muerte".
- Tapa de expansión en los módulos, para evitar la proyección de gases sobre los operadores en caso de

cortocircuito.

En el Circuito de Baja Tensión

- Conductores aislados con doble capa 0,6/1 kV.
- Aparellaje con envolvente protectora contra contactos directos.
- Contactos Indirectos:
 - Instalación independiente de tierra para las masas y neutro del transformador.
 - Enclavamientos en los módulos.
 - Cartuchos fusible calibrados.

7.3.- INSTALACIONES SECUNDARIAS

7.3.1.- 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 inversión y 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.
- 5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

7.3.2.- 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 AT.

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

centro.

7.3.3.- ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

7.3.4.- LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas de Ormazabal especificadas en este proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al informe técnico IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de inversión y transformación prefabricados de alta/baja tensión.

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual el fabricante mantendrá a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

En el caso específico en el que los centros de inversión y transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

8.- LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

Entre los Centros de Inversión y Transformación y la Subestación se tenderán una líneas subterráneas de Media Tensión que discurrirán por las parcelas de la instalación solar. objeto Todo el tendido de media tensión se realizará sin producir afecciones a terceros.

8.1.- CONDUCTORES

Para constituir el bucle descrito, se deberán tender líneas subterráneas de Media Tensión desde las cabinas de salida de los Centros de Inversión y Transformación hasta la Subestación.

El conjunto de líneas que compondrán el bucle tendrán una longitud aproximada de 1.235 m.

Se construirá una nueva canalización en la que se tenderán tres nuevos tubos de polietileno reticulado de 160 mm de diámetro. Uno alojará el nuevo tramo de línea, el segundo de los tubos será de reserva y el último para comunicaciones. La nueva canalización se refleja en los planos adjuntos y discurrirá siempre dentro de la parcela privada del titular.

Si en algún punto coincidiesen varios tramos de LSMT, se tenderá un tubo por cada tramo LSMT.

El conductor será utilizado será HEPR-Z1 12/20 kV de Aluminio.

Para la acometida de la línea en las cabinas, tanto de las estaciones de inversión, como de la subestación usarán unos conectores separables apantallados (simétricos) del tipo CST2R/24 según indica la NI 56.80.02.

Los conductores nuevos son cables unipolares de Aluminio y aislamiento seco extruido tipo HEPR-Z1 de tensión asignada 12/20 kV (EPROTENAX H16 AL del fabricante GENERAL CABLE o similar).

Se cumplirán todas las prescripciones detalladas en el Reglamento de A.T. y más concretamente las relativas a profundidades mínimas, cinta de señalización de "Peligro de A.T.", además de todas las de la Compañía Eléctrica I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.

Antes de la puesta en servicio de los cables habrá que realizar las verificaciones y ensayos que se indican en la norma de IBERDROLA MT 2.33.15 para redes de A.T. y de tensión inferior a 66 kV:

- Comprobación de continuidad y orden de fases.
- Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.
- Ensayo de rigidez dieléctrica en la cubierta.

- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tangente de delta.

El conductor a utilizar así como el método y características en su tendido deberán cumplir con lo reflejado en los MT 2.31.01, y NI 56.43.01, NI 50.20.41, NI 56.86.01 y NI 56.80.02.

8.2.- CANALIZACIONES

La canalización estará constituida por tubos corrugados de POLIETILENO de color rojo, de 160 mm de diámetro, enterrados en una zanja que circulará en su totalidad por dentro de las parcelas de la instalación solar objeto.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m. En el fondo y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de arena, sobre la cual se depositarán los tubos corrugados. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos, envolviéndolos completamente, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado de la línea. Posteriormente y hasta una distancia de 0,10 m del suelo se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, apisonada por medios manuales. Sobre esta capa de tierra se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, y finalmente se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

Se deberá sellar todos aquellos tubos que estén ocupados por una línea, y además se deberán tapar aquellos que queden libres, con objeto de evitar la entrada de roedores y de agua. Las arquetas han de quedar limpias de restos de obra y suciedad y el fondo será de tierra en la medida de lo posible. En los Planos adjuntos se detalla el tipo de zanja descrito.

9- SUBESTACIÓN ELEVADORA· 20/45 kV

Como se ha explicado se instalará una subestación transformadora con el fin de elevar la tensión de la energía generada hasta la nominal de la red de distribución del punto de conexión subestación ST Villimar.

9.1.- EMPLAZAMIENTO Y EDIFICIOS

La subestación se construirá en la parcela destinada a la planta solar fotovoltaica. Dentro de la zona designada como “Campo Solar” en los planos adjuntos.

Para la implantación de la subestación se precisará una superficie con una dimensiones en planta de 27 x 14 m.

Adyacente a la subestación se instalará un edificio prefabricado para su control, con unas dimensiones en planta de 7,2x2,4m. Ambas ocuparán un área de 395,28m², para lo que será necesario realizar una nivelación del terreno. Para ello se retirará la capa vegetal y el correspondiente desmonte, hasta llegar a la cota de explanación deseada.

Para garantizar la seguridad de la instalación, se proyecta un cerramiento perimetral mediante malla de alambre galvanizado de simple torsión con luz de malla 50/14 de 2,5 m de altura,. Estará tendido entre postes, que están unidos entre sí por tres alambres horizontales que sostienen la malla. Estos postes están separados unos 4 m entre sí, y están anclados al suelo mediante zapatas de hormigón en masa, en la que se ha insertado el perfil metálico que conforma el poste. Cada cierto número de postes, se sitúa un centro tensor, con elementos inclinados y anclados, que da estabilidad al conjunto y mantiene la malla tensada, y en los ángulos y extremos, también hay elementos inclinados y unidos a los postes que dan estabilidad a esta zona de concentración de esfuerzos.. Para el acceso se prevé la instalación de una puerta peatonal de una hoja de 1,00x2,00 m.

Asimismo. Para la recogida de las aguas pluviales se realizará un sistema de tuberías drenantes que canalizarán las aguas al terreno.

Para el alojamiento de las celdas de 20 kV, el transformador de servicios auxiliares, así como los equipos de medida, control y comunicación, se prevé la instalación de una caseta prefabricada de hormigón con unas dimensiones de 7.200x2.400x3.100 mm. Este edificio contará con un acerado perimetral de 1.00 m de ancho y 10 cm de espesor.

En lo que se refiere al equipamiento de 45 kV, éste se instalará en el exterior. Para el transformador de 20/45 kV de 25 MVA se construirá una solera de hormigón armada de dimensiones adecuadas y con capacidad suficiente para soportar el mismo del mismo. Asimismo, para la instalación y sujeción de las estructuras soporte de los elementos de medida, protección y maniobra, se construirán unas zapatas con hormigón armado.

Para el tendido de los conductores se practicarán unas zanjas y arquetas de registro. Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocándose sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje. Finalmente se construirán unos viales internos para el acceso a los equipos y tareas de maniobra y mantenimiento. El resto de la subestación contará con una capa de grava de 10 cm.

9.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación estará dividida en dos zonas perfectamente diferenciadas: una zona de interior para el alojamiento de las celdas de maniobra y protección a 20 kV, sistemas de control y medida de la planta fotovoltaica, y otra de exterior para la red de evacuación a 45 kV.

La subestación contará con un transformador de potencia de 45/20kV de 25MVA, una batería de condensadores y un transformador de servicios auxiliares de 20.000-400/230V-25 kVA.

9.3.- SISTEMA DE ALTA TENSIÓN A 20 kV

Este sistema estará constituido por las celdas de entrada correspondientes a las líneas subterráneas de MT a 20 kV, la celda de alimentación al transformador de 45/20kV. Las características de estas celdas son las siguientes:

Características eléctricas generales

Tensión nominal (kV)		24	36
Nivel de aislamiento (kV)	A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces)	50	70
	A onda de choque tipo rayo (kV cresta)	125	170
Intensidad nominal (A)	Embarrado general	Max 2.500	
	Derivaciones	630	
		1.250	
		1.600	
		2.000 ⁽¹⁾	
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA)		25/31,5	
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)		63/80	
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)		Max 25/3-31,5/1	
Resistencia frente a arcos internos (kA/1 s)		25	
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)		0,30	
Grado de protección	Compartimentos de AT	IP-65	
	Compartimentos de BT	IP-3X	

Cabinas de protección mediante interruptor automático: entrada fotovoltaica

Se instalarán DOS celdas: una para cada una de las entrada del las líneas de MT de la planta, consistente en un módulo metálico de 600 mm de ancho, por 850 mm de fondo, por 1.745 mm de alto, que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente montado y conexonados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Interruptor automático III con posiciones CONEXIÓN, SECCIONAMIENTO, PUESTA A TIERRA, Un = 24 kV, In = 630 A, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 25 KA cresta (3s), mando manual con bobina de disparo y contactos auxiliares.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, Un = 24 kV, capacidad de cierre 2,5 KA que efectúa la puesta sobre los contactos inferiores de los fusibles, y equipado con mando manual.
- Embarrado
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión 24 kV.
- Pletina de cobre electrolítico para puesta a tierra de la instalación.
- 3 Bornas enchufables para cable de aislamiento seco

Cabinas de protección mediante interruptor automático: salida subestación

Se instalarán UNA celda de salida al transformador de la subestación, consistente en un módulo metálico de 600 mm de ancho, por 850 mm de fondo, por 1.745 mm de alto, que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente

montado y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Interruptor automático III con posiciones CONEXIÓN, SECCIONAMIENTO, PUESTA A TIERRA, Un = 24 kV, In = 1.250 A, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 25 KA cresta (3s), mando manual con bobina de disparo y contactos auxiliares.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, Un = 24 kV, capacidad de cierre 2,5 KA que efectúa la puesta sobre los contactos inferiores de los fusibles, y equipado con mando manual.
- Embarrado 1.250 A
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión 24 kV.
- Pletina de cobre electrolítico para puesta a tierra de la instalación.
- 3 Bornas enchufables para cable de aislamiento seco

Cabinas de protección mediante ruptofusibles para transformador de servicios auxiliares

Se instalará UNA celda de protección consistente en un módulo metálico de 480 mm de ancho, por 1.010 mm de fondo, por 1.745 mm de alto, que utiliza el SF6 como medio de extinción y aislamiento, conteniendo en su interior debidamente montado y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 Interruptor automático III con posiciones CONEXIÓN, SECCIONAMIENTO, PUESTA A TIERRA, Un = 24 kV, In = 630A, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 25 kA cresta, mando manual con bobina de disparo y contactos auxiliares.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, Un = 24 kV, capacidad de cierre 2,5 kA que efectúa la puesta sobre los contactos inferiores de los fusibles, y equipado con mando manual.
- 3 portafusibles para cartuchos de 24 kV.
- 1 Seccionador de puesta a tierra, Un = 24 kV, capacidad de cierre 2,5 kA que efectúa la puesta sobre los contactos inferiores de los fusibles.
- Embarrado.
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión 24 kV.
- Pletina de cobre electrolítico para puesta a tierra de la instalación.
- 3 Bornas enchufables para cable de aislamiento seco

Transformador de servicios auxiliares

Para atender las necesidades eléctricas de la propia de la subestación, así como de la planta fotovoltaica, se instalará

un transformador trifásico de servicios auxiliares, con aislamiento seco de 25 kVA de potencia y relación 20.000/400-230 V, 50 Hz y conexión Dyn11. Este transformador se alojará en una celda específica en la misma sala de las celdas de 20 kV. Este transformador se alojará en una celda específica en el mismo edificio donde se ubicarán las celdas de protección.

Sistema de baja tensión. Servicios auxiliares

El sistema eléctrico de baja tensión estará constituido por aquellos equipos que aseguran el funcionamiento de la subestación en caso de falta de suministro eléctrico de la red. Estos servicios pueden ser de corriente alterna y de corriente continua; como son:

- Aparataje de Alta Tensión
- Mandos motorizados
- Sistemas de comunicación
- Equipos de control y mando
- Alumbrado y usos varios

Esta instalación estará constituida por un cuadro general de corriente alterna 3x400/230 V, 50Hz y cuadro general de corriente continua que se alimentará a través de una batería de 125 V conectada a un cargador-rectificador de 420Vacc/125Vcc. La instalación de corriente continua contará a su vez con un convertidor de 125V a 48V para la alimentación a los equipos de comunicación y telecontrol.

El banco de baterías estará dimensionado de modo que permita garantizar al menos una autonomía de 10 horas de los servicios primordiales de funcionamiento de la subestación.

Además de la propia instalación de alumbrado tanto interior como exterior, así como una instalación de usos varios, la subestación contará con un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que proporcionará suministro eléctrico a los equipos de control y comunicación, como son: ordenador, impresora, monitores, etc. Se instalará un SAI con una capacidad para 2 kW y una autonomía de 3 horas.

La interconexión desde las bornas del transformador con la celda de protección de 20 kV se realizará con conductores aislado de aislamiento seco tipo HEPRZ1-12/20 kV.

9.4.- SISTEMA DE ALTA TENSIÓN A 45 kV

Transformador de potencia

En el exterior de la subestación se instalará un transformador de potencia, trifásico en baño de aceite, de relación 45/20 kV y 25 MVA (ONAN/ONAF) de potencia, con su correspondiente reactancia trifásica, siendo sus principales características:

Tipo	Trifásico en baño de aceite
Relación de transformación	20/45 kV
Potencia nominal (ONAN)	25 MVA
Frecuencia	50 Hz
Nivel de aislamiento	52 kV
Grupo de conexión	YNd11
Nivel máximo de emisión	75 dB(A)

El transformador contará con las siguientes protecciones:

- Relé Buchholz con contactos de alarma y disparo (63B)
- Relé Jansen con contacto de disparo (63J)
- Termostato de contacto, indicador de temperatura del aceite del transformador y termostato con contacto de alarma (26).
- Nivel magnético de transformador (63NT)
- Nivel magnético del regulador (63R)
- Librador de presión (63L)

Para la recogida de aceite se instalará, en la cimentación del propio trafo, un canal de doble compartimento separados por una membrana filtrante, de modo que en el compartimento superior se rellene con grava de iguales características a las dispuestas en el suelo de la . El compartimento inferior estará vacío, permitiendo el filtrado de líquidos como el agua de lluvia o el posible derrame de aceite del trafo o depósito. A este compartimento inferior se le práctica una salida que permita la evacuación de líquidos al exterior, previa captura del aceite mediante un sistema de filtrado con cartuchos removibles, que separan el aceite del resto de líquidos.

Sistema eléctrico de 45 kV

La conexión de intemperie de 45 kV correspondiente a la acometida a bornas del primario del transformador, se realizará con tubo de cobre con un diámetro de 30/25 mm y cable de cobre de 95 mm² de sección, e irá apoyado sobre columnas aislantes.

Las columnas aislantes estarán constituidas por una estructura metálica y aisladores tipo C4-250 de las siguientes características:

• Tensión nominal	52 kV
• Tensión soportada a frec. Industrial	95 kV
• Tensión soportada a impulsos rayo	250 kV
• Carga de rotura a flexión	4.000 N
• Carga de rotura a torsión	1.800 Nm
• Longitud mínima de línea de fuga	1.300 mm

Los elementos que maniobra y protección que conformarán la subestación, serán: dos juegos de pararrayos-autoválvulas, un juego de 3 transformadores de intensidad, dos juego de 3 transformadores de tensión, 1 interruptor automático, un juego de fusibles cortacircuitos, 1 seccionador de aislamiento y puesta a tierra y botellas terminales.

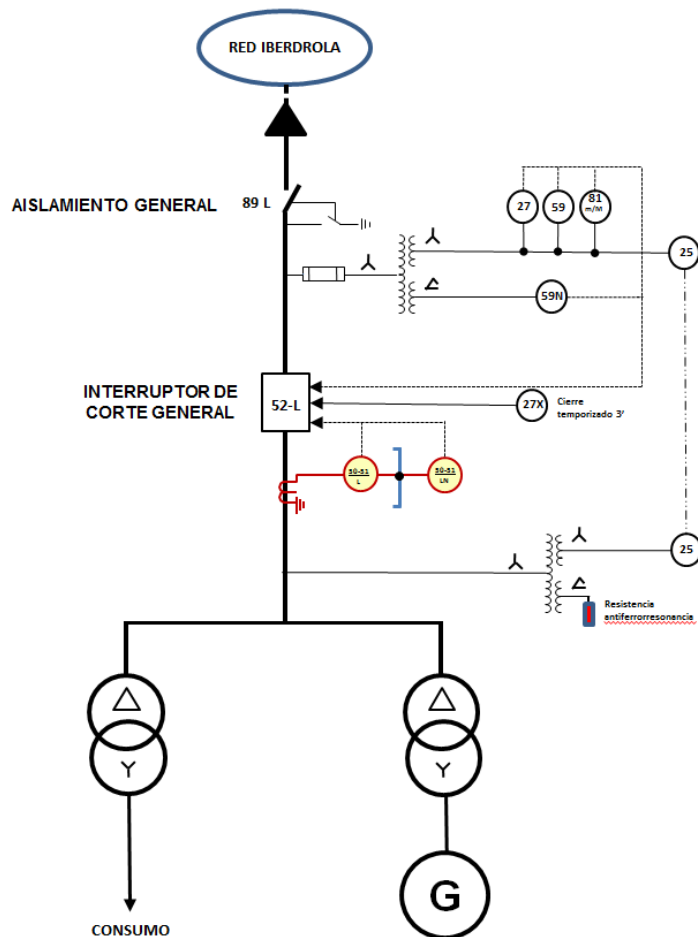
Las características eléctricas que deberán cumplir estos elementos, son:

• Tensión nominal	52 kV
• Nivel de aislamiento	
○ A frecuencia industrial, 50 Hz 1 min.	
▪ A tierra y entre fases	95 kV eff
▪ A distancia de seccionamiento	110 kV eff
○ A onda de choque tipo rayo	
▪ A tierra y entre fases	250 kV cresta
▪ A distancia de seccionamiento	290 kV cresta
• Intensidad nominal	
○ Embarrado General	1.250 A
○ Derivaciones	
▪ Transformador	1.250 A
▪ Líneas	630 A
• Intensidad nominal de corte de cortocircuito	25 kA
• Capacidad de cierre en cortocircuito	63 kA cresta
• Intensidad nominal de corta duración	25 kA

El diseño de la subestación se hará teniendo en cuenta lo dispuesto en el Manual Técnico MT 3.53.01 de Iberdrola para CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA CONECTADA A LA RED DE IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SAU.

ESQUEMA DE PROTECCIONES PARA PARA INSTALACIONES GENERADORAS CONECTADAS A RED > 1 KV

CON POSIBILIDAD DE FUNCIONAMIENTO EN ISLA CON SU CONSUMO



9.5.- MEDIDA DE LA ENERGÍA

Según el Reglamento de puntos de medida, modificado por el RD 1110/2007, de 24 de agosto y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se instalarán los equipos de medida que correspondan según la clasificación en tipos 1, 2, 4 ó 4 que se detallan en su artículo 6.

9.6.- TELEMEDIDA EN TIEMPO REAL Y DESPACHO DELEGADO

Inicialmente el RD 1565/2010 y luego el RD 413/2014, establecen que todas las instalaciones de régimen especial con potencia instalada mayor de 1MW, o igual a 1 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo

cuya suma total de potencias sea mayor de 1 MW, deberán enviar telemidas al operador del sistema, en tiempo real, de forma individual en el primer caso o agregada en el segundo. El incumplimiento conllevará una sanción para el productor, ya sea por no contar con un sistema TTR o bien, que éste no mantenga los mínimos en la calidad de la entrega de información [Ver P.O.9 de REE].

igualmente el RD 1454/2005, y luego los RD 1565/2010 y RD 413/2014, establecen que todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia instalada superior a 5 MW, y aquellas con potencia instalada inferior o igual a 5 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 cuya suma total de potencias instaladas sea mayor de 5 MW, deberán estar adscritas a un centro de control de generación, que actuará como interlocutor con el operador del sistema, remitiéndole la información en tiempo real de las instalaciones y haciendo que sus instrucciones sean ejecutadas con objeto de garantizar en todo momento la fiabilidad del sistema eléctrico.

Dando cumplimiento a estos Reales Decretos se conectará uno de los contadores de tarificación a un Centro de Control para el envío diezsecundal de la potencia intercambiada en el punto frontera (TTR), así como se conectarán los inversores al Centro de Control con el fin de que REE pueda remitir – a través de éste – las consignas de regulación que considere necesarias.

9.7.- PUESTA A TIERRA

Según el apartado 6.1 de la ITC-RAT-13, se conectarán a tierra todos los elementos metálicos, incluido los transformadores de intensidad, transformadores de tensión y las uniones a tierra del pararrayo-autoválvula, estarán conectados a una malla de tierra de modo que se disminuya los valores de tensiones de paso y de contacto en la subestación.

El sistema de puesta a tierra de la subestación estará dividida en:

- Tierra general de la subestación compuesta por un mallado de conductores desnudos de cobre de 50 mm² de sección y de dimensiones de 30x15 metros, con una retícula de 1,5 metros, las cuales estarán unidas por soldaduras aluminotérmicas.
- Tierra de estructuras y equipos. Todas las partes metálicas de los soportes y aparellaje irán conectados a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección mediante terminales apropiados y un total de 13 picas de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

Estarán conectados a la tierra de protección los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos

- Las puertas metálicas de todos los locales
- Las vallas y cercas metálicas
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios
- Los blindajes metálicos de todos los cables
- Las tapas metálicas de los canales prefabricados de hormigón

Se conectarán a la tierra de servicio:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra

Previa a la puesta en servicio de la instalación se comprobará que los valores de tensión de paso y tensión de contacto están por debajo de los máximos permitidos.

9.8.- INSTALACIÓN AUXILIAR DE BAJA TENSIÓN

La instalación de Baja Tensión de la subestación estará constituida por la instalación de alumbrado y de usos varios.

Para el interior del edificio se prevé una instalación de alumbrado a base de pantallas lineales estancas con lámpara LED de 20 W, de modo que se garantice en la sala un nivel de iluminación mínimo de 300 lux en la zona de celdas y de 600 lux en la zona de cuadros de control. También se dotará a estas estancias de un alumbrado de emergencia con un nivel luminoso de 5 lux y una autonomía de 1 hora.

Como alumbrado exterior está previsto la instalación de 4 proyectores estancos de suelo con lámpara LED de 60 W, de modo que se obtenga un nivel de iluminación de 20 lux en los viales principales y 15 lux en los secundarios.

9.9.- MEDIDAS CORRECTORAS PARA LA LIMITACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que las envolventes prefabricadas de Ormazabal especificadas en este proyecto, de acuerdo a IEC/TR 62271-208, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, de acuerdo al Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al informe técnico IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de inversión y transformación prefabricados de alta/baja tensión.

De acuerdo al apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del Expediente Técnico, el cual el fabricante mantendrá a la disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, tal y como se estipula en dicha ITC-RAT.

En el caso específico en el que los centros de inversión y transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

En el caso de la subestación, la única edificación que se encuentran próximas a nuestra instalación es la nave destinada para el aeromodelismo, y, se sitúa a una distancia de 170 metros del cerramiento de la subestación

No obstante, el valor del campo magnético generado por las líneas subterráneas de Baja Tensión, las celdas de MT a 20 kV, así como la posición del transformador de 45 kV y la línea de evacuación, supone un valor en el interior de la subestación muy inferior a los 100 μ T establecidos como valor límite por el Consejo Europeo para una frecuencia industrial de 50 Hz, no siendo necesario adoptar medidas correctoras para minimizar el campo magnético generado.

9.10.- EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Las únicas emisiones a la atmósfera que se emitirán en la subestación serán las provenientes del transformador debidas a tres clases de fuentes: procedentes del núcleo por efecto de las magnetostricción, que es el cambio dimensional de las láminas durante el ciclo de histéresis, por efecto de la corriente que circula por los devanados y por los accesorios como son los ventiladores.

El nivel de emisión (NE) de los transformadores de este rango de potencia suelen oscilar entre 70y 80 dB(A).

Por otro lado, según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior nunca superarán los siguientes:

Área receptora exterior	L _{Aeq} 5 s dB(A)*	
	Día 8 h - 22 h	Noche 22 h - 8 h
Tipo 1. Área de silencio	50	40
Tipo 2. Área levemente ruidosa	55	45
Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa:		
Uso de oficinas o servicios y comercial	60	50
Uso recreativo y espectáculos	63	53
Tipo 4. Área ruidosa	65	55

Por la actividad y la ubicación de la instalación objeto se puede considerar ésta como una área levemente ruidosa.

10.- EVACUACIÓN ALTA TENSIÓN

Como se ha explicado en la memoria, la generación fotovoltaica se evacuará desde la salida de la subestación hasta la subestación ST Villimar , ubicada en la parcela 20 del polígono 16 de Burgos y propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU. Para ello se tenderá una línea subterránea de 45 kV con conductor HEPRZ1 con aislamiento 26/45 kV y una sección de 300 mm² y de esta forma dar evacuación a la generación.

10.1.- TRAZADO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

La línea de evacuación será subterránea en su totalidad y atravesará las siguientes parcelas:

F	Municipio	Pol	Parc.	Ref. Catastral	Uso	Longitud Zanja
0	Valle de las Navas	514	5485	09331A514054850000XL	Fotovoltaica	610,0 m
1	Valle de las Navas	514	9003	09331A514090030000XU	Camino	247,5 m
2	Valle de las Navas	515	5768	09331B515057680000HH	Labor, privado	435,0 m
3	Valle de las Navas	514	9004	09331B514090040000HH	Camino	11,5 m
4	Valle de las Navas	513	9002	09331A513090020000XY	Camino	1.479,0 m
5	Valle de las Navas	512	9002	09331A512090020000XF	Camino	38,5 m
6	Valle de las Navas	512	9001	09331A512090010000XT	Camino	931,0 m
7	Villayerno Morquillas	501	9010	09488A501090100000KI	Camino	1.368,6 m
8	Villayerno Morquillas	501	9011	09488A501090110000KJ	Camino	13,0 m
9	Villayerno Morquillas	505	9002	09488A505090020000KM	Camino	1.036,0 m
10	Villayerno Morquillas	504	9001	09488A504090010000KX	Camino	14,0 m
11	Villayerno Morquillas	504	9002	09488A504090020000KI	Camino	473,6 m
12	Burgos	15	9007	09900A015090070000US	Camino	18,5 m
13	Burgos	14	9010	09900A014090100000UB	Camino	2.010,5 m
14	Burgos	14	9028	09900A014090280000UJ	Camino	141,7 m
15	Burgos	15	9013	09900A015090130000UH	Carretera	12,0 m
16	Burgos	15	2	09900A015000020000UF	Labor, privado	244,8 m
17	Burgos	15	9	09900A015000090000UI	Labor, privado	100,0 m
18	Burgos	15	9017	09900A015090170000UY	Autovía	102,9 m
19	Burgos	16	9014	09900A016090140000UJ	Carretera	20,2 m
20	Burgos	15	9012	09900A016090120000UX	FFCC	45,8 m
21	Burgos	16	9013	09900A016090130000UI	Carretera	85,6 m
22	Burgos	16	15264	09900A016152640000UP	Labor, privado	18,0 m
23	Burgos	16	9001	09900A016090010000UL	Río	5,2 m
24	Burgos	16	5264	09900A016052640000UZ	Labor, privado	49,9 m
25	Burgos	16	9006	09900A016090060000UK	Camino	3,8 m
26	Burgos	16	20	09900A016000200000UX	Subestación	20,5 m

El diseño de la canalización y la elección del tendido se ha hecho siguiendo las prescripciones del Manual Técnico 2.31.02 de Iberdrola “PROYECTO TIPO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE AT DE 45 kV Y 66 kV”.

10.2.- CONDUCTORES

La línea tendrán una longitud aproximada de 9.533 metros.

Se construirá una nueva canalización en la que se tenderán cuatro nuevos tubos de polietileno reticulado de 160 mm

de diámetro, uno para cada fase y uno de reserva.

El conductor será utilizado será HEPR-Z1 3x1x300 mm² 26/45 kV H75 de Aluminio. No obstante en el tramo posterior al último empalme más cercanos a la subestación ST Villimar, se utilizará el conductor de Alta Seguridad (AS) libre de halógenos y no propagador de la llama.

Las características de los cables de aislamiento seco quedan recogidas en la norma de Iberdrola NI 56.44.01. “Cables unipolares con aislamiento seco de etileno-propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT de 45 y 66 kV”. Las características esenciales son:

- **Conductor:** Aluminio compactado, sección circular, clase 2, según UNE EN 60 228
- **Pantalla** sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por el proceso de triple extrusión.
- **Aislamiento:** Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) aplicada por el proceso de triple extrusión.
- **Pantalla sobre el aislamiento:** Una capa de mezcla semiconductora fuertemente adherida al aislamiento, “pelable” en caliente, no metálica aplicada por el proceso de triple extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Cubierta:** Compuesto termoplástico a base de mezcla de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- **Color de la Cubierta:** Cables de Seguridad (S), no propagadores de la llama Roja, además los cables de tipo (S), incorporaran dos franjas longitudinales de color gris, mientras que los cables de tipo (AS), las dos franjas longitudinales serán de color verde. La anchura de las franjas de color será de entre 5 mm y 10 mm, estando dispuestas a 180º.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico de Iberdrola (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la norma de Iberdrola NI 56.80.04.

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.04.

Empalmes: Cada 1.000 metros aproximadamente en arquetas registrables.

Las características eléctricas principales de estos conductores serán:

Resistencia del conductor, reactancia y capacidad

Tensión en Kv U_0/U	Sección mm ² y categoría de seguridad frente al fuego	Resistencia a 20 °C	Reactancia		Capacidad
			Entubado en solo tubular *	Entubado en tres tubulares**	
		Ω/kM	Ω/kM		$\mu F/kM$
26/45	300	0,100	0,112	0,189	0,352
	300 (S)				
	300 (AS)		0,119		
	500	0,060	0,105	0,173	0,438
	500 (S)				
	500 (AS)		0,110		
33/66	300	0,100	0,117	0,189	0,270
	300 (S)				
	300 (AS)		0,124		
	500	0,060	0,108	0,173	0,323
	500 (S)				
	500 (AS)		0,114		

(*) Entubado en un solo tubular de 250 mm² de Ø

(**) Entubado en tres tubulares de 160 mm² de Ø (una fase por tubular)

Temperatura máxima en servicio permanente, 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito $t < 5s$, 250°C

Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados con conductores de aluminio de hasta 36/66 kV, instalados al aire.

Sección (mm ²)	Categoría condición de seguridad frente al fuego según UNE 211 632-6A (apartado 2.13)	Tipo de aislamiento HEPR
300	N/S	485
500		650
300	AS	475
500		630

Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm²,

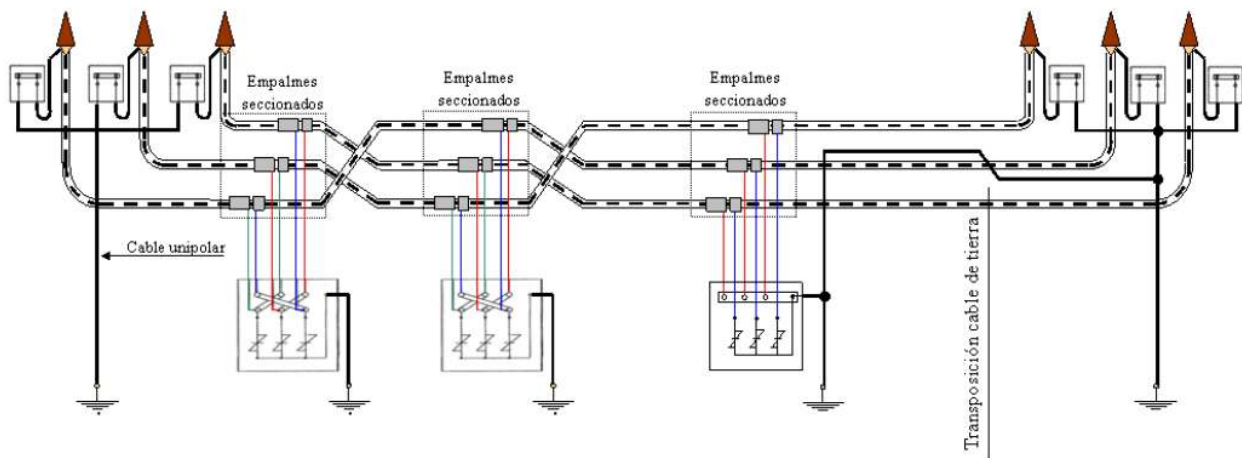
Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	

$\Delta\theta^*$ = es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (Incremento de temperatura 160θ en °C).

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Sección mm ²	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
75	37,2	26,7	22,1	17,5	12,8	10,8	9,6	8,8	8,2

Para la puesta a tierra del conductor se cumplirá todo lo dispuesto en la normativa MT 2.31.02 de Iberdrola. Al ser la línea de evacuación mayor de 2.400 metros se realizarán configuraciones cross-bonding y single-point alternadas.



Se cumplirán todas las prescripciones detalladas en el Reglamento de A.T. y más concretamente las relativas a profundidades mínimas, cinta de señalización de "Peligro de A.T.", además de todas las de la Compañía Eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.

Antes de la puesta en servicio de los cables habrá que realizar las verificaciones y ensayos que se indican en la norma de IBERDROLA MT 2.33.15 para redes de A.T. y de tensión inferior a 66 kV:

- Comprobación de continuidad y orden de fases.
- Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.
- Ensayo de rigidez dieléctrica en la cubierta.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tangente de delta.

10.3.- PROTECCIONES

Protecciones contra sobrecorrientes

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobrecorrientes susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobrecorrientes pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte

desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

Protección contra cortocircuitos.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en tablas 24 y 25 de este MT. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protecciones contra sobrecargas.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

Protecciones contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de inversión y transformación.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60 071-1, UNE-EN 60 071-2 y UNE-EN 60 099-5.

10.4.- CANALIZACIONES

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,60 m. En el fondo y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de arena, sobre la cual se depositarán los tubos corrugados. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos, envolviéndolos completamente, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado de la línea. Posteriormente y hasta una distancia de 0,10 m del suelo se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, apisonada por medios manuales. En caso de que la zanja trascurra sobre un camino rodado, vial o acera en lugar de utilizar tierra procedente de la excavación se rellenará con hormigón estructural HM 12,5. Sobre esta capa de tierra se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, y finalmente se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. La profundidad de la zanja será de como mínimo 1 m.

En los Planos adjuntos se detalla el tipo de zanja descrito.

La canalización estará constituida por tubos corrugados de POLIETILENO de color rojo para los cables de Media Tensión, de 160 mm de diámetro, enterrados en una zanja.

Se tenderá además, un ducto formado por cuatro tubos de 40mm de diámetro para las posibles comunicaciones con la subestación de acceso a red.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. Al objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos y para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán de calas de tiro mediante la instalación de arquetas intermedias ciegas.

La entrada de todos los tubos en las arquetas, deberá quedar debidamente selladas en sus extremos y la cara de acceso deberá ser perpendicular a la pared de la arqueta.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribos u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas la zanja tendrá una anchura mínima de 0,7 m, para la colocación de cuatro tubos plásticos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

10.5.- CRUZAMIENTOS

10.5.1- CRUZAMIENTO CON AUTOVÍA BU-30 y FFCC nº100 MADRID-HENDAYA

Para poder llegar hasta el punto de conexión de la instalación fotovoltaica, la subestación Villimar, es necesario atravesar la autovía BU-30 y la línea de ferrocarril nº100 Madrid-Hendaya.

El cruzamiento se ubicará aprovechando la intersección existente entre estas dos vías, aproximadamente en el P.K. 374,6 del ferrocarril y en el P.K. 24,27 de la autovía. Se realizará utilizando una perforación dirigida tipo “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, según se decida en el momento de la contratación.

Para realizar la perforación se construirán dos pozos (entrada y salida) con las dimensiones y profundidad suficiente para realizar el trabajo. Estos pozos se situarán fuera de los límites de zona de dominio público, en las coordenadas UTM aproximadas X = 446191.4009 Y = 4691673.4540 para el de entrada (zona norte) y X = 446250.8642 Y = 4691489.6222 para el de salida (zona sur).

Tras la realización de la perforación y el tendido de la línea se instalarán dos arquetas a cada lado del cruzamiento, que permitan registrar las canalizaciones.

El cruzamiento se realizará formando un ángulo de 67° con la autovía y 88° con el ferrocarril y tendrá una longitud aproximada de 190,7 metros.

La profundidad de la canalización será tal que en ningún caso habrá canalizaciones a una profundidad inferior a 1,5 metros bajo los arcenes y cunetas y nunca inferior a 2,7 metros para las vías.

La canalización estará compuesta un tubo de acero de 400 mm de diámetro en su interior se instalarán cinco tubos de polietileno reticulado de 160 mm de diámetro.

Dicho cruzamiento queda reflejado en el plano 3.5.

10.5.2- CRUZAMIENTO CON RÍO MORQUILLAS

Para poder llegar hasta el punto de conexión de la instalación fotovoltaica, la subestación Villimar, también será necesario cruzar el río Morquillas. Este cruzamiento se realizará por debajo del cauce, mediante la ejecución de zanjas o mediante una pequeña perforación subterránea tipo topo. Dado que el río fluye mediante una canalización de hormigón existente, no se prevé ningún efecto de erosión que pueda producirse por arrastre de las aguas.

La canalización irá completamente hormigonada, a una distancia mínima de 60cm bajo el cauce y estará compuesta por cuatro tubos de polietileno reticulado de 160 mm de diámetro y un ducto de 4x40mm de diámetro para las telecomunicaciones.

11.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

11.1.- OPERACIÓN

Gracias al control monitorizado del sistema, la operación se limitará al seguimiento de la producción (que tendrá que ser similar a la estimación de producción) que se podrá visualizar en el monitor o contador existente a tal efecto.

El sistema de control de la planta (PPC – Power Plant Controller) estará equipado con funciones de control capaces de controlar la planta en el punto de conexión.

Algunas de las funciones serán excluyentes, teniendo que el operador seleccionar en qué modo de funcionamiento desea que la planta opere.

Los esquemas de control se organizarán con la siguiente prioridad (de la más alta a más baja):

- Protección de la red y de la planta.
- Emulación de inercia, si procede.
- Control de frecuencia (ajuste de potencia activa).
- Restricción de potencia.
- Restricción de gradiente de potencia.

Estos controles se realizarán con las medidas tomadas en el punto de conexión y en los propios inversores, siendo el PPC el encargado de activar los controles de lazo cerrado correspondientes.

Los controles que se exigen en la normativa de referencia para el parque se realizarán algunos por los propios inversores y otros por el PPC. Sin embargo, todos los controles realizados por el PPC deberán ser soportados por los inversores.

Los inversores de la instalación permiten la comunicación vía RS-485 con el servidor de planta. Cualquier incidencia quedará registrada en tiempo real gracias al actualizado en la nube del sistema PPC MVScada.

El sistema de control PPC prevé la conexión a un dispositivo externo (como una alarma) con tal de avisar en caso de fallo del sistema o pérdidas de energía.

11.2.- MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado

mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las 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.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:

- El conjunto de los paneles e inversores, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, constituyendo en definitiva una planta de potencia de generación eléctrica.
- El conjunto de equipos de la interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga las características adecuadas según las normativas vigentes, y la protección de las personas y las instalaciones.

El mantenimiento de los equipos electrónicos viene especificado por el fabricante.

En el planteamiento del servicio de mantenimiento de las instalaciones el instalador debe considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.
- Las operaciones de mantenimiento pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación. Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas

del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser importante en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, que impida a éstas que se posen. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
 - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
 - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión. La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:
 - Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
 - Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.
- El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:
 - Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar en los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
 - Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que las indicaciones sean

correctas.

- Toma de valores: Registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, etc.
- El mantenimiento de las puestas a tierra: cuando se utiliza un método de protección que incluye la puesta a tierra, se ha de tener en cuenta que el valor de la resistencia de tierra varía durante el año. Esta variación es debida a la destrucción corrosiva de los electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra... Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección permanezca dentro de los límites de seguridad.

El programa de mantenimiento se basa en:

- Revisiones generales periódicas para poner de manifiesto los posibles defectos que existan en la instalación.
- Eliminación de los posibles defectos que aparezcan.

Se proponen revisiones generales semestrales, a realizar las siguientes medidas:

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico (V_{oc} , I_{sc} , $V_{máx}$ e $I_{máx}$ en operación)
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones. Comprobación de las características eléctricas del inversor (V_{in} , I_{in} , I_{out} , V_{red} , Rendimiento, f_{red}) Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.
- Comprobación del sistema de monitorización.
- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

Mantenimiento de los equipos de protección: la comprobación de todos los relés ha de efectuarse cuando se proceda a la revisión de toda la instalación, siguiendo todas las especificaciones de los fabricantes de estos.

En resumen, este plan de mantenimiento preventivo incluirá las siguientes actuaciones:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.

- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.
- El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

Mantenimiento correctivo

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

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

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

12.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras de la planta fotovoltaica, será de unos de unos 6 meses. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas.

13.- RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Durante la inspección visual de las parcelas se han detectado los siguientes Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectados, para los que se presentan las correspondientes separatas de acuerdo con el art. 130 del RD 1955/2000:

- Ayuntamiento de Valle de las Navas: por la construcción de la instalación fotovoltaica objeto en su término municipal y por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- Ayuntamiento de Villayerno Morquillas: por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- Ayuntamiento de Burgos: por el tendido de la línea de evacuación por caminos municipales.
- ADIF: por el cruzamiento de la línea de evacuación por la línea de ferrocarril nº100 Madrid-Hendaya en el P.K. 374,6.
- Ministerio de Fomento – Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León Oriental: por el cruzamiento de la línea de evacuación por la autovía BU-30 en el P.K. 24,27
- Diputación de Burgos – Vías y obras: por la construcción de la instalación fotovoltaica en la zona de afección de la carretera BU-V-5004, por el cruzamiento de la línea de evacuación de 45 kV con la carretera BU-V-5021 y alguna de las parcelas de su propiedad.
- EANGAS: por el cruzamiento de la línea de evacuación por uno de sus gaseoductos
- Servicio Territorial de Medio Ambiente de La Junta de Castilla y León en Burgos: Por la construcción de la instalación fotovoltaica colindante al Cordel de Sotillo y por el cruzamiento de la línea de evacuación con la Verdea de Burgos a Hurones
- Confederación Hidrográfica del Duero: por la construcción de la línea de evacuación de alta tensión en la zona de policía del arroyo S/N y por el trazado paralelo y cruzamiento de la línea sobre el río Morquillas.
- Servicio Territorial de Cultura de Burgos: por el cruce de la línea de evacuación de alta tensión con el yacimiento arqueológico de la calzada romana.

14.- CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto y habiéndose redactado de acuerdo con las normas vigentes, se somete a la consideración de las Autoridades competentes, para que si tienen a bien, concedan la autorización correspondiente que con esta fecha se solicita, quedando a su disposición para atender cuantas observaciones nos sean formuladas.

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial



Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimutal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

CÁLCULOS

CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS

1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En este apartado se calcularán y justificará el cumplimiento normativo de la instalación en cuanto a la seguridad eléctrica de la misma.

1.1.- POTENCIA INSTALADA

Las principales características de la instalación fotovoltaica son:

Módulos	LR4-72HPH455M de 455Wp	54.918 ud // 24.987,69 kWp $\approx$ 25 MWp
Estructura	Seguidor 3H27	678 ud.
Centros de Inversión y Transformación	MV Skid - Sungrow	6 ud $\cdot$ 3400 kVA = 20.400 kVA limitado a 20.000 kVA
Potencia total instalada		24.987,69 kWp $\approx$ 25 MWp
Potencia total inversores		20.400 kW[cos ϕ = 1]
Ratio potencia modular / potencia inversor		1,25

1.2.- CREACIÓN DE LAS SERIES CONECTADAS A LOS INVERSORES

Como se ha explicado anteriormente, los centros CT1 y CT3 tendrán dos inversores de 3.400 kVA cada uno y los centros CT2 Y CT4 tendrán uno solo. Además, los centros dispondrán de un transformador de potencia de relación 0,6/20 kV, un transformador para servicios auxiliares y el conjunto de celdas de MT.

La planta solar fotovoltaica proyectada tendrá una potencia pico total de 24.987,69 kWp repartidos en los 6 inversores, por lo que cada inversor recibirá 339 series, o una potencia equivalente de 4.164,61 kWp. El modelo elegido el inversor SG3400 de Sungrow.

A continuación se incluye una tabla de cálculo resumen en la que se tienen en cuenta los distintos parámetros eléctricos que compone la instalación de corriente continua que se conectará a cada inversor, dependiendo del tipo de módulo que tenga:

CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA CENTRO DE INVERSIÓN IS1

CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA CT1.1, CT1.2, CT2.1 y CT2.2

LONGI LR5-72HPH 455M						
Módulo:		455,00 W				
Vmpp	Voc	Impp	Isc	TCOV	TCOI	Power
41,70 V	49,50 V	10,92 A	11,66 A	-0,27 %	0,05 %	455,00 W
-10 °C de temp. ext.		80 °C de temp. ext.				
Vmpp	Voc	Impp	Isc			
45,64 V	54,18 V	11,21 A	11,97 A			
Config:	Serie	27	Paralelo	339	Total	9.153
Vmpp	Voc	Impp	Isc	TCOV	TCOI	Power
1.125,90 V	1.336,50 V	3.701,88 A	3.952,74 A	-0,37 %	0,06 %	4.164,62 kW
A -10° y +80°						
1.232,30 V	1.462,80 V	3.799,61 A	4.057,09 A			

SG3400HV-20					
Vpp mín	Vpp máx	I max	Icc max	V máx	Pot nom
868,00 V	1.300,00 V	4.178,00 A	5.000,00 A	1.500,00 V	3.400,00 kW

RESUMEN	DISEÑO
Potencia Pico instalada = 4.164,62 kWp	CORRECTO
Potencia nominal = 3.400,00 kWn	
Imppt = 3.799,61 A	
Isc = 4.057,09 A	CORRECTO
Máx I Inversor = 4.178,00 A	
Vmppt = 1.232,3 V	
Voc = 1.462,8 V	CORRECTO
Máx V Inversor = 1.500,0 V	

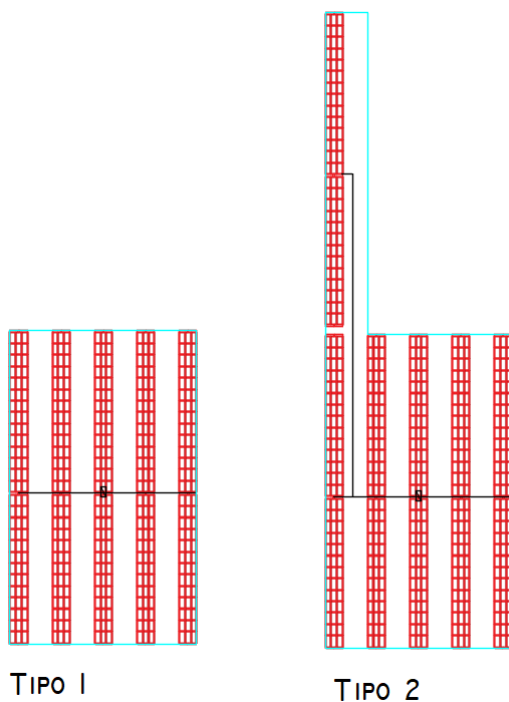
1.3.- CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS DISTINTOS TRAMOS

La caída de tensión entre el origen de la instalación hasta el inversor en el tramo de corriente continua será inferior al 1,5% y en la línea de evacuación en corriente alterna, desde el inversor al transformador será inferior al 2%. En cualquier caso no se permitirán caídas superiores al 3,5% desde la salida de cualquier inversor hasta la entrada de Baja Tensión del Centro de Transformación.

DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN CORRESPONDIENTE AL ESQUEMA UNIFILAR			
CÁLCULO DE:	INTENSIDAD	CAÍDA DE TENSIÓN	k
Líneas trifásicas:	$I \approx \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \rho} (A)$	$\Delta V (\%) \approx \frac{P \cdot L}{k \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$	Cu = 56
Líneas monofásicas tanto CC como CA:	$I \approx \frac{W}{V \cdot \cos \rho} (A)$	$\Delta V (\%) \approx \frac{2 \cdot P \cdot L}{k \cdot S \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$	Al = 35

Para el primer tramo de corriente continua entre las series y los StringBoxes, se calcularán las caídas de tensión para dos tipos de configuraciones diferentes:

- Configuración tipo 1: los cinco seguidores de cada stringbox, tendrán una buena disposición, situándose el StringBox en el medio de los cinco.
- Configuración tipo 2: cuatro seguidores pertenecientes al stringbox tendrán una buena disposición, teniendo que alcanzar el quinto seguidor en otra fila



CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEAS C.C. A MPP – DE SEGUIDORES A STRING BOXES – TIPO 1

DESDE SERIE	HASTA	Longitud	k	Potencia serie	Tensión	Intensidad	I. max Adm	Sección		Aislamiento	U (V)	U %	U ant %	U tot %	
S.1 .1. 1	STBX. TIPO 1	19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1 .1. 2		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1 .1. 3		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1 .1. 4		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 5		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 6		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 7		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1 .1. 8		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1 .1. 9		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1 .1. 10		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 11		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 12		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1 .1. 13		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1 .1. 14		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1 .1. 15		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
Potencia total				184,28 kW										Max.	0,11 %

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEAS C.C. A MPP – DE SEGUIDORES A STRING BOXES – TIPO 2

S.1	.2.	1	STBX. TIPO 2	19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1	.2.	2		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1	.2.	3		19,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	1,23 V	0,11 %	0%	0,11 %	
S.1	.2.	4		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	5		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	6		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	7		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1	.2.	8		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1	.2.	9		4,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,26 V	0,02 %	0%	0,02 %	
S.1	.2.	10		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	11		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	12		11,50 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	0,75 V	0,07 %	0%	0,07 %	
S.1	.2.	13		79,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	10 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	3,08 V	0,27 %	0%	0,27 %	
S.1	.2.	14		79,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	10 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	3,08 V	0,27 %	0%	0,27 %	
S.1	.2.	15			79,00 m	56	12,29 kW	1125,90 V	10,91 A	57A	2 x	10 mm2	PV1-F 0,9/1,8kV	3,08 V	0,27 %	0%	0,27 %
Potencia total					184,28 kW											Max.	0,27 %

Se puede observar como la caída de tensión máxima en el tramo entre los los módulos fotovoltaicos y los stringbox es inferior a 1,5%, siendo la máxima de 0,27%.

A continuación se muestran los resultados de la caída de tensión en el último tramo de la parte de continua. En esta parte se tendrá en cuenta la caída máxima existente en el tramo anterior para cada una de las String Box, por lo que el resultado final representa la caída máxima en toda la parte de continua.

En el tramo entre las String Boxes y los inversores de la Estación de inversión, se tendrá como máximo las siguientes caídas de tensión:

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEAS C.C. A MPP – DE STRING BOXES A ESTACIONES DE INVERSIÓN

ORIGEN	DESTINO	Longitud	k	N.º Series	Pot	Tensión	Intensidad	I. max Adm	Cond. X fase	Sección	Aislamiento	U (V)	U %	U ant %	U tot %
STRING2OX - 1.1	CT-1	312,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,73 V	0,86 %	0,27 %	1,13 %
STRING2OX - 1.2		275,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,57 V	0,76 %	0,27 %	1,03 %
STRING2OX - 1.3		238,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,27 V	0,82 %	0,27 %	1,09 %
STRING2OX - 1.4		200,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,24 V	0,55 %	0,27 %	0,82 %
STRING2OX - 1.5		125,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,79 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %
STRING2OX - 1.6		128,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,98 V	0,71 %	0,27 %	0,98 %
STRING2OX - 1.7		166,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,35 V	0,92 %	0,27 %	1,19 %
STRING2OX - 1.8		205,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,99 V	0,71 %	0,27 %	0,98 %
STRING2OX - 1.9		240,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,35 V	0,83 %	0,27 %	1,10 %
STRING2OX - 1.10		278,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,67 V	0,77 %	0,27 %	1,04 %
STRING2OX - 1.11		245,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,55 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %
STRING2OX - 1.12		208,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,11 V	0,72 %	0,27 %	0,99 %
STRING2OX - 1.13		170,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,62 V	0,59 %	0,27 %	0,86 %
STRING2OX - 1.14		133,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,29 V	0,74 %	0,27 %	1,01 %
STRING2OX - 1.15		95,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	5,92 V	0,53 %	0,27 %	0,80 %
STRING2OX - 1.16		58,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,62 V	0,32 %	0,27 %	0,59 %
STRING2OX - 1.17		182,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,09 V	0,63 %	0,27 %	0,90 %
STRING2OX - 1.18		145,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,04 V	0,80 %	0,27 %	1,07 %
STRING2OX - 1.19		107,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,67 V	0,59 %	0,27 %	0,86 %
STRING2OX - 1.20		70,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	4,36 V	0,39 %	0,27 %	0,66 %
STRING2OX - 1.21		95,00 m	35	9	110,57 kW	1125,90 V	98,20 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,55 V	0,32 %	0,27 %	0,59 %
STRING2OX - 1.22		58,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,62 V	0,32 %	0,27 %	0,59 %
STRING2OX - 1.23		36,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	2,24 V	0,20 %	0,27 %	0,47 %
STRING2OX - 2.1	CT-2	265,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,33 V	0,92 %	0,27 %	1,19 %
STRING2OX - 2.2		228,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,88 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %
STRING2OX - 2.3		190,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,40 V	0,66 %	0,27 %	0,93 %
STRING2OX - 2.4		322,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,04 V	0,89 %	0,27 %	1,16 %
STRING2OX - 2.5		285,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,88 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %
STRING2OX - 2.6		247,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,63 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %
STRING2OX - 2.7		210,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,18 V	0,73 %	0,27 %	1,00 %
STRING2OX - 2.8		172,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,70 V	0,60 %	0,27 %	0,87 %
STRING2OX - 2.9		135,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,42 V	0,75 %	0,27 %	1,02 %
STRING2OX - 2.10		105,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,55 V	0,58 %	0,27 %	0,85 %
STRING2OX - 2.11		142,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,85 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %
STRING2OX - 2.12		280,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,73 V	0,78 %	0,27 %	1,05 %
STRING2OX - 2.13		243,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,47 V	0,84 %	0,27 %	1,11 %
STRING2OX - 2.14		206,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,03 V	0,71 %	0,27 %	0,98 %
STRING2OX - 2.15		169,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,59 V	0,58 %	0,27 %	0,85 %
STRING2OX - 2.16		131,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,17 V	0,73 %	0,27 %	1,00 %
STRING2OX - 2.17		93,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	5,80 V	0,52 %	0,27 %	0,79 %
STRING2OX - 2.18		56,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,49 V	0,31 %	0,27 %	0,58 %
STRING2OX - 2.19		56,00 m	35	9	110,57 kW	1125,90 V	98,20 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	2,09 V	0,19 %	0,27 %	0,46 %
STRING2OX - 2.20		162,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,10 V	0,90 %	0,27 %	1,17 %
STRING2OX - 2.21		125,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,79 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %
STRING2OX - 2.22		87,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	5,42 V	0,48 %	0,27 %	0,75 %
STRING2OX - 2.23		50,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,12 V	0,28 %	0,27 %	0,55 %
STRING2OX - 3.1	CT-3	403,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,85 V	0,70 %	0,27 %	0,97 %
STRING2OX - 3.2		441,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,59 V	0,76 %	0,27 %	1,03 %
STRING2OX - 3.3		344,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,70 V	0,60 %	0,27 %	0,87 %
STRING2OX - 3.4		307,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,57 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %
STRING2OX - 3.5		270,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x 1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,42 V	0,75 %	0,27 %	1,02 %
STRING2OX - 3.6		232,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,04 V	0,80 %	0,27 %	1,07 %
STRING2OX - 3.7		194,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,56 V	0,67 %	0,27 %	0,94 %
STRING2OX - 3.8		194,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,56 V	0,67 %	0,27 %	0,94 %
STRING2OX - 3.9		261,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,17 V	0,90 %	0,27 %	1,17 %
STRING2OX - 3.10		224,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,73 V	0,78 %	0,27 %	1,05 %
STRING2OX - 3.11		186,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,25 V	0,64 %	0,27 %	0,91 %
STRING2OX - 3.12		149,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,29 V	0,83 %	0,27 %	1,10 %
STRING2OX - 3.13		128,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,98 V	0,71 %	0,27 %	0,98 %
STRING2OX - 3.14		172,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x 1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,70 V	0,60 %	0,27 %	0,87 %
STRING2OX - 3.15		135,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x 1	150 mm2</					

ORIGEN	DESTINO	Longitud	k	N.º Series	Pot	Tensión	Intensidad	I. max Adm			Sección	Aislamiento	U (V)	U %	U ant %	U tot %	
STRING2OX -4.1	CT-4	313,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,76 V	0,87 %	0,27 %	1,14 %	
STRING2OX -4.2		276,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,60 V	0,76 %	0,27 %	1,03 %	
STRING2OX -4.3		257,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,01 V	0,89 %	0,27 %	1,16 %	
STRING2OX -4.4		220,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,57 V	0,76 %	0,27 %	1,03 %	
STRING2OX -4.5		183,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,13 V	0,63 %	0,27 %	0,90 %	
STRING2OX -4.6		199,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,75 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %	
STRING2OX -4.7		184,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,10 V	0,90 %	0,27 %	1,17 %	
STRING2OX -4.8		147,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,79 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %	
STRING2OX -4.9		162,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,86 V	0,61 %	0,27 %	0,88 %	
STRING2OX -4.10		125,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,79 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %	
STRING2OX -4.11		110,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,86 V	0,61 %	0,27 %	0,88 %	
STRING2OX -4.12		336,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,47 V	0,93 %	0,27 %	1,20 %	
STRING2OX -4.13		300,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,35 V	0,83 %	0,27 %	1,10 %	
STRING2OX -4.14		261,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,17 V	0,90 %	0,27 %	1,17 %	
STRING2OX -4.15		224,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,73 V	0,78 %	0,27 %	1,05 %	
STRING2OX -4.16		186,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,25 V	0,64 %	0,27 %	0,91 %	
STRING2OX -4.17		149,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,29 V	0,83 %	0,27 %	1,10 %	
STRING2OX -4.18		111,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,92 V	0,61 %	0,27 %	0,88 %	
STRING2OX -4.19		75,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	4,68 V	0,42 %	0,27 %	0,69 %	
STRING2OX -4.20		72,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	4,49 V	0,40 %	0,27 %	0,67 %	
STRING2OX -4.21		95,00 m	35	9	110,57 kW	1125,90 V	98,20 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	3,55 V	0,32 %	0,27 %	0,59 %	
STRING2OX -4.22		132,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,23 V	0,73 %	0,27 %	1,00 %	
STRING2OX -4.23		170,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	5,30 V	0,47 %	0,27 %	0,74 %	
STRING2OX -5.1	CT-5	470,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,16 V	0,81 %	0,27 %	1,08 %	
STRING2OX -5.2		434,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,46 V	0,75 %	0,27 %	1,02 %	
STRING2OX -5.3		400,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,79 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %	
STRING2OX -5.4		360,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,01 V	0,62 %	0,27 %	0,89 %	
STRING2OX -5.5		322,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,04 V	0,89 %	0,27 %	1,16 %	
STRING2OX -5.6		284,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,85 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %	
STRING2OX -5.7		250,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,74 V	0,87 %	0,27 %	1,14 %	
STRING2OX -5.8		396,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,72 V	0,69 %	0,27 %	0,96 %	
STRING2OX -5.9		360,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,01 V	0,62 %	0,27 %	0,89 %	
STRING2OX -5.10		321,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,01 V	0,89 %	0,27 %	1,16 %	
STRING2OX -5.11		284,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,85 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %	
STRING2OX -5.12		246,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,59 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %	
STRING2OX -5.13		209,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,14 V	0,72 %	0,27 %	0,99 %	
STRING2OX -5.14		171,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,66 V	0,59 %	0,27 %	0,86 %	
STRING2OX -5.15		307,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,57 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %	
STRING2OX -5.16		270,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,42 V	0,75 %	0,27 %	1,02 %	
STRING2OX -5.17		232,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,04 V	0,80 %	0,27 %	1,07 %	
STRING2OX -5.18		194,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	6,05 V	0,54 %	0,27 %	0,81 %	
STRING2OX -5.19		157,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,79 V	0,87 %	0,27 %	1,14 %	
STRING2OX -5.20		120,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,48 V	0,66 %	0,27 %	0,93 %	
STRING2OX -5.21		122,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,61 V	0,68 %	0,27 %	0,95 %	
STRING2OX -5.22		85,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	5,30 V	0,47 %	0,27 %	0,74 %	
STRING2OX -5.23		62,00 m	35	9	110,57 kW	1125,90 V	98,20 A	251A	2 x	1	150 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	2,32 V	0,21 %	0,27 %	0,48 %	
STRING2OX -6.1		CT-6	382,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	2	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,44 V	0,66 %	0,27 %	0,93 %
STRING2OX -6.2			345,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,76 V	0,96 %	0,27 %	1,23 %
STRING2OX -6.3			307,00 m	35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,57 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %
STRING2OX -6.4	308,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,60 V	0,85 %	0,27 %	1,12 %	
STRING2OX -6.5	270,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,42 V	0,75 %	0,27 %	1,02 %	
STRING2OX -6.6	233,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,26 V	0,65 %	0,27 %	0,92 %	
STRING2OX -6.7	248,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,66 V	0,86 %	0,27 %	1,13 %	
STRING2OX -6.8	286,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,92 V	0,79 %	0,27 %	1,06 %	
STRING2OX -6.9	323,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	10,07 V	0,89 %	0,27 %	1,16 %	
STRING2OX -6.10	316,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,85 V	0,87 %	0,27 %	1,14 %	
STRING2OX -6.11	279,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	365A	2 x	1	300 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	8,70 V	0,77 %	0,27 %	1,04 %	
STRING2OX -6.12	241,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	9,39 V	0,83 %	0,27 %	1,10 %	
STRING2OX -6.13	204,00 m		35	15	184,28 kW	1125,90 V	163,67 A	324A	2 x	1	240 mm2	XZ1 AL 0,6/1 kV	7,95 V	0,71 %			

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación hasta el inversor en el tramo de corriente continua es de 1,23% y, por lo tanto, cumple con la condición de ser inferior al 1,5% en el tramo de corriente continua.

1.4.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA

Una sobrecarga es el exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento, una avería o una demanda excesiva de carga.

El efecto principal de una sobrecarga es el calentamiento de los conductores a temperaturas no admisibles, provocando el deterioro de estos y de sus aislantes, y reduciendo su vida útil. Una sobrecarga no despejada a lo largo del tiempo puede degenerar en cortocircuito.

La protección deberá despejar en un tiempo inversamente proporcional a la intensidad de sobrecarga. Las características del equipo de protección contra sobrecarga deberán cumplir con las siguientes dos condiciones según ITC-22 del RBT:

$$\text{Condición 1} \Rightarrow I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$\text{Condición 2} \Rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde:

I_B corriente de diseño del circuito correspondiente

I_N corriente nominal del fusible

I_Z corriente máxima admisible del conductor protegido

I_F corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección, donde ($I_F = 1,6 \cdot I_N$)

I_Z corriente máxima admisible del conductor protegido.

Esta segunda condición solo se calculará para la protección mediante fusibles, ya que para protección mediante magnetotérmicos siempre se cumple puesto que $I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$

El circuito de corriente continua del generador fotovoltaico trabaja normalmente cerca de la intensidad de cortocircuito, ya que las placas actúan como fuentes de corriente. Como la intensidad utilizada para el cálculo del cableado ha sido la del cortocircuito incrementado en 125%, los conductores soportan perfectamente esta intensidad.

No obstante, se protegerán cada string con la utilización de fusibles en cada polo. El calibre de los fusibles a instalar deberá cumplir:

$$\text{Condición 1} \Rightarrow 11,21 \leq I_N = 20 \text{ A} \leq 70 \text{ A} \Rightarrow \text{DISEÑO CORRECTO}$$

$$\text{Condición 2} \Rightarrow 1,6 \cdot I_N = 36 \text{ A} \leq 101,5 \text{ A} \Rightarrow \text{DISEÑO CORRECTO}$$

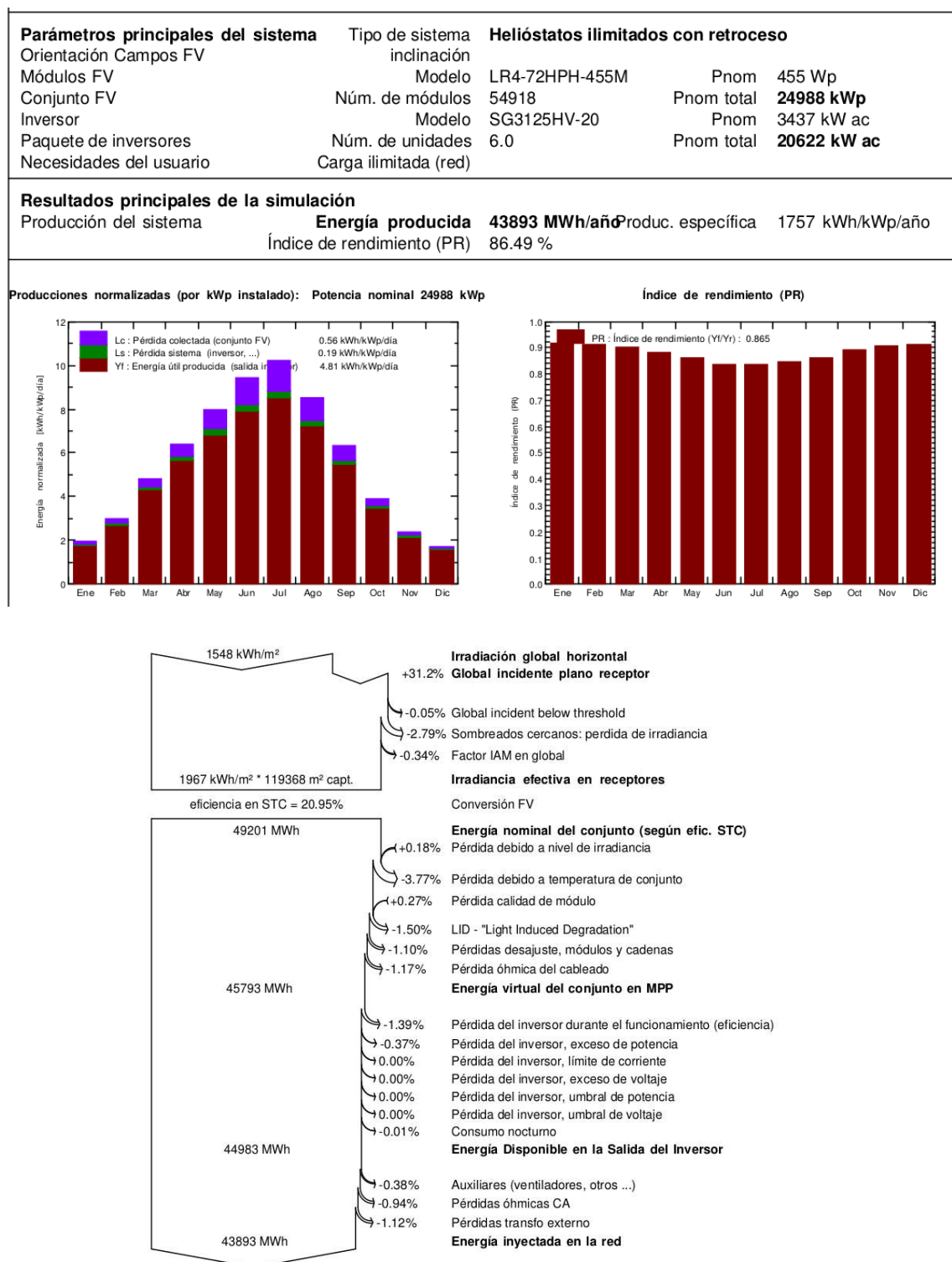
Se instalarán fusibles de 20 A de intensidad nominal para proteger cada polo del string en la entrada de la StringBox y en la

entrada del inversor.

A la salida de la caja de strings se instalará un seccionador de 300A .

2.- PREVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Este gráfico muestra la radiación solar y la energía estimada que producirá anualmente la instalación proyectada:



La estimación de energía producida anual es de **43.893 Mwh/año**.

CÁLCULOS DE LOS CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN

1.- INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	Potencia del transformador [kVA]
U _p	Tensión primaria [kV]
I _p	Intensidad primaria [A]

Para el caso de la instalación objeto el valor de la tensión es de 20 kV para la tensión primaria de alimentación.

Según esto: Transformador A I_p = 103,92 A

2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La tensión secundaria del Transformador será de 600 V. La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

P	Potencia del transformador [kVA]
U _s	Tensión en el secundario [kV]
I _s	Intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 600 V en vacío puede alcanzar el valor:

Transformador A I_s = 3.464,10 A

3.- CORTOCIRCUITOS

3.1.- OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la corriente de cortocircuito de la red de AT, la subestación y las líneas de MT. Este valor se puede calcular a partir de la información suministrada por la

compañía eléctrica I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, en el punto de enganche. La corriente de cortocircuito máxima de diseño es de 25 kA.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

S _{cc}	potencia de cortocircuito en los Centros[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 calculada en los transformadores de MT-BT

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

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]

3.2.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE M.T.

Utilizando la expresión anterior, considerando una potencia de cortocircuito de 310,64 MVA, en el que la corriente primaria de cortocircuito es:

$$\text{Transformador A } I_{ccp} = 8,97 \text{ kA}$$

3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE B.T.

La tensión porcentual del cortocircuito es del 7%, y la tensión secundaria es de 600 V.

$$\text{Transformador A } I_{ccs} = 49,49 \text{ kA}$$

4.- DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

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 630 A.

4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada o asignada, por lo que:

Transformador A $I_{cc} \text{ (din)} = 5,61 \text{ kA}$

4.3.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta 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:

Transformador A $I_{cc} \text{ (din)} = 22,41 \text{ kA}$

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.

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.

6.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

La conexión de media tensión entre transformador de potencia y celda de protección se realiza utilizando cable de aluminio RHV 12/20kV y de sección 3x1x(1x240)mm² y terminales tipo C conectado sobre bornas enchufables tipo C.

7.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN

La conexión entre transformador de potencia e inversores se realiza mediante pletina flexible de cobre con aislamiento XLPE de 1kV contacto sobre los pasatapas disponibles en el transformador. Esta conexión queda protegida frente a agentes externos mediante un cajón cubre bornas metálico.

8.- DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite suficiente para albergar el volumen de cada transformador. De esta forma se previene el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego. Se estima que el volumen será de 2.500 litros para el transformador de 3.600 kVA.

9.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

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 estima la resistividad media en 150 Ohm·m.

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:

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.

9.2.1.- 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.

9.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE LA TIERRA DE PROTECCIÓN

Las características de la red de alimentación son:

Tensión de servicio:

$U_r = 20 \text{ kV}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra

$R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón

$R'o = 3.000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

I_d Intensidad de falta a tierra [A]

I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

R_t Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} Tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]

w pulsación del sistema ($w=2 \cdot \pi \cdot f$)

C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)

L_a longitud de las líneas aéreas [km]

C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)

L_c longitud de las líneas subterráneas [km]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

La intensidad de defecto será :

$$I_d = 3,60 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra:

$$R_t = 5,70 \text{ Ohm}$$

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 un 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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o}$$

donde:

R_t Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o Resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r Coeficiente del electrodo

Para este caso en concreto y, según los valores antes indicados: $K_r \leq 0,0533$

La configuración adecuada (como mínimo) para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	80-40/8/82 (según método UNESA)
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Profundidad del electrodo horizontal:	0,8 m
Distancia de la red:	8x4 m
Número de picas:	8
Longitud de las picas:	2

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia:	$K_r = 0,0380$
De la tensión de paso:	$K_p = 0,0050$
De la tensión de contacto:	$K_c = 0,011$

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptarán 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.

Se construirá una acera perimetral de hormigón alrededor del Centro de Transformación de 1 m de ancho por 0,10 de alto. Bajo la misma se instalará un mallazo conectado a la puesta a tierra del mismo.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del Centro será:

$$R'_t = K_r \times R_o$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Según esto:

$$R'_t = 5,70 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real será:

$$I'_d = 3,60 \text{ A}$$

9.4.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR

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:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 20,52 \text{ V}$$

9.4.1.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO O DE PASO EN EL ACCESO

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:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

K_c	Coefficiente
R_o	Resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	Intensidad de defecto [A]
V'_{pacc}	Tensión de contacto en el acceso [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_{pacc} = 5,99 \text{ V}$$

9.4.2.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR

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.

La tensión de paso será igual a:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d$$

donde:

K_p	Coefficiente
R_o	Resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	Intensidad de defecto [A]
V'_p	Tensión de paso en el exterior [V]

por lo que:

$$V'_p = 2,70 \text{ V}$$

9.4.3.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

Tiempo de actuación, $t = 0,5 \text{ seg}$

Constante $K = 72$

Constante $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left[1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000} \right]$$

Por lo que, para este caso:

$$V_p = 27.360,00 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{pacc} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left[1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_s'}{1000} \right]$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 15.048 \text{ V}$$

Se comprueba, ahora, que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación cumplan con los valores admisibles.

	Calculada	Admisible	¿Correcto?
Tensión de paso en el exterior del centro (Up)	2,70 V	< 2.736,00 V	SI
Tensión de paso en el acceso al centro (U'pacc) *	5,99 V	< 15.048,00 V	SI
Tensión de defecto (Vbt)	20,52 V	< 8.000,00 V	SI
Intensidad de defecto (Id)	Id=3,6A ; I'd=3,6A		SI

9.5.- 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.

9.6.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE LA TIERRA DE SERVICIO

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de servicio del centro de transformación, se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$R_T < 37 \Omega$$

$$R_t \cdot I_N < 24 V$$

Siendo:

- R_t : resistencia de puesta a tierra = 6,20 Ω
- I_N : sensibilidad de la protección diferencial
- V : tensión fase tierra en el secundario del trafo SSAA

Como se puede observar, se cumple la primera condición:

$$R_T = 6,2 \Omega < 37 \Omega$$

Suponiendo un interruptor diferencial con una sensibilidad de 300 mA, se comprueba el cumplimiento de la segunda condición:

$$R_T \cdot I_N = 1,86 < 24 V$$

CÁLCULOS DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

1.- INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLE

Tramo subterráneo

La intensidad máxima admisible teniendo en cuenta que los valores están establecidos a una temperatura máxima de funcionamiento de 105°C, enterrados bajo tubo a 1 m de profundidad con un resistividad térmica de 1,5 k·m/W es de 255A. La ITC-LAT-06 en su apartado 6.1.2 y subapartados, detalla los factores de corrección (F.C) para las intensidad máxima admisibles en en función del tipo de cable utilizado y las condiciones de tendido. A continuación se detallarán los factores utilizados para cada tramo de media tensión:

$$I_{\text{máx.adm}} = F_t \cdot F_r \cdot F_{nt} \cdot F_p \cdot I$$

donde:

F_t = factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

F_r = factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.

F_{nt} = factor de corrección debido al número de ternas por circuito.

F_p = factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.

Para determinar si la sección de los conductores elegida es adecuada habrá que considerar varios factores, comentados en los subapartados siguientes.

2.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L (\Omega/km)$$

Los valores de las resistencias y reactancia de los conductores son los siguientes:

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm²)	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant. 16 mm²)	18/30 kV (pant. 25 mm²)
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

***Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo.

3.- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L$$

donde:

ΔU	Caída de la tensión compuesta, expresada en V
I	Intensidad de la línea en A
X	Reactancia por fase en Ω/km
R	Resistencia por fase en Ω/km
Φ	Ángulo de desfase
L	Longitud de la línea en kilómetros.

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

donde:

P	Potencia transportada en kilovatios.
U	Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos \phi} \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \phi)$$

A continuación se valorará la caída de tensión en cada uno de los dos nuevos tramos, para la máxima potencia admisible del conductor a las tensiones de 20 kV.

La caída de tensión máxima en los conductores a la máxima potencia admisible por el conductor, será para la nueva línea de 0,45% para una tensión de 20 kV. En el caso de la máxima instalada, la caída de tensión será del 0,23%.

4.- POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \phi$$

Teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible para cada conductor, se obtiene que, para un coseno de ϕ del 0,9 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10 \cdot U^2}{[R + X \cdot \tan \phi]} \Delta U \%$$

sustituyendo los valores conocidos de U, R y X, para un $\cos \phi = 0,90$, para $\Delta U \% = 5$ se puede calcular la potencia máxima a transportar P, en kW, en función de la longitud L, expresada en km.

Tensión (kV)	Potencia máxima (kW)			
	150 mm ²	240 mm ²	400 mm ²	630 mm ²
13,2	5.658,61	7.510,52	9.671,08	12.654,71
15	6.430,24	8.534,68	10.989,86	14.380,35
20	8.573,65	11.379,57	14.653,15	19.173,80
30	12.860,48	17.069,36	21.979,72	28.760,70
45	19.290,72	25.604,04	32.969,59	43.141,06
66	28.293,05	37.552,59	48.355,39	63.273,55

5.- PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

ΔP Pérdida de potencia en vatios

6- RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del las líneas de media tensión subterráneas:

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA CONDUCTOR

A 105° C

Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Int max admisible. (A)	Factor de Corrección	Int max admisible corregida (A)		Sección (mm2)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total
20.000	CT1.1-CT1.2	214,00	11.379,57	365	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	26,47	0,13 %	0,00 %	0,13 %
20.000	CT1.2-CT1.3	275,00	11.379,57	365	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	34,02	0,17 %	0,13 %	0,30 %
20.000	CT1.3-SET	96,00	14.653,15	470	470	1	470	1x3x 400	HEPR-Z1	0,105	0,096	10,66	0,05 %	0,17 %	0,22 %
20.000	CT1.4-CT1.5	286,00	11.379,57	365	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z2	0,168	0,102	35,38	0,18 %	0,00 %	0,18 %
20.000	CT1.5-CT1.6	252,00	11.379,57	365	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z3	0,168	0,102	31,17	0,16 %	0,18 %	0,33 %
20.000	CT1.6-SET	174,00	14.653,15	470	470	1	470	1x3x 400	HEPR-Z1	0,105	0,096	19,31	0,10 %	0,16 %	0,25 %
20.000	Celda MT – Trafo	25,00	29.306,30	940	940	1	940	2x3x 400	HEPR-Z1	0,0525	0,096	3,63	0,02 %	0,00 %	0,02 %

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA INSTALADA

A 105° C

Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Int max admisible. (A)	Factor de Corrección	Int max admisible corregida (A)		Sección (mm2) 0	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total
20.000	CT1.1-CT1.2	214,00	3.400,00	109,06	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	7,91	0,04 %	0,00 %	0,04 %
20.000	CT1.2-CT1.3	275,00	6.800,00	218,11	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	20,33	0,10 %	0,04 %	0,14 %
20.000	CT1.3-SET	96,00	10.200,00	327,17	470	1	470	1x3x 400	HEPR-Z1	0,105	0,096	7,42	0,04 %	0,10 %	0,14 %
20.000	CT1.4-CT1.5	286,00	3.400,00	109,06	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	10,57	0,05 %	0,00 %	0,05 %
20.000	CT1.5-CT1.6	252,00	6.800,00	218,11	365	1	365	1x3x 240	HEPR-Z1	0,168	0,102	18,63	0,09 %	0,05 %	0,15 %
20.000	CT1.6-SET	174,00	10.200,00	327,17	470	1	470	1x3x 400	HEPR-Z1	0,105	0,096	13,44	0,07 %	0,09 %	0,16 %
20.000	Celda MT – Trafo	25,00	20.000,00	641,50	940	1	940	2x3x 400	HEPR-Z1	0,0525	0,096	2,47	0,01 %	0,05 %	0,07 %

Se confirma que los conductores seleccionados para el bucle de Media Tensión cumplen con las condiciones de caída de tensión y de intensidades máximas:

Tramo	Criterio ΔV		Criterio Intensidad		¿Cumple?
	Calculada	Admisible	Calculada	Admisible	
CT1.1-CT1.2	0,04 %	3%	109,06 A	365,00 A	SI
CT1.2-CT1.3	0,10 %	3%	218,11 A	365,00 A	SI
CT1.3-SET	0,04 %	3%	327,17 A	470,00 A	SI
CT1.4-CT1.5	0,05 %	3%	109,06 A	365,00 A	SI
CT1.5-CT1.6	0,09 %	3%	218,11 A	365,00 A	SI
CT1.6-SET	0,07 %	3%	327,17 A	470,00 A	SI
Celda MT – Trafo	0,01 %	3%	641,50 A	940,00 A	SI

7.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la corriente de cortocircuito existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo. Los valores proporcionado por la Compañía Distribuidora para el diseño y los calculados en el presente proyecto para la entrada del bucle son:

Cía distribuidora para pto conexión (45kV)		
	Trifásica (kA)	Monofásica (kA)
Máxima:	19,765 kA	22,954 kA
Mínima:	13,63 kA	16,750 kA
Diseño:	25,00 kA	25,00 kA

A partir de estos valores proporcionados por la Compañía Distribuidora se calculan las intensidades de cortocircuito para los diferentes tramos de la instalación:

Punto de acceso a al red			
U (kV)	Scc (MVA)	Ze _q (Ω)	I _{cc} (kA)
45	1949	1,039	25,00

Línea de Alta Tensión hasta subestación						
Descripción	Longitud (m)	XI (mΩ/km)	ρ (mm ² Ω/km)	Sección (mm ²)	Material	Cables x fase
LSAT	9460,00	0,1190	0,0360	300,00	Aluminio	1

Subestación del parque fotovoltaico						
Transformador	Potencia (kVA)	I _n (A)	U _{cc} (%)	P _{cc} (W)	a la salida (kA)	a la salida (kA)
Transformador	20.000,00	577,35	10,00	80.000,00	7,34	4,72

Bucle MT entre Estaciones de Inversión (Configuración más desfavorable)						
Descripción	Longitud (m)	XI (mΩ/km)	ρ (mm ² Ω/km)	Sección (mm ²)	Material	Cables x fase
LSMT	570,00	0,1680	0,0360	400,00	Aluminio	1
Estación de Inversión y Transformación						
Transformador	Potencia (kVA)	I _n (A)	U _{cc} (%)	P _{cc} (W)	I _p asimétrica a la salida (kA pico)	I _s simétrica a la salida (kA eficaces)
Transformador	3.400,00	3.191,86	7,00	33.940,00	60,11	38,64

Según lo indicado en la tabla 26 del punto 6.2 de la ITC 06 del RLAT, para los conductores del tipo HEPR de Aluminio, le corresponde una densidad máxima de corriente de 126 A/mm², por lo que la intensidad máxima de cortocircuito admitida será $I_{cc} = S \cdot K / \sqrt{t_{cc}}$. Para dicho cálculo se considerará un tiempo de disparo de las protecciones de 0,5 segundos y partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y tomando como temperatura final la de cortocircuito > 270 °C.

Para las líneas de Media Tensión:

Intensidad Máxima de Cortocircuito	Calculada	Admisible	¿Cumple?
Línea Media Tensión 240 mm²	7,34 kA	42,77 kA	SI
Línea Media Tensión 400 mm²	7,34 kA	71,28 kA	SI

Dado que se tienen que cumplir simultáneamente las 3 condiciones de caída de tensión, intensidad máxima e intensidad de cortocircuito; vemos que los conductores seleccionados para que se empleará para el trazado de Media Tensión es el adecuado para esta instalación. Este cable está suficientemente sobredimensionado en previsión de futuras ampliaciones en la instalación.

CÁLCULOS DE LA SUBESTACIÓN ELEVADORA 20/45kV

1.- NIVELES Y DISTANCIAS DE AISLAMIENTO

Según la ITC-RAT 12, la instalación objeto se clasifica en los Grupos A (sistema de 20 kV) y B (sistema de 45 kV), Los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores de la tensión más elevada para materiales del Grupo A y B, así como la distancia mínima de aislamiento en aire entre fase a tierra y entre fases, se indican en las siguientes tablas:

Sistema de 20 kV

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
		Lista 1	Lista 2	Lista 1		Lista 2	
				instalación en interior	instalación en exterior	instalación en interior	instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

Sistema de 45 kV

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
	230	550	1100
145	185	450	900
	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

Las distancias mínimas de aislamiento para las dos tensiones presentes en la subestación serán:

Tensión del sistema	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV Cresta)	Distancia entre fases mínimas	Proyectado
20 kV	95 kV	160 mm	450 mm
45 kV	250 kV	480 mm	1.000 mm

2.- DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

De acuerdo con la ITC-RAT-15 la anchura de los pasillos de servicio deberá permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Tipo	ITC/RAT-15	Proyectada
Pasillos de maniobra con elementos en AT a un solo lado:	1,00 m	1,50 m
Pasillos de maniobra con elementos en AT a ambos lados:	1,20 m	1,50 m
Pasillos de inspección con elementos en AT a un solo lado:	0,80 m	1,50 m
Pasillos de inspección con elementos en AT a ambos lados:	1,00 m	1,50 m

Pasillos de servicio

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo "d" la distancia expresada en centímetros de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC-RAT-12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación. La altura será la siguiente:

Nivel de Tensión	d	H
20 kV	160 mm	415 mm
45 kV	160 mm	730 mm

Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación

Por otro lado, según el apartado 3.1.1 de la ITC-RAT-15, la distancia horizontal entre el cierre del enrejado de una altura superior a 2,20 m y los elementos en tensión deberá ser superior a G, siendo G:

$$G = d + 150 = 48 + 150 = 1.980 \text{ mm}$$

Para el caso concreto del proyecto objeto será 3.000 mm.

3.- CÁLCULO DE EMBARRADO Y CONDUCTORES

En cuanto al sistema de 20 kV, el embarrado forma parte de las propias celdas modulares con aislamiento de SF6, cuyas características se han indicado en la memoria. En cuanto al sistema de 45 kV toda la instalación se realizará al exterior por medio de tubo de cobre de 30/25 mm de diámetro, así como cable de cobre desnudo de 70 mm² y cable de aislamiento en seco HEPRZ1-26/45 kV de 3(1x150)mm², siendo las potencias máxima admisibles de estos conductores las siguientes:

- | | | |
|--|-----------------------------|-----------|
| • Tubo de cobre 30/25 | Intensidad admisible: 550 A | 42,87 MVA |
| • Conductor de cobre desnudo de 95 mm ² | Intensidad admisible: 406 A | 50,70 MVA |

4.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura soporte de los elementos de maniobra y protección de la subestación se ajustarán al Reglamento de instalaciones de Alta Tensión, así como al Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y al Documento Básico sobre seguridad estructural del acero DB-SE-A.

5.- CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRA

5.1.- DATOS DE PARTIDA PARA EL DISEÑO

Para la puesta a tierra de la subestación se ha adoptado el sistema de malla enterrada, que se extenderá 1 m por fuera de la valla exterior y estará formada por conductor de cobre desnudo de 70 mm² y enterrada a una profundidad de 0,5 m con picas de 2 m separadas unos 10 m a lo largo del perímetro de la subestación.

Los datos de partida son:

- | | |
|---|--------------------|
| • Tensión nominal de la subestación: | 45 kV |
| • Valor de la resistencia del cuerpo humano | 1.000 Ω |
| • Resistividad media del terreno | 150 Ω · m |
| • Intensidad de defecto (I _o) | 25.000 A |
| • Tiempo de despeje de la falta | 0,1 seg |
| • Resistividad de la grava superficial | 3.000 Ω · m |
| • Profundidad de la malla | 0,8 m |
| • Separación media entre conductores | 1,00 m |
| • Longitud de conductores de malla | 945 m |
| • Número de conductores en sentido longitudinal | 16 conductores |
| • Número de conductores en sentido transversal | 31 conductores |
| • Área cubierta por la malla | 450 m ² |

5.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA (R_g)

De acuerdo con la IEEE Estándar 80-1986, para una red de tierras con picas, enterrada en un terreno considerado como uniforme a una profundidad superior a 0,25 m e inferior a 2,5 m se aplicará la siguiente expresión para el cálculo de la

resistencia de puesta a tierra de la malla de tierra:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left[1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{A}}} \right] \right]$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$ (150 $\Omega \cdot m$).

L = Longitud total del conductor enterrado en m. (1.320 m).

A = Superficie cubierta por la malla en m^2 (450 m^2).

H = Profundidad de la malla enterrada en m (0,8 m).

Se obtiene que $R_g = 3,09 \Omega$

5.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (R_e)

Al estar la malla del conductor puesta a tierra en sus 2 extremos, consideraremos el valor de la resistencia en la puesta a tierra del extremo final de la línea (Zl), como el valor de la resistencia total de la malla en los 1,320 km de la línea (1,320x 0.277 $\Omega/km = 0.365 \Omega$), más la resistencia de puesta a tierra en el extremo de la línea, con lo que la R_e será:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{Zl} + \frac{1}{R_g} \Rightarrow R_e = 0,33 \Omega$$

5.4.- CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA (I_g)

A la intensidad de cortocircuito aportada por las línea se le puede aplicar un coeficiente reductor debido a la existencia de la malla del cable subterráneo por la que se irá parte de la intensidad de defecto, estimado en al menos un factor de 0,8.

$$I_i = I_o (1 - P) = 25 kA (1 - 0,80) = 5 kA$$

Donde:

I_o = Intensidad de defecto (25 kA)

I_i = Intensidad que sale por el cable de tierra en caso de defecto, en kA

P = Factor reductor para el cálculo de la I_i , en kA

Luego la elevación del potencial (E_e) en el electrodo de tierra se puede calcular como:

$$E_e = R_e (I_o - I_i) = 6,54 kV$$

Luego, la corriente a través de la resistencia de tierra del electrodo de puesta a tierra será:

$$I_g = \frac{E_e}{R_g} = \frac{6,54 \text{ kV}}{3,09 \Omega} = 2,11$$

5.5.- Tensión de la Malla (Ep)

En caso de defecto a tierra, existirá una elevación del potencial de la red de tierras, que en nuestro caso será igual a Ee.

$$E_p = E_e = 6,54 \text{ kV}$$

5.6.- SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR (Sm)

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calculará aplicando la siguiente expresión que se encuentra en la Standard 80 IEEE:

$$S_m = \frac{I_g \sqrt{t_c \alpha_r \rho_r 10000}}{\sqrt{TCAP \ln \left(\frac{k_o + T_m}{k_o + T_a} \right)}}$$

Donde:

I_g = Intensidad que circula a través de la malla de tierra en kA

t_c = Tiempo de duración de la falta, aplicando un criterio conservador se tomará 0,1 s.

α_o = Coeficiente térmico de resistividad a 0º C. (0,00427 oC)

α_r = Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de referencia (0,00397 oC)

ρ_r = Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia (1,72 $\mu\text{Ohm} \times \text{cm}$)

$K_o = 1 / \alpha_r$

TCAP = Factor de capacidad térmica para el Cu (3,42 J/cm³/ºC)

T_m = Temperatura máxima permisible en ºC, se considera 200 ºC

T_a = Temperatura ambiente en ºC, se considera 25 ºC

Se obtiene que:

$$S_m = 4,27 \text{ mm}^2$$

Por otro lado según la ITC-RAT 13 no debe superarse la densidad de corriente de 160 A/mm² en conductores de tierra de cobre. La sección mínima con esta condición será:

$$S_m = \frac{I_g}{160 \text{ A/mm}^2} = 13,22 \text{ mm}^2$$

Para la malla de puesta a tierra de la subestación se utilizará cable de 70 mm²

5.7.- CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

La tensión máxima de contacto calculada se obtiene de la expresión:

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L}$$

La tensión máxima de paso calculada:

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L}$$

Donde:

ρ = Resistividad media del terreno (150 $\Omega \times m$)

I_g = Intensidad que circula por la malla de tierra (2,11 kA)

K_m = Factor de espaciado de conductores

$K_{ii} = 1$ si existen picas localizadas en perímetro

$$1/(2n)^{2/n}$$

si no existen picas

K_h = Factor de profundidad

D = Distancia entre conductores de la red en m (1 m)

h = Profundidad de la red horizontal (0,8 m)

h_o = Profundidad de referencia (1 m)

K_i = Factor incrementado por efecto de la densidad de corriente en los extremos de la red

K_{ii} = Factor de picas (para malla con picas en el perímetro: $K_{ii} = 1$)

K_s = Factor de espaciamiento de los conductores para la tensión de paso

n = Factor geométrico compuesto por los factores n_a , n_b , n_c y n_d

d = diámetro del conductor en m (0,009444 m)

L = Longitud de conductores de la malla (1.320m).

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left[\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left(\frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right]$$

Donde:

$$K_h = \sqrt{\frac{1+h}{h_o}}$$

Y:

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c$$

nb, nc y nd =1 para mallas cuadradas

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right], \text{ Si } 0,25 < h < 2,5 \text{ m}$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

Los resultados obtenidos de los coeficientes son:

Factor espaciado conductores (Km)	0,36
Factor corrección profundidad (Kh)	1,34
Factor corrección geometría grid (Ki)	3,75
Factor corrección espaciado tensión paso (Ks)	0,69

Con estos valores las tensiones máximas de contacto y paso serán:

- Tensión máxima de contacto: $E_m = 427,96 \text{ V}$
- Tensión máxima de paso: $E_s = 1.003,42 \text{ V}$

5.8.- TENSIONES DE CONTACTO Y PASO DE REFERENCIA

La seguridad de una persona depende de la cantidad de energía absorbida antes de que se despeje la falta y el sistema se desconecte. La IEEE Std 80-2000 marca el voltaje máximo de cualquier circunstancia crítica que no se debería de sobrepasar para mantener las condiciones de seguridad:

Para la tensión de paso máxima admisible:

$$E_{step} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = 7.873,73 \text{ V}$$

Para la tensión de contacto máxima admisible:

$$E_{touch} = (1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = 2.340,79 \text{ V}$$

Donde:

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \cdot (1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2 \cdot h_s + 0,09} = 0,83$$

Cs es el factor de reducción de la resistividad del suelo

ρ es resistividad eléctrica del suelo ($\rho=150\Omega\cdot m$)

ρ_s es la resistividad de la grava superficial ($\rho_s = 3.000\Omega\cdot m$)

hs es el grosor de la capa superficial ($h_s=0,2m$)

5.9.- CONCLUSIONES – RESUMEN DE LOS CÁLCULOS

Los cálculos de la malla de tierra se resumen en la siguiente tabla:

<i>Resultados Tensiones (std80 IEE)</i>	CALCULADAS	MÁXIMAS	¿CUMPLE?
Tensión de malla o de contacto (Emesh)	427,96 V	2.340,79 V	SI
Tensión de paso (Estep)	1.117,17 V	7.873,73 V	SI

Por lo que se valida el diseño de la puesta a tierra de la subestación.

Para que se cumpla que la tensión máxima de contacto (Em) sea inferior a la tensión de contacto admisible en el exterior (Vce) se realizará la malla un 1 m por fuera de la valla perimetral exterior y se conectará a esta.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN

1.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Según la ITC-LAT-06 en su apartado 6.1.2 y subapartados, la intensidad máxima admisible en los cables de sección 300 mm² en instalación enterrada bajo tubo. Los conductores serán directamente enterrados en zanja (con resistividad térmica de 1,50 K.m/W) y a una profundidad de 1 m. Para corregir la resistividad térmica del terreno se utilizará un factor de corrección de 0,91. La intensidad máxima admisible y corregida será por tanto: $425 \times 0,909 = 386,6$ A.

Para determinar si la sección de los conductores elegida es adecuada habrá que considerar varios factores, comentados en los subapartados siguientes.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima será de 27.102,66 kW para 45 kV.

2.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L (\Omega/km)$$

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos, con independencia de la separación entre conductores, se emplearán los valores indicados el MT 2.31.02 de Iberdrola para líneas de hasta 45 y 66 kV.

Resistencia del conductor, reactancia y capacidad

Tensión U _e /U en kV	Sección mm ² y categoría de seguridad frente al fuego	Resistencia a 20 °C	Reactancia	Capacidad
		Ω/kM	Ω/kM	μF/kM
26/45	300 (S)	0,100	0,112	0,313
	300 (AS)		0,119	
	500 (S)	0,060	0,105	0,378
	500 (AS)		0,110	
33/66	300 (S)	0,100	0,117	0,270
	300 (AS)		0,124	
	500 (S)	0,060	0,108	0,323
	500 (AS)		0,114	

Temperatura máxima en servicio permanente, 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s, 20°C

3.- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L$$

donde:

ΔU	Caída de la tensión compuesta, expresada en V
I	Intensidad de la línea en A
X	Reactancia por fase en Ω/km
R	Resistencia por fase en Ω/km
Φ	Ángulo de desfase
L	Longitud de la línea en kilómetros.

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

donde:

P	Potencia transportada en kilovatios.
U	Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos \phi} \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan \phi)$$

A continuación se valorará la caída de tensión en cada uno de los dos nuevos tramos, para la máxima potencia admisible del conductor a las tensiones de 45 kV.

La caída de tensión máxima en los conductores a la máxima potencia admisible por el conductor, será para la nueva línea de 0,038% para una tensión de 45 kV. En el caso de la máxima instalada, la caída de tensión será del 0,22%.

4.- POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \phi$$

Teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible para cada conductor, se obtiene que, para un coseno de ϕ del 0,9 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10 \cdot U^2}{[R + X \cdot \tan \phi]} \Delta U \%$$

sustituyendo los valores conocidos de U, R y X, para un $\cos \phi = 0,90$, para $\Delta U \% = 5$ se puede calcular la potencia máxima a transportar P, en kW, en función de la longitud L, expresada en km.

5.- PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

ΔP Pérdida de potencia en vatios

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi}$$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un $\cos \phi = 0,90$:

6- RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos tanto para el tramo subterráneo para la intensidad máxima admisible y la potencia instalada:

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA CONDUCTOR

A 105° C

Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Int max admisible (A)	Factor de Corrección	Int max admisible corregida (A)	Sección (mm ²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total	Long Acumulada (m)
45.000	SET FV – SET Distribuidora	9.533,00	27.102,66	386,3636	425	0,909	386,36	300 HEPR-Z1	0,1	0,112	885,60	1,97 %	0,00 %	1,97 %	0,00

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA INSTALADA – Suponiendo bucle abierto

A 105° C

Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Int max admisible (A)	Factor de Corrección	Int max admisible corregida (A)	Sección (mm ²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total	Long Acumulada (m)
45.000	SET FV – SET Distribuidora	9.533,00	20.000,00	285,11	425	0,91	386,36	300 HEPR-Z1	0,1	0,112	653,52	1,452%	0,000%	1,452%	0,00

Se confirma que los conductores seleccionados para el bucle de Media Tensión cumplen con las condiciones de caída de tensión y de intensidades máximas:

Tramo	Criterio ΔV		Criterio I		¿Cumple?
	Calculada	Admisible	Calculada	Admisible	
SET FV – SET Distribuidora	1,45 %	2%	285,11 A	309,09 A	SI

7.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la corriente de cortocircuito existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo. Los valores proporcionado por la Compañía Distribuidora para el diseño y los calculados en el presente proyecto para la entrada del bucle son:

	Cía distribuidora para pto conexión (45kV)	
	Trifásica (kA)	Monofásica (kA)
Máxima:	19,765 kA	22,954 kA
Mínima:	13,63 kA	16,750 kA
Diseño:	25,00 kA	25,00 kA

Según lo indicado en la tabla 26 del punto 6.2 de la ITC 06 del RLAT, para los conductores del tipo HEPR de Aluminio, le corresponde una densidad máxima de corriente de 126 A/mm², que con una sección de 300 mm² equivale a $I_{cc} = S \cdot K / \sqrt{t_{cc}} = (300 \times 126) / \sqrt{0,5} = 53,46$ kA, considerando un tiempo de disparo de las protecciones de 0,5 segundos y partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y tomando como temperatura final la de cortocircuito > 270 °C.

Intensidad Máxima de Cortocircuito	Calculada	Admisible	¿Cumple?
LSAT HEPRZ1 - 300 mm²	25,00 kA	53,46 kA	SI

Collegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/verificacion>. Cód. Ver: 30586600. Nº Colegiado: 20078. Colegiado: ALVARO CAMARA RODRIGUEZ

Dado que se tienen que cumplir simultáneamente las 3 condiciones, vemos que el cable de sección 300 mm^2 que se empleará es el adecuado para esta instalación. Este cable está suficientemente sobredimensionado en previsión de futuras ampliaciones en la instalación.

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial



Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

A – Antecedentes y datos generales

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Igualmente, en el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede. El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y que modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del art. 13 (Libro de Incidencias) del R.D. 1.627/1997, efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Así mismo se está obligado a remitirla a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas en los casos de que exista incumplimiento reiterado de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro, por las personas facultadas para ello o, por haberse apreciado nuevas circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, tal y como establece el art. 14 del citado Real Decreto 1627/97.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente proyecto de Seguridad y Salud corresponde a la obra para la realización de la planta fotovoltaica FV VILLAYERNO en Valle de Navas (Burgos).

La descripción de la obra se encuentra definida en la memoria del presente proyecto del cual forma parte el presente estudio de seguridad y salud.

2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El plazo previsto para la ejecución de la obra asciende a 6 meses, aunque se prevé que ésta se pueda alargar a 8.

Como base de cálculo se prevé que la mayor necesidad de personal es de 25 trabajadores simultaneando sus tareas en fase punta.

2.3. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS

Dado la situación no se prevé que existan interferencias de importancia, aunque se establecerán las medidas oportunas para la señalización y ordenación del tráfico si así fuese necesario.

2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las obras que se realizarán serán las siguientes:

- Montaje de estructura y módulos
- Tendido de cableado
- Construcción de la Subestación transformadora.
- Excavaciones
- Rellenos de tierras
- Cimentaciones

- Ejecuciones singulares: arquetas, desagües, ...

3. RIESGOS

3.1. RIESGOS PROFESIONALES

1.2.1. Movimientos de tierras

- Deslizamiento de tierras y rocas
- Desprendimiento de tierras y rocas
 - Por manejo de maquinaria
 - Por sobrecarga de los bordes de excavación
 - Por no emplear el talud adecuado
 - Por variación de la humedad del terreno
 - Por filtración acuosa
 - Por vibraciones cercanas (paso de vehículos, uso de martillos rompedores)
 - Por fallo de las entubaciones
- Atropellos, colisiones, baches y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras
- Caídas de personal y cosas desde el borde de la excavación
- Caídas de personal al mismo nivel
- Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso
- Caída de objetos (piedras, etc)
- Caídas de personal al caminar por la proximidad de un pozo
- Caídas de personas al entrar y salir de un pozo
- Atrapamiento de personas por maquinaria

1.2.2. Voladuras

No se van a precisar por lo que no lo desarrollamos.

1.2.3. Hormigonadas

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distinto nivel
- Rotura o reventón de encofrados
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Las derivaciones de trabajos sobre suelos húmedos o mojados
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos)
- Fallo de entubaciones
- Corrimiento de tierras
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas
- Atropamientos
- Ruido ambiental

1.2.4. Ferrallas

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero

- Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado
- Sobreesfuerzos
- Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc)
- Caídas a distinto nivel
- Golpes por caída de giro descontrolado de la carga suspendida

1.2.5. Encofrados

- Desprendimiento por el mal apilado de la madera
- Golpe de las manos durante la clavación
- Caída de personas al mismo nivel
- Cortes al utilizar las sierras de mano
- Cortes al utilizar las sierras de circular
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzo por posturas inadecuadas
- Golpes en general por objetos

1.2.6. Tendido de línea subterráneas de B.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
 - Además:
 - Atrapamiento por bobinas de gran tamaño.
 - Cortes por equipos peladores de cable.

1.2.7. Tendido de línea subterráneas de M.T.

Identicos riesgos que para las líneas de BT

1.2.8. Construcción de Centro de Transformación

- Los descritos en movimiento de tierras.
- Además:
 - Caídas de equipos de descarga
 - Atrapamiento de miembros con la mercancía.
 - Sobreesfuerzo al ubicar equipos pesados

1.2.9. Intervención y modificación de líneas aéreas de M.T. / A.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel

- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Atrapamiento por bobinas de gran tamaño.
 - Cortes por equipos peladores de cable.
 - Atrapamiento por poleas, tirvits, pulys, dinamómetros, etc.
 - Caída de objetos y equipos desde apoyos
 - Rotura de conductores y apoyos o sus partes durante el montaje.

1.2.10. Construcción de la subestación elevadora
Identicos riesgos que para los Centros de Transformación

4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican:

- Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
- Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
- Duchas con agua fría y caliente.
- Retretes.
- Comedor.

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

Deberá justificarse por la contrata la no instalación de algunos de los módulos de servicios, si se opta por una solución alternativa (alquiler de locales, etc.).

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX (km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Consultorio médico de Rioseras	2 km aproximadamente
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Universitario de Burgos	17,5 km aproximadamente

El botiquín portátil ubicado en la obra dispondrá, al menos, de:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoníaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.

- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardíacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

En obra y junto al botiquín se colocará un cartel que incluirá un plano con los itinerarios más cortos a seguir hasta los centros sanitarios más próximos con Servicio de Urgencia. En él constarán direcciones y números de teléfono, así como de las clínicas y puestos de socorro, privados y públicos, situados en el entorno de la obra

5. MEDIOS AUXILIARES

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares empleados y sus características más importantes:

- Carretillas elevadoras móviles / automotrices:
 - Tendrán toda la documentación correspondiente a mantenimiento al día. Deben cumplir la normativa específica de Seguridad para aparatos elevadores y de transporte de personas. Estarán dotadas de barandillas reglamentarias y/o canastillas adecuadas para el transporte de personas, no se usarán para transporte de material. Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
- Andamios sobre borriquetas:
 - La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
- Pasarelas metálicas:
 - Tendrán una anchura no inferior a 60cm, estarán protegidas con barandillas reglamentarias allí donde la profundidad de la zanja sea superior a 1,00m.
- Escaleras de mano:
 - Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = 1/4 de la altura total.
- Instalación eléctrica:
 - Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1\text{m}$:
 - I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.
 - II. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24\text{V}$.
 - III. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior.
 - IV. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.
 - V. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.
 - VI. La puesta a tierra será $\leq 80 \Omega$.
 - VII. Se dispondrán tantos cuadros secundarios como sean precisos según el avance de las obras, estos cumplirán el REBT.
- Grupos electrógenos:
 - Cumplirán todas las normas de seguridad específicas, puesta a tierra, mantenimiento, protección de partes móviles, etc.

OBSERVACIONES:

Mantenimiento de la instalación eléctrica provisional. Se hará entrega al vigilante de seguridad de la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones diarias de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permitir conexiones a tierra a través de conducciones de agua, armaduras, pilares, etc.
- No permitir conexiones directas cable - clavija de otra máquina.
- Vigilar la conexión eléctrica de cables ayudados de cuñitas de madera. Ordenar su desconexión inmediata y llevar conexiones machos para que se instalen.
- No se permitirá que se desconecten las mangueras por el procedimiento del tirón, sino tirando de la clavija del enchufe, en posición estable del operario, incluso amarrado en caso necesario.
- Comprobar diariamente el estado de disyuntores diferenciales, antes del inicio de la jornada y después de la comida, accionando el botón del test. Deberá tenerse disyuntores de repuesto de media o alta sensibilidad e interruptores magnetotérmicos para sustituir los averiados.

B – Descripción de los procedimientos, equipos y medios

1. TRABAJOS PREVIOS

Antes de dar comienzo a las obras, se procederá al cerramiento efectivo de los terrenos según el plano de Organización General, a la instalación de las casetas de oficina, aseo, vestuarios y almacén, al acondicionamiento de la zona de acopios, así como a la colocación de la señalización de seguridad. La caseta de aseo y vestuarios dispondrá de las respectivas acometidas de agua potable y alcantarillado.

La instalación eléctrica de las casetas dispondrá de todas las protecciones reglamentarias con diferenciales de sensibilidad mínima de 30 mA. Se dotará de toma de tierra mediante picas de cobre. El suministro de energía eléctrica se podrá efectuar bien mediante acometida provisional de obra a la red de baja tensión, o bien, mediante un grupo electrógeno. La empresa adjudicataria elegirá el sistema más idóneo de acuerdo con sus procedimientos constructivos.

Los medios a utilizar son: camión grúa para descarga de casetas y vallas, retroexcavadora para excavación de zanjas de las acometidas, pala cargadora, camión y compactadora para el acondicionamiento del terreno.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En primer lugar, se procederá al movimiento de tierras necesario para:

- Desbrozar el total de la superficie de la actuación.
- Alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado.
- Nivelar las zonas donde se supere la pendiente máxima permitida por los seguidores solares.

Los taludes adoptados, a confirmar por el estudio geotécnico serán:

- Talud en desmante 2(H): 3(V)
- Talud en terraplén 2(H): 3(V)

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora.

3. CAMINOS INTERNOS Y ACCESOS

Para el diseño de los caminos interiores a la planta se minimizará el movimiento de tierras intentando adaptar al máximo la rasante de los viales al terreno natural. Los máximos movimientos de tierras en caminos se producirán en los cruces con escorrentías, donde en el trazado de los caminos se deberá elevar la cota del terreno lo necesario para ubicar una ODT que dé continuidad a esa escorrentía.

Los caminos se diseñarán con un ancho de 4m, pendiente longitudinal mínima del 0.5% y pendiente transversal de un 2% a un agua.

El firme estará constituido por 20 cm de zahorra artificial compactada al 98%P.M, que servirá de rodadura sobre una capa de 20cm de suelo seleccionado, a confirmar según resultados de CBR de los suelos existentes del informe geotécnico.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora y máquinas de corte.

4. CUNETAS

Las pendientes en su mayoría son superiores al 3% lo que implica la necesidad del revestimiento de hormigón de todas las cunetas.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, camión-hormigonera, placa vibradora.

5. CERRAMIENTO

La superficie total de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla conformada por malla de tipo cinético. La malla contará con una altura de 2 metros.

6. EDIFICACIONES

Se trata de una construcción con las medidas indicadas en la memoria. La estructura está formada por pórticos de estructura metálica a un agua, cimentación por determinar según datos del geotécnico y solera de hormigón de 20 cm de espesor.

C – Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras

1. EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS

Evaluación de riesgos en movimientos de tierras:

- Verticalidad de la excavación sin entibación.
- Desprendimiento de tierras por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimiento de tierras por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Desprendimientos por no utilizar el talud adecuado.
- Atropellos y vuelcos de maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual y distinto nivel.
- Caída de materiales y objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Golpes y proyecciones.
- Ruido.

Evaluación de riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas:

- Atropello por vehículos y maquinaria.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Atrapamiento entre piezas.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Atrapamiento en zanjas.
- Entibaciones defectuosas.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Golpes y proyecciones.
- Sobre esfuerzo.
- Interferencias con servicios afectados.
- Ausencia de protecciones de los operarios.
- Vibraciones en coronación de zanjas por vehículos o maquinaria.
- Acción de las aguas.
- Desentibado incorrecto.
- Medios auxiliares de acceso a la zanja en mal estado.

Evaluación de riesgos en ejecución de montajes mecánico-estructurales:

- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Dermatitis por el contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamiento por el material a colocar.
- Aplastamiento de manos durante la guía de la maniobra de descarga.
- Polvo.
- Ruido.
- Quemaduras.

Evaluación de riesgos en ejecución de instalación eléctrica:

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pinchazos y cortes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocución o quemaduras durante las pruebas y puesta en servicio de la instalación por:
 - Mala protección de cuadros eléctricos.
 - Maniobras incorrectas en las líneas.
 - Uso de herramientas sin aislamiento.
 - Puenteo de los mecanismos de protección.

- Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
- Contacto accidental de la máquina de movimiento de tierras con líneas aéreas o subterráneas en servicio dentro del lugar de trabajo.

Evaluación de riesgos provocados por explosiones e incendios:

- Rotura, producida durante la excavación de algún servicio existente en el solar.
- Durante el mantenimiento de la máquina: fumar manejando recipientes con combustible; utilizar gasolina para limpiar las piezas; no apagar el motor al poner combustible en el depósito; comprobar el combustible, el nivel del refrigerante o el electrolito de la batería con llama.
- No almacenar el combustible, grasas y aceites de la maquinaria en local aislado e independiente.

Evaluación de riesgos provocados por atropellos y atrapamiento del personal:

- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida, dentro de la zona de acción de la máquina.
- Ausencia de resguardos, en los elementos móviles de la máquina.

2. EVALUACIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Riesgos debidos a la maquinaria prevista.

Evaluación de riesgos en trabajos con retroexcavadora

- Vuelco del vehículo por hundimiento del terreno.
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (aproximación excesiva a borde de taludes y bordes de excavación).
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos.
- Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con pala cargadora

- Caída de materiales desde la cuchara.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos en maniobras de marcha atrás y giros.
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina)
- Caídas al subir o bajar de la máquina
- Contacto con líneas eléctricas
- Interferencias con servicios afectados
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos)
- Vibraciones
- Ruido
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con compactador

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento

- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Evaluación de riesgos en trabajos con camión de transporte

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos

Evaluación de riesgos en trabajos de vibrado de hormigón

- En vibradores eléctricos
 - Vibraciones
 - Contactos eléctricos
 - Proyección de lechadas
- En vibradores neumáticos
 - Vibraciones
 - Golpes por rotura de las mangueras neumáticas
 - Proyección de lechadas

Evaluación de riesgos en trabajos con mesa de sierra circular

- Cortes en dedos y manos
- Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario
- Abrasiones
- Atrapamientos
- Emisión de polvo
- Ruido ambiental
- Contacto con la energía eléctrica
- Los derivados de los lugares de ubicación

Evaluación de riesgos en trabajos con amasadora

- Contactos eléctricos
- Atrapamientos con elementos de transmisión
- Atrapamiento con paletas de mezclado

Evaluación de riesgos con trabajos con cortadora de material cerámico

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Evaluación de riesgos con trabajos con motovolquete (dumper)

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el volquete o en el vehículo.
- Colisiones y atropellos
- Los derivados de la vibración durante la conducción
- Golpes de manivela en la puesta en marcha
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos con trabajos con camión grúa

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Golpes por la carga

- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Desplomes de elementos izados

Evaluación de riesgos en trabajo de vertido de hormigón

- En bomba de hormigón
 - Tapones o atornillamientos en la tubería
 - Golpes con la manguera terminal
 - Colisiones y atropellos
- En camión hormigonera
 - Colisiones y atropellos
 - Golpes con la canaleta de vertido de hormigón
 - Vuelco del vehículo

Evaluación de riesgos en trabajos con motoniveladora

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Colisiones y atropellos

Evaluación de riesgos en trabajos con grupos electrógenos

- Explosión al cargar combustible
- Contactos eléctricos

Evaluación de riesgos en trabajos con compresor

- Vuelcos durante el transporte
- Golpes por la descarga
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape

Evaluación de riesgos en trabajos con martillos neumáticos

- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de objetos o partículas

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyecciones de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades.

Riesgos debidos a los medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones de los ascensores, siendo de dos tipos:
 - Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
 - Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de “V” invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero de los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:
 - Escaleras fijas, constituidas por el peldañado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras del edificio, para comunicar dos plantas distintas; de entre todas las soluciones posibles para el empleo del material más adecuado en la formación del peldañado hemos escogido el hormigón, puesto que es el que presenta la mayor uniformidad, y porque

- con el mismo bastidor de madera podemos hacer todos los tramos, constando de dos largueros y travesaños en número igual al de peldaños de la escalera, haciendo éste las veces de encofrado.
- Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Visera de protección para acceso del personal, estando ésta formada por una estructura metálica como elementos sustentantes de los tablonos, con ancho suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del cerramiento aproximadamente 2,50 m señalizadas convenientemente.

Los riesgos más frecuentes debido a estos medios son los siguientes:

- a. Andamios colgados:
 - Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
 - Caídas de materiales.
 - Caídas originadas por la rotura de los cables.
- b. Andamios de borriquetas:
 - Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablonos como tablero horizontal.
- c. Escaleras fijas:
 - Caídas del personal.
- d. Escalera de mano:
 - Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
 - Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- f. Cables, eslingas y aparejos de izado:
 - Cables, eslingas y aparejos de izados.
 - Caída del material, por rotura de los elementos de izado
 - Caída del material por mal eslingado de la carga.

D – Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales.

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

1.1. MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO

1.2.11. Movimientos de tierra

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos de terreno.
- El frente de excavación realizada mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y parámetros verticales de una excavación debe ser inspeccionada siempre al inicio de los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes de inicio (o cese) de las tareas.
- Se señalará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde la una excavación (mínimo 1 m, como norma general).
- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas que se protegerán mediante una barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud (como norma general).
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m del borde de coronación de un talud sin proteger, se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.

- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se inspeccionarán por el Jefe de Obra, Encargado o el Capataz, las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o el Vigilante de Seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados, etc., usted concreta.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se acotará el entorno y se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones, etc.) se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.
- Se prohibirá realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.
- Habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

PENDIENTE	TIPO DE TERRENO
1 / 1	Terrenos movedizos desmoronables
1 / 2	Terrenos blandos, pero resistentes
1 / 3	Terrenos muy compactos

- El personal que debe trabajos en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior a la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará en 1 m el borde de la zanja.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de la zanja.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
 - a) Línea de señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
 - b) Cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.
 - c) La combinación de los anteriores.
 - Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc., transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establece tajos con uno de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
 - Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

1.2.12. Voladuras

No se van a precisar, por lo que no desarrollamos este capítulo.

1.2.13. Hormigonado

4.1.3.1. Vertidos directos mediante canaletas

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 m (cono norma general) del borde la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante del retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- La maniobra de vertido será dirigida por una Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

4.1.3.2. Vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante una traza horizontal , ejecuta con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

1.2.14. Ferralla

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al copio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras, tal como se describe en los planos.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,5 m.
- La ferralla montada (pilares, perillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acoplándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) del trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos en dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

1.2.15. Encofrados

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (premacharán, según casos).
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán señales de:
 - a) Uso obligatorio de casco.
 - b) Uso obligatorio de botas de seguridad.
 - c) Uso obligatorio de guantes.
 - d) Peligro de caída de objetos en los lugares definidos en los planos de señalización de obra.
- El personal que utilice las máquinas-herramienta contará con autorización escrita de la Jefatura de la Obra, entregándose a la Dirección Facultativa el listado de las personas autorizadas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el dado del que no puede desprenderse la madera; es decir, desde el ya desencofrado.
- El personal encofrador, acreditará a su contratación ser carpintero encofrador con experiencia.

1.2.16. Tendido de Líneas subterráneas de A.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
 - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
 - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
 - Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en A.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.

- La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en A.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en A.T.

1.2.17. Tendido de Líneas subterráneas de B.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobre esfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
 - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
 - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
 - Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en M.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
 - La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en B.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en B.T.

1.2.18. Montaje de las estructuras, módulos y los cuadros de baja tensión

- Los descritos en “Movimiento de Tierras” y “Hormigonadas”
- Además:
 - Especial cuidado a la circulación de grandes vehículos.
 - Especial cuidado y atención a las plumas y grúas de descarga.

1.2.19. Construcción del Centro de Transformación y Subestación

- Los descritos en “Movimiento de Tierras” y “Hormigonadas”
- Además:
 - Especial cuidado a la circulación de grandes vehículos.
 - Especial cuidado y atención a las plumas y grúas de descarga.

1.2.20. Intervención y modificación de líneas aéreas de A.T.

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo para detectar posibles peligros de caída de personas y estrobos a equipos y operarios.
- Se preparará el trabajo para evitar el sobre esfuerzo al personal con tiradas manejables y utilizando la herramienta adecuada.
- Las arquetas de ángulo, paso y tendido tendrán las dimensiones adecuadas que permitan el trabajo sin posturas que puedan

producir lesiones o atrapamientos por rocas.

- Se revisará la maquinaria y equipo de tendido antes de empezar los trabajos para determinar su correcto estado de uso.
- El Capataz, encargado o coordinador deberá preparar un plan de trabajo para que el mismo camino se desarrolle con seguridad, evitando que unos operarios puedan perjudicar a otros en el tendido entre dos arquetas, dotándoles, si es preciso, de equipos intercomunicadores de radiofrecuencia.
- El Capataz, encargado o coordinador revisará los E.P.I. de cada operario antes de comenzar los trabajos.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
 - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
 - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
 - Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en M.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
 - La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en A.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en A.T.

1.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES

1.2.21. Protección de la cabeza

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra proyección de partículas y virutas de cobre fundido, con filtro UV para maniobra de equipos eléctricos en tensión.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

1.2.22. Protección del cuerpo

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.
- Fajas de soporte dorsal (para sobreesfuerzo de tendido).

1.2.23. Protección extremidades superiores

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen con hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo soldador.
- Protección extremidades inferiores.
- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad, clase 111.

1.3. SEGURIDAD EN ALTURA

- Arnés de Seguridad con cinturón, cuerda de mantenimiento y mosquetones.
- Línea de vida provisional:
 - Cuerda de antiácidas
 - Sistema anticaídas (COBRA, VIPER o similar homologado).
 - Gancho de enganche con sistema de recuperación.
 - Pértiga de instalación de 4 m, al menos.
- Anticaídas de reposición automática con sistema de anti-tirón con costuras de “descosido programado”.

1.4. SEGURIDAD ELÉCTRICA

- Detector de ausencia de tensión con pértiga de al menos 2 m, autoverificable.
- Equipo de salvamento portátil (a transportar en los vehículos), compuesto por:
 - Pértiga de salvamento.
 - Guantes aislantes adecuados a la tensión a la que se va a trabajar.
 - Banqueta aislante

1.5. TRABAJOS EN TENSIÓN

No se harán trabajos en tensión en ningún caso, por lo que no se desarrolla aquí, no obstante, se observará escrupulosamente todo lo descrito en el R.D. 614/2001 sobre RIESGO ELÉCTRICO y más concretamente la parte sobre DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN TENSIÓN.

1.6. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Movimiento de tierras: vallas, señalización, topes para camiones y tableros para protección de huecos horizontales.
- Muros y pavimentación: vallas, señalización y tableros para accesos.
- Protección eléctrica: Conductor de protección y pica o placa de tierra, así como interruptores diferenciales de 300 mA para fuerza y 30 mA para alumbrado.
- Protección contra incendios. Extintores portátiles.
- Voladuras: vallas y señalización incluida acústica sin perjuicio del empleo de todas las medidas reglamentarias.
- Soldaduras: Válvulas antirretroceso.

2. FORMACIÓN

Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los tajos a los que van a ser designados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear, personal y colectivamente.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de la obra.

3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

3.1. BOTIQUINES

Se dispondrá en la zona de servicios de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

3.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

3.3. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS A TERCEROS

- Señalización y balizamiento de la obra y caminos o vías limítrofes y de accesos existentes.
- Para voladuras remitirse al apartado correspondiente de Plan de Seguridad y Salud.
- En aquellas zonas de la obra con riesgo a terceros, próximas a caminos, vías públicas o zonas de paso, se realizará un cerramiento provisional.

E – Pliego de Condiciones Particulares.

1. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1. Normas de seguridad y salud generales

NORMAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Se comprobará la maquinaria antes de su utilización, tanto su estado de funcionamiento como las diversas protecciones que deba tener, estando prohibido su uso si se observase algún fallo. Se exigirá al propietario de la máquina los certificados de las revisiones que deba pasar en el transcurso de la obra.

Se revisarán periódicamente los circuitos hidráulicos y neumáticos, tanto de la maquinaria de excavación como de la auxiliar que se utilice.

El personal será experto y conocerá los riesgos de este tipo de actividad. Al inicio de los trabajos será informado de los métodos a emplear, el sistema de excavación o perforación, las medidas de seguridad a emplear y la forma de actuación en caso de accidente.

Se controlará mediante el riego periódico, la formación de ambiente pulverígeno. Se prohibirá el estacionamiento y la circulación de personas en las zonas de excavación y carga de escombros.

Los vehículos cumplirán las normas del Código de Circulación en lo que se refiere a luces, bocinas, etc.

En los lugares en los que el ruido sea superior a 80 dBA se utilizarán protectores auditivos.

Para el acceso de vehículos a las zonas de trabajo se construirán rampas cuya pendiente no sea superior al 8%.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas.

Se establecerán caminos de circulación para vehículos y personal de obra en las zonas de trabajo, que se señalizarán adecuadamente.

Se reconocerá el estado del terreno antes de iniciarse el trabajo diario, especialmente después de lluvias.

Se dispondrán barandillas de protección o como mínimo se señalizarán bermas, pozos y zanjas, para evitar caídas de personal.

NORMAS DE SEGURIDAD EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

El acceso a las zanjas se ha de hacer por medio de escaleras de mano sólidamente fijadas al límite superior y que sobresaldrán como mínimo un metro.

Se prohíbe el amontonamiento de tierras, materiales, tubos, etc. a una distancia inferior a 2 metros del límite de la excavación. Esta distancia puede variar en función de la profundidad y de las características del terreno.

El montaje de los tubos se hará por medios mecánicos y para el traslado y descenso al fondo de la excavación se emplearán los medios adecuados para garantizar la inmovilidad.

Las maniobras de aproximación y ajuste de tubos se harán con las herramientas adecuadas y nunca con los pies o las manos.

Durante las maniobras de descenso de los tubos no habrá ninguna persona en el fondo de la zanja, bajo la vertical del tubo que se iza.

Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los límites de la zanja hasta que se tape definitivamente.

Los pozos de registro se protegerán con la tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si esto no fuera posible con tapas provisionales de resistencia probada. Se extremará el cuidado cuando estén en zonas de paso de vehículos y personal.

Se revisarán periódicamente los elementos de izado en la maquinaria de elevación y transporte.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

Se prohíbe el acceso al interior del pozo a toda persona ajena al proceso de construcción.

NORMAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal, en presencia del Jefe de Obra y de la Dirección Facultativa.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, así como que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección parcial. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

1.2. Normas de seguridad y salud profesionales

Normas de seguridad y salud en el uso de la maquinaria

En retroexcavadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- En ningún caso se sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En pala cargadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y conocerá y cumplirá las normas de la "Guía del operador".
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- No excavará un frente de altura superior a un metro de la altura máxima de la pala.
- En ningún caso sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilara el buen funcionamiento de las luces.

En motovolquete (dumper)

- Respetará las señales del código de circulación.
- Se prohíbe bajar las rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- No circulará por rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y del 30% en terreno seco.
- No se sobrecargará el vehículo, y se distribuirá la carga uniformemente para evitar vuelcos.
- Se prohíbe terminantemente realizar maniobras peligrosas y sobrepasar los 20 km/hora.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el vehículo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y tendrá permiso de conducir.
- Se considerará siempre que el vehículo es una máquina, no un automóvil.
- Antes de empezar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos y el estado de los frenos.
- Al poner el motor en marcha se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de golpe para prevenir posibles golpes.
- No se pondrá el vehículo en marcha sin cerciorarse de que el freno de mano está en posición de frenado para evitar movimientos incontrolados.
- No se sobrepasará nunca la carga máxima.
- Está prohibido transportar personas en el dumper, no admitiéndose ninguna excepción a esta regla.
- Se evitará sobrepasar con la carga la línea de visión del conductor.
- Se evitará descargar al borde de cortes del terreno, si ante estos, no existe instalado un tope final de recorrido.
- Respetará las señales de circulación interna, y por supuesto las de tráfico en el caso de utilizar carreteras o calles públicas. En ningún caso sobrepasará en obra los 20 km por hora.
- Si se debe remontar pendientes con el dumper cargado, se hará marcha atrás para evitar vuelcos.
- Los conductores estarán en posesión del carnet de conducir clase B-1 en el caso de tener que circular fuera del recinto de la

obra.

En camión de transporte.

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- Para cargar se mantendrá el vehículo lo más nivelado posible y colocado de manera que la cuchara de descarga deposite el material sin peligro.
- El chófer no abandonará la cabina cuando esté cargando.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- No se accionará el mando del basculante hasta que el vehículo esté parado.
- Después de descargar se accionará la palanca del basculante y se comprobará que la caja ha bajado y está en posición de transporte.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.

En camión grúa

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- En presencia de líneas eléctricas aéreas, mantendrán las distancias de seguridad.
- Se situará siempre en terrenos seguros y estables.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tabloncillos de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
- El gancho llevará pestillo de seguridad.
- Revisión al menos trimestral de la grúa y sus elementos auxiliares.

Camión hormigonera

- No se parará en recodos o curvas de poca visibilidad.
- Probará los frenos después de limpiarlo o de circular por zonas mojadas.
- No circulará con la canaleta suelta.
- Maniobrará lentamente mientras descarga el hormigón de los tajos.
- No hará marcha atrás sin asegurarse que el camino está libre.
- En caso de bascular hormigón en pendientes se asegurará el buen funcionamiento del freno de mano y se calzará adecuadamente el vehículo.
- En caso de ausencia del conductor no se dejarán puestas las llaves.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con cargo o sin ella sobre el personal, puede producir accidentes.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra", cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una

maniobra o marcha, puede provocar accidentes.

- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas, o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

Vibradores eléctricos.

- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya consistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, la que garantice una tensión máxima de 24 V.

Vibradores neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.

En motoniveladora.

- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- El maquinista será siempre una persona cualificada y conocerá el tipo de trabajo a realizar, el método a emplear y la naturaleza y estado del terreno en el que se ha de mover.
- Trabaja siempre a velocidad adecuada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En grupos electrógenos.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Las partes activas estarán aisladas.
- Las mangueras estarán protegidas contra la humedad y la abrasión.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 V.

En compresores.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Se protegerán del sol u otras fuentes de calor los recipientes de presión.
- Las mangueras se protegerán contra golpes, paso de vehículos, etc.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
- Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

En martillos neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.
- Los mangos y puños serán del tipo que absorban las vibraciones.
- Tendrán un diseño que los haga fácilmente manejables.
- Estarán equipados con un atenuador de sonido bien interior o exteriormente.
- No se desmontará la manguera del martillo sin haber cortado antes el aire.
- Se comprobará el acoplamiento perfecto de los punteros, barrenas, etc., con el martillo.

- Se trabajará siempre con los pies en un plano superior al de ataque con el puntero.
- Para prevenir la proyección de partículas que puedan dañar al operario, deberá utilizar ropa de trabajo cerrada, gafas antiproyecciones y mandil, manguitos y polainas de cuero.
- Para evitar las vibraciones utilizará cinturón antivibratorio y muñequeras.
- Para evitar lesiones en los pies utilizará botas de seguridad, homologadas clase III para prevenir posibles daños pulmonares por el polvo se utilizará mascarillas con filtro mecánico recambiable.
- Si el martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, se evitará apoyarse a horcadas sobre ella, para recibir más vibraciones de las inevitables.
- No se dejará el martillo hincado en el suelo, pared o roca, para evitar la dificultad de extraerlo después.
- Antes de accionar el martillo se asegurará que está perfectamente amarrado el puntero.
- Si el puntero está gastado o deteriorado se cambiará para evitar posibles accidentes.
- Se vigilará que las mangueras de gases estén en perfecto estado.
- Los operarios serán especialistas, para prevenir los riesgos de impericia.
- Se prohíbe expresamente el uso de martillos en presencia de líneas eléctricas y/o gas enterradas a partir de ser encontradas las bandas de señalización.

En mesa de sierra circular.

- Será manejada por personal especializado y con instrucción de su uso que deberá estar autorizado para utilizarla.
- El personal empleará pantallas o gafas para protegerse de posibles proyecciones a los ojos o a la cara.
- El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
- La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
- La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables.
- Sobre la mesa, se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.

En amasadora.

- El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a intemperie y su conexionado perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa y estará la toma de tierra conectada a la misma.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada.
- La limpieza de las paletas de mezclado se realizará con la máquina parada.

Herramientas portátiles y manuales

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento, o bien de toma de tierra asociada a un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etcétera, para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidos mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- La instalación de letreros con leyendas de "máquina averiada", "máquina fuera de servicio", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas anti deflagrantes.

- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Las herramientas accionadas mediante compresor, se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m., (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.
- Las herramientas a utilizar en esta obra, accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro), abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán en forma aérea. Se señalarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

1.3. Normas de seguridad y salud de equipos auxiliares

Prevención de riesgos en andamios sobre borriquetas.

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos de trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm por los laterales para evitar el riesgo de vuelco, y la separación de las borriquetas no será superior a 2,50 m. Los andamios se formarán con un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose el uso de bidones, tablones, etc.
- Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura, formada por listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.

Prevención de riesgos en escaleras de mano.

- No se podrán utilizar para salvar alturas de más de 6 m. Se deberán utilizar para mayores alturas, escaleras telescópicas.
- En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
- Sobrepasarán en 0,90 m la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
- Se instalarán de tal modo, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior; 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
- El acceso de los operarios se hará de uno en uno, y se efectuará frontalmente. No se podrán transportar pesos superiores a 25 kg.
- Serán preferiblemente metálicas. En el caso de ser de madera, tendrán los largueros de una sola pieza, sin nudos o defectos, los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y no estarán pintadas, si no que el barniz será transparente.

Prevención de riesgos en cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado.

- Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
- No se utilizarán los elementos de manutención haciéndolos formar ángulos agudos o sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
 - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
 - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
- No utilizar cables ni cadenas anudados.
- En la carga a elevar se elegirán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación con el centro de gravedad del bulto.
- La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Se observarán con detalle las siguientes medidas:
 - Cuando haya que mover una eslinga se aflojara lo suficiente para desplazarla.
 - No se desplazará una eslinga situándose debajo de la carga.
 - No se elevarán las cargas de forma brusca.

Prevención del riesgo de incendio.

- Se seguirán las siguientes medidas de seguridad:
- Designación de un equipo especialmente formado para el manejo de los medios de extinción.
- Cortar la corriente desde el cuadro general, para evitar cortacircuitos una vez acabada la jornada laboral.
- Prohibir fumar en las zonas de trabajo donde haya un peligro evidente de incendio, a causa de los materiales que se manejen.
- Prohibir el paso a personas ajenas a la empresa.

Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados.

NORMAS DE SEGURIDAD EN LA PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS; CONDUCCIONES DE GAS, TELÉFONO Y AGUA

Líneas eléctricas subterráneas

Actuaciones previas:

- Informarse de la posible existencia de cables enterrados.
- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.
- En el caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la Compañía (indefinición de comienzo o fin de descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.) se considerará a todos los efectos a la línea en tensión, por lo que, en el caso de que se deba trabajar ineludiblemente en el área afectada por la línea se deberán considerar dos procedimientos:

Procedimientos de operación:

1) Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado y sistema de protección).

- Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 0,50 m., debiendo continuarse la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o hasta la cubierta aislante en caso de cubrición con arena o tierras.
- El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede), y posterior protección, se efectuará de conformidad con la compañía suministradora de fluido eléctrico.
- Estos trabajos de comienzo a fin deberán estar supervisados "in situ" por un responsable de los mismos.
- Las protecciones personales obligatorias, específicas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
- El responsable de los trabajos no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el visto bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.
- En cualquier caso, es preceptiva la realización de calicatas por lo menos en dos puntos del trazado, para confirmar la exactitud de la línea, antes del inicio de los trabajos.

2) Conocida la existencia de una línea, pero no su trazado, profundidad o sistema de protección mecánica.

- Solicitar de la Compañía que mediante un detector de campo nos defina las coordenadas del trazado de la línea en la zona a operar.
- Si ofrecen garantías sobre la exactitud de las mediciones, se operará de acuerdo con el apartado 1o, pero solicitando la supervisión por persona cualificada perteneciente a la compañía eléctrica.
- Si no ofrece garantías la medición, o no la realiza la compañía eléctrica, se efectuará el correspondiente escrito a la Propiedad de la obra poniéndola en antecedentes del caso, así como el no inicio del trabajo en la posible zona afectada, dado su extrema peligrosidad, al objeto que efectúe las diligencias necesarias para el correspondiente descargo, o en su caso, la realización de los trabajos por la compañía eléctrica o por otra, con la correspondiente especialización en trabajos en tensión.

Conducciones de gas.

Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Cuando se trabaje próximo a estas conducciones o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibido la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre dicha conducción.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.

- Todas las máquinas utilizadas que funcionen eléctricamente dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.
- Si hubiera que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos. En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.

Conducciones de teléfono.

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En caso de rotura o fuga en la canalización, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Conducciones de agua.

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado de la conducción.

Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la conducción, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no se rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular cualquier elemento de la conducción en servicio.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar la conducción como punto de apoyo.
- En caso de rotura de la conducción, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora para su posterior reparación.

Normas de seguridad y salud en accesos y señalización

A- Accesos

- Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- El ancho mínimo será de 4,5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas.
- Se colocarán las siguientes señales:
 - Al comienzo de la rampa señal de "subida con pendiente".
 - A la salida de la rampa señal de "stop".
 - A la entrada de la rampa señales de "limitación de velocidad a 20 km/h", "bajada con pendiente" y "entrada prohibida a peatones".
- Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

B- Señalización

- De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.

- Se instalará un cartel en la oficina de obra con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los teléfonos, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
 - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Utilización obligatoria del casco.
- En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro de caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de prohibido fumar.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

Asimismo, se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando los cerramientos necesarios. Para ello se limitará físicamente todo el perímetro de las obras mediante una valla de cerramiento. La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueco de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo masnet de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas, y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada, etc. que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalizarán según la Norma de Carreteras 8.3-IC del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 31 de agosto de 1987.

Las señales serán de los tipos:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señales manuales.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

1.4. Instalaciones de Salud y Bienestar

Todas las instalaciones de la obra, se mantendrán limpias, por lo que se organizará un servicio de limpieza para que diariamente sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin. En esta obra se cumplirán las siguientes normas:

- Comedor
 - 1 Calientacomidas por cada 30 operarios.
 - 1 Grifo en la piletta por cada 10 operarios.
- Asesos
 - 1 Inodoro por cada 25 operarios.
 - 1 Ducha por cada 10 operarios.
 - 1 Lavabo por cada 10 operarios.
 - 1 Espejo (40 x 50) por cada 25 operarios.
 - 1 Calentador agua.
 - Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.
- Vestuarios
 - Bancos, perchas.
 - 1 Taquilla por trabajador.

1.5. Organización de la seguridad y Salud en la obra

Órganos de seguridad en obra

Vigilante de seguridad

La empresa constructora estará obligada a nombrar un vigilante de seguridad que será el encargado general de la obra. Deberá comunicarse su nombre a la Dirección Facultativa de las obras previamente al comienzo de las mismas. El nombramiento del vigilante de seguridad estará permanentemente expuesto en lugar visible.

Su misión es la de hacer eficaces los medios de seguridad, previendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud que será el órgano de seguimiento de las condiciones de seguridad de la obra, de forma permanente.

El Comité estará formado por:

- Presidente; el jefe de obra.
- Vigilante de Seguridad: encargado general.
- Secretario: administrativo de obra.
- Vocales: un representante de nuestro personal y un representante de los trabajadores de cada subcontrata.

El Comité se reunirá mensualmente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Dirección Provincial de Trabajo recabando el correspondiente acuse de recibo. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud.

Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados a Vigilante y Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.

Formación e Información de Riesgos.

Todo el personal deberá recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Normas de Seguridad para todos los trabajadores

Todos los trabajadores saldrán del vestuario con la ropa de trabajo, el casco y las otras prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Se considera falta grave la no utilización de estos equipos.

Accederán a los puntos de trabajo por los itinerarios establecidos y utilizarán los pasos, torretas, escaleras, etc., instalados con esta finalidad.

No utilizarán las grúas dumpers, retros, etc., como medio de acceso al puesto de trabajo.

No se situarán en el radio de acción de maquinaria en movimiento.

No permanecerán bajo cargas suspendidas.

No trabajarán en niveles superpuestos.

No manipularán cuadros o líneas eléctricas. Si se produjese alguna avería, avisarán al encargado o al personal de mantenimiento correspondiente.

Cumplirán las instrucciones que reciban de los encargados, capataces, y vigilantes de seguridad.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

Notificación e Investigación de Accidentes.

Todos los accidentes que se produzcan deberán ser notificados e investigados para evaluar su gravedad potencial y adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar su repetición.

Seguimiento y control

Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.

2. Protecciones personales.

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas. Se adjunta modelo de justificante de entrega de Equipos de Protección Individual.

3. Protecciones colectivas

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

4. Instalación del personal.

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria

F – Presupuesto y mediciones de Seguridad y Salud

El presupuesto para el suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de señalización necesarios para la ejecución del proyecto, tapado de zanjas, señalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos, además de la coordinación de seguridad y salud en la obra y la asistencia técnica ascenderá a cinco mil ochocientos cincuenta euros [17.850,00 €].

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial



Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente pliego de condiciones se tendrá por objeto el regular, garantizar y confrontar que tanto los materiales, aparatos, obras, instalaciones... se hagan de acuerdo a unas condiciones determinadas.

1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y normas citadas.

1.3. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

-Comienzo

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

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

-Plazo de ejecución

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

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

-Libro de Ordenes

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

1.5. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

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

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

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma.

1.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

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

1.7. OBRA DEFECTUOSA

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

1.8. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

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

1.9. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

-Recepción provisional

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

-Plazo de garantía

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

-Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera

tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.10. FIANZA

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

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

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

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. NORMAS A SEGUIR

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

1. Reglamento electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
3. Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
4. Recomendaciones UNESA y normas UNE.
5. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (C.E.I).
6. Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Y además, también a lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

2.2. PERSONAL

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

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

2.3. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

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

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

Los gastos ocasionados por estas pruebas serán a cargo de la empresa contratada.

3. CONDICIONES TÉCNICAS

3.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

3.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los cables que se emplearán en el tendido de las Líneas Subterráneas de Baja, Media y Alta Tensión serán unipolares de aislamiento de dieléctrico seco de las características descritas en la Memoria y Planos.

No se permitirán realizar empalmes. En caso de tener que hacerse alguno, sólo se permitirá en los cableados de corriente continua y se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme. Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

3.1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- 1 - Todos los materiales utilizados en las obras e instalaciones, serán de constructores o fabricantes de reconocida solvencia. El contratista vendrá obligado a presentar cuantas especificaciones se requieran para comprobar la bondad de los citados materiales.
- 2 - Todos los elementos o materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias, deberán estar convenientemente homologados por las entidades oficiales, estatales o paraestatales que entienden del caso.
- 3 - Los materiales que lo requieran, deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.
- 4 - No se admitirán elementos o materiales que no cumplan los requisitos anteriores no pudiendo presentar el contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazado a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.
- 5 - Todo el material utilizado deberá estar homologado por UNESA por la CEI, o en todo caso debe ser material que haya sido verificado por el Ministerio de Industria como cumplidor de las exigencias técnicas de funcionamiento requeridas para él. Deben de estar grabados en el material cuanto menos la tensión de servicio y la intensidad para la que han sido dimensionados.
- 6 - No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o técnico competente, según corresponda.

3.1.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Antes de la recepción de las instalaciones, deberán haber sido realizadas las siguientes mediciones, claro está, con resultados satisfactorios:

- Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición del poder dieléctrico de la instalación.
- Medición de la toma de tierra.

y haberse realizado las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual general de la instalación.
- Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.

Debiendo hacerse constar todos estos extremos, en la certificación de Dirección y Terminación de Obra correspondiente a esta instalación.

3.1.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

1º - Queda terminantemente prohibido el acceso a los apoyos, a toda persona ajena a su funcionamiento, exceptuando a todo el personal técnico de la misma o perteneciente a la empresa suministradora y también al Agente de la Administración o algún representante del mismo.

2º - El personal encargado de las manipulaciones, tendrá especial cuidado en conservar en perfecto estado de funcionamiento y limpieza todos los elementos y protecciones instalados. Asimismo se asegurará con frecuencia que los conductores que unen las apoyos con las tomas de tierra estén en perfecto estado.

3º - No se efectuará ninguna manipulación tanto en la parte de alta tensión, como en la de baja, sin tener previa y absoluta seguridad de que la corriente ha sido cortada.

4º - La maniobra con los seccionadores se realizará siempre que previamente se haya desconectado el interruptor general. Para esta maniobra se utilizará siempre una pértiga de maniobra, situándose sobre una banqueta aislante y colocándose unos guantes de seguridad de 24 kV. de aislamiento.

5º - No obstante haber tomado las medidas de precaución a que se refiere el art. 3º, siempre que se tenga necesidad de manipular en un aparato de alta tensión (sin corriente), se hará a ser posible, con una sola mano y sin tocar masa con la otra. Se emplearán guantes aislantes.

6º - Siempre que se observe alguna anomalía se pondrá en conocimiento del superior inmediato.

3.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS CENTROS Y LA SUBESTACIÓN

3.2.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.2.1.1. OBRA CIVIL

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el ITC-RAT 14, 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.

3.2.1.2. APARAMENTA DE MEDIA Y ALTA 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.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.2.1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

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 cables ni otras aberturas al resto del centro.

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.

3.2.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Ésta será redundante según se indique en la memoria del Proyecto.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de mínimo 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de mínimo 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno

por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.2.2. 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.

3.2.3. 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 ITC-RAT 02.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición de las Tensiones de Paso y Contacto.
- Resistencia de Puesta a Tierra.

3.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

3.2.4.1. PREVENCIÓNES GENERALES

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación o subestación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación o subestación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

En sitio bien visible 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 respecto, 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 Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro o subestación, para su inspección y aprobación, en su caso.

3.2.4.2. PUESTA EN SERVICIO

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.

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 suministradora de energía.

3.2.4.3. SEPARACIÓN DEL SERVICIO

Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

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 parte de 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 ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

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.

3.2.4.4. PREVENCIÓNES ESPECIALES

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

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.

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 seccionamiento, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4. 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.

Certificado de ensayos de los conductores.

Certificado de calidad y de ensayos de los seguidores solares, inversores, módulos solares, contadores de medida, transformadores de medida y cualquier otro equipo u elementos de la instalación.

Certificación de fin de obra.

Contrato de mantenimiento.

Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5. 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 de Transformación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Se redacta el presente documento con el objeto de definir la planificación para la reducción y la gestión de los residuos generados por el desarrollo de las obras definidas como:

- Tipo de obra: Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red, Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.
- Emplazamiento: Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004 · Valle de las Navas (Burgos)
- Técnico redactor: Álvaro Cámara Rodríguez, Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid.
- Productor de los residuos: MOVIMIENTO AZIMUTAL S.L.. como promotor de la obra.

2. DEFINICIONES

A continuación se identifican los residuos a generar en la obra según la codificación de la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliar sometidas a licencia municipal o no.

Terminología:

- | | |
|--------|---|
| • RCDs | Residuos de la Construcción y la Demolición |
| • RSU | Residuos Sólidos Urbanos |
| • RNP | Residuos NO peligrosos |
| • RP | Residuos peligrosos |

3. NORMATIVA

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22.04.1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE núm. 25, de 29.01.2002).
- 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 (BOE núm. 43, de 19.02.2002).

- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, se muestra en la siguiente tabla:

RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto

X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
---	----------	---

2. Madera

	17 02 01	Madera
--	----------	--------

3. Metales

X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
X	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

4. Papel

X	20 01 01	Papel
---	----------	-------

5. Plástico

X	17 02 03	Plástico
---	----------	----------

6. Vidrio

X	17 02 02	Vidrio
---	----------	--------

7. Yeso

X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
---	----------	---

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena Grava y otros áridos

X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

2. Hormigón

X	17 01 01	Hormigón
---	----------	----------

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos

	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.

4. Piedra

X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
---	----------	---

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras

	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros

	17 01 06	mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
X	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
X	17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

- 1 Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
- 2 Residuos de procedentes de las cimentaciones
- 3 Residuos procedentes de demoliciones
- 4 Residuos procedentes de la excavación de la zanja de las líneas eléctricas.
- 5 Residuos procedentes del hincado, cimentación y montaje de los seguidores solares.
- 6 Residuos procedentes del embalaje de los equipos eléctricos y electrónicos.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA		
Superficie Construida total	372.000,00	m²
Volumen de residuos	326,26	m³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m³)	0,98	Tn/m³
Toneladas de residuos	319,73	Tn
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	75,00	m³
Presupuesto estimado de la obra	2.500.000,00	€
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	25.000,00	€ (entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCDs que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

RCDs Nivel I				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	36,44 %	116,50	1,50	77,67

RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,00 %	0,00	1,30	0,00
2. Madera	34,21 %	109,38	0,60	182,29
3. Metales	3,13 %	10,00	1,50	6,67
4. Papel	20,85 %	66,68	0,90	74,08
5. Plástico	4,69 %	15,00	0,90	16,67
6. Vidrio	0,00 %	0,00	1,50	0,00
7. Yeso	0,00 %	0,00	1,20	0,00
TOTAL estimación	62,88 %	201,05		279,71
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,00 %	0,00	1,50	0,00
2. Hormigón	0,37 %	1,18	1,50	0,79
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,00 %	0,00	1,50	0,00
4. Piedra	0,00 %	0,00	1,50	0,00
TOTAL estimación	0,37 %	1,18		0,79
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,00 %	0,00	0,90	0,00
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,31 %	1,00	1,00	1,00
TOTAL estimación	0,31 %	1,000		1,00

En el punto 6,4 del Plan RCD de la CAM 2002-2011 se estima que de la totalidad de residuos de una obra nueva, el 32% son tierras y productos inertes no recuperables que pasarán a depósito, el 20% serán de tipología variada entregados a cada gestor y el 48% pasará a plantas de reciclaje, con un rechazo estimado del 17%.

6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere.

Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Utilización de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posteriori incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

7. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de separación de los residuos en obra.

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en 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	160 Tm
• Ladrillos, tejas, cerámicos	80 Tm
• Metal	2 Tm
• Madera	1 Tm
• Vidrio	1 Tm
• Plástico	0,5 Tm
• Papel y Cartón	0,5 Tm

Adicionalmente, se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación “in situ” de los RCD marcados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008,
- aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.

Operaciones de reutilización y valorización.

Dadas las características de la obra, no se prevé en principio la reutilización ni valorización “in situ” de los residuos, a excepción de parte de las tierras procedentes de la excavación de zanjas, que se reutilizarán en la propia obra, yendo la otra parte a vertedero autorizado. Sin embargo, se procurará la reutilización en las propias instalaciones de aquellos elementos retirados y desmontados que se encuentren en buenas condiciones, como por ejemplo, cables o tubos de las canalizaciones. En cualquier caso, se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su valorización y reutilización en la propia instalación u otras externas a la obra.

Operaciones de reutilización y valorización.

Mediante la separación de las distintas fracciones de residuos se facilitará la gestión posterior, estando previsto el siguiente destino para cada una de ellas:

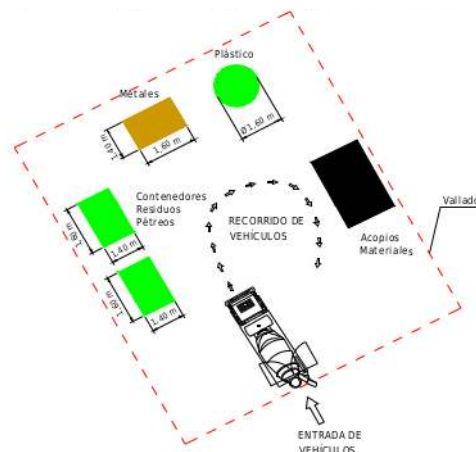
INSTALACIONES PREVISTAS

Tipo de RCD	Destino previsto
Excedentes de excavaciones	Vertedero
RCD de naturaleza pétreo	Planta de reciclaje / Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal

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.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



8. PRESUPUESTO

6.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza)				
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	77,67	4,00	310,67	0,0124%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €				0,0124%
RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétreo	0,79	10,00	7,87	0,0003%
RCDs Naturaleza no Pétreo	279,71	10,00	2.797,08	0,1119%
RCDs Potencialmente peligrosos	1,00	10,00	10,00	0,0004%
Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				0,1126%
.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
6.1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I			0,00	0,0000%
6.2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II			2.185,05	0,0874%
6.3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...			10.000,00	0,4000%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			15.310,67	0,6124%

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial



Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO CAP01 ACTUACIONES PREVIAS				
SUBCAPÍTULO 01.01 LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO				
E111	ud TOPOGRAFÍA COLOC. PICAS COORD.DE LA PARCELA Trabajos profesionales de topógrafo para preparación del terreno incluyendo geoposicionamiento de elementos principales y mediciones para correcta ubicación de los componentes de la instalación.			
		3.500,00	0,94	3.290,00
E112	m2 DESBR. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
		362.504,00	0,04	14.500,16
E113	m2 COMPAC. TERRENO C.A.MEC.S/APORTE Compactación de terrenos a cielo abierto, por medios mecánicos, sin aporte de tierras, incluso regado de los mismos, sin definir grado de compactación mínimo, y con p.p. de medios auxiliares.			
		362.504,00	0,10	36.250,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL.....				54.040,56
SUBCAPÍTULO 01.02 ENSAYOS Y PRUEBAS PREVIAS				
PX116	ud Estudio de cobertura para telecomunicaciones subestación y otros			
		1,00	1.025,10	1.025,10
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 ENSAYOS Y PRUEBAS PREVIAS.....				1.025,10
SUBCAPÍTULO 01.03 VALLADO PERIMETRAL				
E114	ud PUERTA 2 HOJAS ABAT. 6x2 Puerta batiente de 6x2m con dos hojas abatibles de 3m. Con falleva para candado y relleno de malla. Acero Galvanizado en caliente por inmersión Z-275 provistas de cojinetes de fricción, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.			
		2,00	2.608,68	5.217,36
E115	m MALLA CINEGÉTICA H=2,00 m. Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla malla cinegética y postes de madera, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada i/ replanteo y recibido de postes con mortero de cemento y arena de río 1/4. (tipo M-10). 1.315,00 1.318,00			
		2.766,00	6,15	17.010,90
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 VALLADO PERIMETRAL.....				22.228,26
SUBCAPÍTULO 01.04 VIAS DE ACCESO Y CAMINOS INTERIORES				
E116	m2 LECHADA BITUMINOSA TIPO LB-2 Aplicación de lechada bituminosa tipo LB-2, de 6 mm. de espesor y 12 kg/m2 de dotación media, incluso barrido de la superficie y ligante bituminoso, totalmente terminado.			
		11.200,00	0,63	7.056,00
E117	m2 SIMPLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL Superficie tratada con simple tratamiento superficial, con áridos de granulometría normal, silíceos porfídicos, en cualquier tipo de obra de reparación de calzada o arcenes u obra nueva, incluso ligante bituminoso modificado y aplicación de riego de protección a base de ligante hidrocarbonado.			
		11.200,00	2,18	24.416,00

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: No 202003239. Fecha Visado: 19/11/2020. Firmado Electrónicamente por el: 1.011.M. Para comprobar su validez: http://www.cdiim.es/verificacion. Cod.Ver: 30586600.

E118	m2 SANEIO FIRME ZAHORRA NATURAL 35 cm Saneio de blandón de firme granular y profundidad 35 cm., con zahorra natural IP=0, husos ZN(50), ZN(40), ZN(25), ZN(20), puesta en obra, extendida y compactada, incluyendo excavación, preparación de la superficie de asiento y refino de la superficie acabada, con transporte de los productos resultantes de la excavación a vertedero.	11.200,00	3,58	40.096,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 VIAS DE ACCESO Y CAMINOS				
71.568,00				
SUBCAPÍTULO 1.05 EDIFICIO DE CONTROL				
Edificio de control de dimensiones en planta de 8,5x5m, según memoria.				
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.05 EDIFICIO DE CONTROL.....				6.000,00
TOTAL CAPÍTULO CAP01 ACTUACIONES PREVIAS.....				154.861,92
CAPÍTULO CAP02 CAMPO SOLAR				
SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL				
APARTADO 02.01.01 ZANJAS Y ARQUETAS				
E119	m EXC. EN ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a lugar de empleo dentro de la superficie de actuación, perfilado nivelado y compactación del fondo de caja al 100% del Próctor Modificado, medido según perfil, realmente ejecutado. Descripción en planos y memoria.	7.566,00	3,06	23.151,96
E120	m ARENA DE RIO LAVADA Arena de río lavada para el tendido y protección de los tubos en zanja, incluso compactación.	7.566,00	3,96	29.961,36
E121	m RELLE/COMP.ZANJA C/RANA C/APOR Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de tajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	7.566,00	4,13	31.247,58
P132	m TUBO POLIETILENO 160 mm DIÁMETRO Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 160 mm instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena. Se instalará un tubo desde cada Stringbox hasta su Centro de Inversión correspondiente.	42.732,00	1,11	47.432,52
E122	ud ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 60x60x60 cm Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Empleadas para Registros de Tubos / Conductores procedentes de cada seguidor, String box, estaciones de inversión y cambios de dirección del trazado.	80,00	94,19	7.535,20
E0123	ud ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 30x30x30 cm Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 30x30x30 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Empleadas para el registro de los conductores procedentes de las series de cada seguidor.	144,00	50,84	7.320,96

TOTAL APARTADO 02.01.01 ZANJAS Y ARQUETAS..... 146.649,58

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL..... 146.649,58

SUBCAPÍTULO 02.02 ESTRUCTURAS SOLARES

APARTADO 02.02.01 ESTRUCTURA

P121

ud SEGUIDOR SOLAR MONOHILERA

Estructura fija instalada sobre los hincados. Incluye montaje p.p. de pequeña material. Totalmente instalado y funcionado. Periferia de acero conformado y laminado en caliente con límite elástico igual o superior a 275 N/m2

678,00 2.399,71 1.627.003,38

TOTAL APARTADO 02.02.01 ESTRUCTURA..... 1.627.003,38

APARTADO 02.01.02 HINCADOS Y CIMENTACIONES

E123

ud HINCADO DE POLES 1,5m

Hincado de pilares soporte de la estructura hasta la profundidad indicada en los ensayos, comprendiendo replanteo de pilares, implantación, nivelación y posicionamiento en los puntos de trabajo, limpieza del lugar del trabajo. Según normas. Medida la unidad ejecutada. 1,5 metros de profundidad. Se incluye además un pre-taladro previo al hincado del 10% de todas las unidades.

6.102,00 59,33 362.031,66

P117

m3 EXC.HINCA <2m.T.COMPACTO

Excavación de hinca en suelo duro hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.

32,20 32,78 1.055,52

P118

m3 HORM. HA-25/B/32/IIa CIM. V.MANUAL

Hormigón para armar HA-25/B/32/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.32, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.

32,20 85,69 2.759,22

P119

m2 SOL.HM-25/B/16/I 15cm.+ ENCA.15cm

Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/16/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 15 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.

144,00 19,15 2.757,60

TOTAL APARTADO 02.01.02 HINCADOS Y CIMENTACIONES

368.604,00

APARTADO 02.02.03 ESTUDIOS E INGENIERIA

PX115

ud Estudio topográfico, geotécnico y pull out del terreno

1,00 2.334,98 2.334,98

T001

ud TOPOGRAFÍA COLOC. PICAS COORD.DE LA PARCELA

Trabajos profesionales de topógrafo para el marcaje de cada hinca de la estructura solar en el terreno. Se registrarán además las coordenadas x, y, z de cada punto.

6.102,00 0,40 2.440,80

TOTAL APARTADO 02.02.03 ESTUDIOS E INGENIERIA..... 4.775,78

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 ESTRUCTURAS SOLARES..... 2.000.383,16

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 20200239, Fecha Visado: 09/11/2020, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.colim.es/Verificacón. Cód.Ver: 30586600.

SUBCAPÍTULO 02.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS			
P122	ud PANEL FOTOVOLTAICO		
	Panel fotovoltaico policristalino modelo Seraphim SRP-365- 6MA-HV de 365Wp con unas dimensiones 1.970x992x40mm, construido con cristal templado de 3.2 mm de espesor y estructura anodizada de aluminio, y preparado para trabajar a la tensión de 1.500V, con una garantía por parte del fabricante de 25 años, incluyendo colocación, montaje, conexionado y p.p. de pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.		
		54.918,00	72,60 3.987.046,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.03 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS. 3.987.046,80			
SUBCAPÍTULO 02.04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
APARTADO E126 PROTECCIONES			
P124	ud CUADRO PROTECCIONES - STRINGBOX		
	Incluye suministro y montaje de los cuadro de protecciones - Stringbox - para la agrupación de series. Hasta 25 entradas con opción a monitorización. Fusibles en ambos polos de 15A. Seccionador manual de 300A. Incluye pequeño material.		
		138,00	118,12 16.300,56
P123	ud PARARRAYOS PDC 45 m. Nivel I.		
	Pararrayos electrónico con dispositivo de cebado (PDC) realizado de acuerdo con la UNE 21.186, formado por cabezal de nivel I 45 m., sobre mástil de 6 m. de acero galvanizado y 50 mm. de diámetro, sujeto por doble anclaje. De un sólo bajante de conductor de cobre trenzado de 50 mm2 de sección, sujeto por grapas adecuadas, tubo protector de 3 m. de altura, contador de rayos, puesta a tierra mediante placa de cobre electrolítico puro en arqueta registrable. Totalmente montado y conexionado.		
		5,00	3.955,49 19.777,45
TOTAL APARTADO E126 PROTECCIONES..... 36.078,01			
APARTADO E129 LÍNEAS			
P128	m LÍNEA CONDUCTORES UNIPOLARES 1x6mm2 Cu		
	Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 1x6 mm2 tipo PV1-F incluido p./p. de cajas de registro, terminales de conexión y regletas de conexión.Según REBT.		
		93.511,00	1,21 113.148,31
P129	m LÍNEA CONDUCTORES UNIPOLARES 1x10mm2 Cu		
	Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 1x10 mm2 tipo PV1-F incluido p./p. de cajas de registro, terminales de conexión y regletas de conexión.Según REBT.		
		21.310,00	1,55 33.030,50
P130	m LÍNEA CONDUCTORES UNIPOLARES 1X150mm2 Cu		
	Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 1x150 mm2 tipo XZ1 AL incluido p./p. de cajas de registro y regletas/terminales de conexión.Según REBT.		
		13.014,00	4,45 57.912,30
P131	m LÍNEA CONDUCTORES UNIPOLARES 1X240mm2 Cu		
	Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 1x240 mm2 tipo XZ1 AL incluido p./p. de cajas de registro y regletas/terminales de conexión.Según REBT.		
		35.215,00	10,23 360.249,45
P1312	m LÍNEA CONDUCTORES UNIPOLARES 1X300mm2 Cu		
	Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 1x300 mm2 tipo XZ1 AL incluido p./p. de cajas de registro y regletas/terminales de conexión.Según REBT.		
		18.000,00	15,55 279.900,00

P137	m	LÍNEAS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO	Suministro e instalación de líneas de telecomunicaciones de fibra óptica entre estaciones de inversión y subestación. Totalmente tendido, probado, conexionado, puesto en servicio y funcionando. Incluye todo el pequeño material necesario.	1.350,00	1,00	1.350,00
TOTAL APARTADO E129 LÍNEAS.....						845.590,56
APARTADO E130 PUESTA A TIERRA						
P134	m	RED TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA 35 mm2.	Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo conexión a pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT.	7.566,00	3,53	26.707,98
P135	ud	PICA DE T.T. 200/14,3 FE+CU	Pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, totalmente instalada.	294,00	12,39	3.642,66
TOTAL APARTADO E130 PUESTA A TIERRA.....						30.350,64
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....						912.019,21
SUBCAPÍTULO 2.05 INST. SEGURIDAD ANTI INTRUSIÓN						
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.05 INST. SEGURIDAD ANTI.....						40.516,45
TOTAL CAPÍTULO CAP02 CAMPO SOLAR.....						7.086.615,20
CAPÍTULO CAP03 CENTROS INVERSORES E INSTALACIÓN DE 20 kV						
SUBCAPÍTULO 03.01 OBRA CIVIL 20 kV						
APARTADO 03.01.01 ZANJAS Y ARQUETAS						
E119	m	EXC. EN ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a lugar de empleo dentro de la superficie de actuación, perfilado nivelado y compactación del fondo de caja al 100% del Próctor Modificado, medido según perfil, realmente ejecutado. Descripción en planos y memoria.	1.322,00	3,06	4.045,32
E120	m	ARENA DE RIO LAVADA	Arena de río lavada para el tendido y protección de los tubos en zanja, incluso compactación.	1.322,00	3,96	5.235,12
E121	m	RELL/COMP.ZANJA C/RANA C/APOR	Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con piñón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de tajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.	1.322,00	4,13	5.459,86
P132	m	TUBO POLIETILENO 160 mm DIÁMETRO	Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 160 mm instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena. Se instalará un tubo desde cada Stringbox hasta su Centro de Inversión correspondiente.	4.000,00	1,11	4.440,00
E122	ud	ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 60x60x60 cm	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zunchos perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y forma-			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.colim.es/verificacion. Cód. Ver: 305866db.

ción de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior. Empleadas para Registros de Tubos / Conductores procedentes de cada seguidor, String box, estaciones de inversión y cambios de dirección del trazado.

6,00 94,19 565,14

TOTAL APARTADO 03.01.01 ZANJAS Y ARQUETAS..... 19.745,44

APARTADO 03.01.02 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

E174

ud DEPOSITO RECOGIDA ACEITE

Instalación de deposito enterrado para recogida de aceite, construido en poliester, incluyendo tubería de conexión y de aireación, totalmente instalado sobre lecho de arena.

1,00 860,00 860,00

E139

m3 ENCACHADO PIEDRA 40/80

Encachado de piedra caliza 40/80 en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.

30,00 33,06 991,80

E140

m2 SOLER.HA-25/B/16/IIa 10cm.#15x15/6

Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.

45,76 7,28 333,13

E515

m3 EXCAVACIÓN

51,56 2,11 108,79

E516

m3 CEMENTO DE LIMPIEZA C15/20

6,45 3,67 23,67

E517

m3 ARENA Y GRAVA

Relleno de arena y grava compactado 95% del Proctor modificado

38,67 1,55 59,94

E141

m MALLA S/T GALV. 40/14 H=2,50 m.

Cercado de 2,50 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada i/ replanteo y recibido de postes con mortero de cemento y arena de río 1/4. (tipo M-10)

62,00 13,10 812,20

E142

ud PUERTA ABAT. BARR. 30x30 2 H. 3x2 m.

Puerta de dos hojas abatibles de 3x2 m. para cerramiento exterior, formada por bastidor de tubo de acero laminado de 60x40x1,5 mm., barrotes de 30x30x1,5 mm. y columnas de fijación de 100x100x2 mm. galvanizado en caliente Z-275 por inmersión, i/herrajes de colgar y seguridad, pasador de pie, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.

1,00 475,26 475,26

E143

m CANALIZACIÓN TUBOS PE CORRUGADO 160 o 200 MM

Canalización formada por 4 tubos de polietileno corrugado de doble pared de 160 o 200 mm (han de ser suficientes para el tendido previsto según planos), mandrilados, instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena.

140,00 1,56 218,40

E146

ud ARQUETA REGISTRO MT

Arqueta de registro prefabricada de hormigón tipo A1 de dimensiones en planta de 1.00x1.00x1.00 m troncocónica colocada sobre cama de gravilla de 10 cm. de espesor, incluida ésta, con tapa de fundición reforzada totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluso excavación, relleno perimetral posterior, colocación de tubos y sellado de tubos libres con espuma de poliuretano. Totalmente terminadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/Verificacion>. CodVer: 30586600.

1,00 213,62 213,62

TOTAL APARTADO 03.01.02 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
24.580,86

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 OBRA CIVIL 20 kV..... 44.326,30

SUBCAPÍTULO 03.02 CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN

P127 ud CONJUNTO INVERSOR

Conjunto de Inversión fotovoltaico central SUNGROW 3400HV-MV-20 o similar, con potencia nominal 3.427kVA y tensión máxima 1,5 kV con tensión de salida 615V. Dispone de hasta 24 fusibles de continua, protección contra sobretensiones tipo II y sistema de protección anti-islanding. Cuenta con sistema de monitorización de las entradas en CC y salidas en AC. Grado de protección IP54. Totalmente instalado y funcionando.

1,00 86.244,00 86.244,00

E147 ud CONJUNTO MVSID

Suministro y montaje de conjunto de transformación modular modelo MV-20 de SUNGROW o similar constituido por 1 transformador de potencia de 3.427kVA relación 20.000-615 V refrigerado por aceite tipo ONAN Dy11 incluyendo transformador auxiliar de 15 kVA, protección DGPT2, 2 o 3 celdas de línea SF6 y 1 celda de protección con interruptor automático, todo ello montado sobre una estructura metálica autoportante, incluyendo conexionado de MT y BT y elementos de protección y señalización como: extintor, banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte y primeros auxilios. Totalmente instalado y funcionando. Confirmar descripción en memoria y planos.

1,00 61.176,36 61.176,36

P056 ud POWER PLANT CONTROLLER

Power Plant Controller capaz de regular el voltaje en el punto POI, controlar la potencia reactiva (P, Q), respuesta de frecuencia, control de STATCOM, compensador estático de potencia reactiva. Con conexión a Ethernet, RJ45, analizador de potencia. Modbus TCP/IP.

1,00 4.919,86 4.919,86

AU01 ud TRANSFORMADOR AUXILIAR

Transformador auxiliar tipo FSTRSSAA-84639 o similar con una potencia nominal de 25kVA tipo indoor e incorporado en el MV Skid.

1,00 13.268,50 13.268,50

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 CENTROS DE INVERSIÓN Y... 496.826,16

SUBCAPÍTULO 03.03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 20 kV

ET240 ud CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN 240 mm2

Conexión de M.T. efectuado por medio de tres botellas terminales de interior por cada conexión para cable seco 12/2
0 KV de 240 mm2 de sección en aluminio, incluso p.p. de pequeño material.

14,00 1.026,40 14.369,60

ET400 ud CONEXIÓN DE MEDIA TENSIÓN 400 mm2

Conexión de M.T. efectuado por medio de tres botellas terminales de interior por cada conexión para cable seco 12/20 KV de 400mm2 de sección en aluminio, incluso p.p. de pequeño material.

2,00 1.026,40 2.052,80

LSMT240 ml LÍNEA SUBTERRÁNEA 12/20 KV 1x240 mm2, Al

Línea subterránea en media tensión, compuesta por 1 conductores HERPZ1-12/20 KV de 1x240 mm2. Al dispuesto en zanja bajo tubo, incluyendo p.p. de prueba de rigidez dieléctrica y pequeño material. Totalmente instalada, incluyendo ensayos.

3.081,00 10,64 32.781,84

E1491 ml LÍNEA SUBTERRÁNEA 12/20 KV 1x400 mm2, Al

Línea subterránea en media tensión, compuesta por 1 conductores HERPZ1-18/30 KV de 1x150 mm2. Al dispuesto en zanja bajo tubo, incluyendo p.p. de prueba de rigidez dieléctrica y pequeño material. Totalmente instalada, incluyendo ensayos.

E150	ud PUESTA A TIERRA DE ESTACIONES DE INVERSIÓN	960,00	10,64	10.214,40
	Red de puesta a tierra de protección general de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cía suministradora, formada por cable de cobre desnudo de 50 mm ² . de sección y 8 picas de tierra de acero cobrizado de 4 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso p.p. de cajas de registro, material de conexión, fijación y medición de resistencia a tierra. Totalmente instalada y conexionada.			
		6,00	406,51	2.439,06
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 20 kV.....			61.857,70
	TOTAL CAPÍTULO CAP03 CENTROS INVERSORES E INSTALACIÓN DE 20 kV.....			603.010,16
	CAPÍTULO CAP04 SUBESTACIÓN 20/45 25MVA			
	SUBCAPÍTULO 04.01 OBRA CIVIL SUBESTACION			
E157	m3 EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MÁQUINA T. MEDIOS			
	Excavación en terrenos medios por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, con transporte de tierras al vertedero a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta incluso canon de vertido y p.p. de medios auxiliares.			
		143,32	7,02	1.006,11
E158	m3 EXC. EN ZANJA EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO			
	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a lugar de empleo dentro de la superficie de actuación, perfilado nivelado y compactación del fondo de caja al 100% del Próctor Modificado, medido según perfil, realmente ejecutado.			
		84,14	5,02	422,38
E159	m3 ZAHORRA ARTIFICIAL BASE 75% MACHAQUEO			
	Zahorra artificial, husos ZA(40)/ZA(25) en capas de base, con 75 % de caras de fractura, puesta en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los ángeles de los áridos < 30. Medio el volumen teórico ejecutado.			
		225,00	11,88	2.673,00
E160	m3 HORM. HM-20/P/40 CIM. V.MANUAL			
	Hormigón en masa HM-20 N/mm ² ., consistencia plástica, T _{máx} .40, ambiente normal, elaborado en central, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ y EHE.			
		36,62	75,47	2.763,71
E161	ud ARQUETA CORRIDA 45x40 cm INTERIOR			
	Arqueta corrida para tendido de cables, de 45 cm de ancho y 40 cm de profundidad media, formada por solera de hormigón en masa HM-10 de 15 cm de espesor; fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie, enfoscada y briñida por el interior; y tapa de losa de hormigón colocada sobre perfil UPN-120; sin excavación.			
		20,00	75,72	1.514,40
E162	ud ARQUETA CORRIDA 30x40 cm INTERIOR			
	Arqueta corrida para tendido de cables, de 30 cm de ancho y 40 cm de profundidad media, formada por solera de hormigón en masa HM-10 de 15 cm de espesor; fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie, enfoscada y briñida por el interior; y tapa de losa de hormigón colocada sobre perfil UPN-120; sin excavación.			
		23,00	75,72	1.741,56
E163	m2 FÁB.BLOQ.HORM.BLAN.40x20x20 C/V			
	Fábrica de bloques huecos de hormigón blanco de 40x20x20 cm. colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento blanco BL-II 42,5 R y arena de río 1/4, relleno de hormigón HA-25/B/20/I y armaduras según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m ² .			
		33,28	18,36	611,02
E164	m MALLA S/T GALV. 40/14 H=2,50 m.			

Cercado de 2,00 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm. de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada i/ replanteo y recibido de postes con mortero de cemento y arena de río 1/4. (M-80).

		110,00	11,31	1.244,10
E165	m2 CANCELA TUBO ACERO LAMI.FRÍO Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío de 60x40x2 mm. y barros de tubo de 40x20x1 mm. soldados entre sí; patillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra (sin incluir recibido de albañilería).			
		15,00	18,77	281,55
E166	ud PUERTA 0,80x2,00 40/14 STD Puerta de 1 hoja de 0,80x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).			
E167	m2 MALLA ELECTROSOLDADA 15x15 A Ø 12-12 B500S Malla electrosoldada en cuadrícula 15x15 cm. con acero corrugado de Ø 12 mm. B 500 S. Totalmente colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según normas EF-96 y EHE.	1,00	104,45	104,45
E168	m2 ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15cm Encachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor en sub-base de solera, i/extendido y compactado con pisón.	39,12	2,99	116,97
E169	m2 S.A.HA-25/B/16/IIa 15 #15x15/6+ECH.15 Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/16/IIa, elaborada en central, vertido, curado, colocado y armado con mallazo 15x15x6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado i/enchachado de piedra caliza 40/80 de 15 cm. de espesor, extendido y compactado con pisón. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.	350,00	2,03	710,50
E170	m TUBERIA DE PVC 160 mm Ø Suministro y montaje de tubería de PVC de 160 mm de diámetro para la evacuación de aceite derramado. Incluido conexionado en bancada y depósito	100,00	10,40	1.040,00
E171	m CANALIZACIÓN 1 TUBO PE CORRUGADO 160 MM	3,00	10,00	30,00
E172	m CANALIZACIÓN 1 TUBO PE CORRUGADO 75 MM Canalización formada por 1 tubo de polietileno corrugado de doble pared de 75 mm., mandrilados, instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm. de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena.	25,50	1,41	35,96
E173	ud ARQUETA REGISTRO DE M.T. Arqueta de registro prefabricada de hormigón tipo A1 de dimensiones en planta de 1.00x1.00x1.00 m troncónica colocada sobre cama de gravilla de 10 cm. de espesor, incluida ésta, con tapa de fundición reforzada totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluso excavación, relleno perimetral posterior, colocación de tubos y sellado de tubos libres con espuma de poliuretano. Totalmente terminadas.	28,50	1,18	33,63
E174	ud DEPOSITO RECOGIDA ACEITE Instalación de deposito enterrado para recogida de aceite, construido en poliester, incluyendo tubería de conexión y de aireación, totalmente instalado sobre lecho de arena.	6,00	182,97	1.097,82
		1,00	860,00	860,00

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/Verificacion>. Cód. Ver: 30586600.

E175	ud EDIFICIO PREFABRICADO Edificio de control de dimensiones en planta de 7,2x2,4m, construido con estructura metálica a base de pórticos a un agua, cubierta de panel sandwich y cerramientos de paneles prefabricados de hormigón de 12 cm de espesor y solera de hormigón armado de 15 cm			
		1,00	22.500,00	22.500,00
E176	P.A. PERNO DE ANCLAJE GALVANIZADO EN CALIENTE Ø 25 P.A. de pernos de anclaje para toda la apartamenta de la subestación. Pernos galvanizado en caliente de longitud variable y Ø 25 con 3 tuercas hexagonales M-24 DIN-555 y 1 arandela A-26 DIN-7989, curvados e instalados en cimentación.			
		1,00	400,00	400,00
E177	P.A. RED DE DRENAJE DE LA SUBESTACIÓN P.A. de instalación de tubo de drenaje en la subestación de 110 mm de diámetro y pendiente del 5% , incluido excavación necesaria.			
		1,00	1.000,00	1.000,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 OBRA CIVIL SUBESTACION...				40.187,16
SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA SUBESTACION				
APARTADO E151 APARAMENTA ELÉCTRICA				
P138	ud SECCIONADOR INTEMPERIE GIRATORIO Seccionador exterior giratorio III 52 KV 1250 A con cuchillas de puesta a tierra enclavadas con las principales, e intensidad de corta duración Ith 25 KA, en montaje horizontal, incluido timonería y mando del seccionador, cruceta de soporte, enclavamiento con interruptor y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado y funcionando.			
		1,00	2.481,21	2.481,21
P139	ud INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ABB SF6 52 KV 1250A 25 KA Interruptor automático motorizado de servicio exterior 52 KV - 1250A de SF6, poder de corte mínimo 25 KA, con accionamiento por resortes, con contador de maniobras. Incluido armario de control en chapa de acero galvanizado IP 54 con: - Puladores conexión/desconexión locales. - Mando a distancia - Calefacción 230 V c.a. - Selector Local/Remoto - Toma de corriente II+TT - Réle antibombeo - Bobina de minima tensión. El interruptor contará con indicadores de la posición del interruptor y del resorte y niveles de alarma de SF6 de alarma y disparo. Totalmente instalado y funcionando.			
		1,00	6.753,00	6.753,00
P141	ud TRANSFORMADOR INTENSIDAD 52 KV 150-300/5-5-5-5A EXTERIOR Transformador de intensidad para servicio exterior de 52 KV, 300-600A/5-5-5-5A EX 31,5 KA, 5P20 30VA; CI 0,5 15VA; CI 0,2s 10VA, para protección y medida según normativa de la compañía distribuidora, Incluido pequeño material auxiliar, p.p. de cruceta soporte, cableado de RV 1KV 10 mm2 bajo tubo de acero para conexionado a equipo de medida y reles y verificación. Totalmente instalado y funcionando.			
		3,00	1.535,25	4.605,75
P140	ud TRANSFORMADOR TENSION 44000R3/110R3-110R3- 110 EX Transformador de tensión inductivos para servicio exterior con tensión primaria 44000/1,73 V, tensión secundaria 110/1,73 CI 0,2 25VA; 110/1,73 0,5-3P 50VA; 110/1,73 CI 3P 50VA, según normativa de la compañía distribuidora, Incluidos bases fusibles 52 kV y fusibles de 2 A, pequeño material auxiliar, p.p. de cruceta soporte, cableado de RV 1KV 10 mm2 bajo tubo acero para conexionado a equipo de medida y reles y verificación. Totalmente instalado y funcionando.			
		3,00	2.057,38	6.172,14
P143	ud TRANSFORMADOR TENSION 44000R3/110R3-110R3- 110 EX Transformador de tensión inductivos para servicio exterior con tensión primaria 44000/1,73 V, tensión secundaria 110/1,73 CI 0,2 25 VA 110/1,73 CI 0,5-3P 50 VA, CI 3P 50 VA. Incluido pequeño ma-			

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.colim.es/Verificacion>. Cód. Ver: 30486600.

terial auxiliar, p.p. de cruceta soporte, cableado de RV 1KV 10 mm2 bajo tubo acero para conexio-
nado a equipo de medida y reles y verificación. Totalmente instalado y funcionando.

		3,00	1.960,00	5.880,00
P142	ud AUTOVALVULAS OZn 45 KV 10 KA Autoválvulas de OZn 45 KV 10 KA, incluida conexión con tierra, contador de descargas, cruceta y pequeño material auxiliar. Totalmente instalada.			
		9,00	620,28	5.582,52
P144	ud TRANSFORMADOR 45KV/30KV 25 MVA Dyn11 ONAN/ONAF Transformador de potencia 45KV/30KV 50 Hz 25 MVA ONAN/ONAF con regulacion en vacio $\pm 2,5 \pm 5\%$, grupo de conexión Dyn11, temperatura máxima ambiente 45°C, con depósito de expansión, desecador, caja de conexiones, relé bucholz con dos contactos, nivel magnetico, termometro con 2 contactos regulables, caja de bornas para centralización de protecciones, transformador toroidal 600/5A 30VA, rele de intensidad de neutro y rele de intensidad de cuba. Totalmente instalado, ensayado y funcionando.			
P145	ml CABLE DE COBRE DURO DESNUDO DE 95 mm2 Cable de cobre duro desnudo de 70 mm2 con carga de rotura de 6.300 Kg y 420 A de intensidad nominal, incluido accesorios, conexiones a apartament y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado	1,00	90.442,15	90.442,15
P146	ml TUBOS DE CU 30/25 Embarrado tubular de Cu 30/25 para conexiones de apartament, incluido conexiones, aisladores de apoyo, terminales y pequeño material auxiliar.	60,00	16,12	967,20
P148	ml CONDUCTOR AL HEPR Z1 12/20 KV 1x400mm2 Conductor Al HEPR Z1 1x150mm2 12/20 KV en canaleta o bajo tubo PVC. Medida la unidad instalada y conectada.	19,50	22,00	429,00
P149	ud CAJA ESTANCA METALICA IP 65 PARA CENTRALIZACION DE SEÑAL Caja metalica estanca para centralizacion de señales.	150,00	4,78	717,00
P150	kg ESTRUCTURA DE CELOSIA GALVANIZADA EN CALIENTE ATORNILLADA P.A. de estructura de celosia de acero galvanizado, para montaje atornillado.	3,00	118,87	356,61
P151	ml PROTECCIÓN MECÁNICA CONDUCTORES Metro lineal de protección mecánica para la bajada de los cables hasta el suelo, consistente en una U de chapa metálica galvanizada, totalmente instalada.	1,00	2.500,00	2.500,00
P153	ud EQUIPO DE SEGURIDAD Equipo de seguridad completo formado por: pertiga 52 kV con gancho, pertiga de señalizacion optico-acústica de presencia de tensión 52 kV, guantes 52 kV, guantes 36 kV, placas de peligro, placa de 1º auxilios, esquema unifilar, juego de puesta a tierra auxiliar y banqueta aislante 52. Medida la unidad instalada.	2,00	72,89	145,78
		1,00	620,28	620,28

TOTAL APARTADO E151 APARAMENTA ELÉCTRICA..... 127.652,64

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: No 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.colim.es/verificacion. Cod Ver: 30586600.

P154

APARTADO E152 CENTRO DE CONTROL Y EQUIPO DE SEGURIDAD

ud TELEMANDO DE LA SUBESTACION

Sistema de telecontrol via GPRS compuesto por un centro de control y una remota:

+ CENTRO DE CONTROL

Software SCADA MVSCADA o TEDIS a instalar en PC para generar sinogticos, visualizar medidas, ordenes de mando, ademas de la infraestructra de comunicaciones via radio para garantizar el enlace con la unidad remota.

+ REMOTA

Armario a ubicar en subestacion, para interconexionar con los cuadros de control y proteccion, donde se situan todas las tarjetas de entrada y salida así como la infraestructura de comunicaciones con el centro de control situado en la planta.

+ CAPACIDAD DE MANDO REMOTO

- Entradas Digitales (señales)

Posicion interruptor

Alarma reenganche interruptor

Posicion seccionadores

Disparo de magnetotermicos T.T. , motorización interruptores, ventilación transformador,

aire acondicionado, baterías...

Actuacion de protecciones

Alarmas de actuacion de protecciones trafo

Disparos de actuacion de protecciones trafo

Alarmas de actuacion de protecciones propias de reactancia

Defecto en E. Rectificador

Minima Tensión de S/A

Reservas

- Salidas digitales (ordenes)

Maniobrar interruptor (cerrar o abrir)

Habilitar o deshabilitar el reenganche

Regulacion de tension en automatico o en manual

Reponer actuacion de protecciones

Reservas

- Entradas analogicas (medidas)

Intensidad, tensión y potencia de entrada/salida transformador

Temperatura en edificio de control

Disparo detector incendios en caseta control

Reservas

Incluido material auxiliar. Totalmente instalado y funcionando

1,00

2.894,73

2.894,73

P155

ud EQUIPO DE SEGURIDAD COMPLETO 52 KV

Equipo de seguridad para 52 KV formado por: pértiga, guantes, banqueta, extintor, placas de peligro de muerte, placa de primeros auxilios y demás material auxiliar. Medida la unidad instalada.

1,00

126,75

126,75

P156

ud EXTINTOR SOBRE RUEDAS DE 50 kg DE POLVO 89A-610B

Extintor portatil de 50 kg sobre ruedas de polvo de eficacia 89A-610B. Medida la unidad instalada según proyecto

1,00

166,40

166,40

P157

ud EXTINTOR PORTATIL 5 kg CO2 70B

Extintor portátil de 5 kg de capacidad unitaria, de CO2 y una eficacia mínima 70B, con manguera y trompa difusora y certificado AENOR. Instalado en paramento vertical, incluido material de fijación. Medida la unidad instalada según proyecto

2,00

59,90

119,80

TOTAL APARTADO E152 CENTRO DE CONTROL Y EQUIPO DE..... 3.307,68

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.colim.es/verificacion. Cód. Ver: 3058660d

APARTADO E153 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BT			
P158	PA P. ALZADA DE CABLEADO EXTERIOR ARMADO CU NI VVZ2V 0,6/ 1KV		
	PA de cableado CU NIVVZ2V 0,6/1KV de distintas secciones, no propagador de incendio y protegido contra roedores, para suministro a los servicios de potencia de la subestación. Totalmente instalado, marcado y funcionando.		
		1,00	1.220,10
P159	PA P. ALZADA DE CABLEADO EXTERIOR APANTALLADO CU NI VVC3V 0,6/1 KV		
	PA de cableado CU NI VVC3V 0,6/1KV de distintas secciones no propagador de incendio y apantallado para la conexión de los equipos de control de la subestación. Totalmente instalado, marcado y funcionando.		
		1,00	1.463,70
	TOTAL APARTADO E153 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BT		2.683,80
APARTADO E154 PUESTA A TIERRA Y SEÑALIZACIÓN			
P160	PA PUESTA A TIERRA Y SEÑALIZACIÓN		
	Partida alzada de puesta a tierra completa incluyendo el conductor de cobre desnudo de 70 mm ² para la malla, las 19 picas de acero de 2m de longitud y 14 mm de diámetro, la punta franklin con mástil de acero galvanizado de 6m, la rejilla equipotencial, todo totalmente instalado, montado, conector, probado, ensayado y funcionando. Incluyendo el pequeño material necesario. Ver mayor definición en planos, memoria y cálculos del proyecto.		
		1,00	7.052,15
	TOTAL APARTADO E154 PUESTA A TIERRA Y SEÑALIZACIÓN		7.052,15
APARTADO E0155 VARIOS			
E0156	ud CONVERSOR DE FIBRA		
		1,00	247,06
E0157	ud SWITCH DE FIBRA		
		1,00	311,00
E0158	ud REMOTA TELEMANDADA SEGÚN ESP. I-DE REDES E.		
		1,00	300,00
	TOTAL APARTADO E0155 VARIOS.....		858,06
	TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....		141.554,33
	TOTAL CAPÍTULO CAP04 SUBESTACIÓN 20/45 25MVA.....		181.741,49
CAPÍTULO CAP05 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 45 KV			
SUBCAPÍTULO E155 OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 45 kV			
P161	ml ZANJA COMPLETA		
	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a lugar de empleo dentro de la superficie de actuación, perfilado nivelado y compactación del fondo de caja al 100% del Próctor Modificado, medido según perfil, realmente ejecutado. Incluyendo cama de arena de río lavada para el tendido y la protección de los tubos en la zanja, compactada en caso de ser necesario. Relleno de la zanja con tierras de préstamo y/o hormigonado en zonas de cruce. Se incluye señalización mediante cinta de PVC con mensaje de peligro y placa de protección mecánica. Ver planos memoria.		
		9.554,00	19,12
TPVC01	m TUBO POLIETILENO 160 mm DIÁMETRO		
	Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 160 mm instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena.		
		38.216,00	0,99

TPV063	m	TUBO POLIETILENO 63mm DIÁMETRO			
		Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 63mm instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena.			
			9.554,00	0,99	9.458,46
P162	ml	PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA CON HINCA			
		Perforación horizontal con hinca de tubería de acero de 600 mm de diámetro con espesor de chapa de 8 mm, incluyendo excavación de foso de ataque, transporte de equipo y medios auxiliares. Totalmente ejecutado.			
			190,64	315,00	60.051,60
TOTAL SUBCAPÍTULO E155 OBRA CIVIL LÍNEA.....					290.016,38
SUBCAPÍTULO E156 INSTALACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 45 KV					
P163	ml	CONDUCTOR AL HEPR 26/45 KV 1x300mm2 H75 - ENTUBADO			
		Conductor Al HEPR 1x300mm2 H 75 26/45 KV instalado en canalización bajo tubo, incluido p.p. de empalmes, hitos de señalización de poligranito de 30 cm de altura con anclaje expansivo dispuestos cada 40 metros y pequeño material auxiliar. Medida la unidad totalmente instalada y conectada.			
			27.000,00	15,60	421.200,00
VP163	ml	CONDUCTOR AL HEPR 26/45 KV (AS) 1x300mm2 H75 - ENTUBADO			
		Conductor Al HEPR 1x300mm2 H 75 26/45 KV (AS) instalado en canalización bajo tubo, incluido p.p. de empalmes, hitos de señalización de poligranito de 30 cm de altura con anclaje expansivo dispuestos cada 40 metros y pequeño material auxiliar. Medida la unidad totalmente instalada y conectada.			
			1.662,00	17,35	28.835,70
P164	Ud	TERMINAL EXTERIOR AL 1x300mm2			
		Suministro y colocación de botella terminal exterior para cable Al HEPR Z1 1x300mm2 26/45KV, totalmente montada. Medida la unidad conectada.			
			6,00	102,34	614,04
E0124	ud	EMPALME DE LÍNEA HEPRZ1 A HEPRZ			
			7,00	2.456,00	17.192,00
EM124	ud	EMPALME DE LÍNEA HEPRZ1 A HEPRZ (AS)			
			1,00	2.656,00	2.656,00
TOTAL SUBCAPÍTULO E156 INSTALACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA.....					470.497,74
TOTAL CAPÍTULO CAP05 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 45 KV.....					760.514,12
CAPÍTULO CAP06 MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES					
06.01	PA	MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES			
		Partida Alzada de Medidas Medioambientales. Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, retirando una capa de 10 cm de espesor aproximadamente, incluyendo la carga por medios mecánicos y el transporte al vertedero, con p.p. de medios auxiliares. Balizamiento de las superficies de ocupación por maquinaria y personal de obra, permanente y/o en circulación, además de las zonas de obras (parque de obra, zonas utilizadas en el acopio de materiales, zonas destinadas al mantenimiento de la maquinaria, zonas de movimiento y actuación de la maquinaria, viales a emplear, etc.). Desbroce de un perímetro de seguridad de la zona de obras.			
			1,00	18.551,10	18.551,10
TOTAL CAPÍTULO CAP06 MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES.....					18.551,10

E179

CAPÍTULO CAP07 GESTIÓN DE RESIDUOS

PA GESTIÓN DE RESIDUOS

Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y el Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

1,00 15.310,67 15.310,67

TOTAL CAPÍTULO CAP07 GESTIÓN DE RESIDUOS..... 15.310,67

E180

CAPÍTULO CAP08 SEGURIDAD Y SALUD

PA SEGURIDAD Y SALUD

Suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de señalización necesarios para la ejecución del proyecto, incluyendo aquellos elementos de corte en el camino, tapado de zanjas, señalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos.

1,00 17.850,00 17.850,00

TOTAL CAPÍTULO CAP08 SEGURIDAD Y SALUD..... 17.850,00

EN01

CAPÍTULO CAP09 PRUEBAS Y ENSAYOS

ud Ensayos de paso y contacto subestación

1,00 76,20 76,20

EN02

ud Ensayos de paso y contacto CT

6,00 76,20 457,20

EN05

ud Flash test en campo al 0,1% de los módulos

1,00 7.482,60 7.482,60

EN03

ud Ensayos conductores MT según MT 2.33.15

7,00 660,41 4.622,87

EN04

ud Inspección y verificación por organismo de control BT

1,00 550,00 550,00

EN06

ud Inspección y verificación por organismo de control Subestación

Incluye las verificaciones necesarias para los réles de protección, paso y contacto, huecos de tensión y OCA inicial para la conexión a red.

1,00 987,10 987,10

TOTAL CAPÍTULO CAP09 PRUEBAS Y ENSAYOS..... 14.175,97

TOTAL..... 8.840.630,63

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202003239. Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.cchim.es/Verificacion. Cód Ver: 30586600.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAP01	ACTUACIONES PREVIAS.....	154.861,92	1,75
CAP02	CAMPO SOLAR.....	7.086.615,20	80,05
CAP03	CENTROS INVERSORES E INSTALACIÓN DE 20 kV.....	603.010,16	6,81
CAP04	SUBESTACIÓN 20/45 25MVA.....	181.741,49	2,05
CAP05	LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 45 KV.....	760.514,12	8,59
CAP06	MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES.....	18.551,10	0,21
CAP07	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	15.310,67	0,17
CAP08	SEGURIDAD Y SALUD.....	17.850,00	0,20
CAP09	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	14.175,97	0,16

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	8.852.630,63
16,00 % Gastos generales.....	1.416.420,90
6,00 % Beneficio industrial.....	531.157,84
SUMA DE G.G. y B.I.	1.947.578,74
21,00 % I.V.A.....	2.268.043,97

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 13.068.253,34

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 13.068.253,34

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRECE MILLONES SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

En Valladolid, a Noviembre de 2020

El ingeniero industrial



Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

Proyecto de ejecución

Instalación solar fotovoltaica de 25MW conectada a red "FV Villayerno", Centros de Inversión y Transformación, Subestación y línea de evacuación para el acceso a red.

EMPLAZAMIENTO

Polígono 514 · Parcelas 5485 y 9004

09591 · Valle de las Navas · Burgos

PROMOTOR

Movimiento azimuthal, S.L.

B91386235

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez

Colegiado 20.078 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

FECHA

Noviembre 2020

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2	PLANTA DE LA INSTALACIÓN: VISTA GENERAL INCLUYENDO LA EVACUACIÓN
3	PLANTA DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN:
3.1	AMPLIACIONES 1,2 y 3
3.2	AMPLIACIONES 4, 5 y 6
3.3	AMPLIACIONES 7, 8 y 9
3.4	AMPLIACIONES 10 y 11
3.5	DETALLE ZANJAS, ARQUETAS Y CRUZAMIENTO AUTOVÍA y FERROCARRIL
4	PLANTA DE LA INSTALACIÓN: AFECCIONES EN T.M. VALLE DE NAVAS. SUELO RÚSTICO COMÚN.
5	PLANTA DE LA INSTALACIÓN: AFECCIONES DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
6	PLANTA DE LA INSTALACIÓN: DE ACCESOS A OBRA, ZONAS DE ACOPIO Y PUNTO LIMPIO
7	LAYOUT DE LA INSTALACIÓN
7.1	LAYOUT GENERAL
7.2	AMPLIACIÓN CAMPO SOLAR A1
7.3	AMPLIACIÓN CAMPO SOLAR A2
7.4	AMPLIACIÓN CAMPO SOLAR A3
7.5	AMPLIACIÓN CAMPO SOLAR A4
7.6	AMPLIACIÓN CAMPO SOLAR A4
8	DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS
9	DETALLE DE CENTROS DE INVERSIÓN Y TRANSFORMACIÓN
10	SUBESTACIÓN 20/45 kV
10.1	PLANTA Y DETALLE DE LOS ELEMENTOS DE LA SUBESTACIÓN
10.2	PLANTA DE RED DE TIERRAS DE LA SUBESTACIÓN

10.3DETALLE EDIFICIO DE SUBESTACIÓN

11 DETALLE

EDIFICIO DE CONTROL

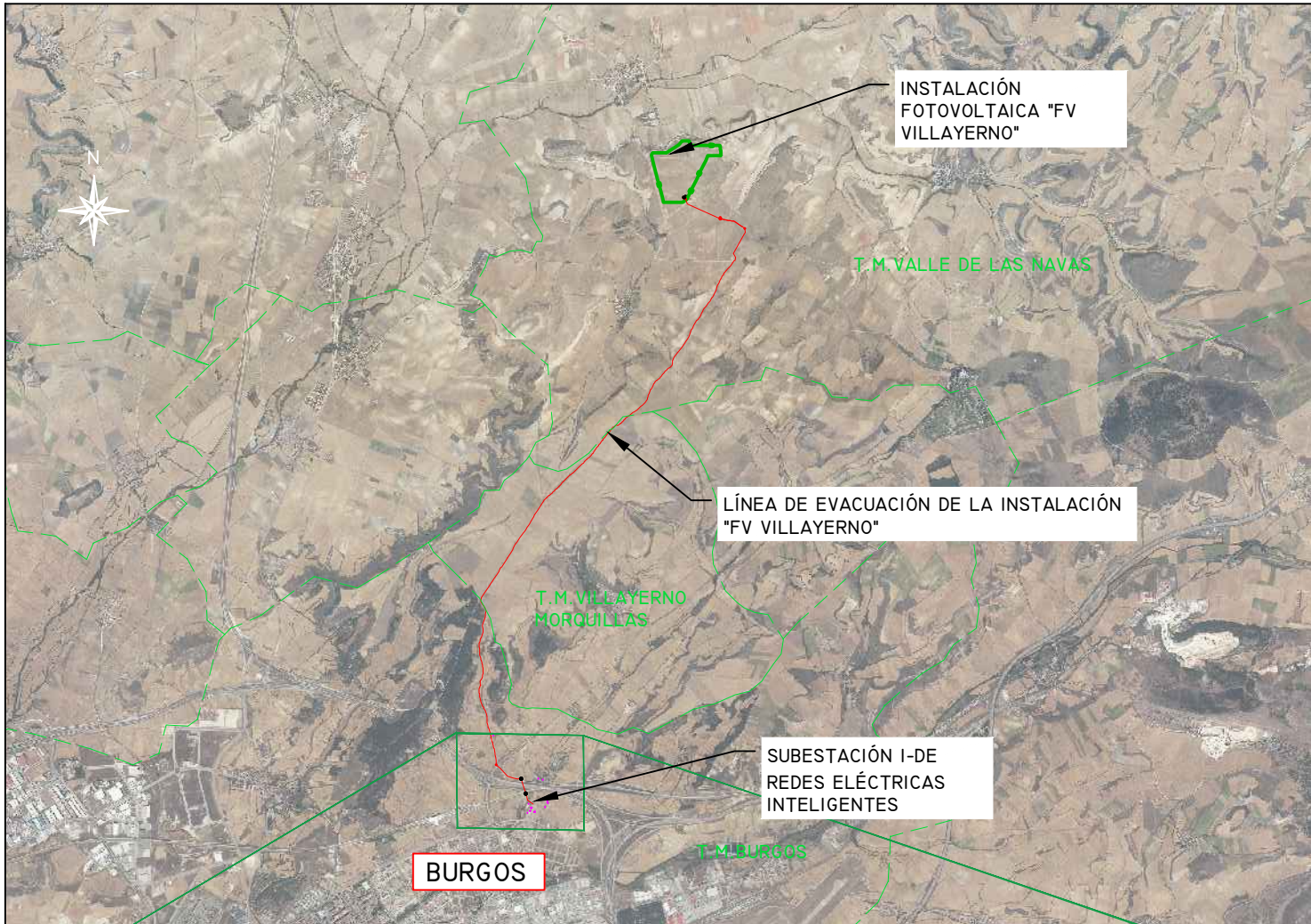
12 DETALLE DE SOPORTE PANELES

13 ESQUEMA UNIFILAR DE CORRIENTE CONTINUA

14 ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN

15 ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES

16 ESQUEMA UNIFILAR DE SUBESTACIÓN



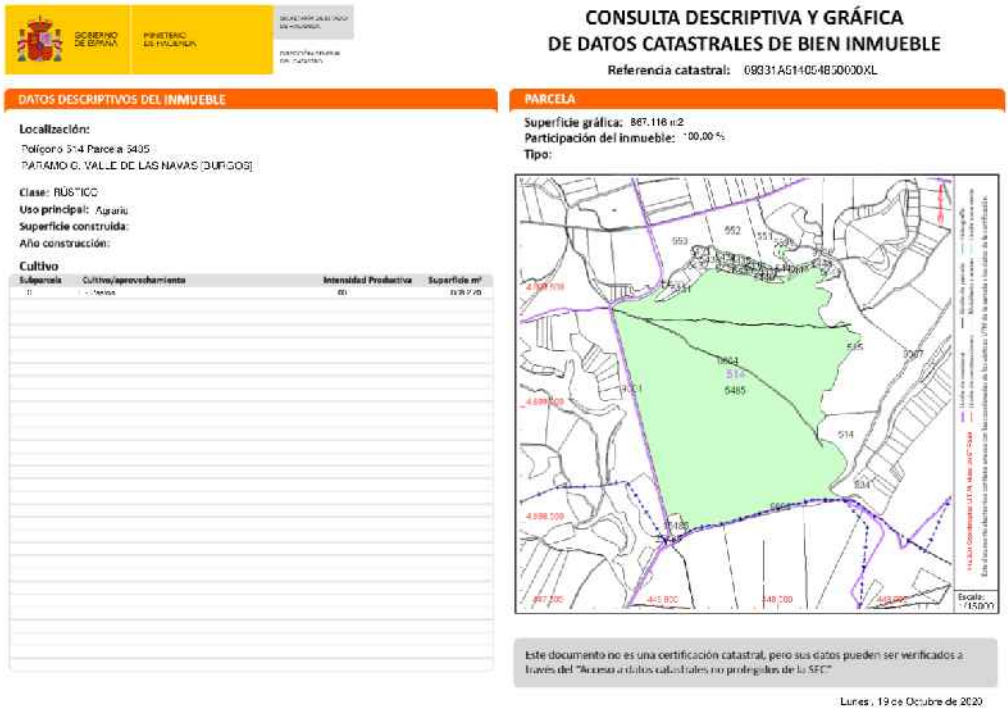
ESPAÑA



COMUNIDAD AUTÓNOMA



PROVINCIA



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1.0

PLANO
DE SITUACIÓN Y
EMPLAZAMIENTO DEL
PARQUE SOLAR

Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmónico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
1



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

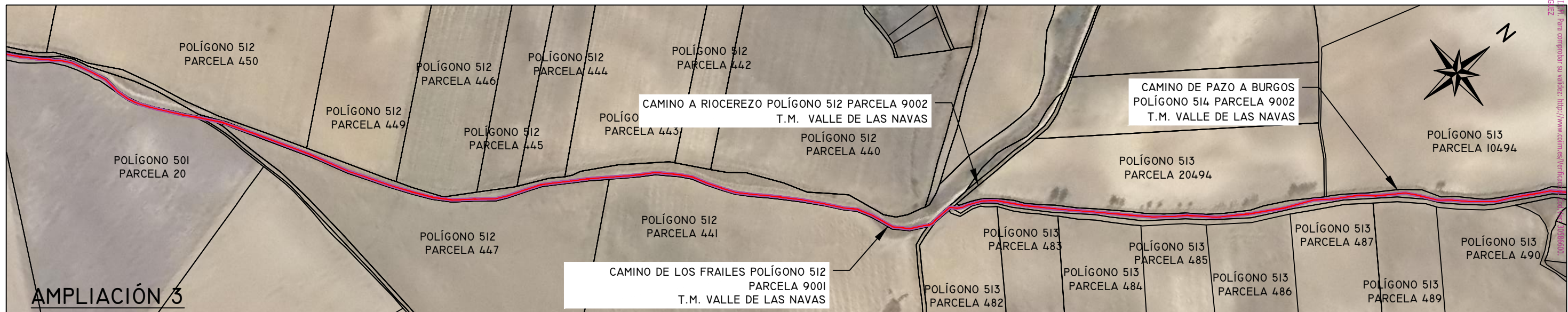
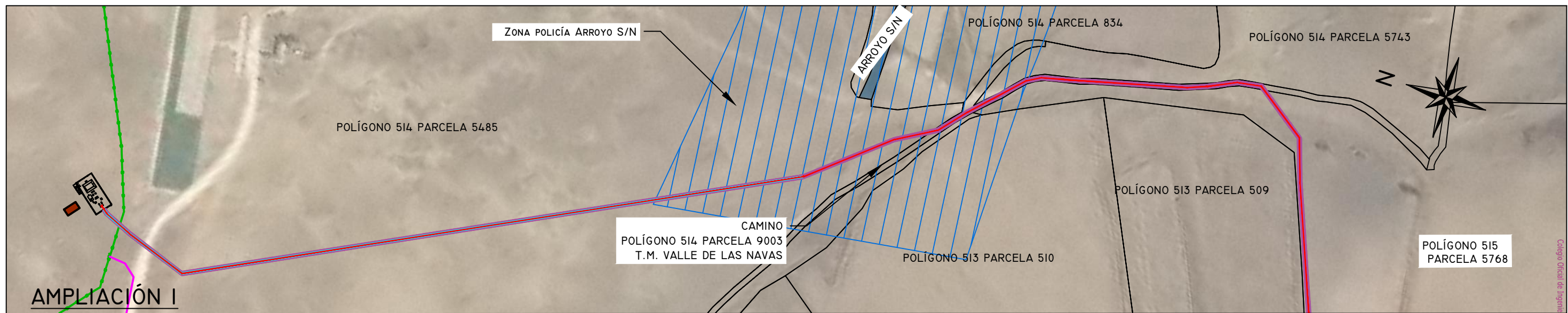
PLANO
GENERAL DE EVACUACIÓN
INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

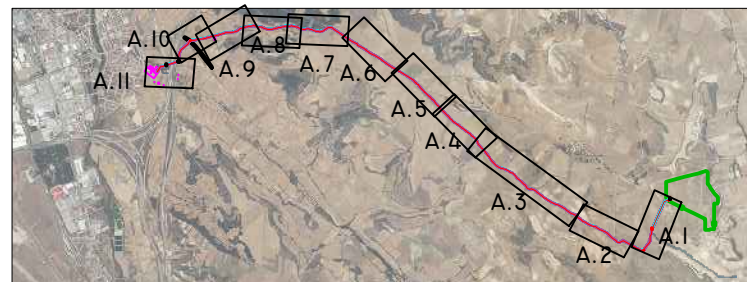
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/25000
VERSIÓN
1.0
FECHA
16.10.2020
PLANO Nº
2



LEYENDA

- OCUPACIÓN PERMANENTE: LSAT 45 kV - HEPRZI 300MM2
- SUPERFICIE DE AFECCIÓN
- OCUPACIÓN TEMPORAL



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

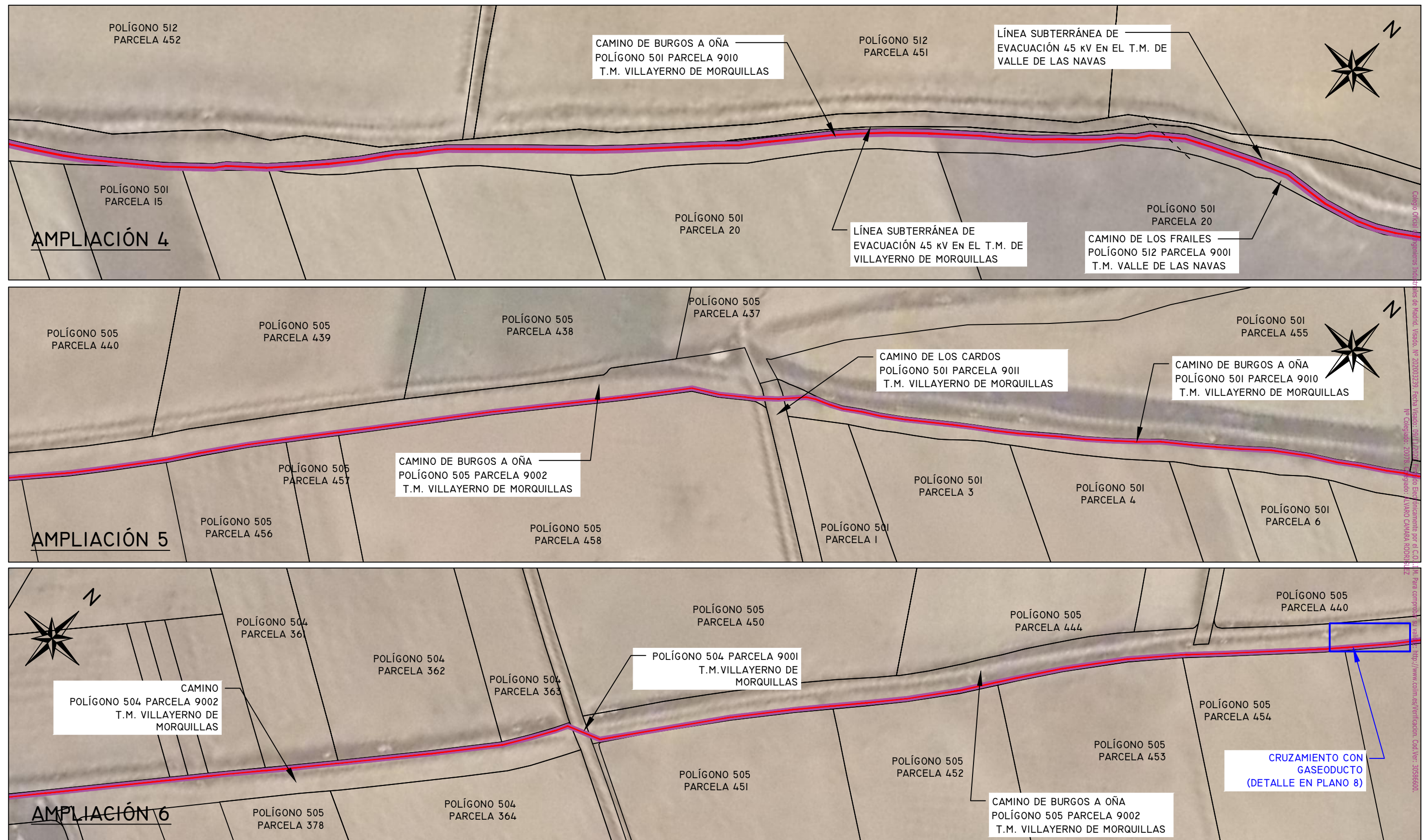
PLANO
DE PLANTA GENERAL
TRAZADO DE
EVACUACIÓN (1/4)

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

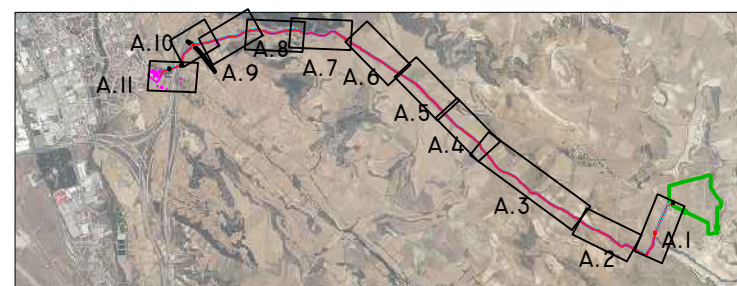
AUTOR
Álvoro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/N
VERSIÓN
1.0
FECHA
16.10.2020
PLANO Nº
3.1



LEYENDA

- OCUPACIÓN PERMANENTE: LSAT 45 kV - HEPRZI 300MM2
- SUPERFICIE DE AFECCIÓN
- OCUPACIÓN TEMPORAL



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA GENERAL
TRAZADO DE
EVACUACIÓN (2/4)

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

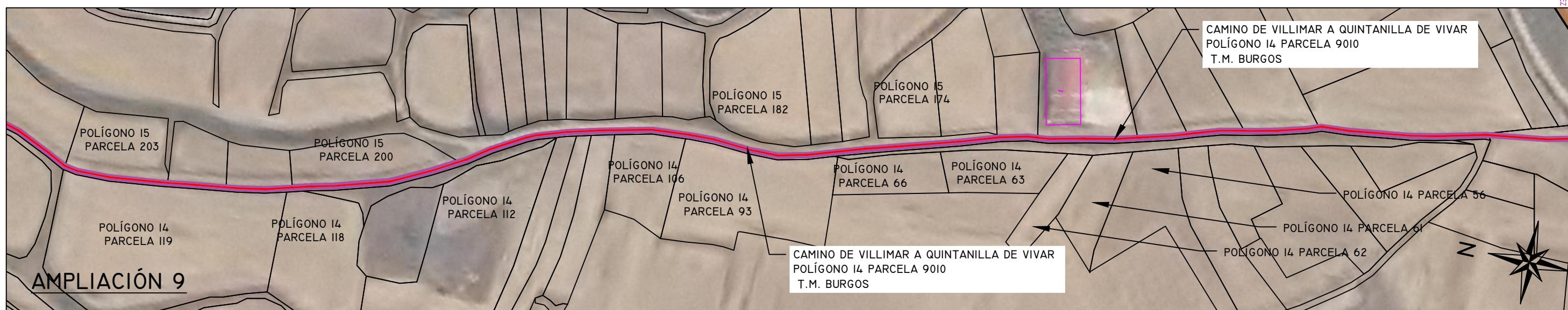
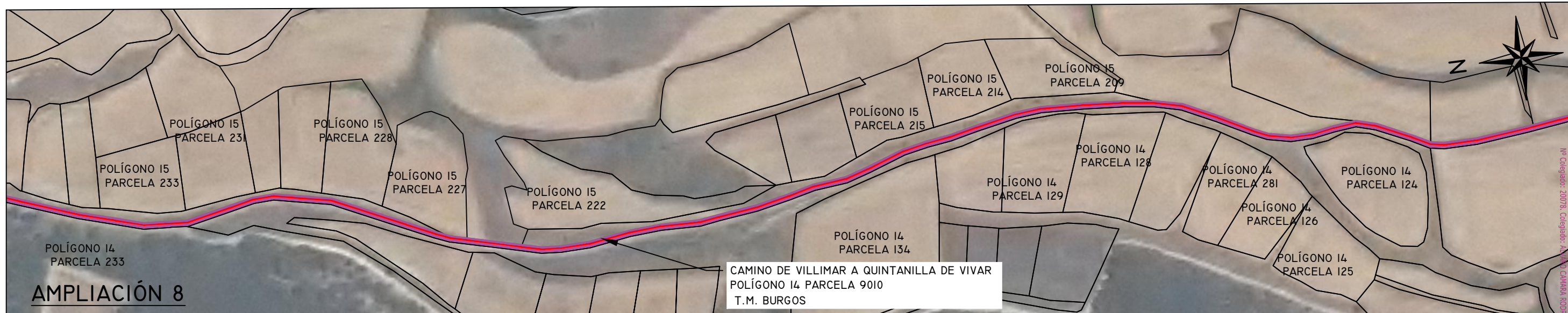
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/2500

VERSIÓN
1.0

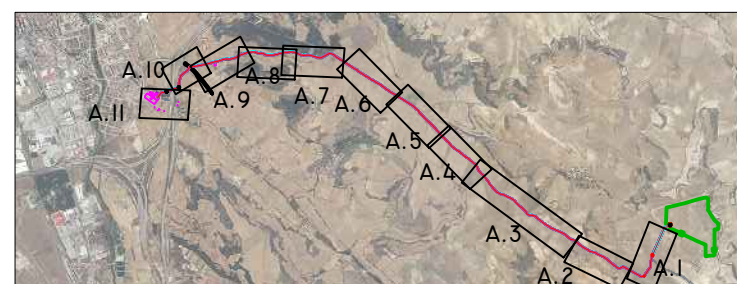
FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
3.2



LEYENDA

—	OCUPACIÓN PERMANENTE: LSAT 45 kV - HEPRZI 300MM2
—	SUPERFICIE DE AFECCIÓN
—	OCUPACIÓN TEMPORAL



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA GENERAL
TRAZADO DE
EVACUACIÓN (3/4)

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

AUTOR

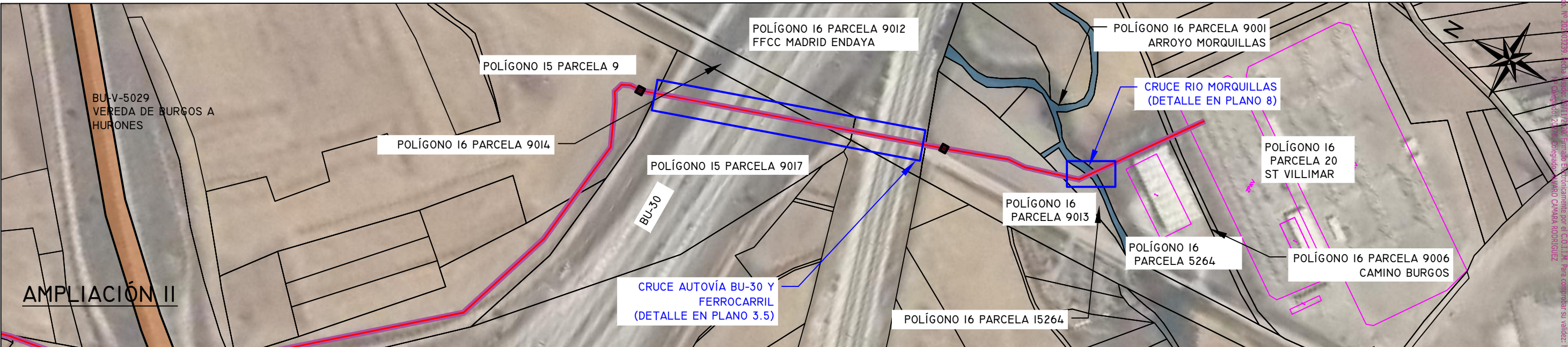
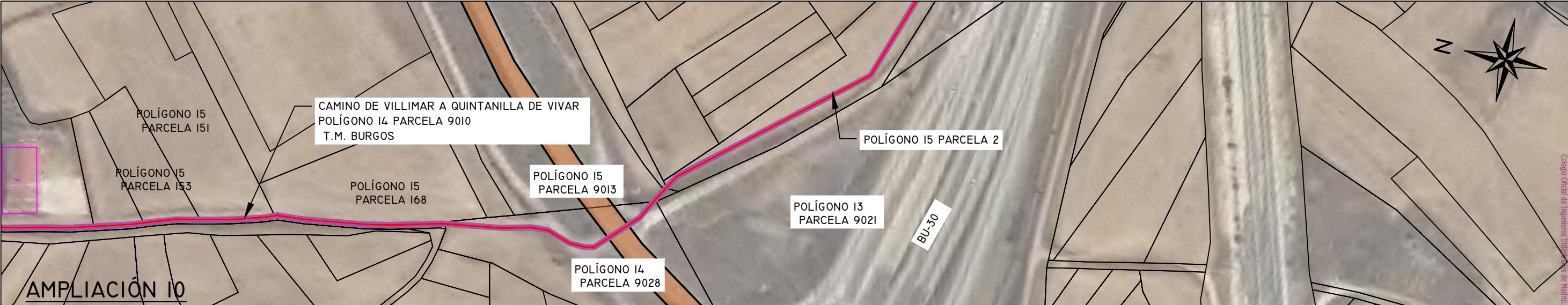
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/2500

VERSIÓN
1.0

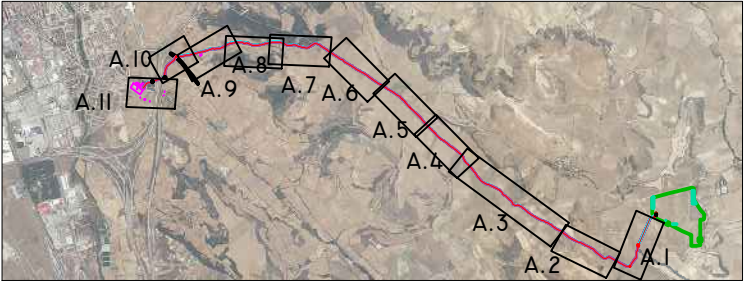
FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
3.3



LEYENDA

- OCUPACIÓN PERMANENTE: LSAT 45 kV - HEPRZI 300MM2
- SUPERFICIE DE AFECCIÓN
- OCUPACIÓN TEMPORAL



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA GENERAL
TRAZADO DE
EVACUACIÓN (4/4)

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

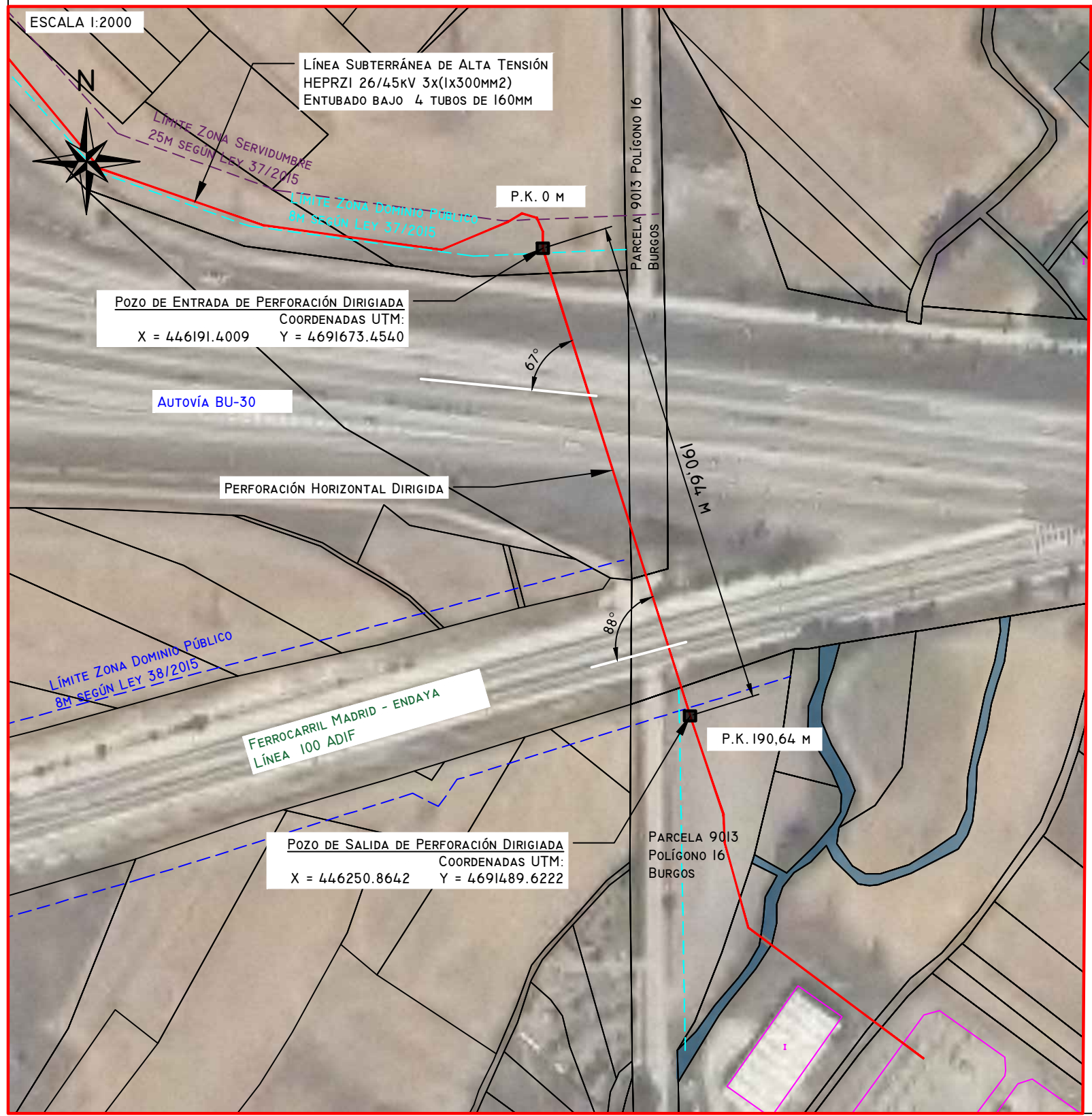
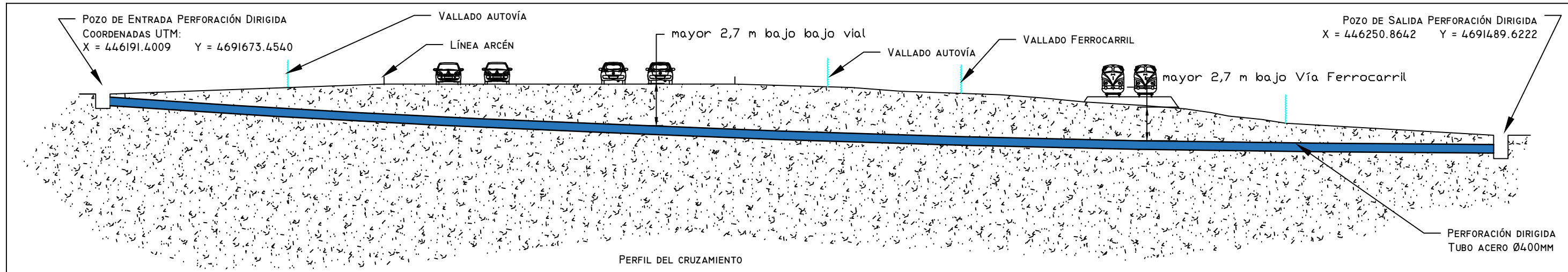
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/2500

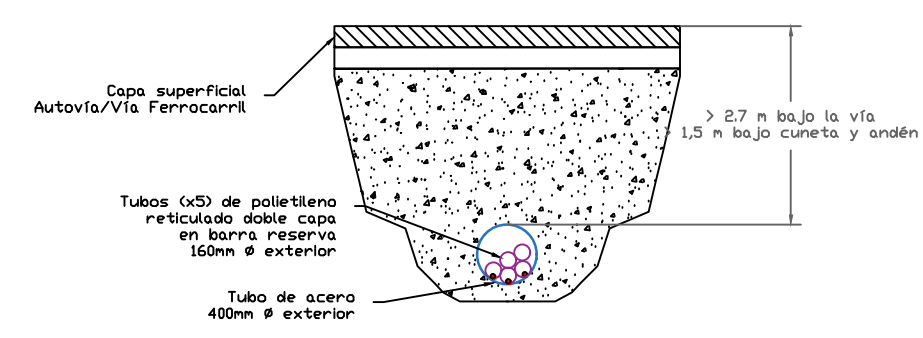
VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020

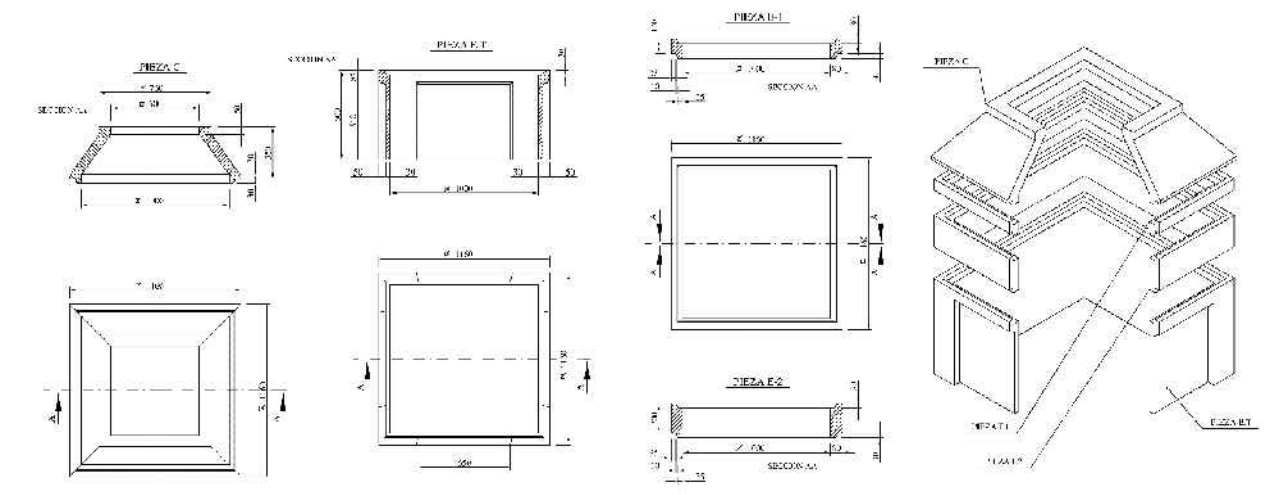
PLANO Nº
3.4



DETALLE CRUZAMIENTO AUTOVÍA BU-30
Y VÍAS FERROCARRIL Nº1000 MADRID-ENDAYA
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA

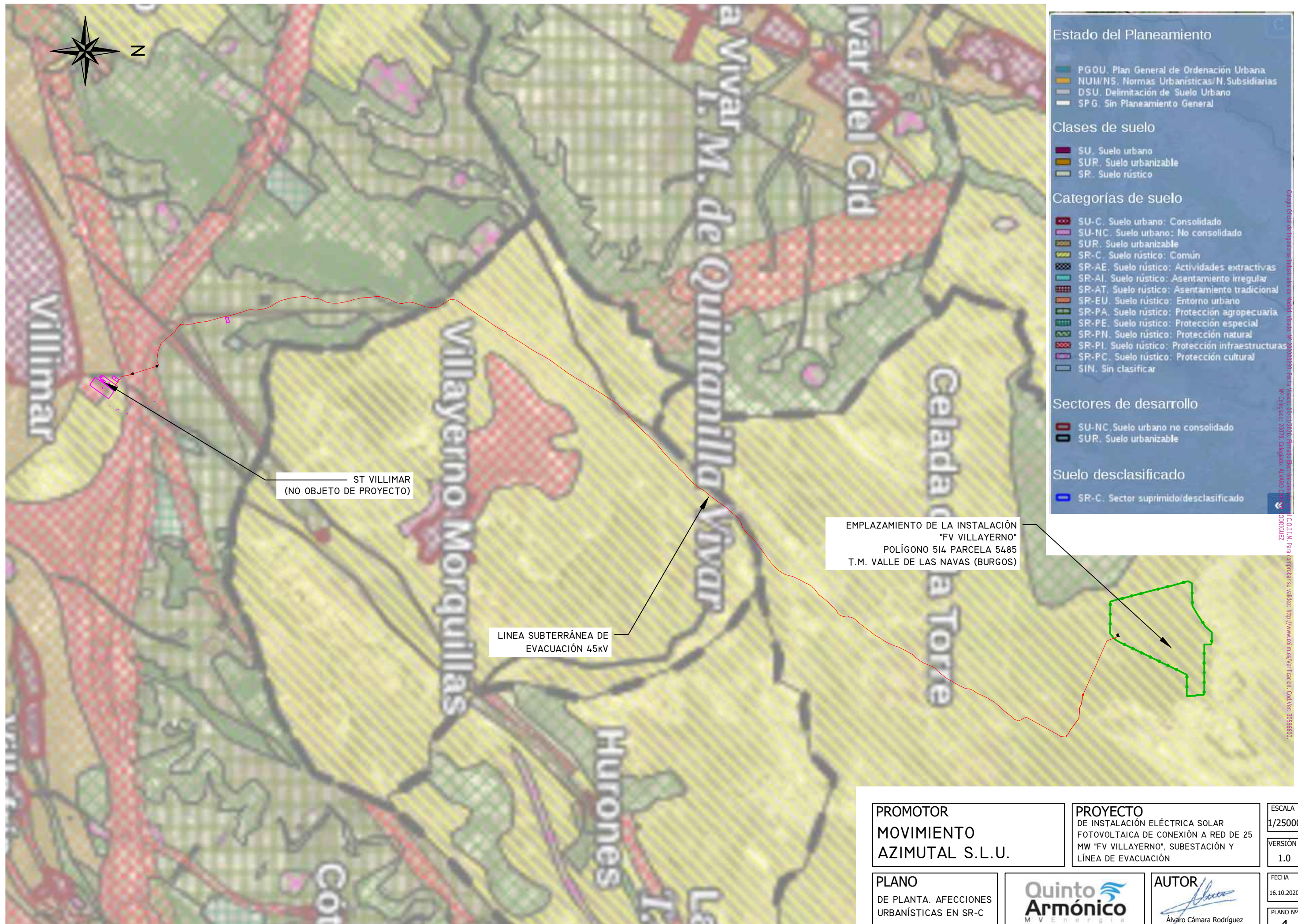


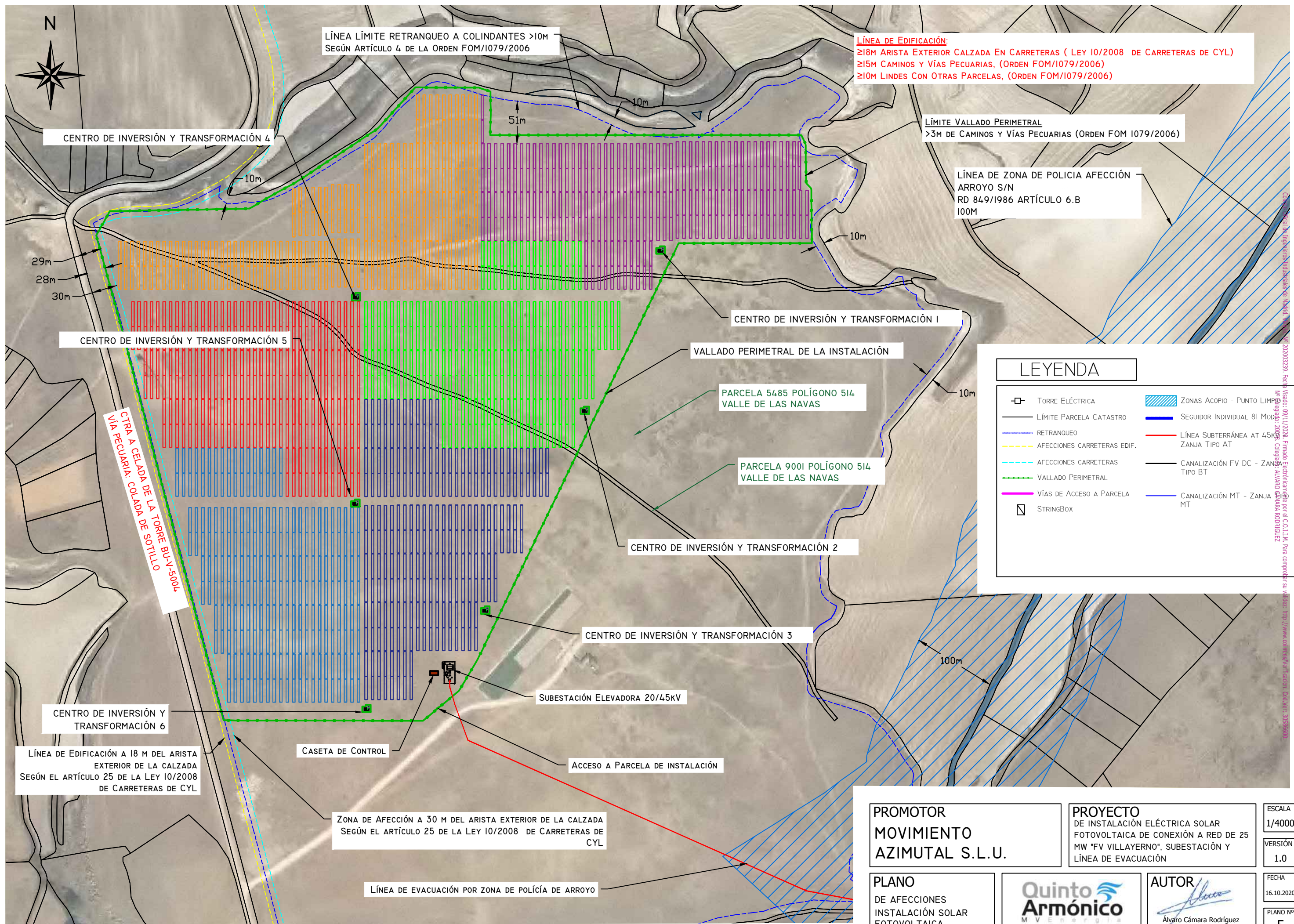
DETALLE ARQUETAS [S/E]



PROMOTOR MOVIMIENTO AZIMUTAL S.L.U.	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25 MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	ESCALA	S/E
		VERSIÓN	1.0
PLANO DE DETALLE: ZANJAS, ARQUETAS Y CRUZAMIENTO AUTOVÍA Y VÍAS DEL TREN	 www.quintoarmonico.es	AUTOR	 Álvaro Cámara Rodríguez Colegiado 20078 de COIIM
		FECHA	16.10.2020
		PLANO Nº	3.5

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 202003239, Fecha Visado: 09/11/2020, Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>, Cod.Ver.: 30586600.
 Nº Colegiado: 20078, Colegiado: ALVARO CAMARA RODRIGUEZ





PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE AFECCIONES
INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

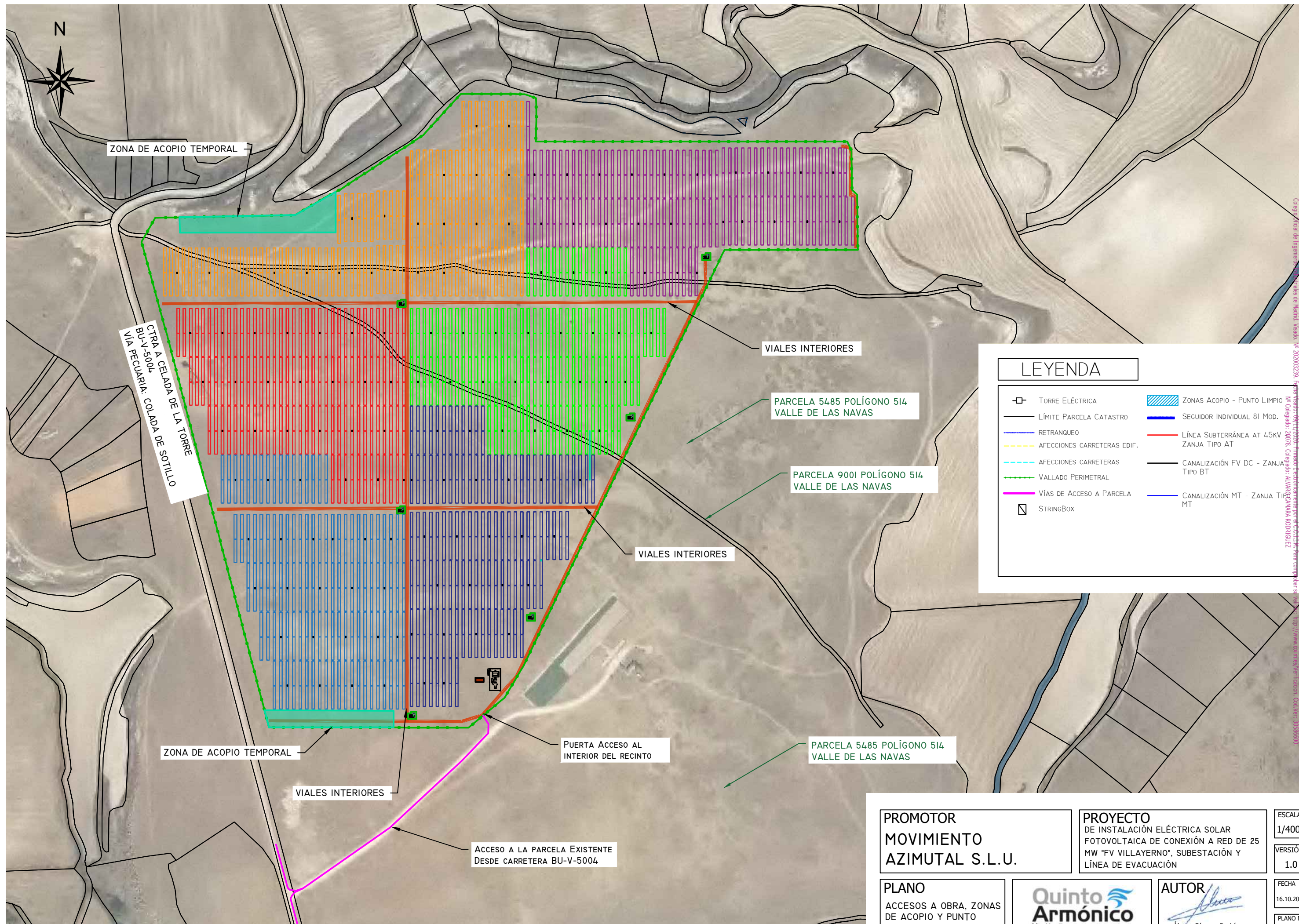
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/4000

VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
5



LEYENDA

Torre Eléctrica

Límite Parcela Catastro

Retranqueo

Afecciones Carreteras Edif.

Afecciones Carreteras

Vallado Perimetral

Vías de Acceso a Parcela

StringBox

Zonas Acopio - Punto Limpio

Seguidor Individual 81 Mod.

Línea Subterránea AT 45kV
Zanja Tipo AT

Canalización FV DC - Zanja
Tipo BT

Canalización MT - Zanja Tipo
MT

PROMOTOR

MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO

DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA

1/4000

VERSIÓN

1.0

FECHA

16.10.2020

PLANO Nº

6

PLANOS

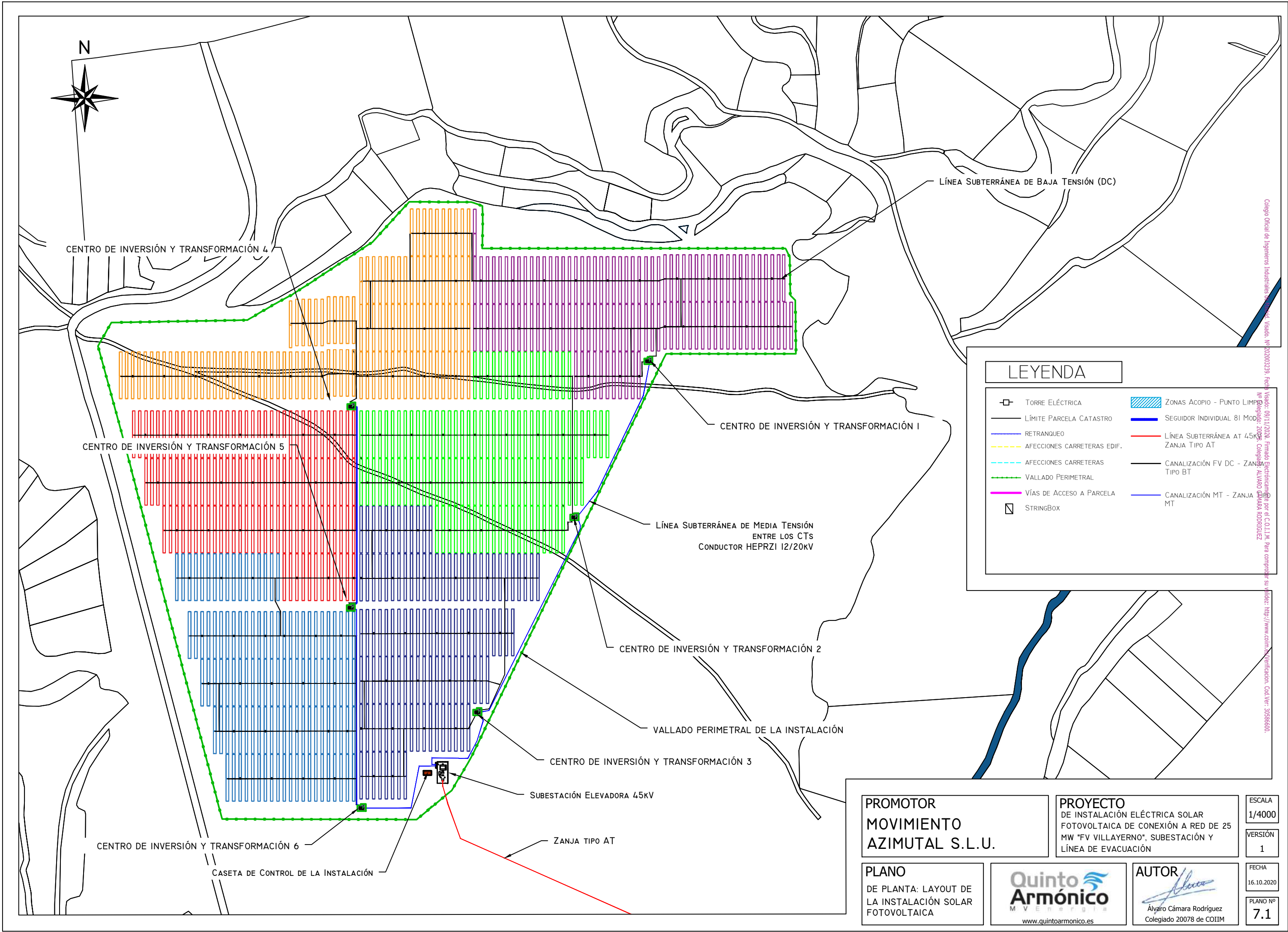
ACCESOS A OBRA, ZONAS
DE ACOPIO Y PUNTO
LIMPIO

Quinto Armónico

M V Energía
www.quintoarmonico.es

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

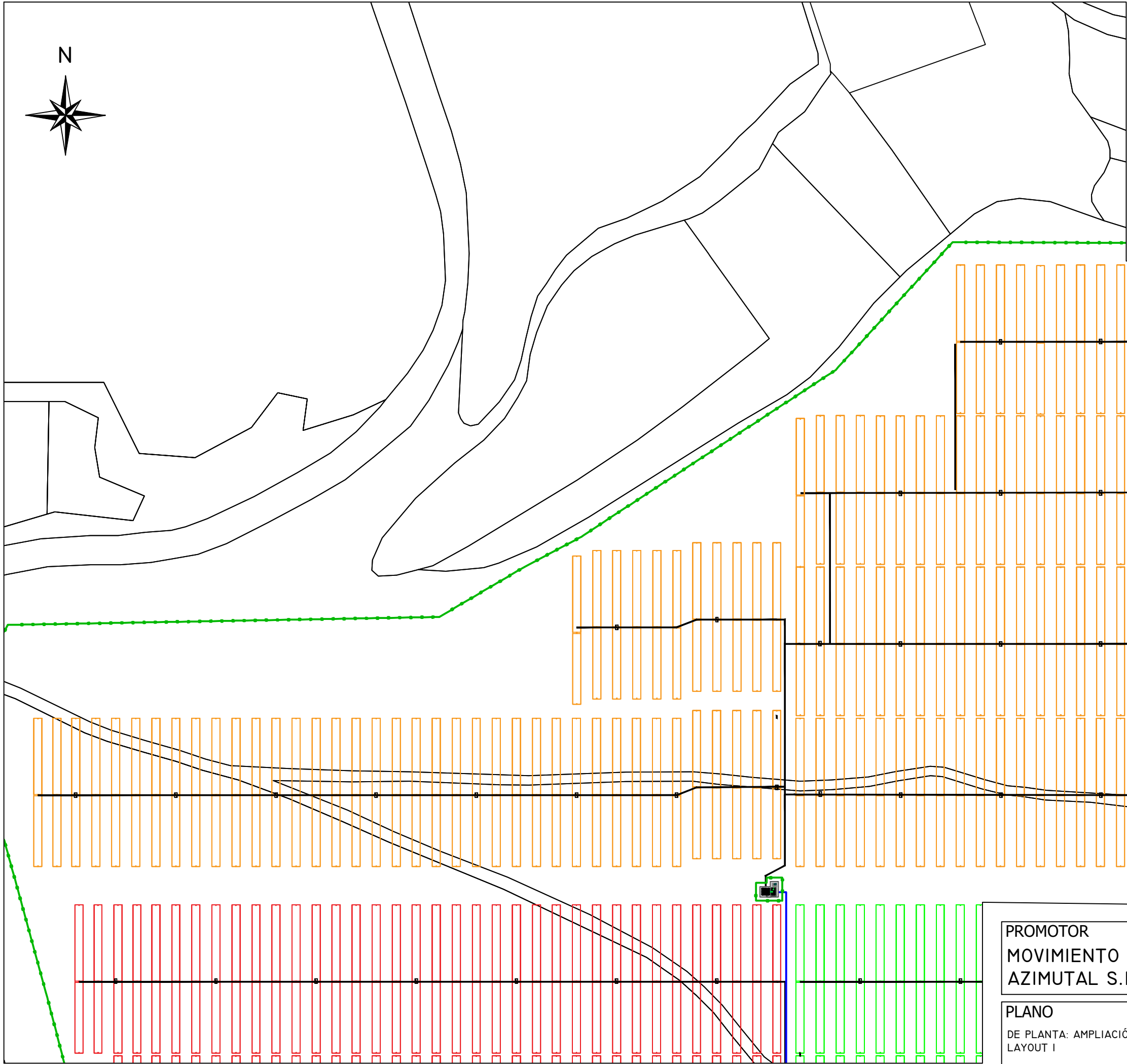
PLANO
DE PLANTA: LAYOUT DE
LA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA



AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/4000
VERSIÓN
1
FECHA
16.10.2020
PLANO N°
7.1



LEYENDA

TORRE ELÉCTRICA

LÍMITE PARCELA CATASTRO

RETRANQUEO

AFECCIONES CARRETERAS EDIF.

AFECCIONES CARRETERAS

VALLADO PERIMETRAL

VÍAS DE ACCESO A PARCELA

STRINGBOX

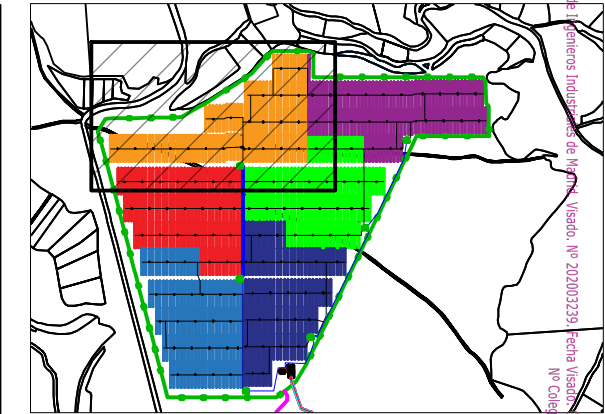
ZONAS ACOPIO - PUNTO LIMPIO

SEGUIDOR INDIVIDUAL 81 MOD.

LÍNEA SUBTERRÁNEA AT 45kV - ZANJA TIPO AT

CANALIZACIÓN FV DC - ZANJA TIPO BT

CANALIZACIÓN MT - ZANJA TIPO MT



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA: AMPLIACIÓN
LAYOUT I

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto Armónico

M V Energía

www.quintoarmonico.es

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA

1/1500

VERSIÓN

1.0

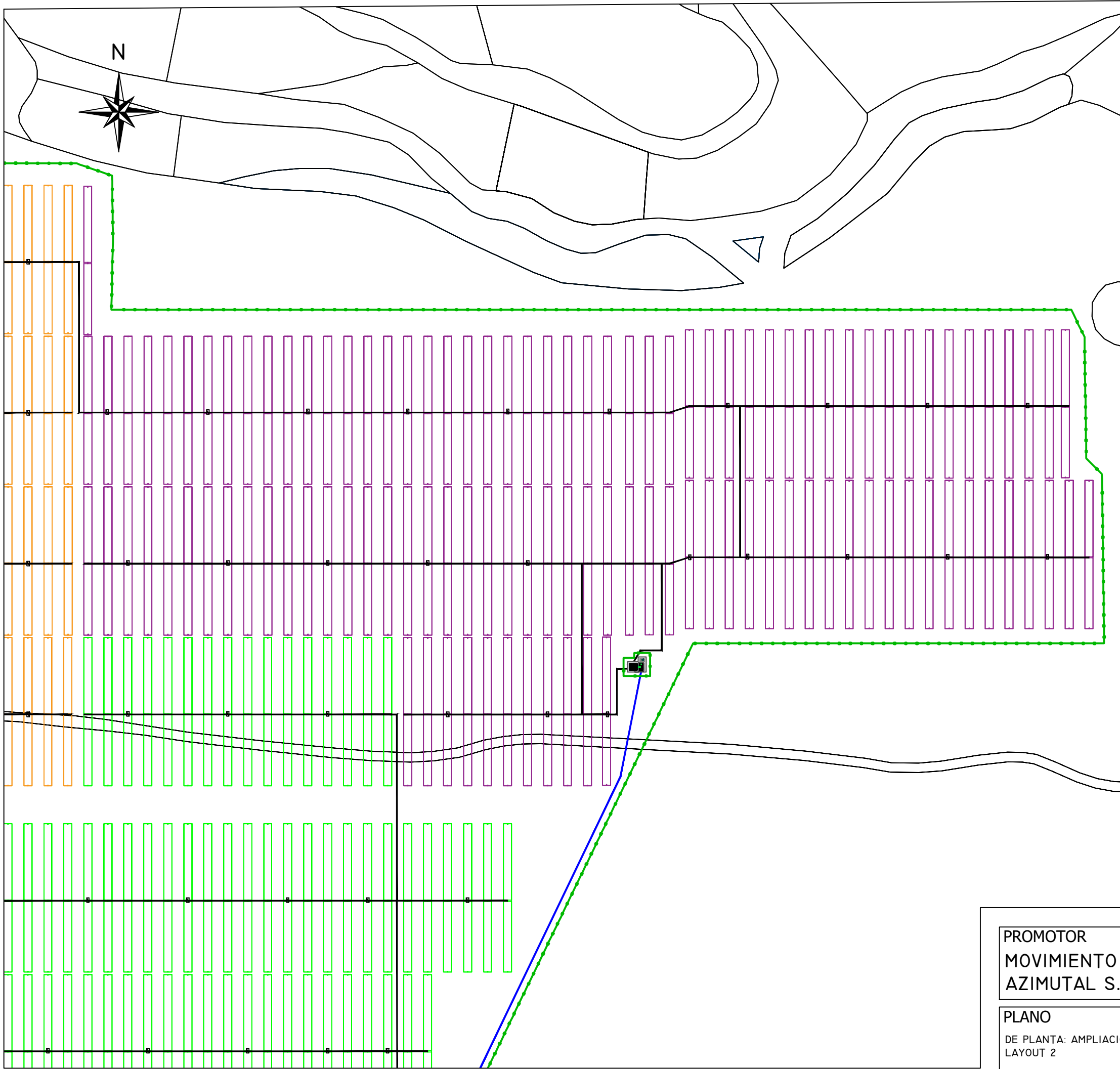
FECHA

16.10.2020

PLANO Nº

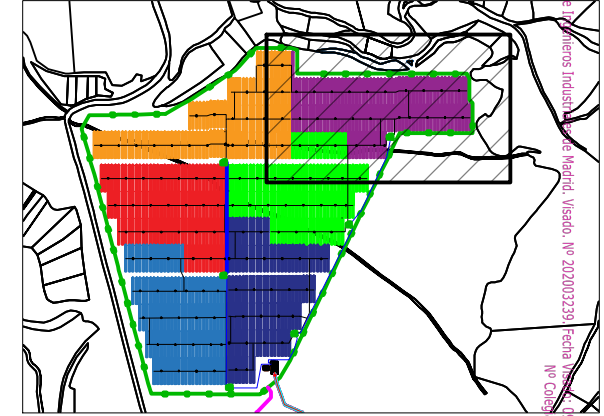
7.2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Madrid, Nº 202003239, fecha Visados 11/12/20, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para poder validar su validez, ir a: www.coiim.es/verificacion, Ref: Ver-302836001, Nº Colegiado: 20078, Colegiado: ALVARO CAMARA RODRIGUEZ



LEYENDA

- | | |
|-----------------------------|---|
| TORRE ELÉCTRICA | ZONAS ACOPIO - PUNTO LIMPIO |
| LÍMITE PARCELA CATASTRO | SEGUIDOR INDIVIDUAL 81 MOD. |
| RETRANQUEO | LÍNEA SUBTERRÁNEA AT 45kV - ZANJA TIPO AT |
| AFECCIONES CARRETERAS EDIF. | CANALIZACIÓN FV DC - ZANJA TIPO BT |
| AFECCIONES CARRETERAS | CANALIZACIÓN MT - ZANJA TIPO MT |
| VALLADO PERIMETRAL | |
| VÍAS DE ACCESO A PARCELA | |
| STRINGBOX | |



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202003293. Fecha Visado: 16/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coitm.es/verificacion>. Cód.Ver: 3986600. Nº Colegiado: 20078. Colegiado: ALVARO CÁMARA RODRÍGUEZ

PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA
1/1500

VERSIÓN
1.0

PLANO
DE PLANTA: AMPLIACIÓN
LAYOUT 2

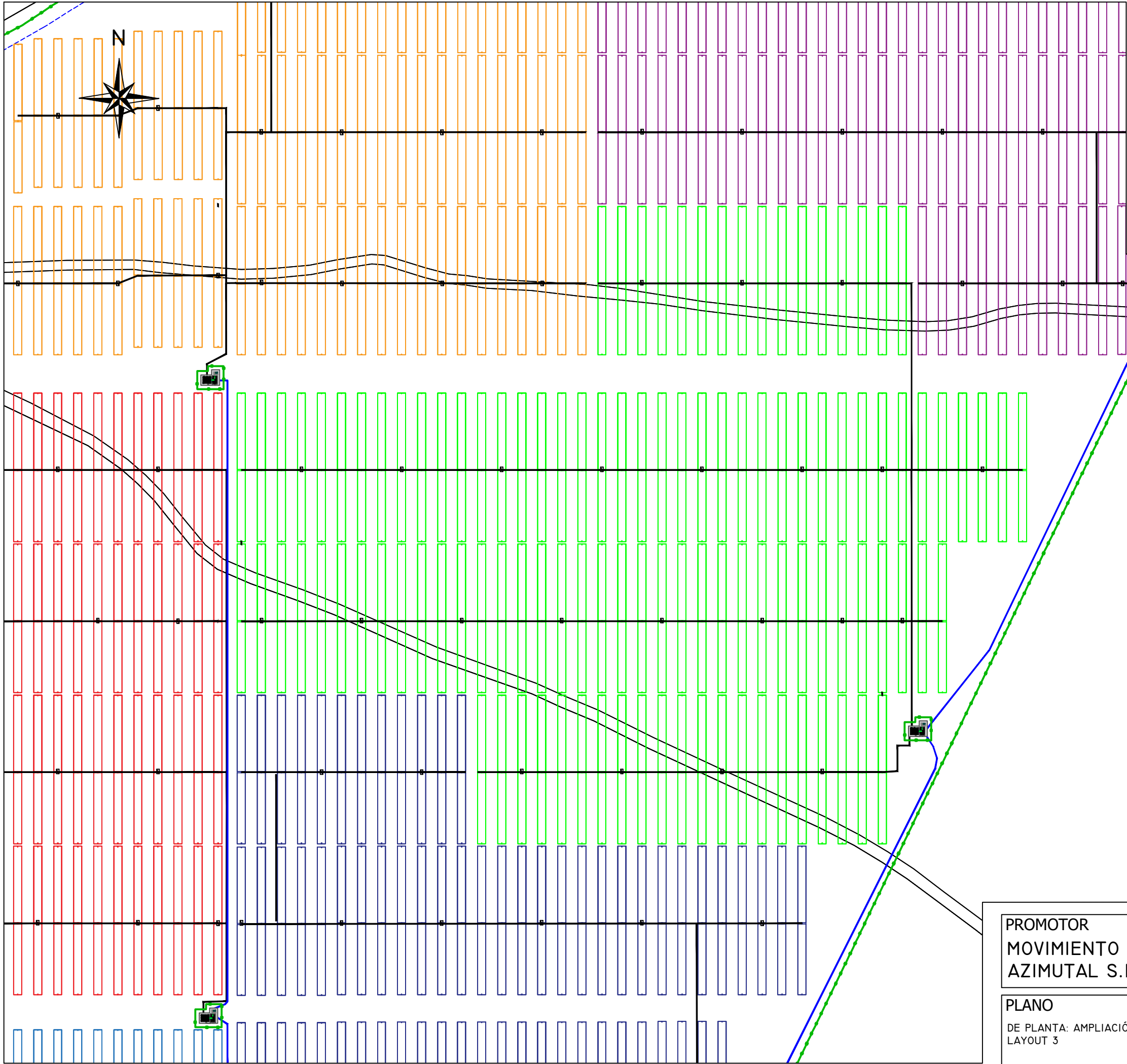
Quinto Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
7.3



LEYENDA

- | | |
|-----------------------------|---|
| TORRE ELÉCTRICA | ZONAS ACOIPO - PUNTO LIMPIO |
| LÍMITE PARCELA CATASTRO | SEGUIDOR INDIVIDUAL 81 MOD. |
| RETRANQUEO | LÍNEA SUBTERRÁNEA AT 45kV - ZANJA TIPO AT |
| AFECCIONES CARRETERAS EDIF. | CANALIZACIÓN FV DC - ZANJA TIPO BT |
| AFECCIONES CARRETERAS | CANALIZACIÓN MT - ZANJA TIPO MT |
| VALLADO PERIMETRAL | |
| VÍAS DE ACCESO A PARCELA | |
| STRINGBOX | |



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA: AMPLIACIÓN
LAYOUT 3

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V E R A R G I A
www.quintoarmonico.es

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

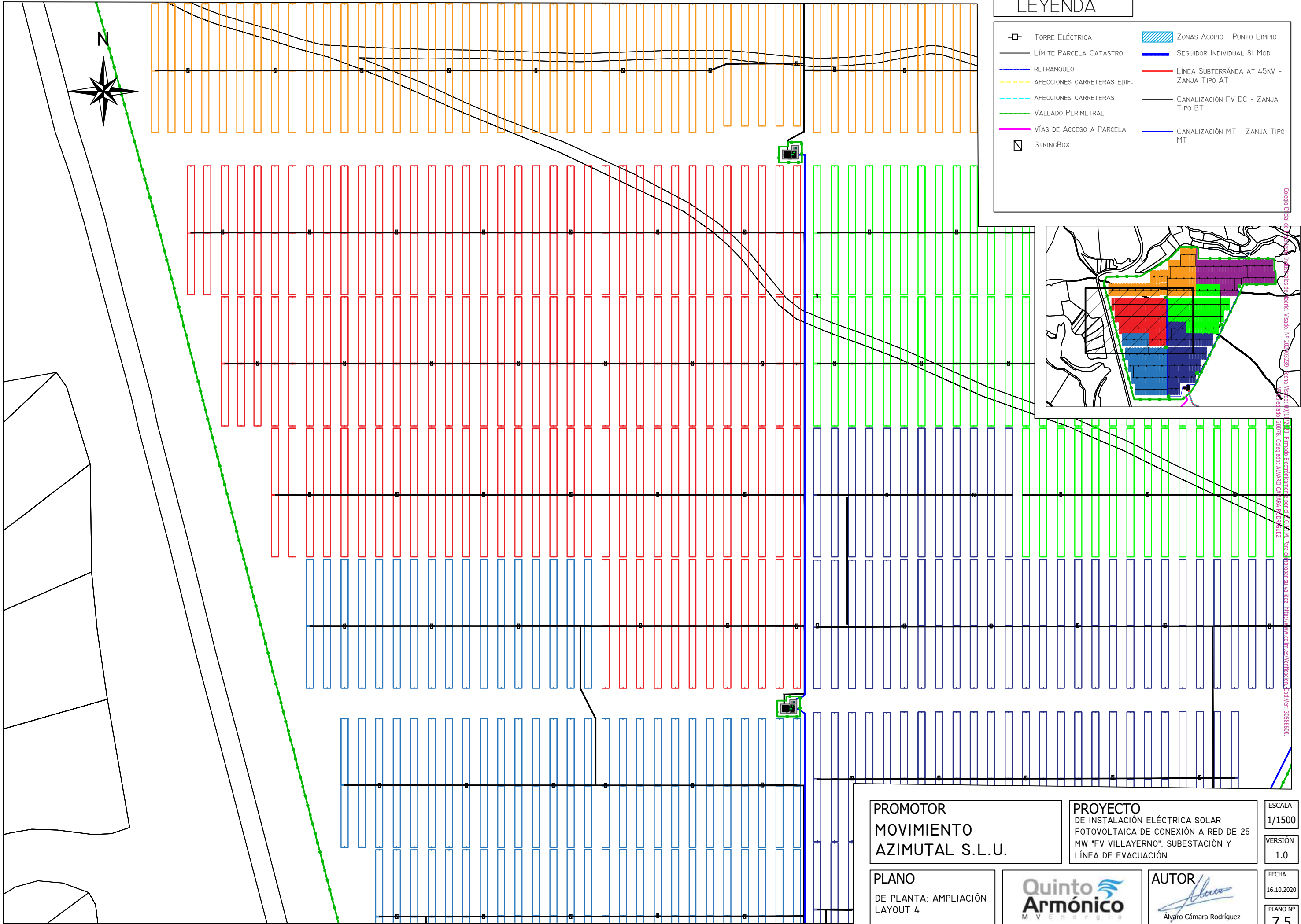
ESCALA
1/1500

VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
7.4

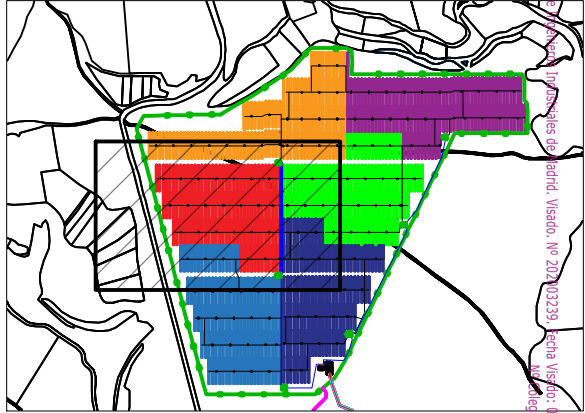
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, Nº 202003283, fecha: 09/11/2020, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>, Cód.Ver: 3056600.



LEYENDA

TORRE ELÉCTRICA

LÍMITE PARCELA CATASTRO

RETRANQUEOZONAS ACOPIO - PUNTO LIMPIO

PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA
1/1500

VERSIÓN
1.0

PLANO
DE PLANTA: AMPLIACIÓN
LAYOUT 4

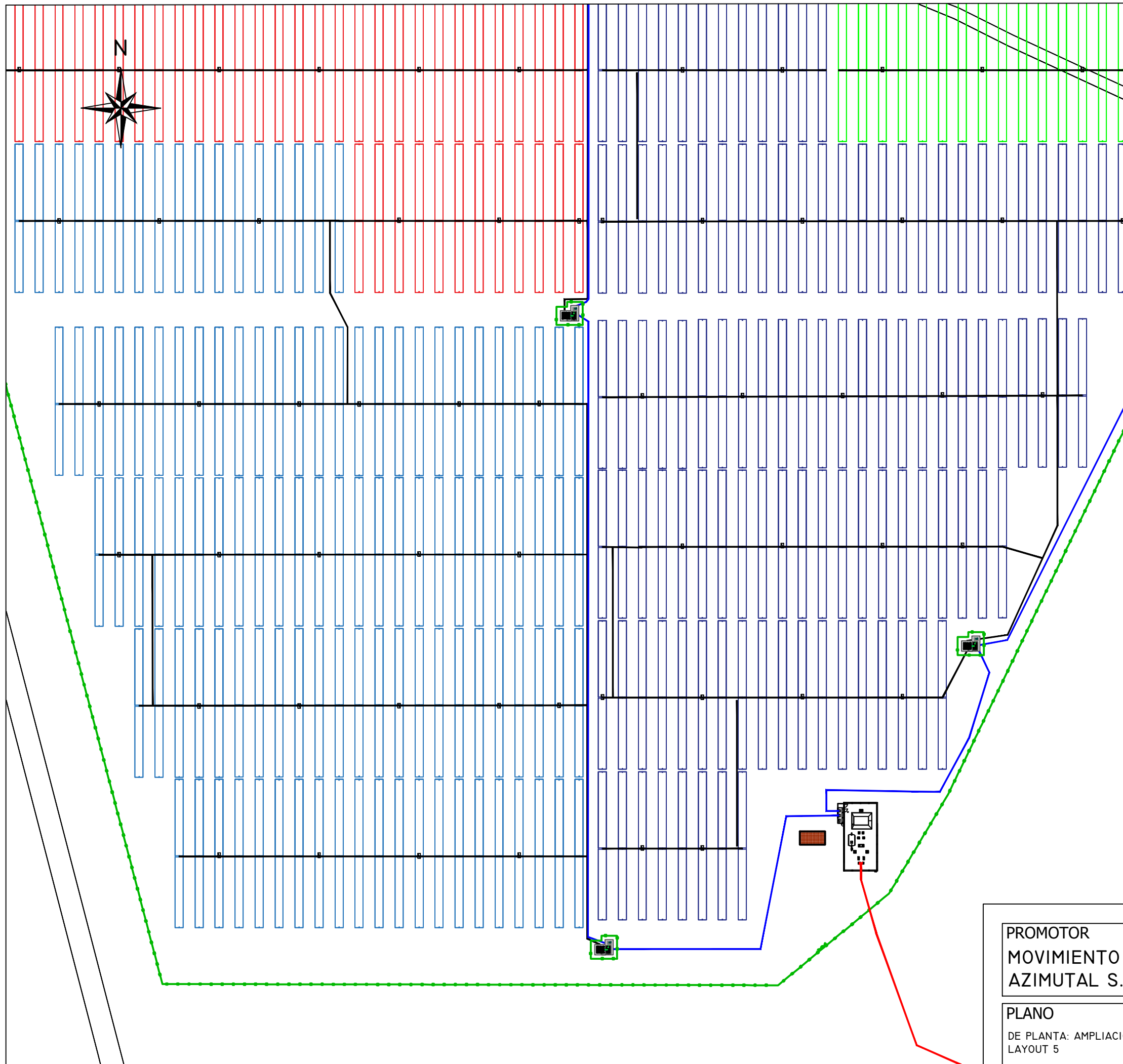


AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

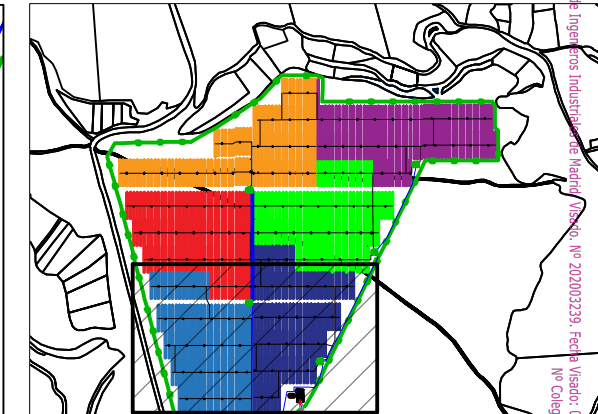
FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
7.5



LEYENDA

- | | |
|-----------------------------|---|
| TORRE ELÉCTRICA | ZONAS ACOPIO - PUNTO LIMPIO |
| LÍMITE PARCELA CATASTRO | SEGUIDOR INDIVIDUAL 81 MOD. |
| RETRANQUEO | LÍNEA SUBTERRÁNEA AT 45kV - ZANJA TIPO AT |
| AFECCIONES CARRETERAS EDIF. | CANALIZACIÓN FV DC - ZANJA TIPO BT |
| AFECCIONES CARRETERAS | CANALIZACIÓN MT - ZANJA TIPO MT |
| VALLADO PERIMETRAL | |
| VÍAS DE ACCESO A PARCELA | |
| STRINGBOX | |



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA: AMPLIACIÓN
LAYOUT 5

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
1/1500

VERSIÓN
1.0

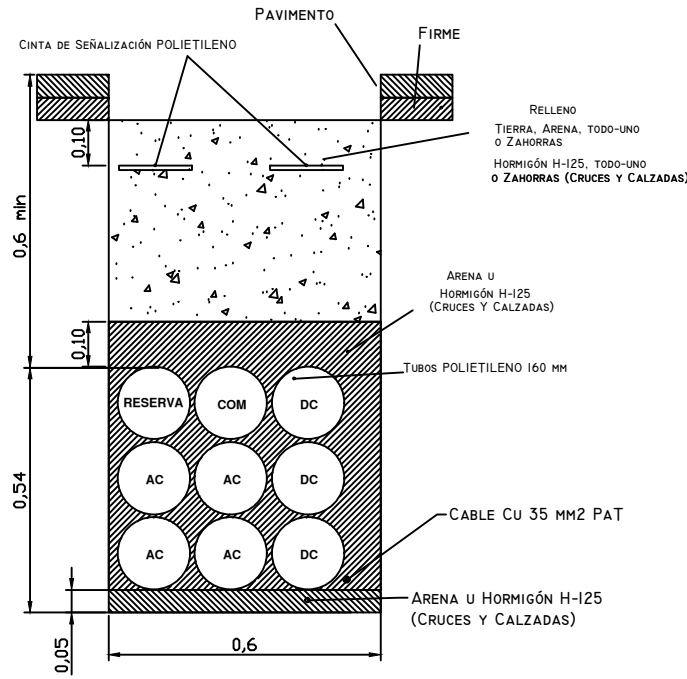
FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
7.6

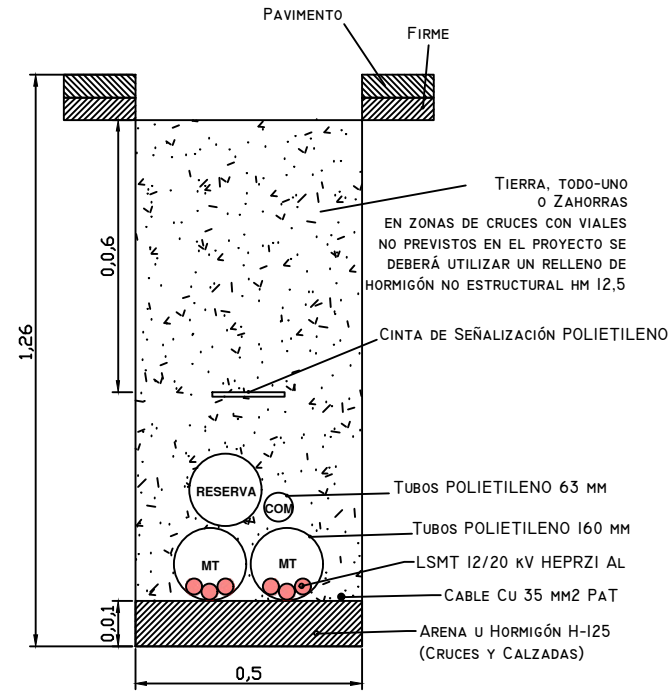
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales Madrid, Visado: Nº 202003239, Fecha Visado: 09/11/2020, Firmado Electrónicamente por el COIIM. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver.: 3056600.
Nº Colegiado: 20078, Colegiado: ALVARO CAMARA RODRIGUEZ

DETALLE ZANJAS [S/E]

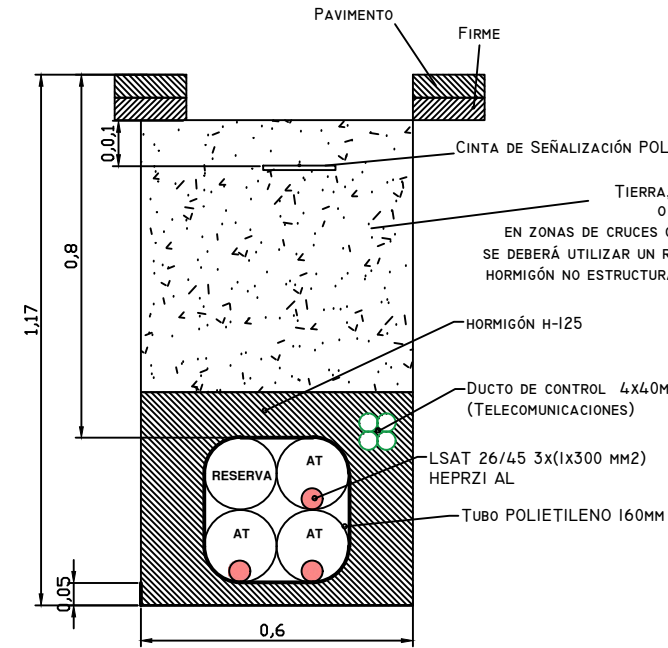
DETALLE DE ZANJA TIPO BT



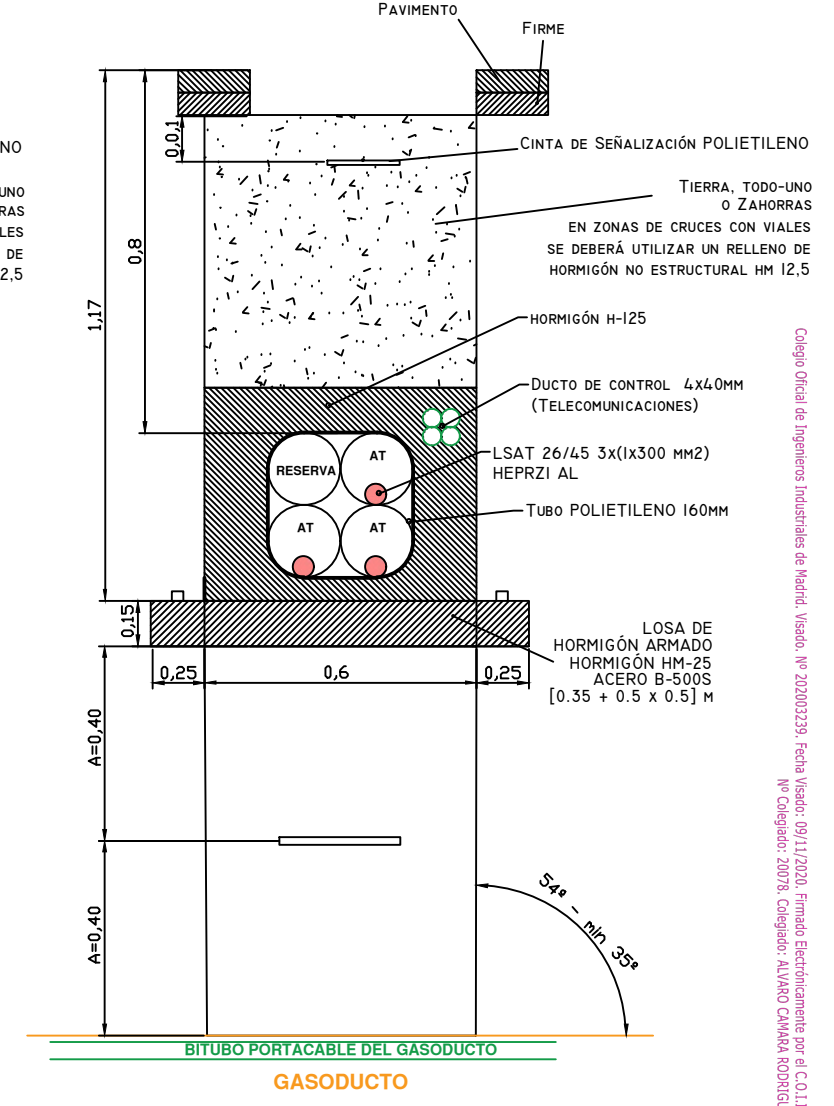
DETALLE DE ZANJA TIPO MT



DETALLE DE ZANJA TIPO AT

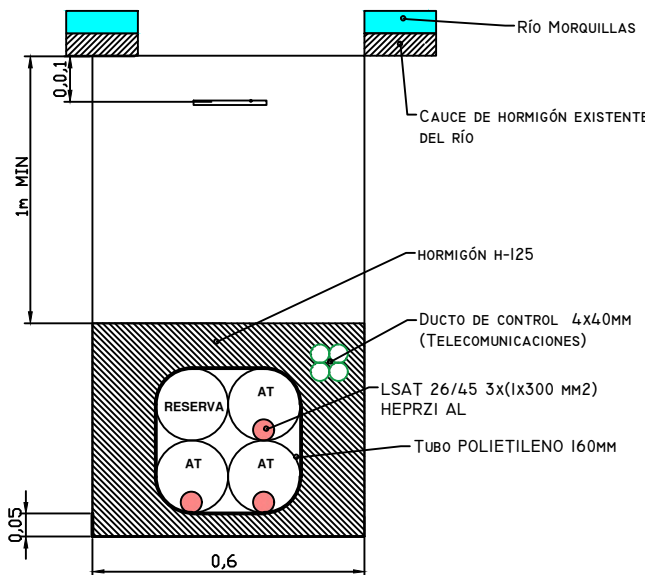


DETALLE DE ZANJA PARA CRUCE GASEODUCTO

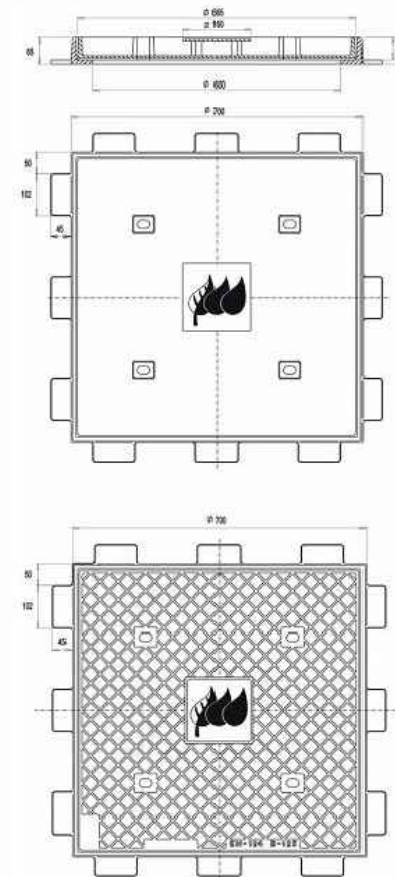
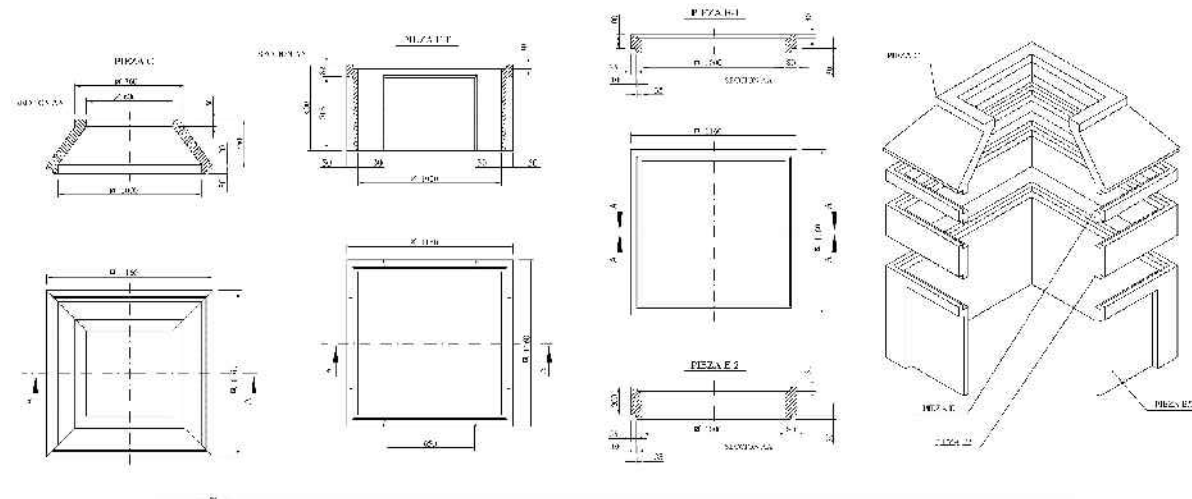


DETALLE DE ZANJA PARA CRUCE RÍO MORQUILLAS

DETALLE DE ZANJA PARA CRUCE CON RÍO MORQUILLAS



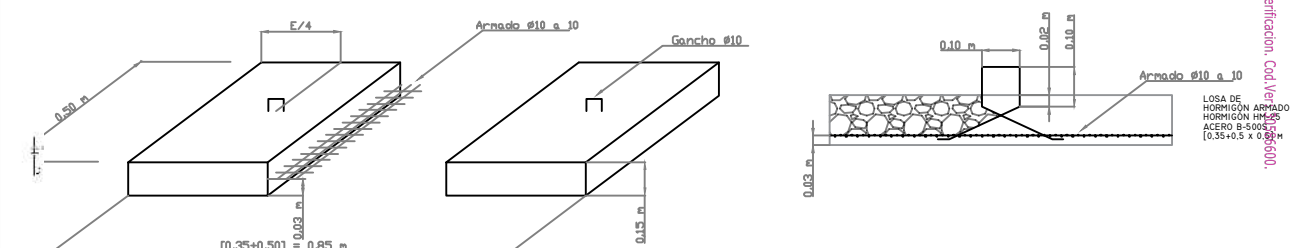
DETALLE ARQUETAS [S/E] (COTAS EN MM)



NOTAS:

- LAS COTAS ESTÁN INDICADAS EN METROS.
- EN LAS CANALIZACIONES TIPO BT SE DISPONDRÁ DE UN TUBO DE 160MM POR CADA LÍNEA DE SALIDA DE INVERSOR + UN TUBO DE 160MM PARA LAS SERIES A CANALIZAR DE UN MISMO INVERSOR + UN TUBO PARA TELECOMUNICACIONES + UN TUBO DE RESERVA DE 160MM EN TODAS LAS ZANJAS.

SECCIÓN - DETALLE DEL ARMADO [S/E]



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE DETALLE DE ZANJAS
Y ARQUETAS

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

Quinto Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

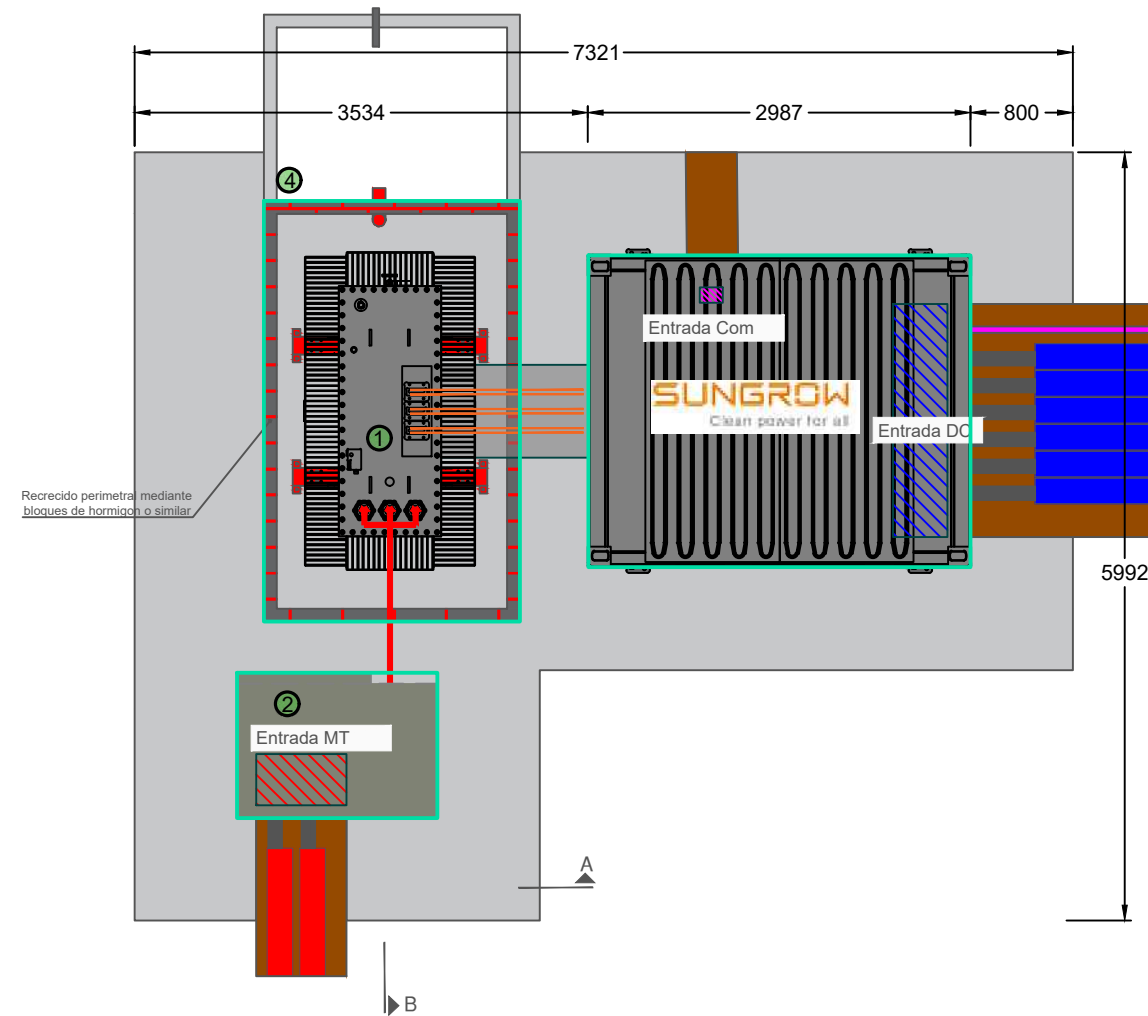
ESCALA
S/E

VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020

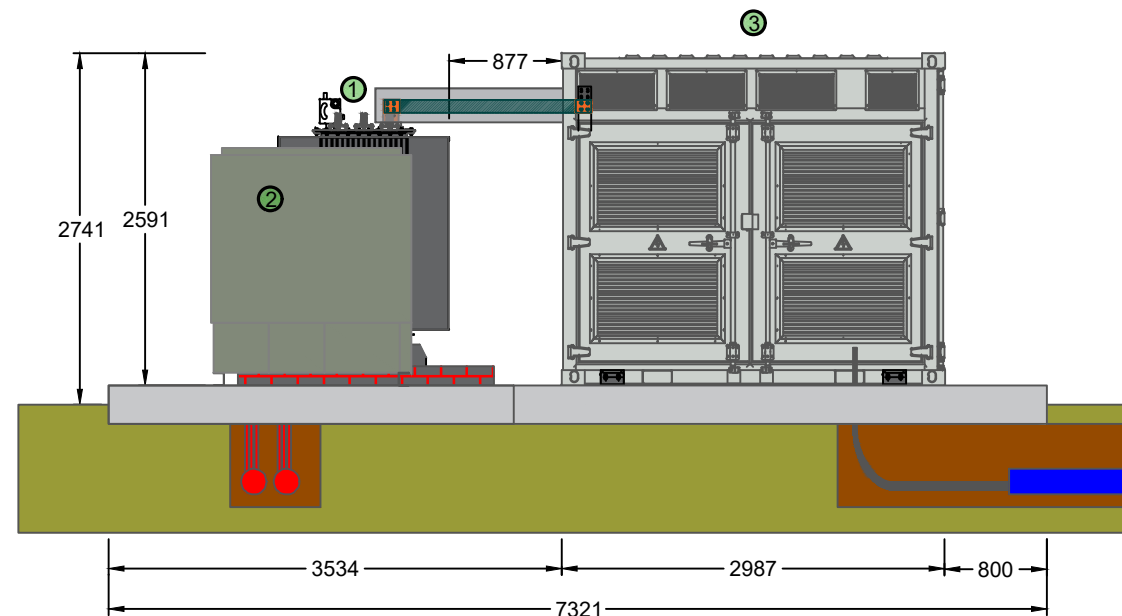
PLANO Nº
8

PLANTA

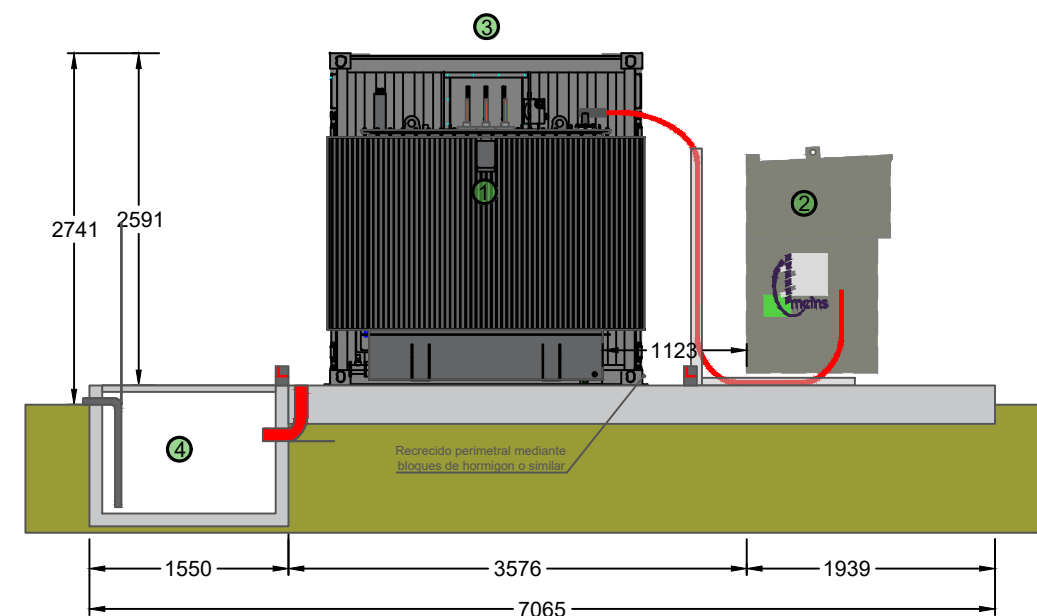


LEYENDA	
1	Transformador 3,6 MVA
2	Celdas MT 24 KV
3	Inversor Sungrow SG3400HV
4	Deposito recogida aceite
5	

SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

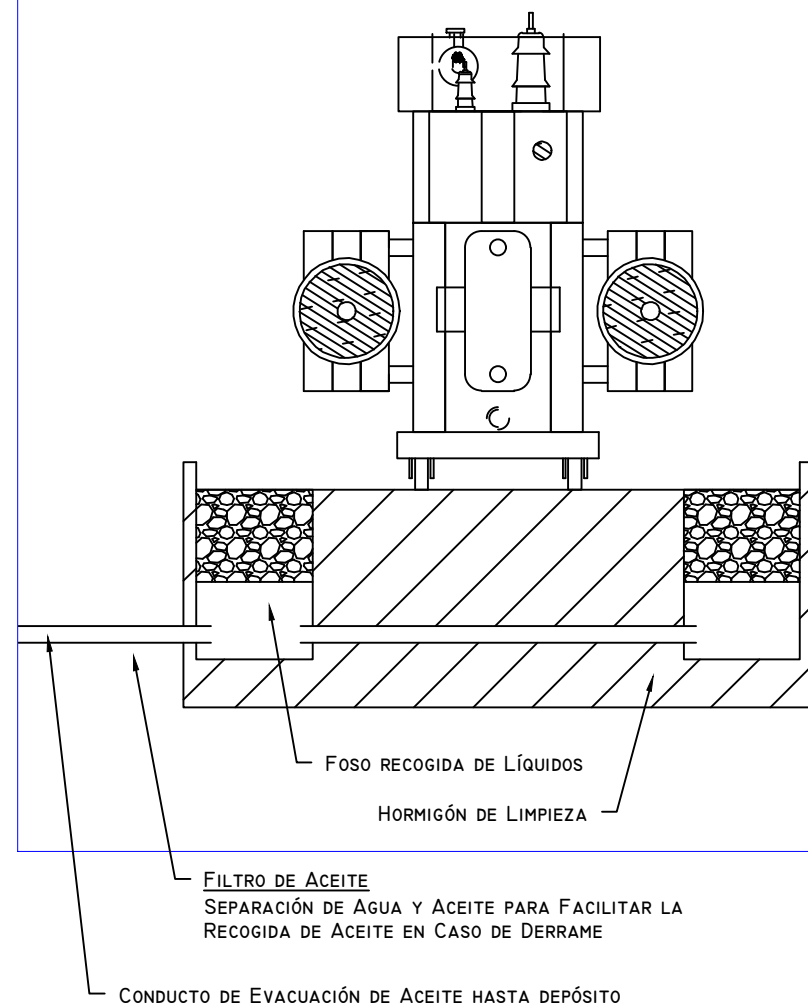
PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

PLANO
DE PLANTA Y DETALLE:
ESTACIONES DE
INVERSIÓN

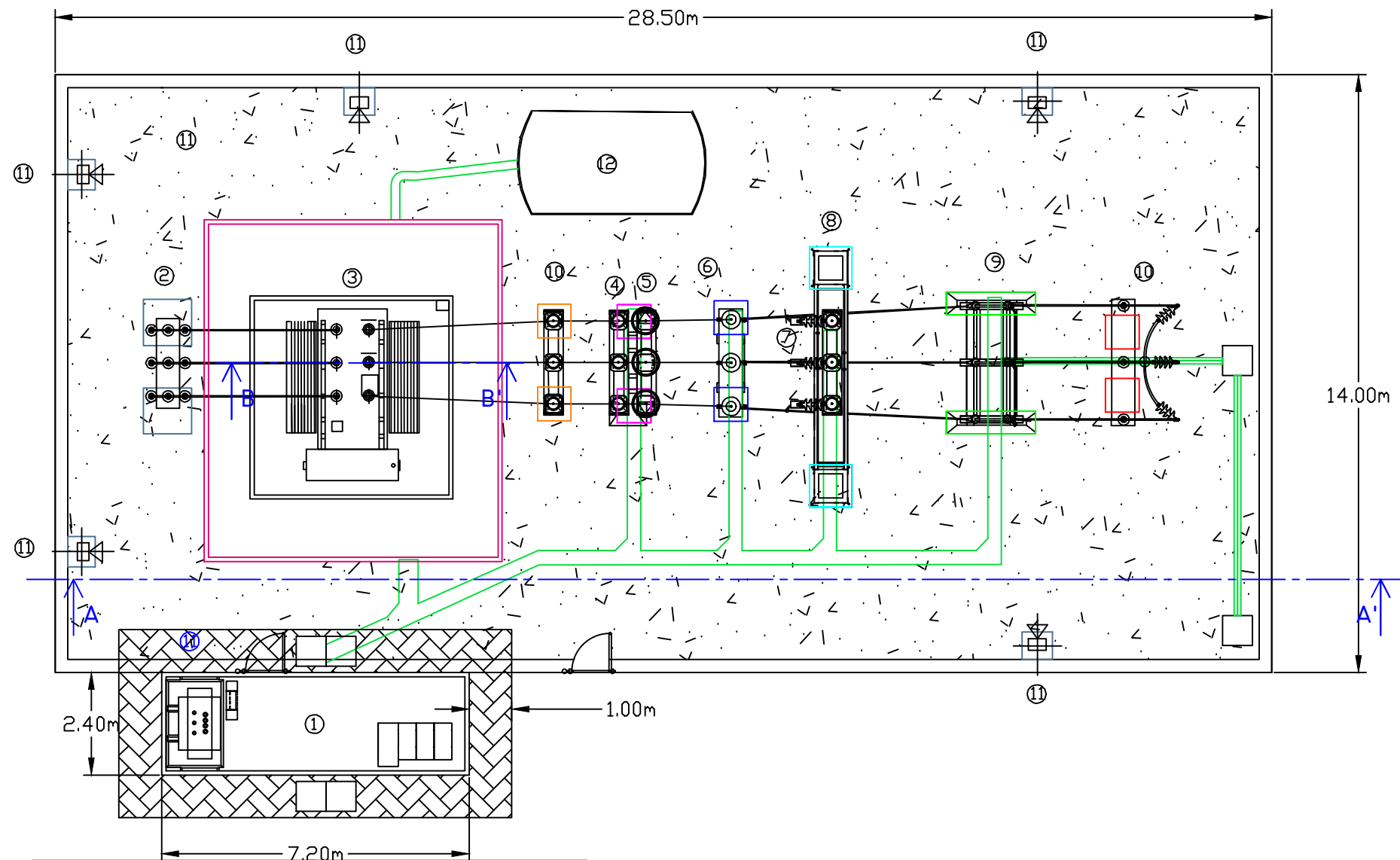
Quinto
Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

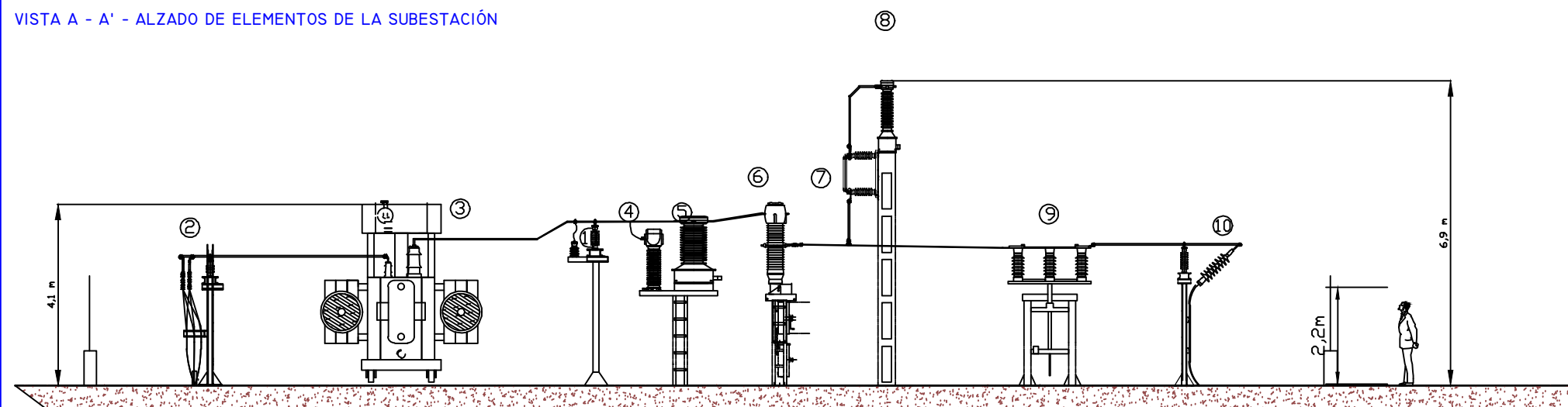
VISTA B - B' - DETALLE CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR



- ZAPATAS AISLADORES Y AUTOVÁLVULAS 45 KV
- ZAPATAS SECCIONADOR
- ZAPATAS PÓRTICO TTS
- ZAPATA INTERRUPTOR
- ZAPATA TTS Y TIS
- ZAPATAS AUTOVÁLVULAS 45 KV
- ZAPATA TRANSFORMAOR DE POTENCIA
- ZAPATAS AUTOVÁLVULAS + AISLADORES 20 KV
- ZAPATAS ALUMBRADO EXTERIOR
- CANALIZACIONES



VISTA A - A' - ALZADO DE ELEMENTOS DE LA SUBESTACIÓN



- ① EDIFICIO DE CONTROL - CUADROS DE BAJA TENSIÓN A Y B
- ② JUEGO DE BOTELLAS TERMINALES
- ③ TRANSFORMADOR 20/45KV
- ④ TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD MEDIDA
- ⑤ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PROTECCIÓN
- ⑥ INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 52KV I250 A

- ⑦ FUSIBLES DE PROTECCIÓN
- ⑧ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN PROTECCIÓN
- ⑨ SECCIONADOR TRIPOLAR 52KV 630A CON PAT
- ⑩ JUEGO DE AUTOVÁLVULAS 45 KV / 10 kA
- ⑪ PROYECTOR ESTANCO LED 60W (SUELO)
- ⑫ DEPÓSITO RECOGIDA DE ACEITE

PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA Y DETALLE:
DE LOS ELEMENTOS DE
LA SUBESTACIÓN 20/45KV

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

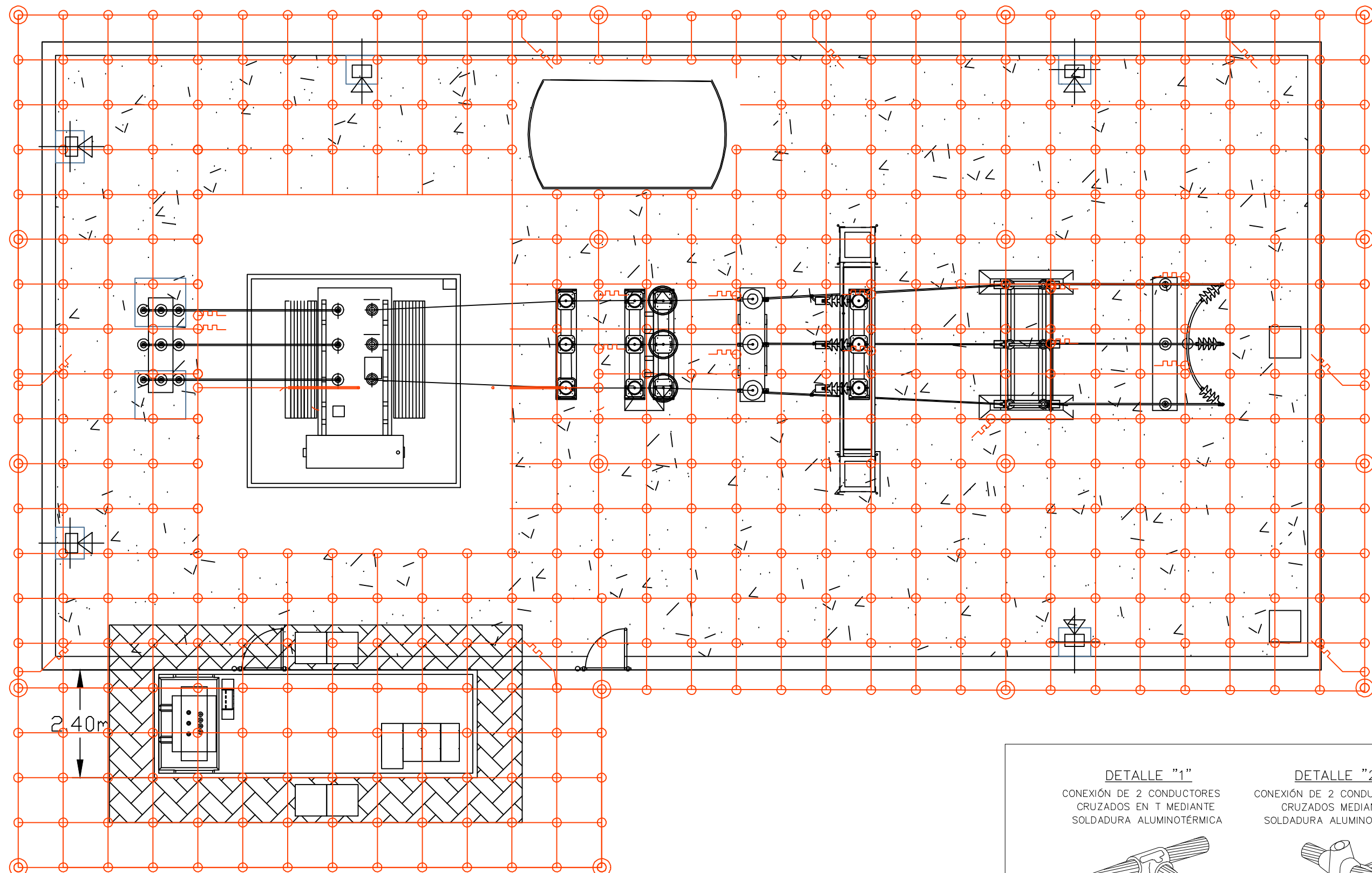
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020

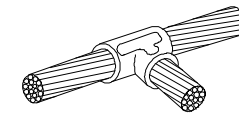
PLANO Nº
10.1



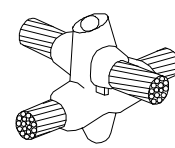
LEYENDA

-  CABLE DE MALLA DE TIERRA CU DESNUDO 70MM2 CENTRADO A 0,80M POR DEBAJO DE COTA DE EXPLANACIÓN
-  PICA BIMETÁLICA PAT 14MM L=2M. PARARRAYOS CONECTADO A TIERRA A TRAVÉS DE PICA CONECTADA A MALLA
-  SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

DETALLE "1"
CONEXIÓN DE 2 CONDUCTORES
CRUZADOS EN T MEDIANTE
SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



DETALLE "2"
CONEXIÓN DE 2 CONDUCTORES
CRUZADOS MEDIANTE
SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE PLANTA RED DE
TIERRAS SUBESTACIÓN

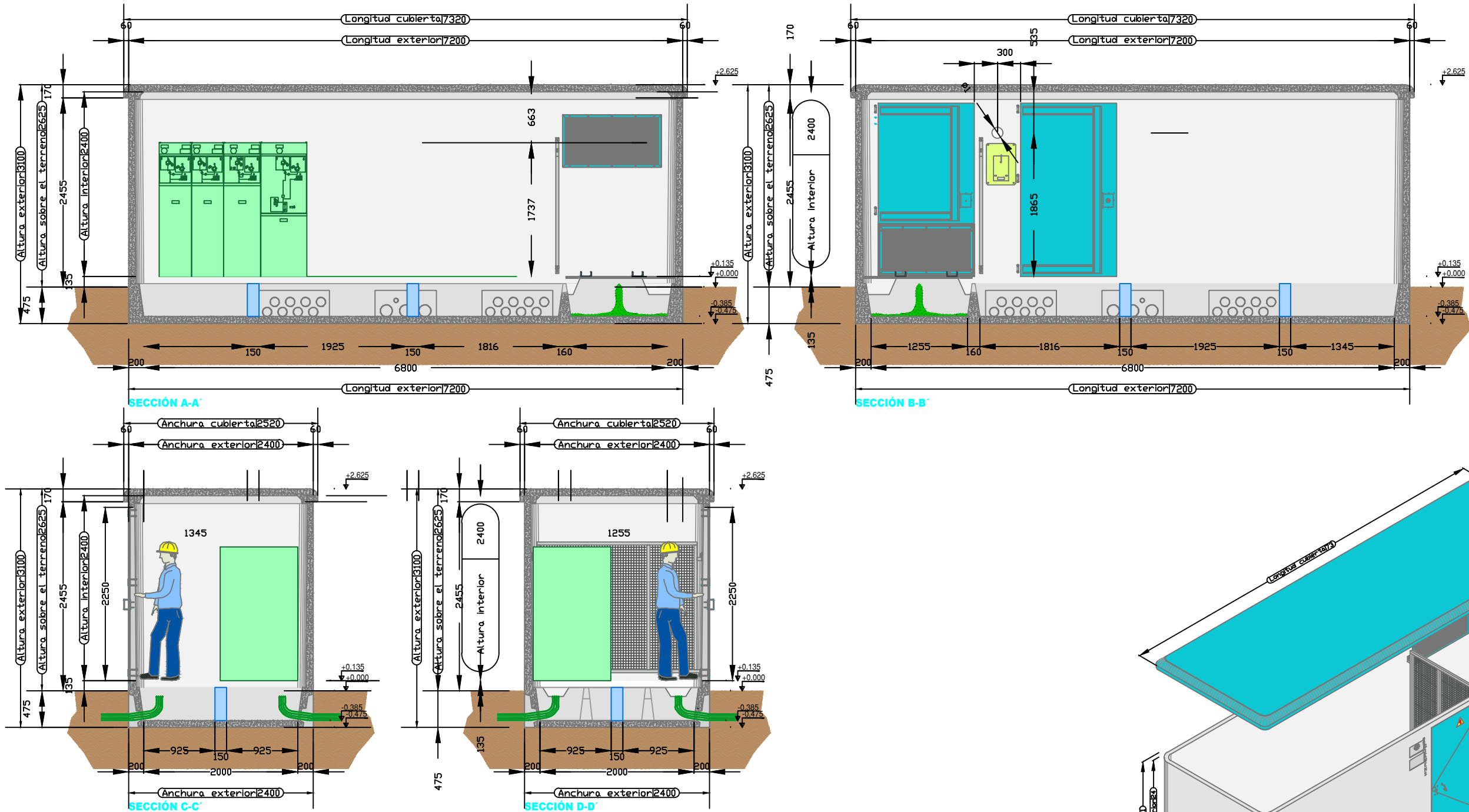
PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

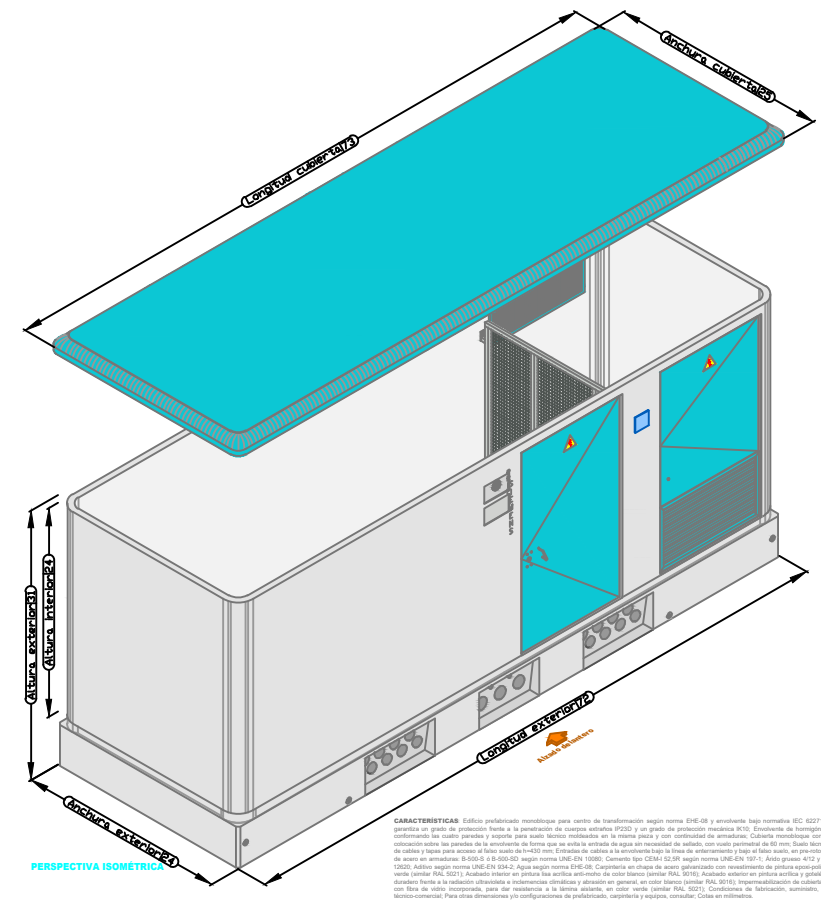
AUTOR

Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/E
VERSIÓN
1.0
FECHA
16.10.2020
PLANO Nº
10.2



CARACTERÍSTICAS: Edificio prefabricado monobloque para centro de transformación según norma EHE-08 y envolvente bajo normativa IEC 62271-202:2006; La envolvente completa garantiza un grado de protección frente a la penetración de cuerpos extraños IP23D y un grado de protección mecánica IK10; Envolvente de hormigón armado vibrado tipo HA-45/P12/IIa conformando las cuatro paredes y soporte para suelo técnico moldeados en la misma pieza y con continuidad de armaduras; Cubierta monobloque con machihembrado perimetral para su colocación sobre las paredes de la envolvente de forma que se evita la entrada de agua sin necesidad de sellado, con vuelo perimetral de 60 mm; Suelo técnico de hormigón con huecos de paso de cables y tapas para acceso al falso suelo de h=430 mm; Entradas de cables a la envolvente bajo la línea de enterramiento y bajo el falso suelo, en pre-rotos de 110 y 150 mm de diámetro; Tipo de acero en armaduras: B-500-S ó B-500-SD según norma UNE-EN 10080; Cemento tipo CEM-I 52.5R según norma UNE-EN 197-1; Árido grueso 4/12 y árido fino 0/4 según norma UNE-EN 12620; Aditivo según norma UNE-EN 934-2; Agua según norma EHE-08; Carpintería en chapa de acero galvanizado con revestimiento de pintura epoxi-poliéster polimerizada al horno, en color verde (similar RAL 5021); Acabado interior en pintura lisa acrílica anti-moho de color blanco (similar RAL 9016); Acabado exterior en pintura acrílica y gólete con un grado de protección eficaz y duradero frente a la radiación ultravioleta e inclemencias climáticas y abrasión en general, en color blanco (similar RAL 9016); Impermeabilización de cubierta mediante impermeabilizante acrílico con fibra de vidrio incorporada, para dar resistencia a la lámina aislante, en color verde (similar RAL 5021); Condiciones de fabricación, suministro, transporte y descarga según oferta técnico-comercial; Para otras dimensiones y/o configuraciones de prefabricado, carpintería y equipos, consultar; Cotas en milímetros.



CARACTERÍSTICAS: Edificio prefabricado monobloque para centro de transformación según norma EHE-08 y envolvente bajo normativa IEC 62271-202:2006. La envolvente completa garantiza un grado de protección frente a la penetración de cuerpos extraños IP23D y un grado de protección mecánica IK10. Envolvente de hormigón armado vibrado tipo HA-45/P12/IIa conformando las cuatro paredes y soporte para suelo técnico moldeados en la misma pieza y con continuidad de armaduras. Cubierta monobloque con machihembrado perimetral para su colocación sobre las paredes de la envolvente de forma que se evita la entrada de agua sin necesidad de sellado, con vuelo perimetral de 60 mm. Suelo técnico de hormigón con huecos de paso de cables y tapas para acceso al falso suelo de h=430 mm. Entradas de cables a la envolvente bajo la línea de enterramiento y bajo el falso suelo, en pre-rotos de 110 y 150 mm de diámetro. Tipo de acero en armaduras: B-500-S ó B-500-SD según norma UNE-EN 10080. Cemento tipo CEM-I 52.5R según norma UNE-EN 197-1. Árido grueso 4/12 y árido fino 0/4 según norma UNE-EN 12620. Aditivo según norma UNE-EN 934-2. Agua según norma EHE-08. Carpintería en chapa de acero galvanizado con revestimiento de pintura epoxi-poliéster polimerizada al horno, en color verde (similar RAL 5021). Acabado interior en pintura lisa acrílica anti-moho de color blanco (similar RAL 9016). Acabado exterior en pintura acrílica y gólete con un grado de protección eficaz y duradero frente a la radiación ultravioleta e inclemencias climáticas y abrasión en general, en color blanco (similar RAL 9016). Impermeabilización de cubierta mediante impermeabilizante acrílico con fibra de vidrio incorporada, para dar resistencia a la lámina aislante, en color verde (similar RAL 5021). Condiciones de fabricación, suministro, transporte y descarga según oferta técnico-comercial. Para otras dimensiones y/o configuraciones de prefabricado, carpintería y equipos, consultar. Cotas en milímetros.

PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
DE DETALLE: EDIFICIO DE
SUBESTACIÓN

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

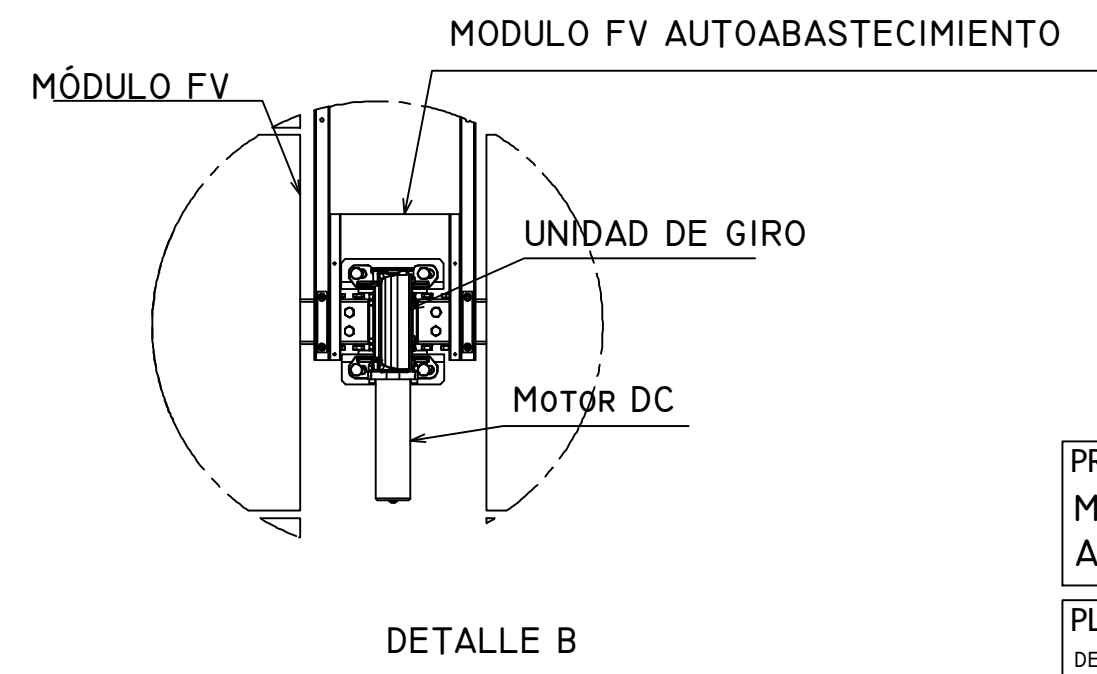
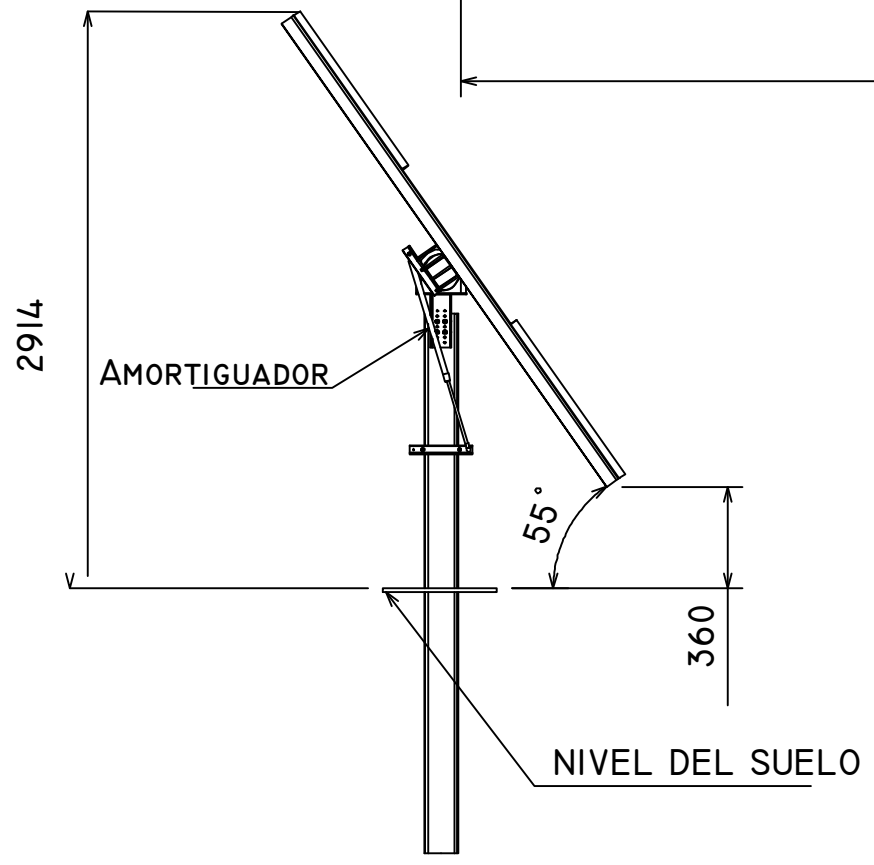
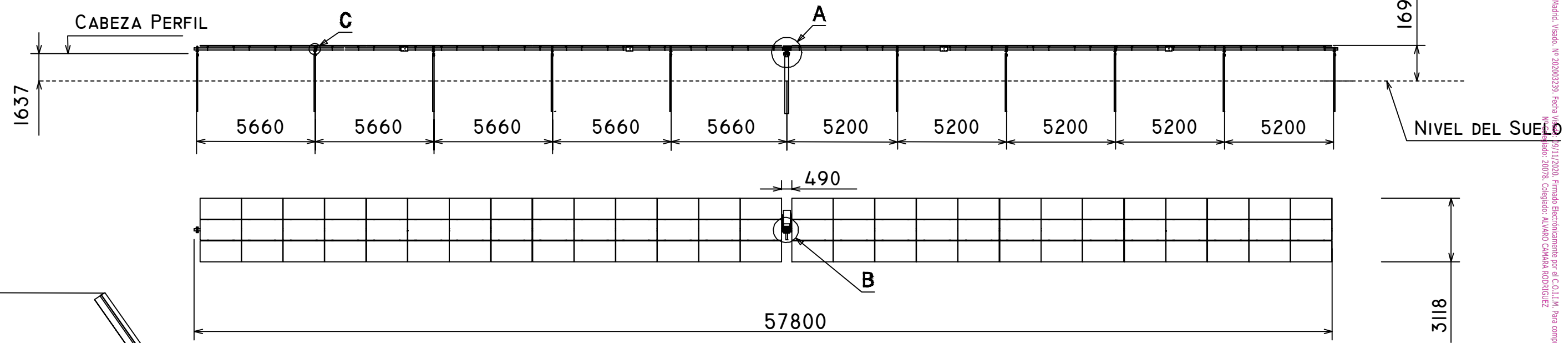
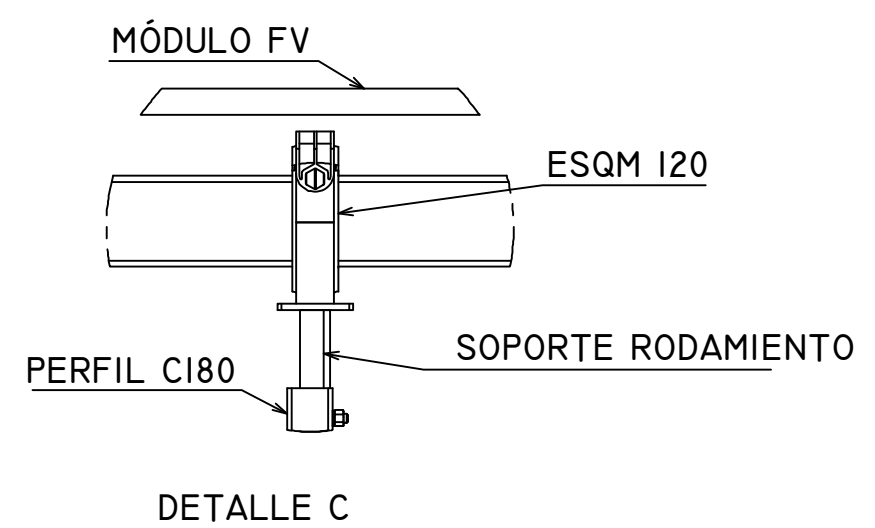
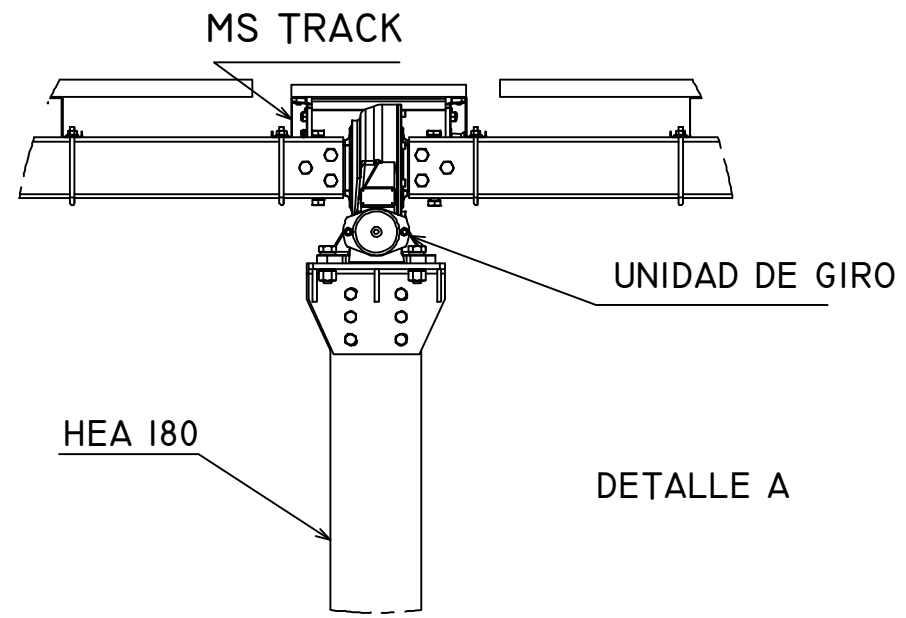
Quinto
Armónico
M V ENERGÍA
www.quintoarmonico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

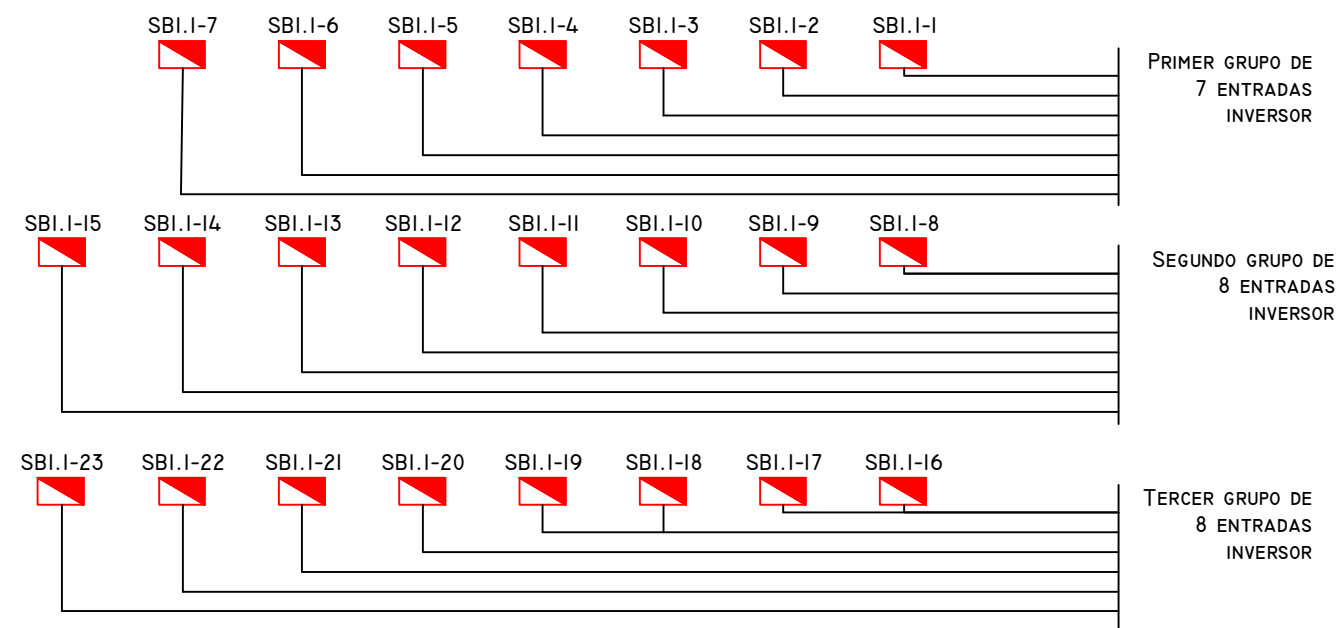
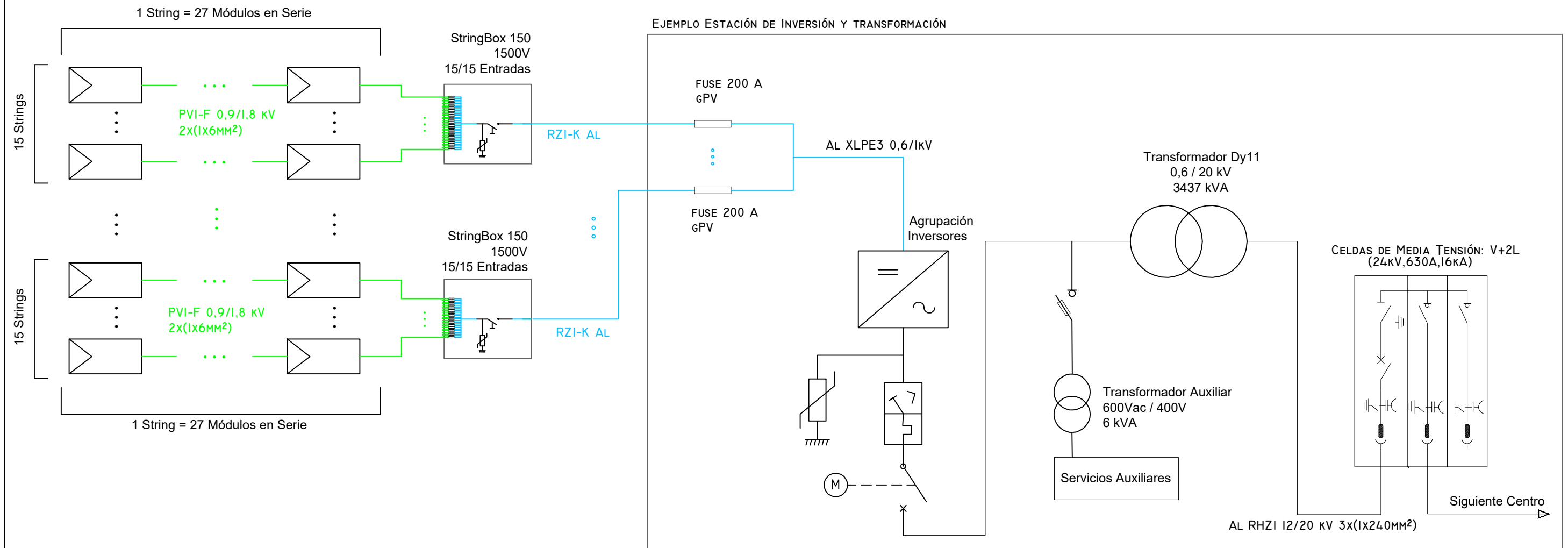
ESCALA
S/E
VERSIÓN
1.0

FECHA
16.10.2020
PLANO Nº
10.3

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202003239, Fecha Visado: 09/11/2020. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: <http://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver.: 30586600.



PROMOTOR MOVIMIENTO AZIMUTAL S.L.U.	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25 MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y LÍNEA DE EVACUACIÓN	ESCALA S/E
		VERSIÓN 1.0
PLANO DE DETALLE DE SEGUIDOR SOLAR FOTOVOLTAICO	 www.quintoarmonico.es	FECHA 16.10.2020
		PLANOS Nº 12
AUTOR  Álvaro Cámara Rodríguez Colegiado 20078 de COIIM		



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

PLANO
DE ESQUEMA UNIFILAR
DE PARTE DE CORRIENTE
CONTINUA

Quinto
Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

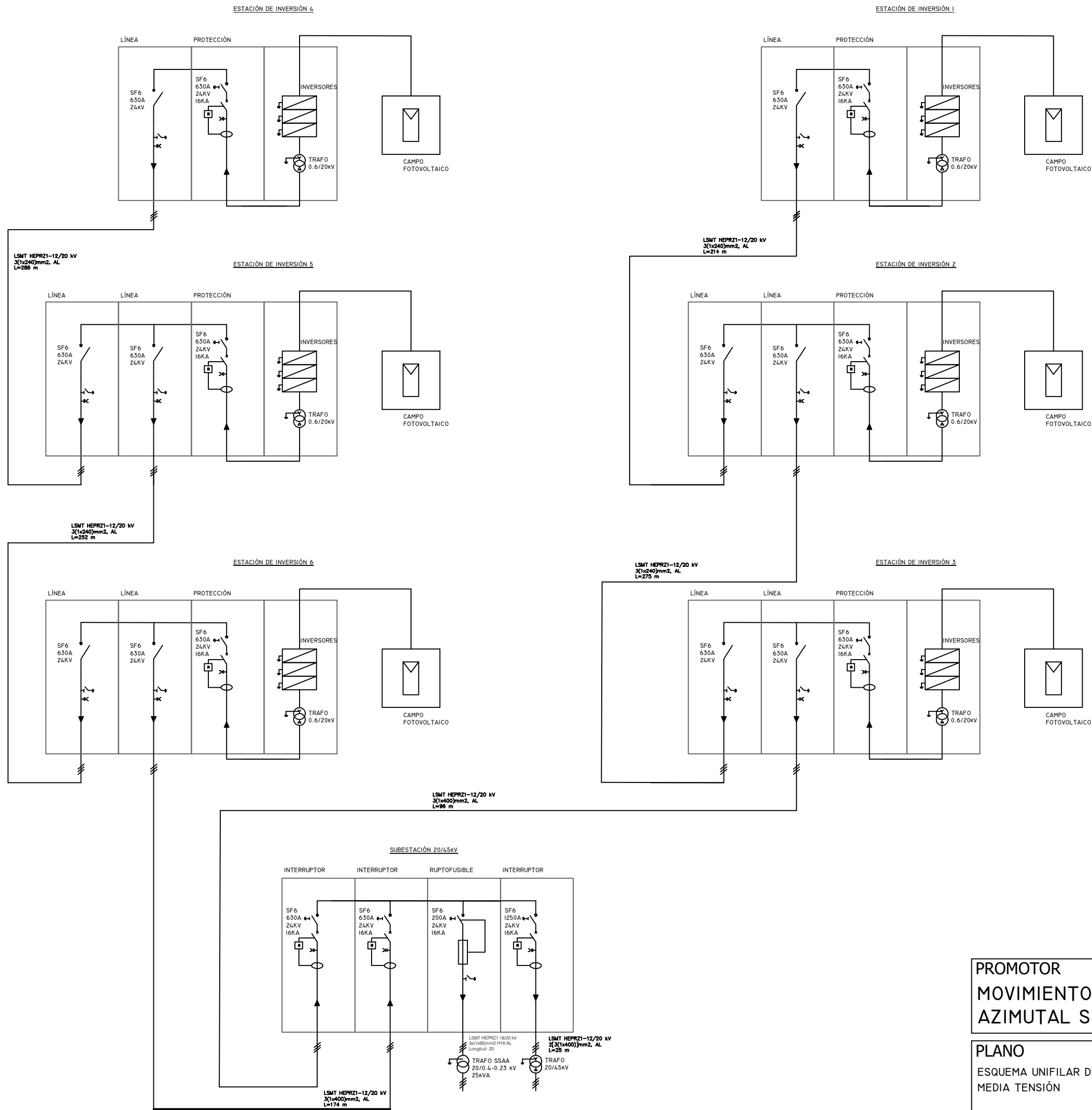
AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
13



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

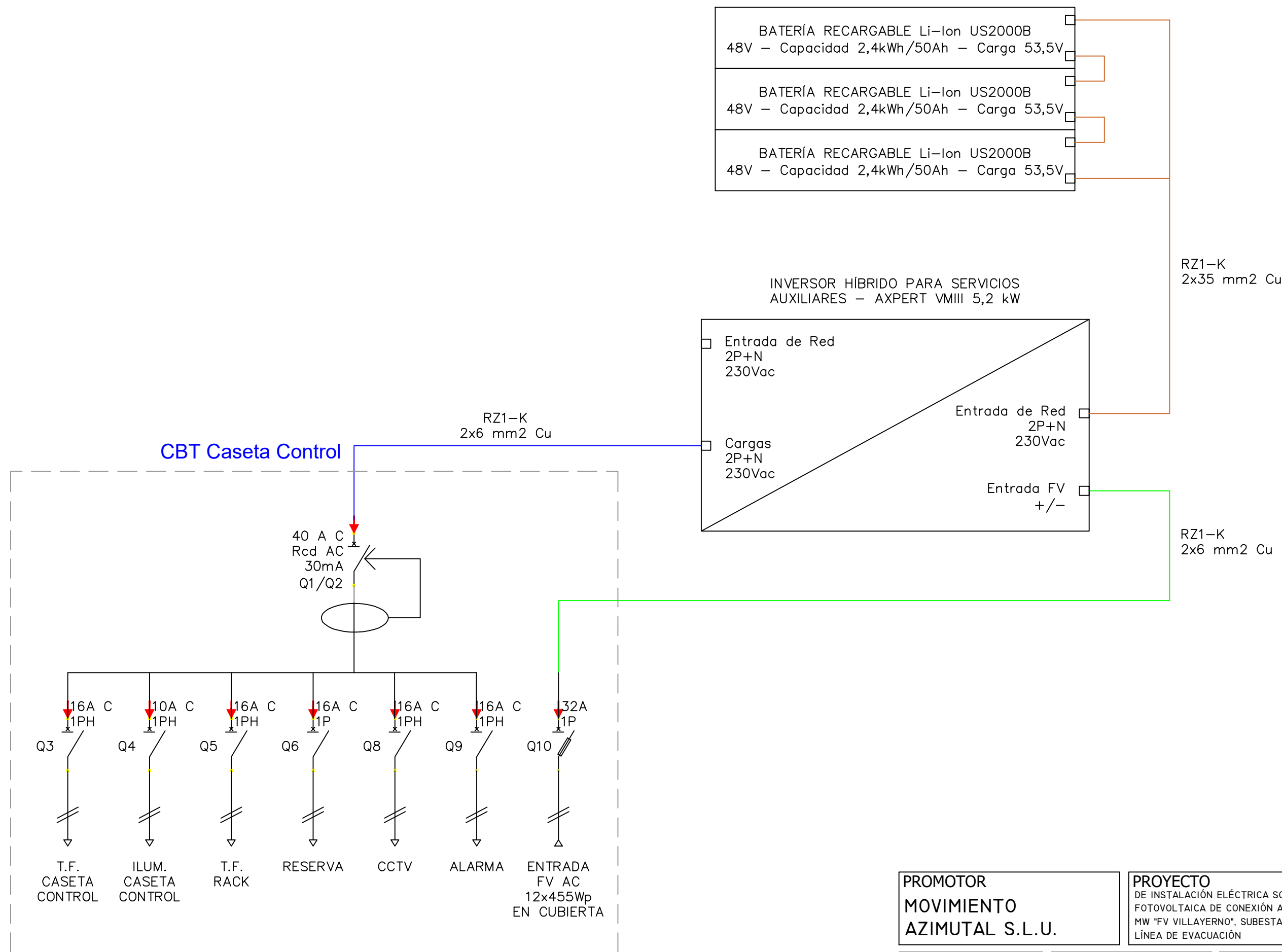
PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DE
MEDIA TENSIÓN

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/E
VERSIÓN
1
FECHA
16.10.2020
PLANO Nº
14



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1

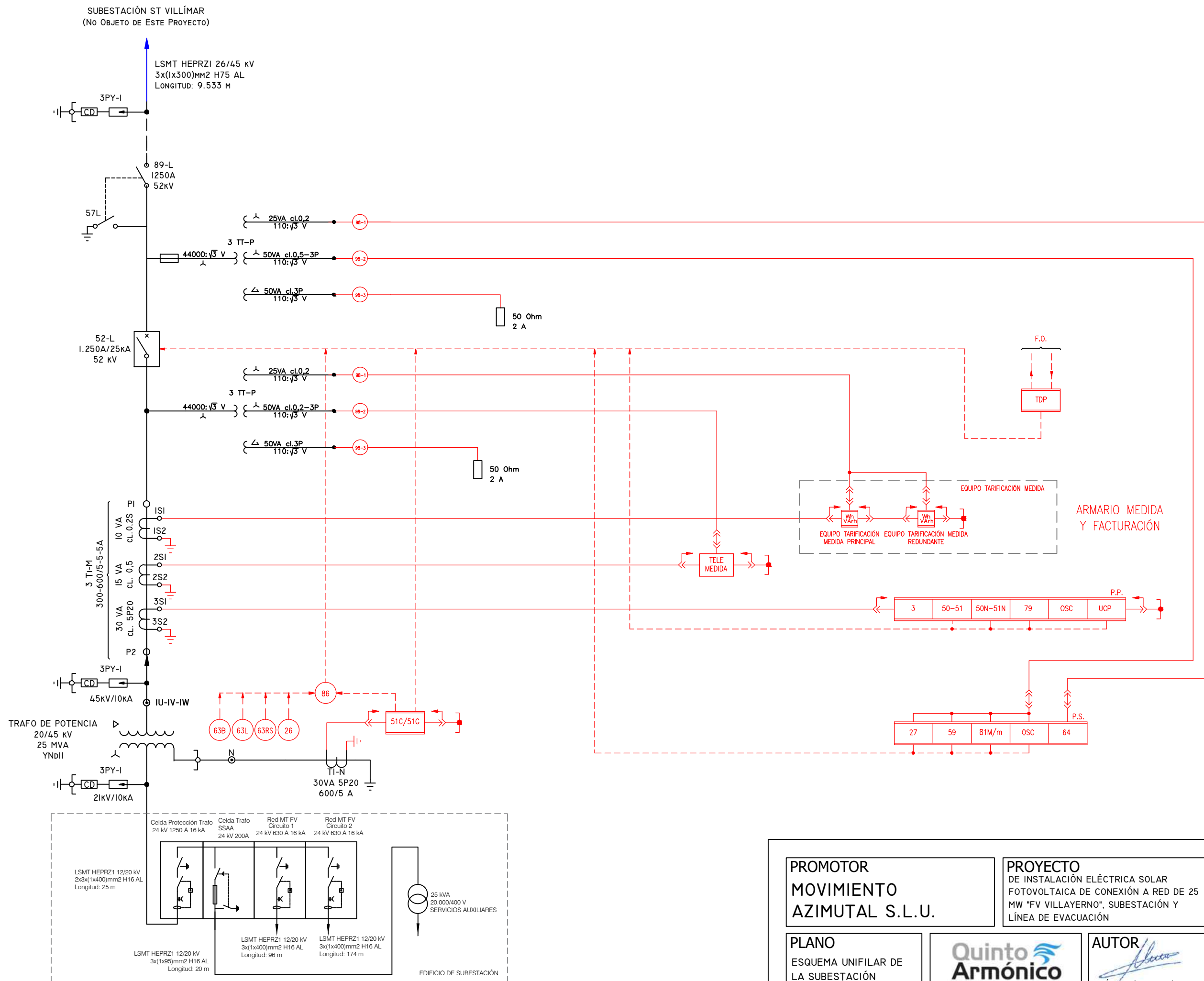
PLANO
ESQUEMA UNIFILAR
SERVICIOS AUXILIARES
CASETA DE CONTROL

Quinto Armónico
M V Energía
www.quintoarmonico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
15



PROMOTOR
MOVIMIENTO
AZIMUTAL S.L.U.

PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DE
LA SUBESTACIÓN

PROYECTO
DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SOLAR
FOTVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 25
MW "FV VILLAYERNO", SUBESTACIÓN Y
LÍNEA DE EVACUACIÓN

Quinto
Armónico
M V E N E R G Í A
www.quintoarmonico.es

AUTOR
Álvaro Cámara Rodríguez
Colegiado 20078 de COIIM

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1

FECHA
16.10.2020

PLANO Nº
16