



PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT 2

Planta Solar Fotovoltaica de conexión a la red

VILAFAMES 3MW

Potencia instalada: 2993,76 kW

Situación

Vilafames, Castellon (ESPAÑA)

Latitud: 40° 8'30.35"N«Latitud_»

Longitud: 0° 2'43.77"O«Longitud_»

Fecha: 14/12/2020

Número de proyecto: 20000006

INDICE DE CONTENIDOS

1	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.1	OBJETO DEL PROYECTO	2
1.2	EMPLAZAMIENTO	2
1.3	AGENTES.....	3
1.4	NORMATIVA DEL PROYECTO	4
1.4.1	<i>Normas Generales.....</i>	4
1.4.2	<i>Normas de la Comunidad Valenciana</i>	5
1.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT.....	5
1.6	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR.....	6
1.7	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	7
1.7.1	<i>Local.....</i>	7
1.7.2	<i>Materiales.....</i>	7
1.8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8
1.8.1	<i>Características de la aparamenta de media tensión.....</i>	8
1.9	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	11
1.10	LIMITACIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	12
2	CÁLCULOS	13
2.1	INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN	1
2.2	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	1
2.3	CORTOCIRCUITOS	2
2.3.1	<i>Observaciones</i>	2
2.3.2	<i>Cálculo de las intensidades de cortocircuito</i>	2
2.3.3	<i>Cortocircuito en el lado de Media Tensión</i>	2
2.3.4	<i>Cortocircuito en el lado de Baja Tensión</i>	3
2.4	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	3
2.4.1	<i>Comprobación por densidad de corriente.....</i>	3
2.4.2	<i>Comprobación por solicitación electrodinámica</i>	3
2.4.3	<i>Comprobación por solicitación térmica.....</i>	3
2.5	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	4
2.6	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT	5
2.7	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	5
2.8	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	6
2.8.1	<i>Investigación de las características del suelo.....</i>	6
2.8.2	<i>Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....</i>	6
2.8.3	<i>Diseño preliminar de la instalación de tierra</i>	6
2.8.4	<i>Cálculo de la resistencia del sistema de tierra</i>	7
2.8.5	<i>Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....</i>	9
2.8.6	<i>Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación</i>	10
2.8.7	<i>Cálculo de las tensiones aplicadas</i>	11
2.8.8	<i>Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....</i>	12
2.8.9	<i>Corrección y ajuste del diseño inicial.....</i>	12
2.9	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	13
2.10	ESTUDIO DE RUIDOS	17

3	PLIEGO DE CONDICIONES	19
3.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES	20
3.1.1	<i>Obra civil</i>	20
3.1.2	<i>Aparamenta de Media Tensión</i>	20
3.1.3	<i>Transformadores de potencia</i>	21
3.2	PUESTA EN SERVICIO	21
3.3	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	22
3.4	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	22
3.5	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	22
4	ESTUDO BASICO SEGURIDAD Y SALUD	24
4.1	OBJETO	25
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	25
4.2.1	<i>Descripción de la obra y situación</i>	25
4.2.2	<i>Suministro de energía eléctrica</i>	25
4.2.3	<i>Suministro de agua potable</i>	25
4.2.4	<i>Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos</i>	25
4.2.5	<i>Interferencias y servicios afectados</i>	26
4.3	MEMORIA.....	26
4.3.1	<i>Obra civil</i>	26
4.3.2	<i>Montaje.....</i>	29
4.4	ASPECTOS GENERALES	32
4.5	NORMATIVA APLICABLE	32
5	PRESUPUESTO.....	34
6	PLANOS.....	37

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto pretende describir las instalaciones, infraestructuras técnicas para la instalación y puesta en servicio de un Centro de Transformación MT/BT de 1640 kVA que forma parte de la planta solar fotovoltaica denominada VILAFAMES 3MW de 2993,76 KVA en el término municipal de Vilafames, Castellon (España).

La central fotovoltaica está formada por 16 inversores DC/AC de una potencia nominal de 132,00 kW/kVAversores». Los inversores recibirán una potencia pico de 213,00 kWp cada uno, dadas por la instalación de un total de 5.544 módulos fotovoltaicos de 540,00 W de potencia pico cada uno.

La instalación de los módulos se realizará en un sistema tipo Seguidor monofila Este-Oeste, el cual se describe en el apartado de estructura.

La evacuación de la energía generada se lleva a cabo a través línea subterránea de Media Tensión procedentes desde el apoyo 190599 de la línea area 20 kV L-10 Caseta blanca de la ST Vall d'Alba y partirá posteriormente una línea al Centro de Protección y Medida de la planta solar fotovoltaica.

Al CPM llegarán dos líneas enterradas de media tensión, siendo el origen de cada una sendos CT. En el presente documento se define el denominado CT2.

El suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora I-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..

La implantación se facilita en los planos del presente proyecto.

1.2 EMPLAZAMIENTO

La instalación se ubica en el municipio de Vilafames, Castellon (España).

Latitud: 40° 8'30.35"N

Longitud: 0° 2'43.77"O

Referencias catastrales: 12128A021002210000XM

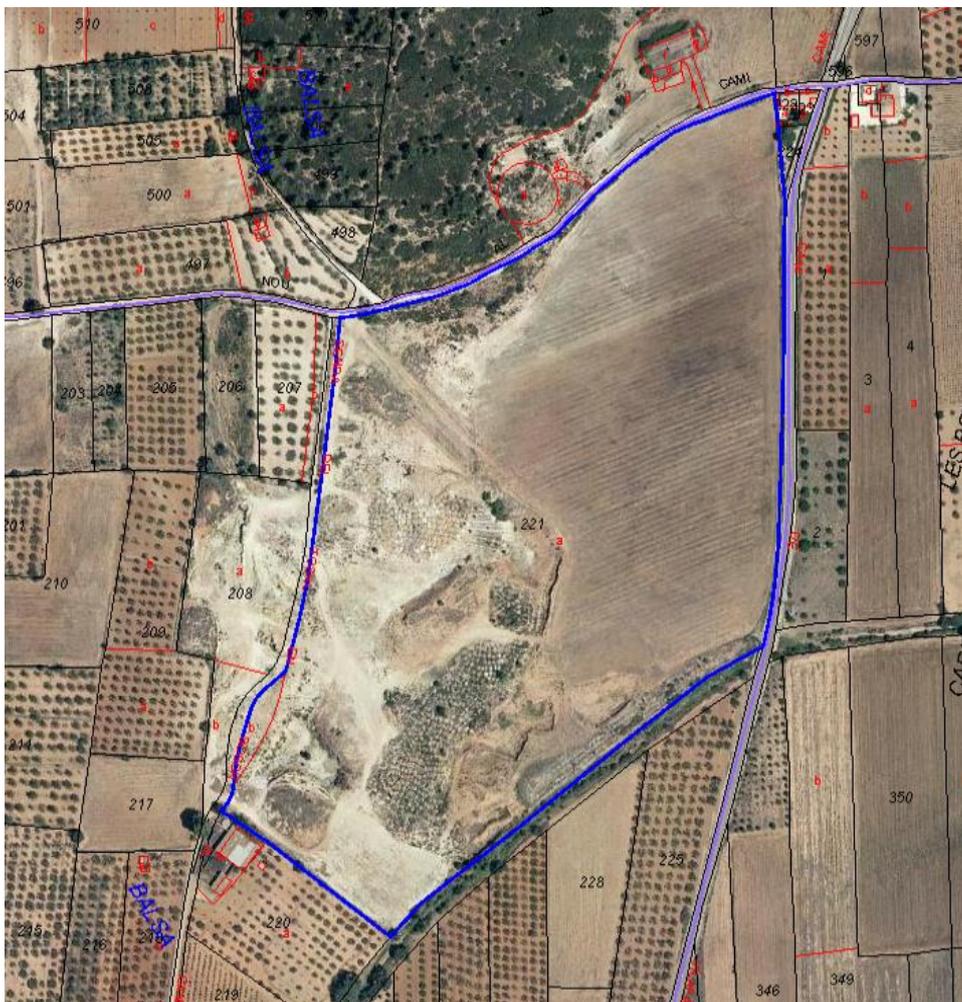
A continuación, se muestra una imagen de la ubicación de la instalación.

Ilustración 1: Ubicación de la instalación

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com



1.3 AGENTES

TITULAR DEL PROYECTO:

Denominación Social	Domicilio	NIF
GREENB2INN SL	C/ Micer Mascó 42 46010 Valencia	B40607749

TÉCNICO RDACTOR:

Denominación Social	Domicilio	DNI	Nº Colegiado
Martin Clemente Campos	Calle Jacarilla 1, 12b 46020	33562209B	7520]

El redactor del presente proyecto actúa como asalariado de la empresa de ingeniería GREEN B2E BUSINESS TO ENERGY SL, NIF B98873797, domiciliada en Calle Micer Mascó, 42 entresuelo, Oficina 10, 46010, Valencia.

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

1.4 NORMATIVA DEL PROYECTO

En el presente El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

1.4.1 Normas Generales

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas en alta tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23. Aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18/09/02.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 54/1997.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 54/1997.
- Ley de regulación del Sector Eléctrico, Ley 24/2013 de 26 de diciembre.
- Real Decreto 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- Real Decreto 1955/2000, según el cual se regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones generadoras de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 13-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

1.4.2 Normas de la Comunidad Valenciana

- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Consellería de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales. (DOCV de 16/4/10).
- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat. (DOCV de 5/5/05).
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. (DOGV de 18/6/98).
- Ley 9/2017, de 7 de abril, de la Generalitat, de modificación de la Ley 4/1998, del patrimonio cultural valenciano.
- LEY 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.
- Ley 2/1989 de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV de 8/3/89).
- Decreto 162/1990 de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV de 30/10/90).
- Ley 3/1993 de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de la Generalitat, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana.
- Decreto 7/2004 de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones. (DOGV de 27/1/04).
- Resolución de 15 de octubre de 2010, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión. (DOCV de 5/11/10).

1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT

El Centro de Transformación estará formado por un transformador de [POT_CT] kVA. El CT será de tipo exterior sobre plataforma, concebido para la distribución eléctrica de la energía generada en los parques fotovoltaicos. La energía será suministrada a la tensión de 20 kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

El centro de transformación forma parte de la solución STRING STATION SST 1600 de la marca comercial INGETEAM.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 432,5 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 12,5 kA eficaces.

TIPO DE TRASFORMADOR

Refrigeración del transformador de Generación	ONAN
Refrigeración del transformador de SSAA	ONAN
Volumen dieléctrico del transformador Generación	395
Volumen dieléctrico del transformador SSAA	120
Volumen total de Dieléctrico	515

1.6 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR

Para cada Centro de Transformación de la planta, se prevé una potencia en Baja Tensión de 1640 kVA. Esta potencia prevista está justificada en el correspondiente proyecto de BT. Se precisa el suministro de energía a 630 V. La potencia instalada por transformador será de 1640 kVA.

1.7 ESTIMACIÓN Y/O DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La instalación proyectada NO precisa Estimación/Declaración de Impacto Ambiental, según Decreto 32/2006 de 10 de marzo de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo de Impacto Ambiental.

La instalación proyectada está sujeta a Riesgo de Incendio Forestal, según Decreto 7/2004, de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Pliego General de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones por estar a menos de 500 metros de suelo forestal. Se deberá por tanto tener en cuenta dicho pliego para la redacción del presente documento y ejecución de las obras.

La instalación proyectada NO se encuentra sometida a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1.ª, y el proyecto NO se encuentra sometido a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª, por lo que, precisa Estimación/Informe de Impacto Ambiental, según el Anexo I y II de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental.

1.8 DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA

La instalación proyectada no precisa la Declaración de Utilidad Pública.

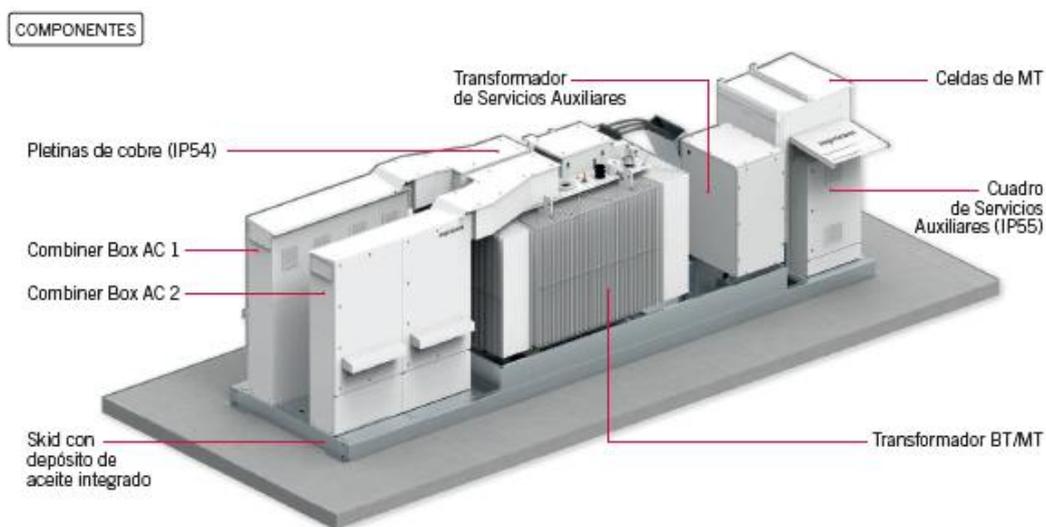
1.9 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.9.1 Local

El Centro de Transformación será de exterior sobre plataforma de acero galvanizado suministrada junto con el resto de componentes.

1.9.2 Materiales

La INGECON® SUN StringStation es una solución estándar diseñada para maximizar la compacidad y competitividad del conjunto. Todos los elementos están preparados para soportar condiciones climáticas adversas y se suministran ya cableados y preintegrados sobre una plataforma metálica (skid).



Las características generales de los materiales son:

Celdas de MT con protección IP54.

Humedad relativa (sin condensación): 0-100%.

Altitud máxima: 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Transformador BT / MT refrigeración ONAN.

Celdas MT 1L1A corriente nominal 630 A.

Relé DGPT2 incluido en el transformador.

Protección MT con seccionador magneto-térmico.

Depósito de aceite integrado en el skid.

Filtro de aceite en el skid.

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

1.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 432,5 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 12,5 kA eficaces.

De la estación de MT saldrá una línea de 20 kV que llegará al CPM (objeto ambos de proyecto a parte)

1.10.1 Características de la aparamenta de media tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

Entrada de línea con seccionador y seccionador de tierra + posición de transformador con interruptor automático con protección 50-51 y 50N-51N y seccionador de tierra.

Celdas

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase - 5°C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años. 3 divisores capacitivos de 36 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito. Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO-7253.

- Seguridad:

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

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

Posibilidad de instalación de enclavamiento por cerradura independiente en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra. Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación, soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24h.

Grados de protección:

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

Cuba: IP X7 según EN 60529

Protección a impactos en:

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010

Cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en las celdas supone que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas son las siguientes:

Tensión asignada	24	kV
Intensidad Asignada	630	A
Intensidad de corta duración (1 o 3 s)	16]	kA
Nivel de aislamiento		
Frecuencia industrial (1 min)		
a tierra y entre fases	50	kV
Impulso tipo rayo		
a tierra y entre fases	125	kV

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

1.10.1.1 Características de la aparata de baja tensión

Elementos de salida en BT:

Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, de la intensidad secundaria de los transformadores. Se definen en el proyecto de la instalación de generación.

1.10.1.2 Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

- Características eléctricas

Entrada / Salida 1: Interruptor-seccionador. Función de Línea

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Protección del transformador

La celda de interruptor automático de vacío estará constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático

Transformador

Transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, no utilizable, de potencia 1640 kV y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 630 V en vacío.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del éster por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1640 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/- 5%, +/-7,5%, +/-10%.
- Tensión nominal secundaria: 630 V
- Tensión de cortocircuito: 8 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.

El neutro será accesible pero no será utilizado, al ser transformador de generación y sistema IT.

- Nivel de aislamiento:
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s 95 kV.
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)
- Instalación intemperie: IP54

1.11 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Dada la configuración IT del sistema de baja tensión, el presente centro de transformación únicamente contará con sistema de tierras de protección.

Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, y contribuir a la eliminación del riesgo eléctrico, debido a la aparición de tensiones peligrosas, en el caso de que alguien contacte con las masas que puedan ponerse en tensión.

La instalación de puesta a tierra estará formada por el circuito de protección, al cual se conectarán los siguientes elementos:

- Masas de MT y BT.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables de MT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores del edificio prefabricado.
- Soportes de cables de MT.
- Pararrayos de MT.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Tapas o marco metálico de los canales de cables.

Los electrodos de puesta a tierra podrán ser:

- Conductores enterrados horizontalmente: Cable de cobre C-50.
- Combinación de picas, de acuerdo con la norma UNE 21056, y conductores horizontales.

Las picas se hincarán verticalmente de forma que la parte superior quede a una profundidad no inferior a 0,5 m.

Existe una tercera tierra en la presente instalación de generación, denominada tierra de servicio.

Engloba el conjunto de los servicios auxiliares SS.AA. considerándose un sistema TNS. Además de las tres fases y el neutro, existe un quinto conductor denominado CP, el cual se conectará a las envolventes metálicas de los equipos SS.AA. y del mismo modo al neutro de la estrella del transformador de SS.AA.

Con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima de 15 m, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo según MIE RAT 13 deberá ser inferior a 37 Ω .

1.12 LIMITACIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

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 no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm, 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).

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

2 CÁLCULOS

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

GREENB2E S.L.

Calle Misser Mascó 42, Oficina 10 , 46010 Valencia - Spain

Tel: +34 963 68 71 32 www.greenb2e.com

2.1 Intensidad de Media Tensión

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

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 1640 kVA.

· $I_p = 47.34 \text{ A}$

2.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1640 kVA, y la tensión secundaria es de 630 V en vacío.

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

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _s	tensión en el secundario [kV]
I _s	intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de [V_BT_TRAFO_VACÍO] V en vacío puede alcanzar el valor

· $I_s = 1503 \text{ A}$.

2.3 Cortocircuitos

2.3.1 Observaciones

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

2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

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

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

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

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

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

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de [CS_S_CC_MT] MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 12.5 \text{ kA}$$

2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 1640 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6 %, y la tensión secundaria es de 630 V .

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 24 \text{ kA}$$

2.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas 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.

2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

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

2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

$$\cdot I_{cc(din)} = 31.21 \text{ kA}$$

2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

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

$$\cdot I_{cc(ter)} = 12.5 \text{ kA.}$$

2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor automático, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

La celda de protección de este transformador incorpora relé con disparo exterior, realizando protección frente a aumento de temperatura, disminución de nivel de dieléctrico, detección de aumento de presión interna y detección de gases de escape.

El relé destinado a la protección del interruptor automático dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

Protección de sobreintensidad de fases (50-51).

Protección de sobreintensidad trifásica, con medida independiente para cada fase, de las siguientes características,

- Intensidad nominal: 5 A.
- Consumo máximo de las entradas de medida: 0,2 VA

Unidad a tiempo dependiente

- Umbral arranque ajustable entre 0,5 y 2 I_n , en escalones de 0,1 I_n .
- Característica a tiempo dependiente tipo Normal Inversa.
- Índice de tiempos ajustable entre 0,05 y 1 en escalones de 0,01.

Unidad a tiempo independiente

- Etapa a tiempo independiente con umbral ajustable entre 2 I_n y 20 I_n en escalones de 0,1 I_n .
- Tiempo mínimo de operación no superior a 50 ms.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 5 s en escalones de 50 ms.

Protección de sobreintensidad homopolar (50N- 51N)

Protección de sobreintensidad para faltas a tierra de las siguientes características,

- Intensidad nominal 5 A.

Unidad a tiempo dependiente

- Umbral arranque ajustable entre 0,1 y 0,8 I_n , en escalones de 0,1 I_n .
- Característica a tiempo dependiente tipo Normal Inversa.
- Índice de tiempos ajustable entre 0,05 y 1 en escalones de 0,01.

Unidad a tiempo independiente

- Etapa a tiempo independiente con umbral ajustable entre 0,5 In y 5 In en escalones de 0,1 In.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 5 s en escalones de 50 ms.

Neutro sensible (50NS-51NS)

Protección de sobreintensidad para faltas a tierra de las siguientes características,

- Intensidad nominal 5 A.

Unidad a tiempo dependiente

- Umbral arranque ajustable entre 0,1 y 0,8 In, en escalones de 0,1 In.
- Característica a tiempo dependiente tipo Normal Inversa.
- Índice de tiempos ajustable entre 0,05 y 1 en escalones de 0,01.

Unidad a tiempo independiente

- Etapa a tiempo independiente con umbral ajustable entre 0,5 In y 5 In en escalones de 0,1 In.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 5 s en escalones de 50 ms.

- Protecciones en BT

La salida de BT cuentan con interruptor magnetotérmico en cada uno de los inversores fotovoltaicos, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado.

2.6 Dimensionado de los puentes de MT

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

2.7 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de [CT_VOL_TRANS] l de capacidad cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.8 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.8.1 Investigación de las características del suelo

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

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

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

2.8.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

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

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

TIERRA DE PROTECCION

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

- I_d intensidad de falta a tierra [A]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 400 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 25 \text{ Ohm}$

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 una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

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

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$\cdot K_r \leq 0,1667$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 8.0x4 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,065$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0134$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0284$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

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

por lo que para el CT :

$$R'_t = 9.8 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'd = 465,87 \text{ A}$$

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

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

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

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 4542 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'c(acc) = 1984 \text{ V}$$

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

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'p = 936,4 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

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

$$\cdot t = 0,2 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 12036 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 23436 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 936 \text{ V} < V_p = 12036 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'p(\text{acc}) = 21984 \text{ V} < Vp(\text{acc}) = 23436 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 4245 \text{ V} < Vbt = 10.000 \text{ V}$$

2.8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 11 \text{ m}$$

2.8.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.9 ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

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. Dichos valores son 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 μT para el público en general
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200mm de la zona de operación)

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja, 50 Hz. Por ello, se toma como referencia el Informe de Red Eléctrica de España (REE) sobre Campos Eléctricos y magnéticos de 50 Hz, y su conclusión final, en la cual se asegura que el Campo Electromagnético a 50 Hz, a las intensidades comúnmente encontradas, no constituye un factor de riesgo para la salud.

No obstante se procede a la justificación del campo magnético generado por el CT objeto del presente proyecto:

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas, dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En el Centro de transformación, se encuentra principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Cableado de Baja Tensión en las zanjas de salida del CT
- Cableado de Media Tensión en las zanjas de entrada/salida del CT.
- Cableado de Media Tensión entre las celdas y el Trafo.
- Cableado de Baja Tensión entre el Trafo y el cuadro de Baja Tensión

El campo magnético creado por un conductor se puede obtener a partir de la expresión:

$$B = \frac{\mu_o \cdot I}{2\pi \cdot d}$$

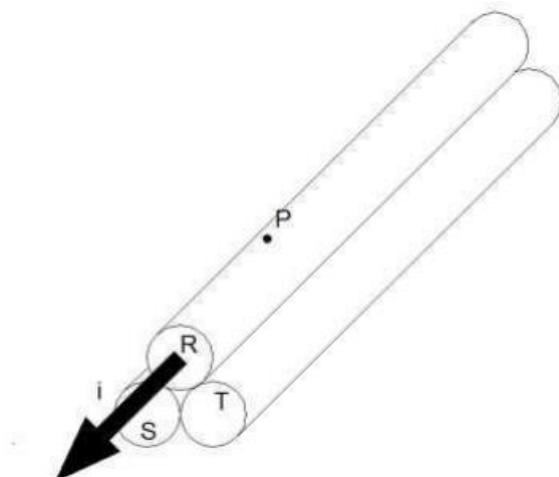
Siendo:

μ_o = permeabilidad del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A)

I = intensidad que circula por el conductor (A)

d = distancia al conductor (m)

Siendo por tanto los campos generados por las corrientes en baja tensión las que ocasionen los valores de campos más elevados.



El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_P = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

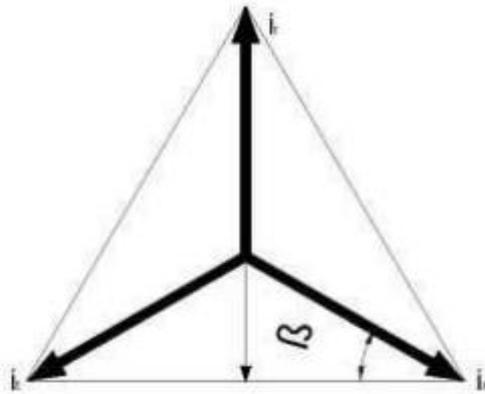
Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi d}$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que $\beta=30^\circ$:

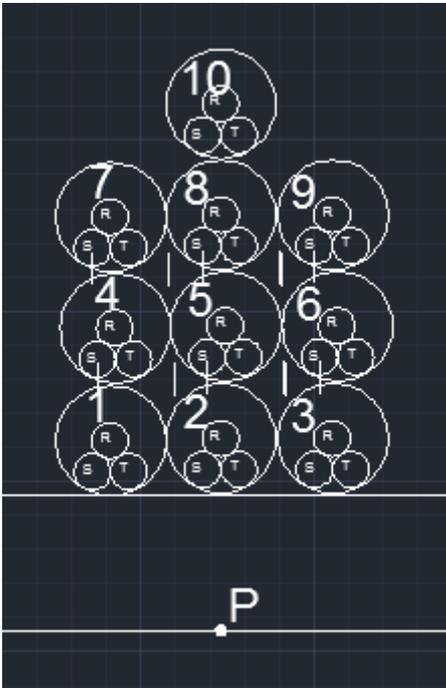
$$i_s = i_t = -i_r \times \sin 30 = -i_r / 2$$

Se debe de aplicar las expresiones arriba indicadas para el tramo de acceso a la estación transformadora, en el cual se simultanean 10 ternas de cable de $I_{max}= 160$ A.

Considerando la situación más desfavorable, que es aquella terna más exterior, un diámetro de cable de 17,6 mm y una distancia a la terna de 200mm, aplicaremos las expresiones anteriores obteniéndose un sumatorio de campos de $-62,76 \mu T$.

TERNA	FASE	distancia a punto P	μT
1	R	320	100,00
	S	298	-53,69
	T	268	-59,70
2	R	280	114,29
	S	237	-67,51
	T	237	-67,51
3	R	320	100,00
	S	268	-59,70
	T	298	-53,69
4	R	468	68,38
	S	436	-36,70
	T	417	-38,37
5	R	443	72,23
	S	402	-39,80
	T	402	-39,80
6	R	468	68,38
	S	417	-38,37
	T	436	-36,70

7	R	626	51,12
	S	590	-27,12
	T	576	-27,78
8	R	609	52,55
	S	564	-28,37
	T	564	-28,37
9	R	626	51,12
	S	576	-27,78
	T	590	-27,12
10	R	771	41,50
	S	726	-22,04
	T	7260	-2,20
			-62,76



Aplicando el mismo cálculo al embarrado de BT del transformador, para $I=1.600$ A, el campo es de $-2,2 \mu\text{T}$.

2.10 ESTUDIO DE RUIDOS

El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de inmisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del centro de transformación, siendo estos valores función del tipo de área acústica y del uso del local colindante respectivamente, pero en ningún caso inferiores a 40 dBA el primero y a 25 dBA el segundo.

Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo con las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

Por otro lado, la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de protección contra la contaminación acústica (2002/13497) y Decreto 266/04 de 03-12-04 de la Consellería de Territorio y Vivienda, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios (DOGV 4901 de 13-12-04). Anexo II de la ley la Ley 7/2002, de 3 de diciembre.

El nivel máximo de potencia acústica (LwA) admitido por la norma UNE 21428-1 para un transformador de 1640 kVA serie 24 kV a plena carga es de 71 dBA.

Estudiaremos dos casos: nivel de presión sonora en el punto externo de la instalación fotovoltaica más próximo a unos de los dos transformadores y en la vivienda más próxima a la instalación fotovoltaica.

PUNTO	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA A TRAFO	TRAFO
A	Vivienda coordenadas 40° 8'37.11"N 0° 2'30.58"O	71 m	CT2
B	Vallado perimetral	40 m	CT2

Aplicando la expresión:

-

$$L_p = L_w - 20 \cdot \log r - 11$$

PUNTO	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA A TRAFO	TRAFO	Lp
A	Vivienda coordenadas 40° 8'37.11"N 0° 2'30.58"O	71 m	CT2	34 dB

B	Vallado perimetral	40 m	CT2	39 dB
---	-----------------------	------	-----	-------

El valor calcula resulta compatible con el nivel de recepción externo máximos diurno y nocturno en viviendas.

El nivel de presión sonora de 39 dB en el vallado perimetral de la instalación fotovoltaica resulta compatible con el entorno agrario del emplazamiento.

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

3 PLIEGO DE CONDICIONES

Valencia, a 09 de diciembre de 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martin Clemente Campos', is centered within a light gray rectangular box.

Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

3.1 Calidad de los materiales

3.1.1 Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-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.

3.1.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones,

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.

3.1.3 Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.2 Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

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

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.3 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.

3.4 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

4 ESTUDO BASICO SEGURIDAD Y SALUD

Valencia, a 09 de diciembre de 2020



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

4.1 Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

4.2 Características de la obra

4.2.1 Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

4.2.2 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

4.2.3 Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

4.2.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

4.2.5 Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

4.3 Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

4.3.1 Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención:

Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a las zanjas, a distinto nivel.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electroclusiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobre esfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.

- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.3.2 Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Mantener la zona de trabajo limpia y libre obstáculos.
- No permanecer nunca bajo cargas suspendidas.

Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.
- Atrapamientos por la carga.
- Contactos eléctricos indirectos.

b) Medidas de prevención

- Para trabajos por encima de los 2 m de altura emplear arnés de seguridad y amarrarse a un punto fijo.
- Delimitar o tapar los fosos de cable o cualquier otro tipo de canalización.

- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Delimitar o tapar los fosos de cables o cualquier otro tipo de canalización.

- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

4.4 Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

4.5 Normativa aplicable

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- 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.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 337/2014, del 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- 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 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

Valencia, a 09 de diciembre de 2020

Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

5 PRESUPUESTO



Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana

CENTRO DE TRANSFORMACION 2

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL: 64.660,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
01.01.01	Suministro e instalacion de Plataforma Modelo SST 1600 en acero galvanizado de alta resistencia.	1,00	5.600,00 €	5.600,00 €
01.01.02	Suministro e instalacion de Transformador en aceite 1640 kva. voltaje en baja tensión 630 vac voltaje en alta tensión 20 kv salida de potencia nominal en AC 1800 kva refrigerante y aislamiento de aceite grupo de conexión dy11 frecuencia de red 50hz material de la bobina aluminio	1,00	21.000,00 €	21.000,00 €
01.01.03	Conjunto de celdas de protección y línea Entrada de línea con seccionador y seccionador de tierra + posición de transformador con interruptor automático con protección 50-51 y configuración típica de final de línea.	1,00	33.000,00 €	33.000,00 €
01.01.04	Tensión asignada (Ur) 24 kV Nivel de aislamiento asignado (Ud) 50 kV Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo (Up) 125 kV / 145 kV Frecuencia asignada (fr) 50-60 Hz Corriente asignada en servicio continuo (Ir) y calentamiento 630 A a 45 °C Corriente admisible asignada de corta duración (Ip) 16 kA Valor de cresta de la corriente asignada (Ip) 40 kA (50 kA opt)→50 Hz 41,6 kA (52 kA opt)→60 Hz Duración de cortocircuito asignada (tk) 1 s Tensión asignada de alimentación de los dispositivos de cierre y apertura y de los circuitos auxiliares y de mando (Ua) 230 V Interconexiones eléctricas	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN ELÉCTRICA				62.100,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL			
02.01	Losa de cimentación de dimensiones (LxAxH) 10 m x 3m x 0,2 m	1,00	801,00 €	801,00 €
02.02	tierras Exteriores Prot CPM : Anillo rectangular 60-60/5/82 Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.	1,00	1.200,00 €	1.200,00 €
TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL				2.001,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03.1	CAPÍTULO 03 MEDIDAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA LA OBRA			
		1	502,00 €	502,00 €
TOTAL CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD				502,00 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.1	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN			
		1	57,00 €	57,00 €
TOTAL CAPÍTULO 04 GESTIÓN DE RESIDUOS				57,00 €

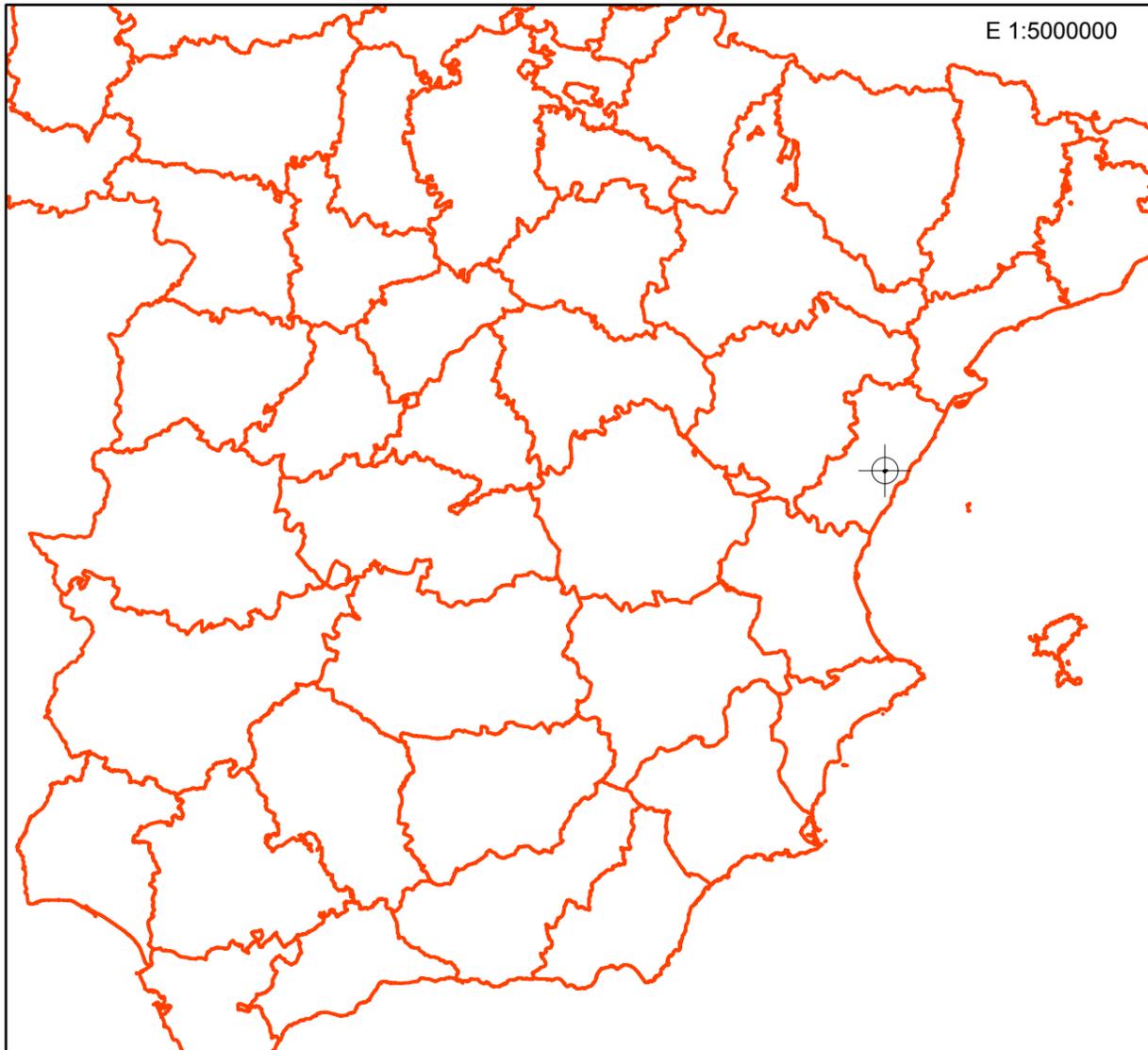
Martin Clemente Campos

Ingeniero Industrial Colegiado nº 7520

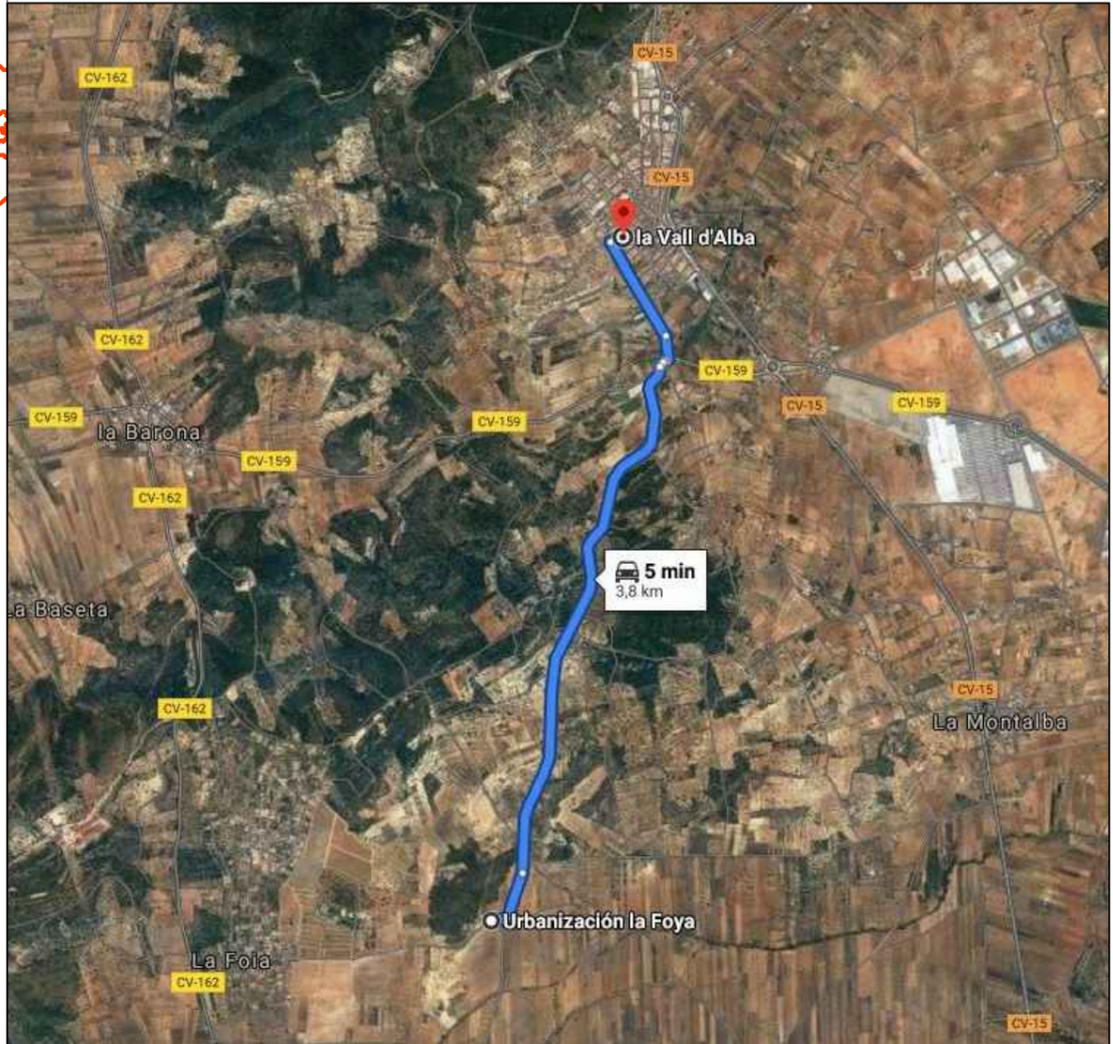
Colegio Oficial Ingenieros Industriales Comunidad Valenciana



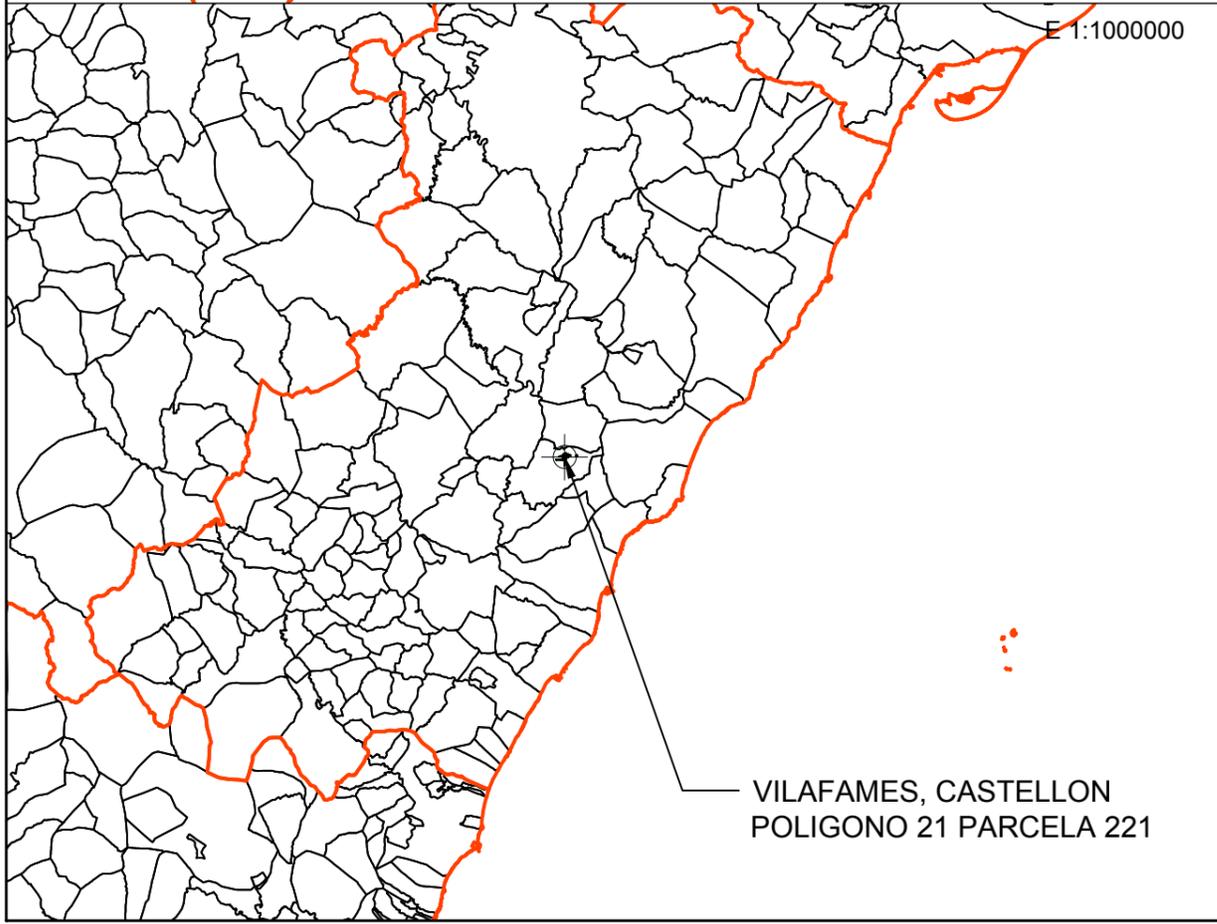
6 PLANOS



E 1:5000000



ACCESO



E 1:1000000

VILAFAMES, CASTELLON
POLIGONO 21 PARCELA 221

CAPTURA AEREA



info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR
GREENB2INN

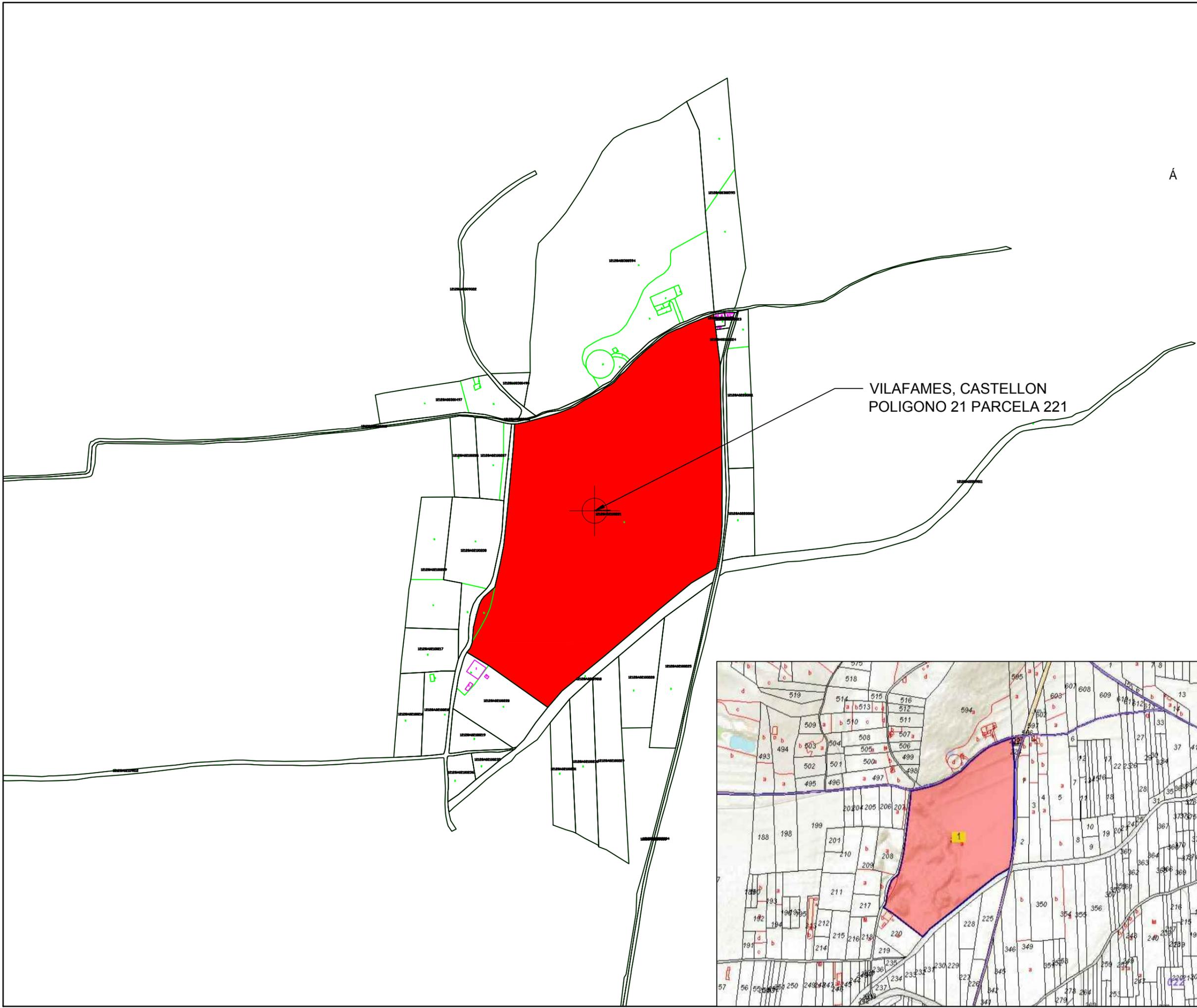
TÍTULO PROYECTO
PSF VILAFAMES 3 MW
PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2

LOCALIZACIÓN
**VILAFAMES
CASTELLON**

AUTOR/A NOMBRE

TÍTULO DEL PLANO
SITUACION EMPLAZAMIENTO

SIST. COORD.	UTM 30N ETRS 89	COD. PLANO	1001
FECHA	10/11/2020	ESCALAS DIN A3	VARIAS
MODIFICADO	FECHA	HOJA	1

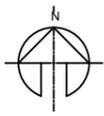


VILAFAMES, CASTELLON
POLIGONO 21 PARCELA 221



info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

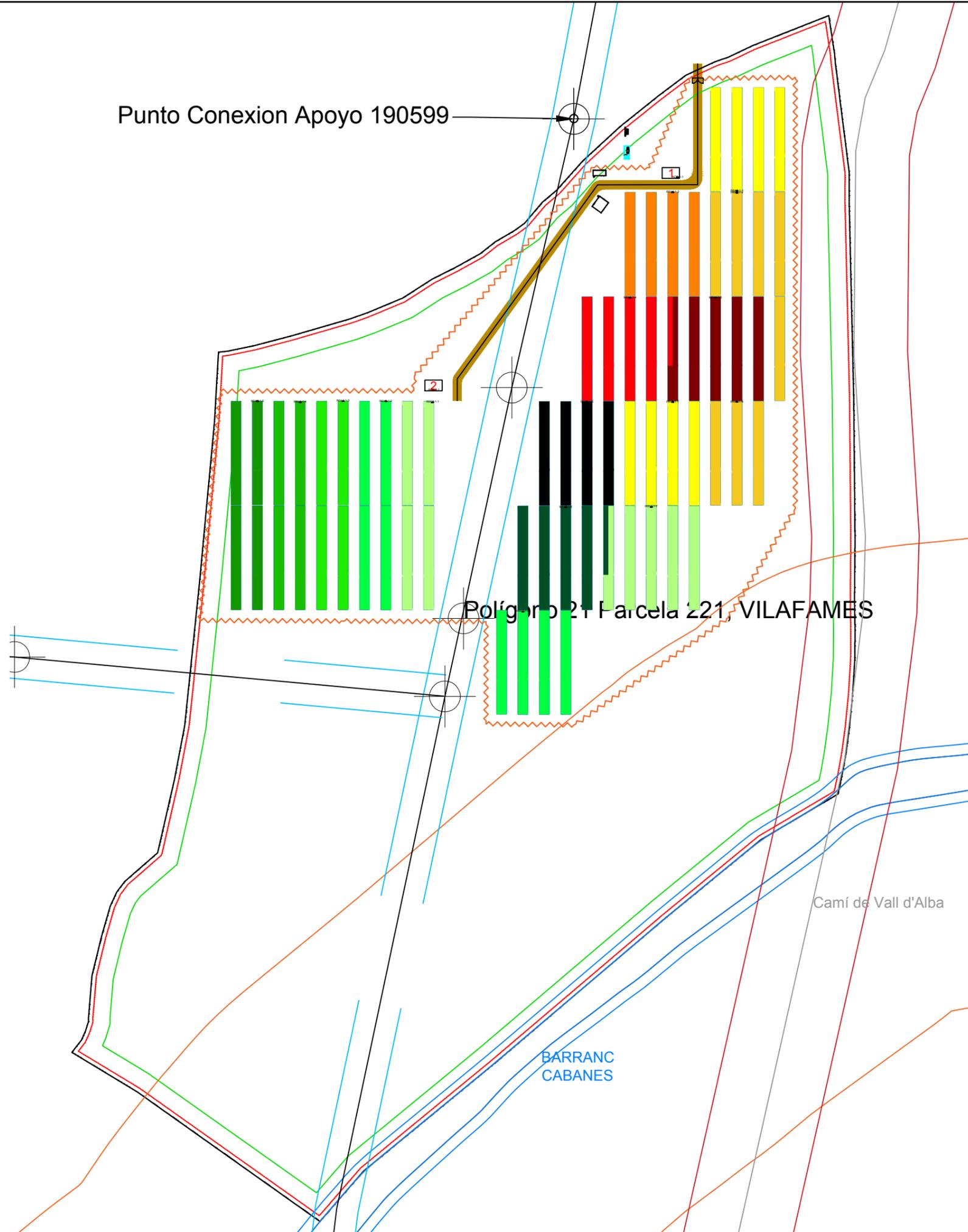
PROMOTOR	
GREENB2INN	
TÍTULO PROYECTO	
PSF VILAFAMES 3 MWÁ PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2	
LOCALIZACIÓN	
VILAFAMES CASTELLON	
AUTOR/A NOMBRE	
	
TÍTULO DEL PLANO	
SUPERPOSICION CATASTRO	
SIST. COORD.	COD. PLANO
UTM 30N ETRS 89	1002
FECHA	ESCALAS
10/11/2020	DIN A3 1:2000
MODIFICADO	HOJA
FECHA	1



Coordenadas UTM 30N ETRS89
X = 751692.6960
Y = 4447677.3390

PSF VILAFAMES 3MW	
Superficie Ocupada/Actuación	122.322 m2
Superficie Vallada	48.979 m2
Potencia Pico	2993.76 kWp
Potencia Nominal	2112 KW
NºInversores/Potencia	18 / 132 kW

Punto Conexion Apoyo 190599



LEYENDA

	Cable AC		Zanja MT1
	Cable CC		Zanja MT2
	Cable MT		Zanja MT3
	Comunicaciones		Zanja MT4
	Zanja Z0		Zanja MT5
	Zanja Z1		Zanja MT6
	Zanja Z2		Zanja MTH1
	Zanja Z3		Zanja MTH2
	Zanja Z4		Zanja MTH3
	Zanja Z5		Zanja MTH4
	Zanja Z6		
	Zanja Z7		
	Zanja Z8		
	Zanja Z9		
	PICAS PUESTA A TIERRA		
	Piezas Union Cable tierras		
	Cable 35 mm2 Cu Desnudo		
	Cable 35 mm2 Cu Desnudo union estructuras		
	ARQUETA 0.35X0.35		
	ARQUETA 0.48X0.48		
	ARQUETA 0.68X0.68		
	ARQUETA CIEGA 0.48X0.48		



info@greenb2e.com
C/ Micer Misco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR
GREENB2INN

TÍTULO PROYECTO
PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2

LOCALIZACIÓN
VILAFAMES, CASTELLON

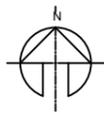
AUTOR/A
MARTIN CLEMENTE CAMPOS

TÍTULO DEL PLANO
LAYOUT GENERAL

SIST. COORD.	COD. PLANO
UTM 30N ETRS 89	30103

FECHA	ESCALAS
10/11/2020	1:1000

MODIFICADO	FECHA	NUM. #3
		1



Coordenadas UTM 30N ETRS89
X = 751692.6860
Y = 4447677.3390

PSF VILAFAMES 3MW	
Superficie Ocupada/Actuación	122.322 m2
Superficie Vallada	48.979 m2
Potencia Pico	2993.76 kWp
Potencia Nominal	2112 KW
NºInversores/Potencia	18 / 132 kW

LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS	
Estacion de Potencia 1	X= 751785.3364 Y = 4447887.4098
Estacion de Potencia 2	X = 751674.7394 Y = 4447788.3704
CPM	X = 751767.6140 Y = 4447897.4749
CS	X = 751768.0638 Y = 4447905.2710

Punto Conexion Apoyo 190599

CPM

CS

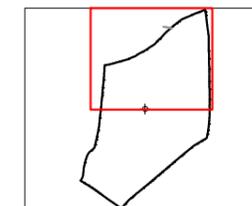
Estacion de potencia 1

Estacion de potencia 2

Polígono 21 Parcela 221, VILAFAMES

LEYENDA

- Cable AC
- Cable CC
- Cable MT
- Comunicaciones
- Zanja Z0
- Zanja Z1
- Zanja Z2
- Zanja Z3
- Zanja Z4
- Zanja Z5
- Zanja Z6
- Zanja Z7
- Zanja Z8
- Zanja Z9
- Zanja MT1
- Zanja MT2
- Zanja MT3
- Zanja MT4
- Zanja MT5
- Zanja MTH
- Zanja MTH2
- Zanja MTH3
- Zanja MTH4
- PICAS PUESTA A TIERRA
- Piezas Union Cable tierras
- Cable 35 mm2 Cu Desnudo
- Cable 35 mm2 Cu Desnudo union estructuras
- ARQUETA 0.35X0.35
- ARQUETA 0.48X0.48
- ARQUETA 0.68X0.68
- ARQUETA CIEGA 0.48X0.48



info@greenb2e.com
C/ Micer Maseo 42. Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR

GREENB2INN

TÍTULO PROYECTO
PSF VILAFAMES 3 MW
PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION CT2

LOCALIZACIÓN
VILAFAMES,
CASTELLON

AUTOR/A MARTIN CLEMENTE CAMPOS



TÍTULO DEL PLANO
Localizacion Equipos MT

SIST. COORD.
UTM 30N ETRS 89

COD. PLANO
30110

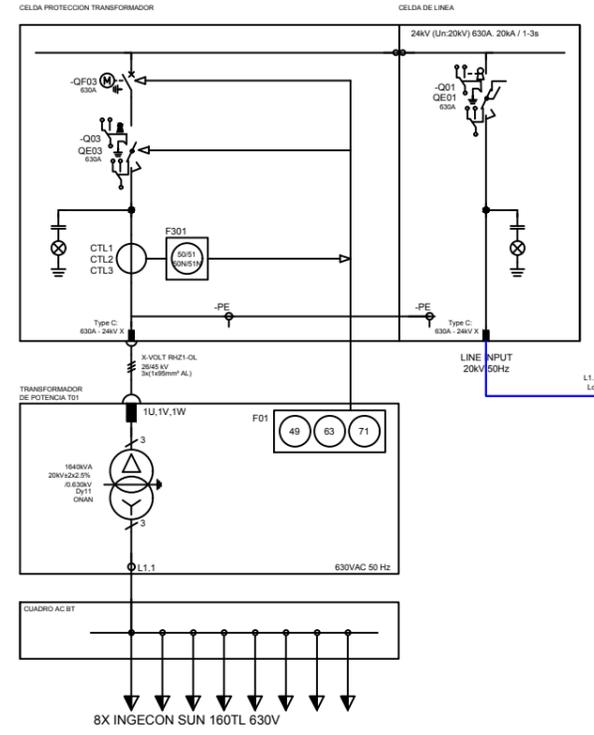
FECHA
10/11/2020

ESCALAS
DIN A3
1:500

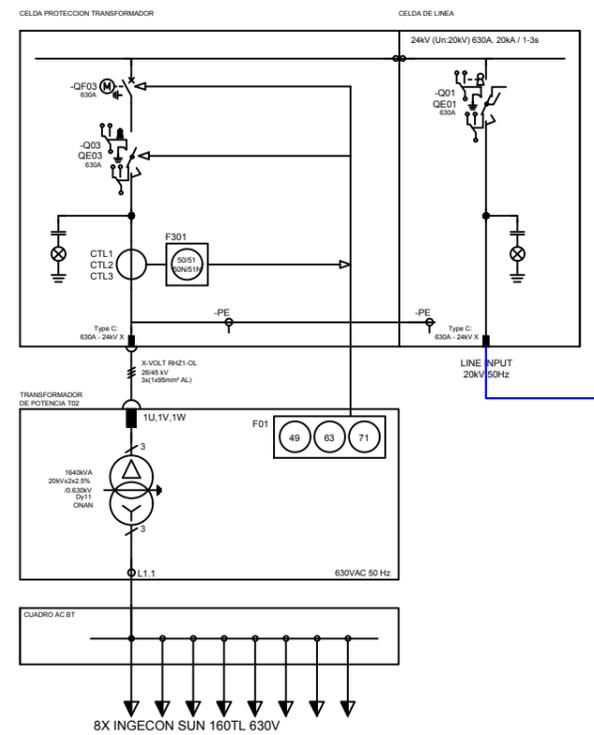
MODIFICADO
FECHA

HOJA
1

ESTACION 1
INGECON SUN STRING STATION
SST1600 (1636 kVA 20kV/ 630V)

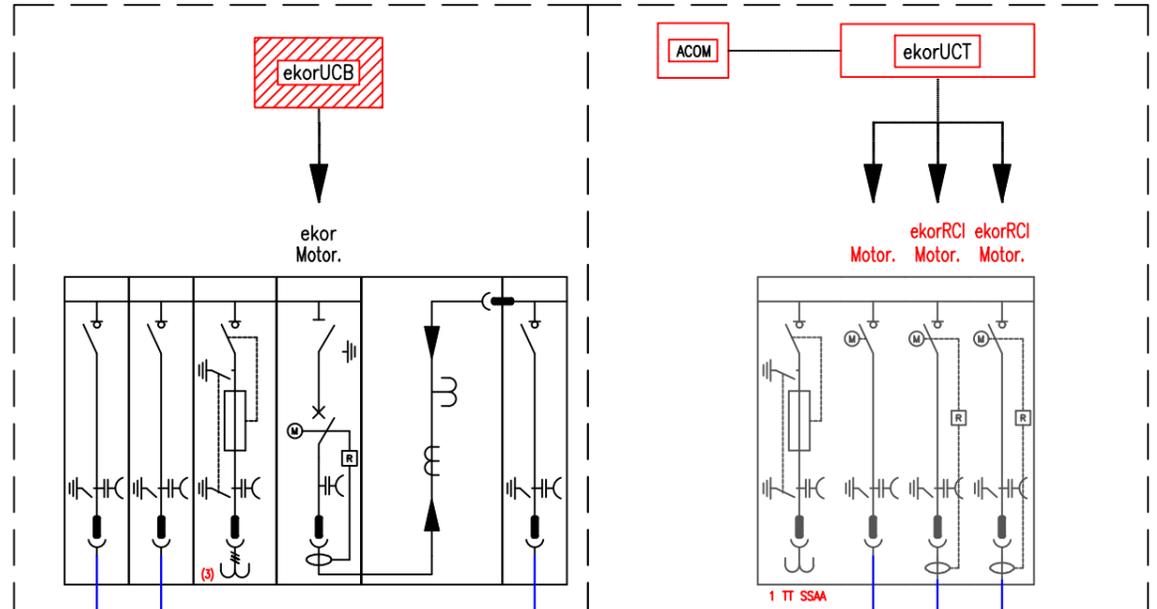


ESTACION 2
INGECON SUN STRING STATION
SST1600 (1636 kVA 20kV/ 630V)



CENTRO PROTECCION Y MEDIDA PROPIEDAD PSF VILAFAMES 3M

CENTRO DE SECCIONAMIENTO A CEDER A DISTRIBUIDORA



En apoyo 190599 de la linea area 20 kV
L-10 Caseta blanca de la ST Vall d'Alba



info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR
GREENB2INN

TÍTULO PROYECTO
**PSF VILAFAMES 3 MW
PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION CT2**

LOCALIZACIÓN
**VILAFAMES,
CASTELLON**

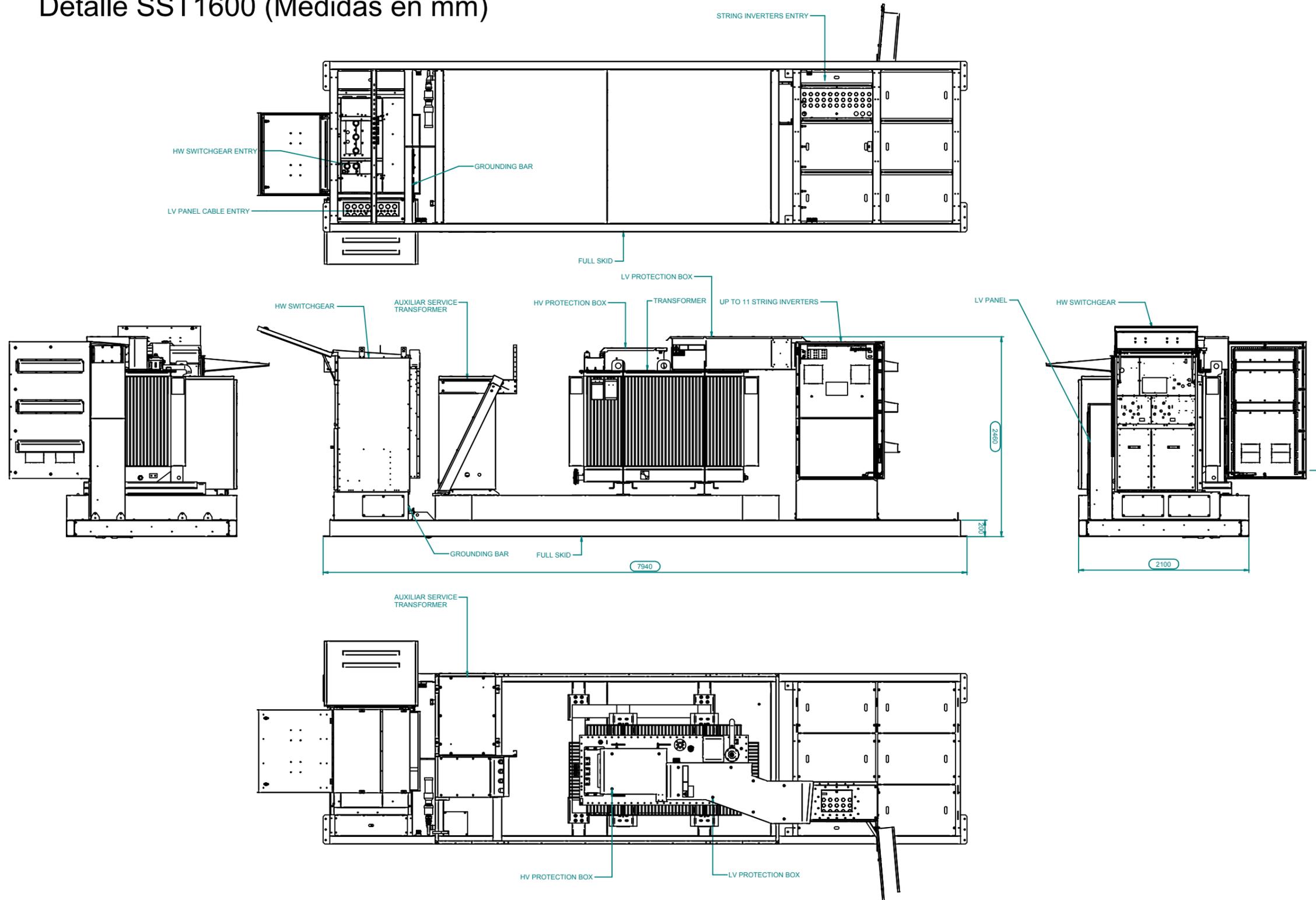
AUTOR/A NOMBRE

TÍTULO DEL PLANO
UNIFILAR MT

SIST. COORD.	COORD	COD. PLANO	32101
--------------	-------	------------	-------

FECHA	07/12/2020	ESCALAS	E
MODIFICADO	FECHA	HOJA	1

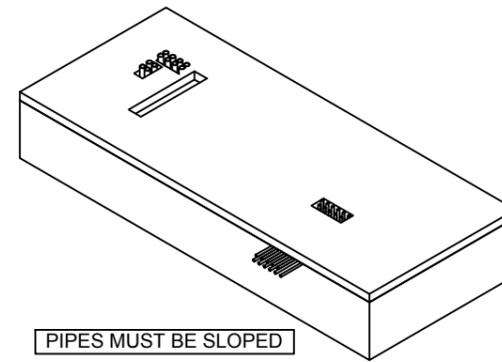
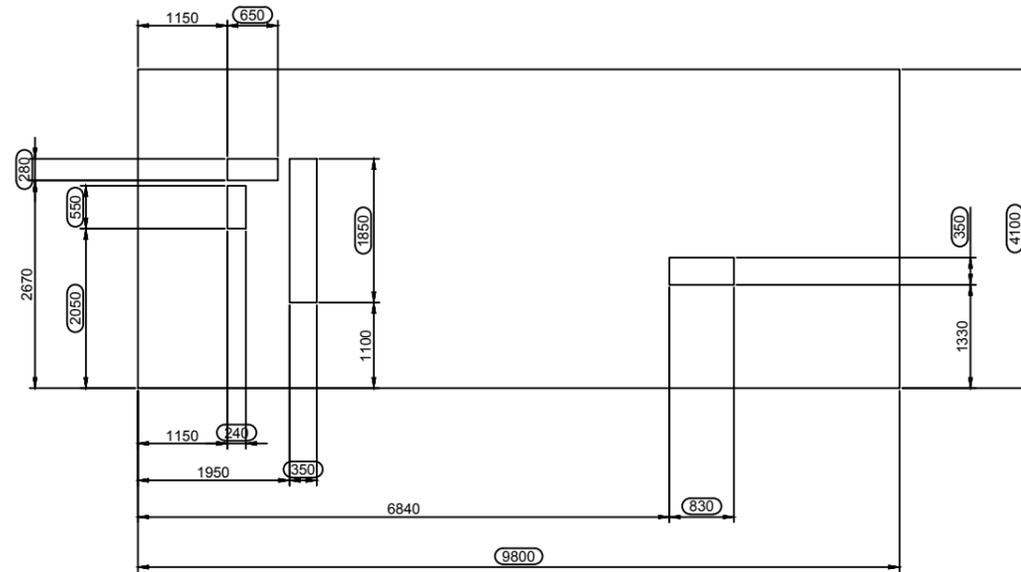
Detalle SST1600 (Medidas en mm)



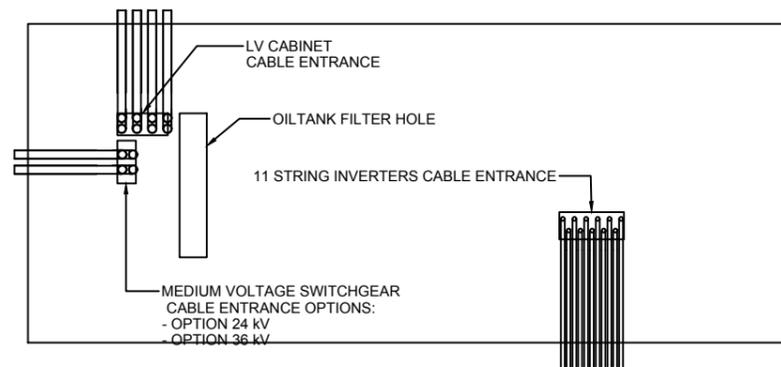
info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR		GREENB2INN	
TÍTULO PROYECTO		VILAFAMES3MW PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT2	
LOCALIZACIÓN		VILAFAMES. CASTELLON	
AUTOR/A NOMBRE			
TÍTULO DEL PLANO Detalle Estacion de potencia SST1600			
SIST. COORD.	-	COD. PLANO	30301
FECHA	07/12/2020	ESCALAS DIN A3	EN PLANO
MODIFICADO	FECHA	HOJA	1

LAYOUT CIMENTACION HORMIGON (Medidas en mm)



LAYOUT ENTRADA CABLES



info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42, Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR
GREENB2INN

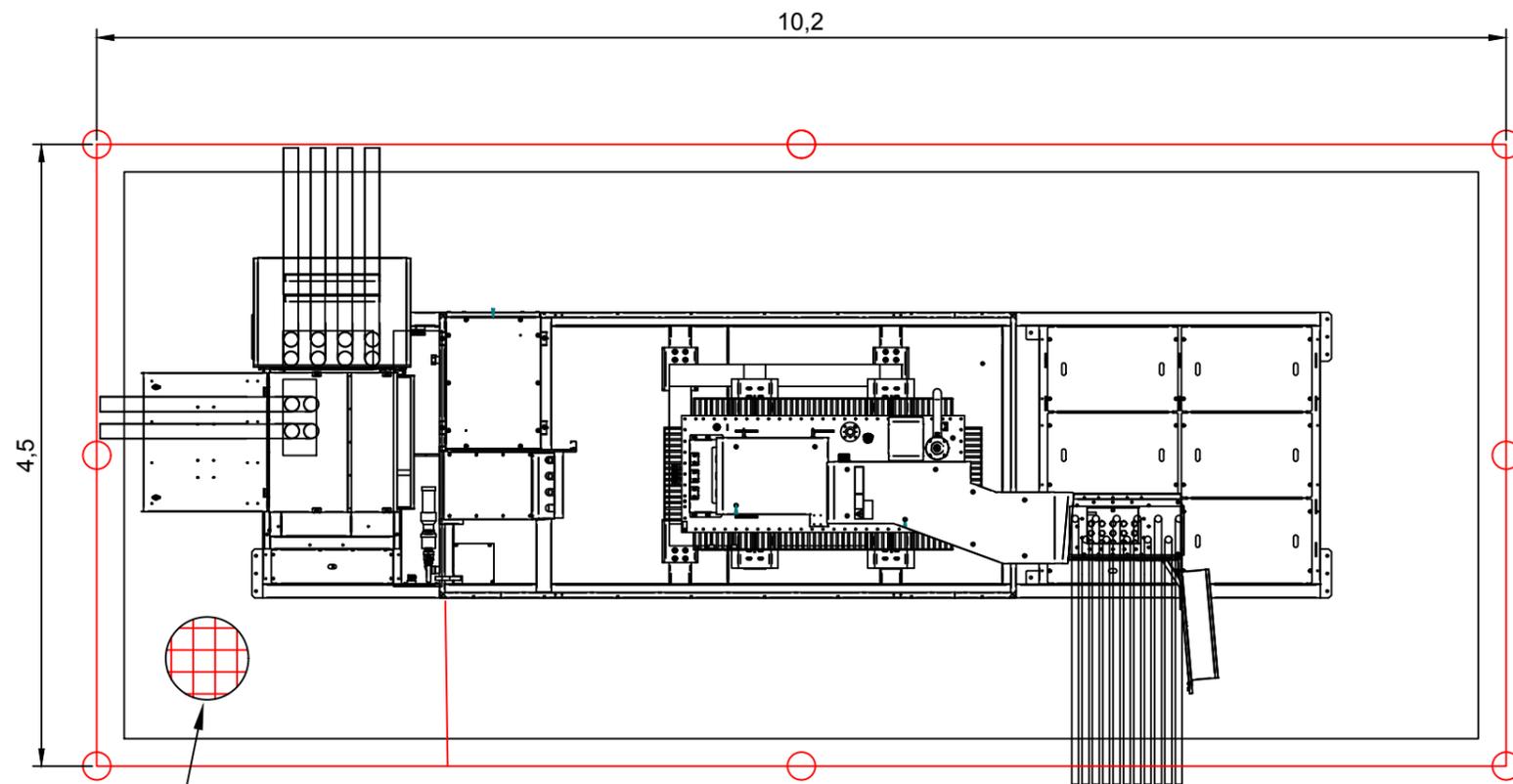
TÍTULO PROYECTO
VILAFAMES3MW
PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION CT2

LOCALIZACIÓN
VILAFAMES.
CASTELLON

AUTOR/A NOMBRE

TÍTULO DEL PLANO
Cimentacion Estacion de potencia SST1600

SIST. COORD.	-	COD. PLANO	2202
FECHA	07/12/2020	ESCALAS	EN PLANO
MODIFICADO	FECHA	HOJA	2



En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo

TIERRA DE PROTECCION

- Denominacion 102-45/5/82
- Conductor: Cobre desnudo
- Profundidad Electrodo: 0.5 m
- Seccion conductor: 50 mm²
- Diametro picas: 14 mm
- Número picas: 8
- Longitud picas: 2 m



info@greenb2e.com
C/ Micer Masco 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

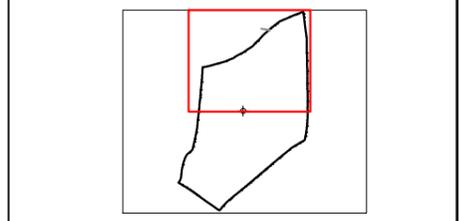
PROMOTOR		Greenb2inn	
TÍTULO PROYECTO		PSF Vilafames 3 MW PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACION CT2	
LOCALIZACIÓN		Vilafames, Castellon	
AUTOR/A NOMBRE			
TÍTULO DEL PLANO		Tierras Estacion de Potencia	
SIST. COORD.	COORD	COD. PLANO	32201
FECHA	14/12/2020	ESCALAS DIN A3	1:50
MODIFICADO	FECHA	HOJA	COD

Punto Conexion Apoyo 190599

PSF VILAFAMES 3MW	
Superficie Ocupada/Actuación	122.322 m2
Superficie Vallada	48.979 m2
Potencia Pico	2993.76 kWp
Potencia Nominal	2112 KW
NºInversores/Potencia	18 / 132 kW

Coordenadas UTM 30N ETRS89
X = 751692.6860
Y = 4447677.3390

LEYENDA	
	Cable AC
	Cable CC
	Cable MT
	Comunicaciones
	Zanja Z0
	Zanja Z1
	Zanja Z2
	Zanja Z3
	Zanja Z4
	Zanja Z5
	Zanja Z6
	Zanja Z7
	Zanja Z8
	Zanja Z9
	Zanja MT1
	Zanja MT2
	Zanja MT3
	Zanja MT4
	Zanja MT5
	Zanja MTH
	Zanja MTH2
	Zanja MTH3
	Zanja MTH4
	PICAS PUESTA A TIERRA
	Piezas Union Cable tierras
	Cable 35 mm2 Cu Desnudo
	Cable 35 mm2 Cu Desnudo union estructuras
	ARQUETA 0.35X0.35
	ARQUETA 0.48X0.48
	ARQUETA 0.68X0.68
	ARQUETA CIEGA 0.48X0.48



info@greenb2e.com
C/ Micer Maseo 42 Oficina 10, 46010 Valencia, T +34 96 36 87 132

PROMOTOR
GREENB2INN

TÍTULO PROYECTO
PSF VILAFAMES 3 MW

LOCALIZACIÓN
VILAFAMES, CASTELLON

AUTOR/A **MARTIN CLEMENTE CAMPOS**

Nº COLEGIADO [XXX]

TÍTULO DEL PLANO
RED DE PUESTA A TIERRA

SIST. COORD.	UTM 30N ETRS 89	COD. PLANO	30110
--------------	-----------------	------------	-------

FECHA	10/11/2020	ESCALAS	1:500
MODIFICADO	FECHA	DIN A3	HOJA
			1

Polígono 21 Parcela 221, VILAFAMES