



Proyecto básico

Planta Fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp

Marzo 2021 - v03

Memoria


	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	I.D.H.	E.R.S.	18/03/2021	Edición inicial
02	I.D.H.	E.R.S.	24/03/2021	Comentarios cliente
03	F.B.S.	E.R.S.	30/03/2021	Comentarios cliente

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Contenido

1	OBJETO	5
2	ANTECEDENTES	7
3	TITULAR	8
4	JUSTIFICACIÓN	9
4.1	Planta fotovoltaica	9
4.2	Infraestructuras de evacuación.....	10
5	LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN	16
5.1	Legislación Nacional.....	16
5.2	Legislación internacional	19
6	EMPLAZAMIENTO	21
6.1	Localización y características del lugar de ubicación de la instalación	21
6.2	Polígonos y parcelas de catastro afectadas	22
6.3	Superficie del área de afección	23
6.4	Afecciones consideradas.....	24
6.4.1	Linderos.....	24
6.4.2	Caminos.....	24
6.4.3	Líneas Eléctricas.....	24
6.4.4	Vegetación	24
6.4.5	Zona de protección arqueológica	24
6.4.6	Infraestructura hidráulica	24
6.5	Acceso.....	25
7	CRITERIOS DE DISEÑO	26
7.1	Consideraciones de partida	26
7.2	Potencia instalada	26
7.3	Dimensionado de la planta fotovoltaica	27
7.4	Diseño eléctrico.....	27
7.5	Diseño civil.....	27

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

8 CARACTERÍSTICAS GENERALES 29

8.1	Configuración eléctrica	30
8.2	Layout	32
8.3	Generador fotovoltaico	32
8.3.1	Características principales del módulo fotovoltaico	33
8.4	Inversor fotovoltaico	34
8.5	Estructura soporte de módulos (seguidor solar)	36
8.6	Centro de transformación	38
8.6.1	Transformador de potencia	39
8.6.2	Celdas de Media Tensión (MT)	39
8.6.3	Instalaciones secundarias: Alumbrado y protección contra incendios	40
8.7	Sistema de conexiones eléctricas	41
8.7.1	Sistema de corriente continua (CC)	41
8.7.2	Sistema de corriente alterna (CA)	43
8.8	Protecciones	44
8.9	Puesta a tierra	45
8.10	Armónicos y compatibilidad electromagnética	45
8.11	Medida	46
8.12	Limitación de potencia en el punto de conexión	46
8.13	Sistema de monitorización	47
8.14	Seguridad y vigilancia	48
8.15	Descripción de la infraestructura eléctrica de evacuación	49
8.15.1	Línea de Transmisión	49
8.15.2	Subestación elevadora (SET)	49

9 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN 50

9.1	Obra civil	50
9.1.1	Instalaciones provisionales	50
9.1.2	Topografía	59
9.1.3	Preparación del terreno	60
9.1.4	Viales de acceso e internos	61
9.1.5	Movimiento de tierras	62
9.1.6	Drenaje	64
9.1.7	Vallado perimetral de la planta	64
9.1.8	Suministro de equipos	66
9.1.9	Ejecución de cimentaciones	66
9.1.10	Canalizaciones eléctricas	67
9.1.11	Ejecución de edificios	71
9.2	Montaje mecánico	71
9.2.1	Montaje de estructuras y de los módulos fotovoltaicos	71
9.2.2	Montaje de estaciones transformadoras	72
9.3	Montaje eléctrico	72
9.3.1	Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (BT)	72
9.3.2	Instalación eléctrica de Media Tensión (MT)	73

10 PLAZO DE EJECUCIÓN 75

 Greenergy renovables	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	 sólida renewableenergias
Marzo 2021	MEMORIA	

11 PRESUPUESTO 76



11.1	Resumen equipos principales.....	76
11.2	Obra civil.....	76
11.3	Suministro de cableado	76
11.4	Instalación eléctrica	76
11.5	Montaje mecánico	77
11.6	Monitorización	77
11.7	Seguridad	77
11.8	Gestión de residuos	77
11.9	Estudio de Seguridad y Salud	77
11.10	Resumen De Presupuesto	78

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO 4: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO 5: ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

1 OBJETO

La instalación objeto de este documento es la Planta Solar Fotovoltaica GR Colimbo de 24,98 MWp de potencia pico, a ser ubicada en el término municipal de Torremocha de Jarama, provincia de Madrid, así como de todas las infraestructuras necesarias para su conexión a la red.

Es importante indicar que la Planta Solar Fotovoltaica objeto de este documento evacuará la energía generada a través de líneas subterráneas en media tensión a 30 kV que conectarán cada uno de los centros de transformación que conforman la planta con la futura subestación elevadora compartida SET Colimbo 132/30 kV.

A su vez, es necesario indicar que esta subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV estará conectada a través de línea aérea en 132 kV con la subestación compartida SET Colectora La Cereal 400/132 kV, y esta a su vez se conectará con la subestación SET LA CEREAL 400 kV propiedad de REE.

Es conveniente aclarar que, todas las subestaciones mencionadas, a excepción de la SET LA CEREAL 400 kV. por estar ya construida, y las líneas aéreas mencionadas serán objeto de proyectos dedicados quedando fuera del alcance del presente proyecto básico.

El proyecto básico contempla la instalación de una parte generadora formada por 38.136 paneles fotovoltaicos de 655 Wp bifaciales (o configuración similar dependiendo de la disponibilidad y la tecnología) dispuestos en estructuras solares, y centros de transformación que se conectan mediante tendido eléctrico de 30 kV soterrado en zanja a la subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV situada en las proximidades de la planta fotovoltaica.

El presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para diseñar la instalación solar fotovoltaica GR Colimbo de 24,98 MWp de potencia pico, de acuerdo con lo establecido en:
 - Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
 - Real Decreto 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración de Utilidad Pública del proyecto básico a realizar, así como la Licencia Urbanística, según lo establecido en:
 - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

- Decreto 70/2010, de 7 de octubre, del Consejo de Gobierno, para la simplificación de los procedimientos de autorización, verificación e inspección, responsabilidades y régimen sancionador en materia de instalaciones de energía eléctrica de alta tensión en la Comunidad de Madrid.
- 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.
- Real Decreto Ley 15/2008, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Normas subsidiarias del Término Municipal de Torremocha de Jarama.
- Informar al ayuntamiento del municipio de Torremocha de Jarama, de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para la planta fotovoltaica, subestación y línea de evacuación, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	


2 ANTECEDENTES

A continuación, se resume el estado actual de tramitación de la Planta Fotovoltaica GR Colimbo de 24,98 MWp de potencia pico, en los diferentes organismos competentes, en lo que respecta a la fase de autorización, licencias y concesiones necesarias para la construcción y puesta en funcionamiento de dicha planta.

- Con fecha del 18 de diciembre de 2020, se emite la declaración de conformidad de acceso y conexión desde el punto de vista del Operador del Sistema de la planta fotovoltaica GR Colimbo a la subestación LA CEREAL 400 kV propiedad de REE.

IGREs	P.INST/P.No m [MW]	MUNICIPIO/S	PROVINCIA	TITULAR	CÓDIGO DE PROCESO (*)	
IGREs CON PERMISO DE ACCESO POR LA PRESENTE EN LA CEREAL 400 kV						
FV ENVATIOS XXV (I)	201,7/155,15	El Casar (Mesones), El	Guadalajara	ENVATIOS PROMOCIÓN XXV, S.L.	RCR_2546_21	
FV ENVATIOS XIII - LA CEREAL FASE II (I)	181,6/139,7	Cubillo de Uceda y Vi- llaseca de Uceda		ENVATIOS PROMOCIÓN XIII, S.L.		
FV GR BISBITA (I)	100/82,78	Torrelaguna	Madrid	GR BISBITA RENOVABLES, S.L.		
FV GR COLIMBO (I)	25/20			GR COLIMBO RENOVABLES, S.L.		
FV GR MARTINETA (I)	49,9/33,17	El Cubillo de Uceda	Guadalajara	GR MARTINETA RENOVABLES, S.L.		
FV GR PORRON (I)	49,9/33,17	Casa de Uceda		GR PORRON RENOVABLES, S.L.		
FV GR CALAMON (I)	49,9/33,17	Viñuelas		GR CALAMON RENOVABLES, S.L.		
FV TRIGO (I)(a)	50/34,66	Valdenuño Fernandez		38 INSTALACION SOLAR MAZARRON, S.L.		
FV CENTENO (I)(a)	50/42,6			COMERCIAL SEIMEIRA III, S.L.		
FV AVENA (I)(a)	50/42,6			NEWELL SELLS SPAIN, S.L.		

Imagen 1. Permiso de acceso REE



	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

3 TITULAR

El titular y a la vez promotor del proyecto básico de la Planta Solar Fotovoltaica GR Colimbo es la sociedad GR COLIMBO RENOVABLES, S.L.

A continuación, se resumen los datos principales del promotor:

- Promotor: GR COLIMBO RENOVABLES, S.L.
- CIF: B88319678
- Domicilio Social: Calle Rafael Botí, 26 (3ª planta), Madrid, 28023, Madrid
- Planta: FV GR Colimbo

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

4 JUSTIFICACIÓN

4.1 Planta fotovoltaica

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. Esta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

Este tipo de instalaciones, 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.

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”.

A lo largo de los últimos años, ha quedado evidenciado que el grado de autoabastecimiento en el debate energético es uno de los temas centrales del panorama estratégico de los diferentes países tanto a corto como a largo plazo.


Esta situación hace que las instalaciones de energías renovables sean tomadas muy en consideración a la hora de realizar la planificación energética en los diferentes países y regiones.

En cuanto a los diferentes convenios internacionales a los que está ligada España, buscan principalmente una reducción en la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero, y la necesidad de desarrollar proyectos con fuentes autóctonas para garantizar el suministro energético y disminuir la dependencia exterior. Razones entre otras por las que se desarrolla la planta fotovoltaica objeto del presente estudio.

El uso de esta energía renovable permite evitar la generación de emisiones asociadas a la producción de energía mediante combustibles fósiles. En este sentido, el ahorro de combustible previsto significa evitar una emisión equivalente de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y partículas.

Según fuentes de la Comisión Europea, el factor de emisión en el ciclo de vida del mix eléctrico español es de 0,639 t CO₂-eq/MWh_e, mientras que el de la energía solar fotovoltaica es de entre 0,020 y 0,050 t CO₂-eq/MWh_e. Con la productividad de la planta estimada en 1.912 kWh/kWp-año, su construcción supondrá una disminución de 28.848 t CO₂-eq/año.

Para una vida útil de la central de 35 años, y tomando en consideración el factor de corrección anual, resulta un total de 882.726 t CO₂-eq.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Además, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 impulsado por el Ministerio de Transición Ecológica, fija objetivos vinculantes y obligatorios mínimos en relación a la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo energético total. En concreto, dicho plan contempla los siguientes objetivos a 10 años vista:

- Aumentar la cobertura con fuentes renovables de energía primaria a un 42% para el año 2030.
- Aumentar la cobertura con fuentes renovables del consumo bruto de electricidad a un 74% para el año 2030.
- Aumentar la potencia instalada de energía solar fotovoltaica hasta alcanzar los 36.882 MW y la energía eólica hasta los 50.258 MW en 2030.

Más a largo plazo, el plan establece el ambicioso objetivo de convertir España en un país neutro en emisiones de carbono para el año 2050. Sin lugar a dudas, la construcción de esta planta de producción eléctrica se justifica por la necesidad de cumplimiento de los objetivos y logros propios de una política energética, climática y medioambiental sostenible.

En resumen, dichos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos de energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030.

4.2 Infraestructuras de evacuación

A continuación, se incluye la relación de proyectos fotovoltaicos y las infraestructuras de evacuación compartidas por el nudo TRES CANTOS GIS 220 kV y LA CEREAL 400 kV, de los que se ha obtenido la conformidad de acceso en las siguientes fechas:

- Con fecha del 31 de octubre de 2020, se emite la declaración de conformidad de acceso y conexión desde el punto de vista del Operador del Sistema a la subestación TRES CANTOS GIS 220 kV, propiedad de REE.
- Con fecha del 18 de diciembre de 2020, se emite la declaración de conformidad de acceso y conexión desde el punto de vista del Operador del Sistema a la subestación LA CEREAL 400 kV, propiedad de REE.

Nudo TRES CANTOS GIS 220 kV

Las plantas fotovoltaicas que pertenecen al nudo TRES CANTOS GIS 220 kV son: GR MANDARIN, GR SISON, GR AVUTARDA Y ALTEN TRES CANTOS. La potencia instalada de cada uno de los proyectos y su ubicación se incluyen en la siguiente tabla:

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Tabla 1. Característica planta fotovoltaica nudo Tres Cantos GIS 220kV

Planta fotovoltaica	Potencia pico (MWp)	Potencia nominal (MW)	Ubicación
GR MANDARIN	100	85	Soto del Real (Madrid)
GR SISON	100	85	Usanos, Guadalajara (Guadalajara)
GR AVUTARDA	100	85	El Casar (Guadalajara)
ALTEN TRES CANTOS	100	85	EL Cubillo de Uceda (Guadalajara)

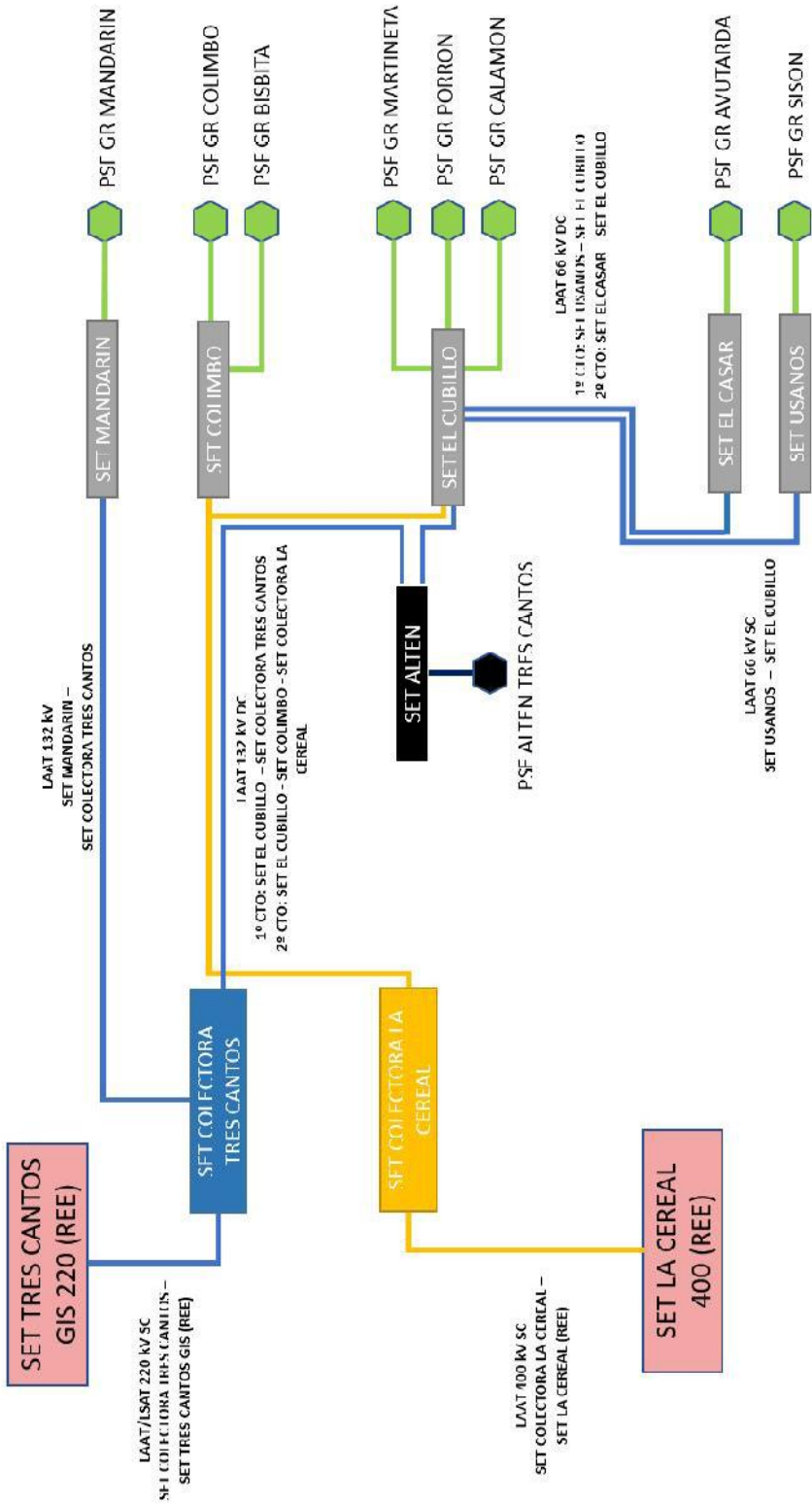
Nudo LA CEREAL 400 kV

Las plantas fotovoltaicas que pertenecen al nudo LA CEREAL 400 kV son: GR MARTINETA, GR PORRON, GR CALAMON, GR BISBITA y GR COLIMBO. La potencia instalada de cada uno de los proyectos y su ubicación se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Característica planta fotovoltaica nudo La Cereal 400kV

Planta fotovoltaica	Potencia pico (MWp)	Potencia nominal (MW)	Ubicación
GR MARTINETA	49,9	33,17	EL Cubillo de Uceda (Guadalajara)
GR PORRON	49,9	33,17	EL Cubillo de Uceda (Guadalajara)
GR CALAMON	49,9	33,17	EL Cubillo de Uceda (Guadalajara)
GR BISBITA	100	82,78	Torremocha del Jarama (Madrid)
GR COLIMBO	25	20	Torremocha del Jarama (Madrid)

Esquema de evacuación y conexión de los proyectos fotovoltaicos



	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Los diferentes proyectos promovidos por Greenergy en el nudo TRES CANTOS GIS 220 kV y LA CEREAL 400 kV se encuentran interconectados por líneas eléctricas que evacúan la energía generada en las diferentes plantas.

La planta fotovoltaica GR SISON, ubicada en la pedanía de Usanos, término municipal de Guadalajara, evacua la energía generada en la SET Usanos 66/30 kV. La evacuación desde esta planta se realiza mediante una línea aérea de 66 kV simple circuito y discurre en aéreo hasta la SET El Casar. A su vez, la planta GR AVUTARDA, situada en el término municipal de El Casar, Guadalajara, vierte su energía a la SET El Casar 66/30 kV en la salida de esta subestación se realiza el entronque con la línea procedente de la SET Usanos. A partir de la SET El Casar la línea se proyecta en 66 kV doble circuito hasta la conexión con la SET El Cubillo.

En la SET El Cubillo hay dos posiciones de transformación, una de 132/30 kV que recoge la energía de las plantas GR MARTINETA, GR PORRON y GR CALAMON, ubicadas en el término municipal de El Cubillo de Uceda (Guadalajara), y otra posición de transformación de 132/66 kV en la que se conectan las líneas de evacuación provenientes de las plantas GR AVUTARDA y GR SISON. Desde esta subestación parte una línea de evacuación de 132 kV con un doble circuito, uno lleva la potencia asociada al nudo TRES CANTOS GIS 220 kV (posición de transformación 132/66 kV) y el otro al nudo LA CEREAL 400 kV (posición de transformación 132/30 kV).

A continuación, se detalla por separado el recorrido cada uno de los circuitos, que, como se ha comentado, compartirían apoyos hasta la llegada a la SET Colectora Tres Cantos:

■ **CIRCUITO TRES CANTOS**

A la salida de la línea de la SET El Cubillo, se encuentra la planta fotovoltaica ALTEN TRES CANTOS, también ubicada en El Cubillo de Uceda, en la subestación de dicha planta se realiza una E/S desde el circuito Tres Cantos a las barras de 132 kV donde se conecta la posición de transformación que evacua la energía generada por la planta fotovoltaica ALTEN TRES CANTOS.

Este circuito llegará hasta la SET Colectora Tres Cantos 220/132 kV ubicada en Colmenar Viejo (Madrid). En esta subestación colectora, también se evacuaría la energía generada por la planta GR MANDARÍN, ubicada en el término municipal de Soto del Real (Madrid), a través de una línea aérea simple circuito en 132 kV desde la SET Mandarín.

En la SET Colectora Tres Cantos, se eleva la tensión de 132 a 220 kV, para entrar en dicho nivel de tensión en la SET TRES CANTOS GIS de REE, donde se evacua la energía generada por los cuatro proyectos fotovoltaicos.

■ **CIRCUITO LA CEREAL**

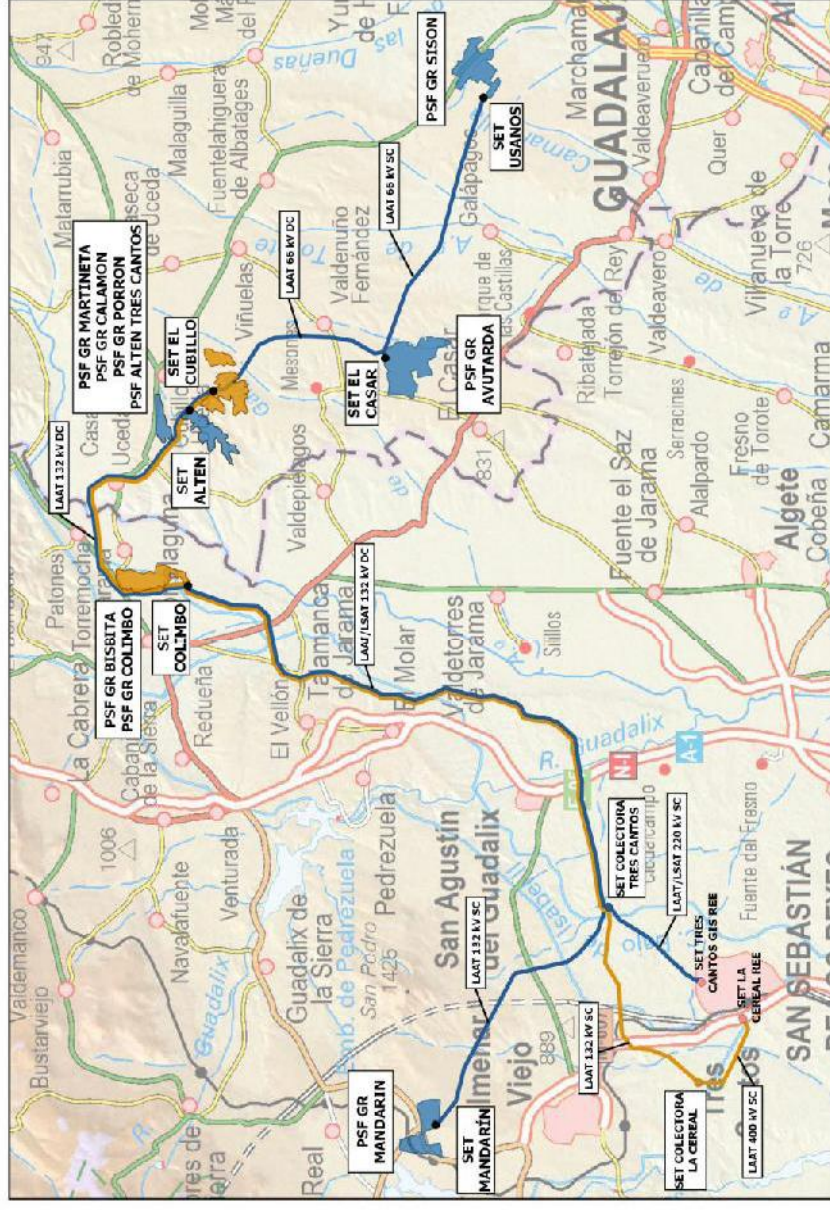
Como ya se ha comentado, el otro circuito de 132 kV que sale de la SET El Cubillo llevará la energía de las plantas GR MARTINETA, GR PORRON y GR CALAMON hasta la SET Colimbo 132/30 kV donde mediante una E/S se conecta en barras de la subestación a las mismas se conecta la posición de transformación que evacua la energía generada por las


	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

plantas GR COLIMBO y GR BISBITA, ambas ubicadas en el término municipal de Torremocha del Jarama (Madrid).

El circuito de LA CEREAL tiene su destino en la SET Colectora La Cereal 400/132 kV, ubicada en Colmenar Viejo (Madrid). En esta subestación se eleva la tensión de la línea a 400 kV para entrar finalmente en la SET LA CEREAL 400 kV de REE.

En la siguiente imagen se detalla la ubicación de los diferentes proyectos fotovoltaicos y sus infraestructuras de evacuación asociadas promovidos en los mencionados nudos:




	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

5 LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN


La legislación genérica que aplica a la planta fotovoltaica se refleja a continuación. La no presencia de alguna legislación en esta lista no implica su exclusión en caso de aplicación y, por tanto, se deberá considerar en el proyecto básico la normativa que se encuentre en vigor considerando su última modificación según boletines oficiales.

5.1 Legislación Nacional



- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001). (BOE 10/06/14)
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 (BOE 68, 19-03-2008).
- 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 (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- 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.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Condiciones técnicas para la conexión a la red de Media Tensión de instalaciones o agrupaciones fotovoltaicas. Documento AG8, edición 4.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 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 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

- UNE 62446-1/2019 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- UNE-HD 60364-7-712/2017 Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 62053-11/2003 Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos Particulares. Parte 11: Contadores electromecánicos de energía activa (clases 0,5, 1 y 2).
- UNE 62053-24/2015 Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Parte 24: Contadores estáticos para la componente fundamental de la energía reactiva (clases 0,5 S, 1 S y 1)
- UNE 61277 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 60076-1/2013 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
- UNE 60332-3-10/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados por capas en posición vertical. Equipos.
- UNE 60332-3-21/2009: Métodos de ensayos para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-21: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A F/R.
- UNE 60332-3-22/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría A.
- UNE 60332-3-23: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-23: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría B.
- UNE 60332-3-24/2009: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables en capas en posición vertical. Categoría C.
- UNE 50395/2011 Métodos de ensayo eléctricos para cables de energía en baja tensión.
- UNE 50396/2011 Métodos de ensayos no eléctricos para cables de energía de baja tensión.
- UNE 60364-4-41/2018: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
- UNE 62271-100/2011: Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
- UNE 21127/1991: Tensiones nominales
- UNE 61869-1/2010: Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales
- UNE 61869-2/2013: Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	


- UNE 61869-3/2012: Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE 61869-5/2015: Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE EN 60909-0/2016: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE EN 62271-202/2015: Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Orden de 23 de marzo de 2004, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regula el procedimiento de priorización de acceso y conexión a la red eléctrica para evacuación de energía de las instalaciones de producción en régimen especial.
- Orden de 5 de julio de 2001, de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV.
- Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de julio de 2001 sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 2 kV.
- Ordenanzas Municipales de Torremocha de Jarama (Madrid).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

5.2 Legislación internacional

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission – conductors of insulated cables
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV) –Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um=1,2 kV) and 3 kV (Um=3,6 kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission – standard colours for insulation for low-frequency cables and wires.
- IEC 60216-1/2013 International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

- IEC 60216-83/2006 International Standard of the International Electrotechnical Commission - Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics
- IEC 60216-8/2013 International Standard of the International Electrotechnical Commission - Electrical insulating materials - Thermal endurance properties - Part 8: Instructions for calculating thermal endurance characteristics using simplified procedures
- IEC 60229/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective.
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission - impulse tests on cables and their accessories
- IEEE 48/1996: IEEE Standard test procedures and requirements for alternating-current cable terminations 2,5 kV through 765 kV
- IEEE 592/2018: IEEE Standard for insulation shields on medium-voltage (15 kV – 35 kV) cable joints and separable connectors
- IEC 60502-2/2014: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 60055-1/1997: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables) - Part 1: Tests on cables and their accessories
- IEC 60055-2/1981: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables). Part 2: General and construction requirements
- IEC 60228/2004: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Conductors of insulated cables
- IEC 60229/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function
- IEC 60230/2018: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Impulse tests on cables and their accessories.
- IEC 60446/2007: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Fundamental safety principles – basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or alphanumerics.
- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ($U_m=7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV)
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m=7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

6 EMPLAZAMIENTO

6.1 Localización y características del lugar de ubicación de la instalación

La planta fotovoltaica GR Colimbo se sitúa en el término municipal de Torremocha de Jarama, en la provincia de Madrid. La poligonal se enmarca en la Hoja 0510-1 del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30 de la instalación son las siguientes:

- X: 457606.55
- Y: 4518996.00

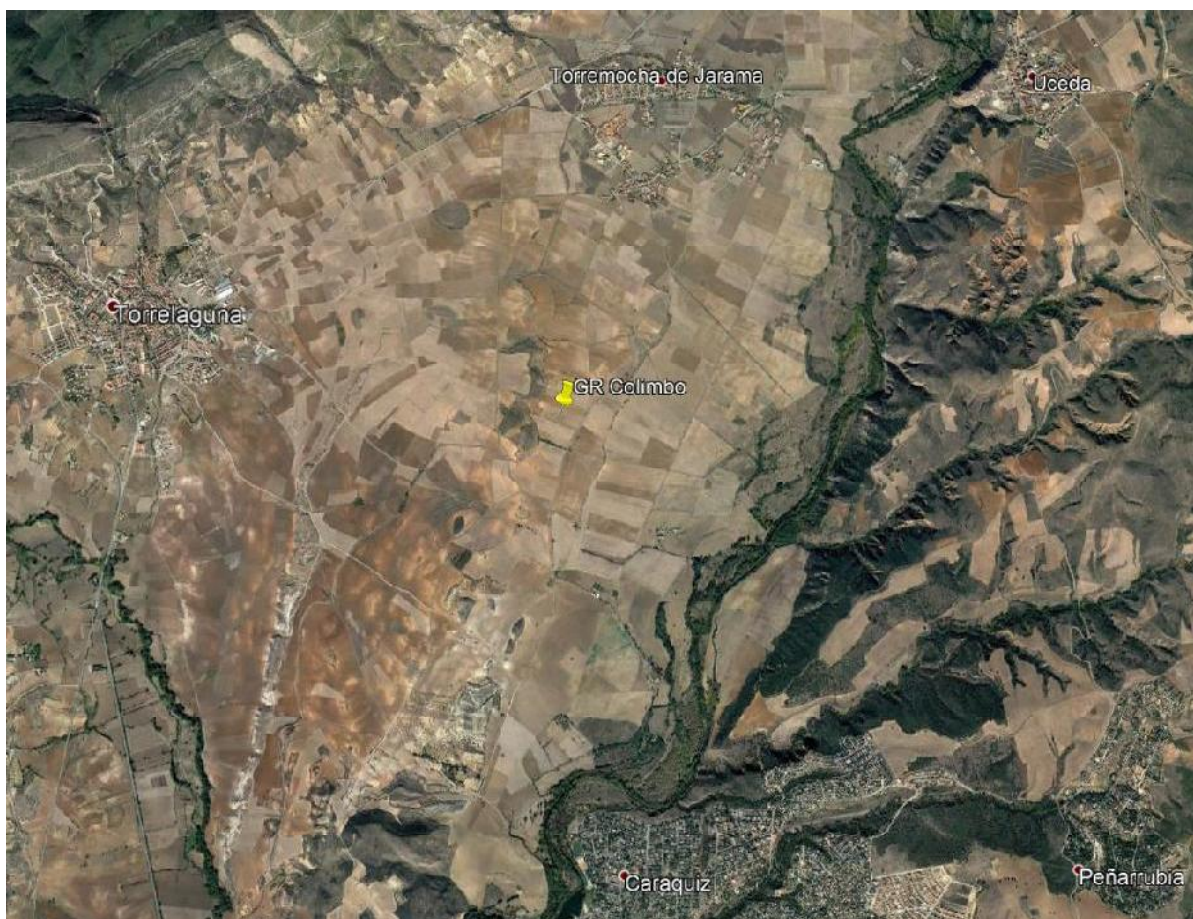


Imagen 2. Localización de la planta FV

El emplazamiento exacto de la instalación queda reflejado en el plano "SOFV2048804AGPGGE11 Localización y emplazamiento" adjunto con esta memoria.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

6.2 Polígonos y parcelas de catastro afectadas

La planta fotovoltaica GR Colimbo se instalará en los terrenos correspondientes a las siguientes parcelas del Término Municipal de Torremocha de Jarama.

Tabla 1. Parcelas catastrales planta solar

Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Torremocha de Jarama	202	115	28153A20200115
Torremocha de Jarama	202	116	28153A20200116
Torremocha de Jarama	202	128	28153A20200128
Torremocha de Jarama	202	129	28153A20200129
Torremocha de Jarama	202	130	28153A20200130
Torremocha de Jarama	202	131	28153A20200131
Torremocha de Jarama	202	132	28153A20200132
Torremocha de Jarama	202	133	28153A20200133
Torremocha de Jarama	202	134	28153A20200134
Torremocha de Jarama	202	135	28153A20200135
Torremocha de Jarama	202	136	28153A20200136
Torremocha de Jarama	202	137	28153A20200137
Torremocha de Jarama	202	138	28153A20200138
Torremocha de Jarama	202	139	28153A20200139
Torremocha de Jarama	202	140	28153A20200140
Torremocha de Jarama	202	141	28153A20200141
Torremocha de Jarama	202	143	28153A20200143
Torremocha de Jarama	202	144	28153A20200144
Torremocha de Jarama	202	145	28153A20200145
Torremocha de Jarama	202	146	28153A20200146
Torremocha de Jarama	202	147	28153A20200147
Torremocha de Jarama	202	148	28153A20200148
Torremocha de Jarama	202	151	28153A20200151
Torremocha de Jarama	202	152	28153A20200152

Por otro lado, el trazado de la línea de evacuación en media tensión 30 kV desde los centros de transformación hasta la subestación elevadora transcurre por las siguientes parcelas.

Tabla 2. Parcelas catastrales líneas evacuación

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Torremocha de Jarama	202	115	28153A20200115
Torremocha de Jarama	202	128	28153A20200128
Torremocha de Jarama	202	129	28153A20200129
Torremocha de Jarama	202	130	28153A20200130
Torremocha de Jarama	202	131	28153A20200131
Torremocha de Jarama	202	132	28153A20200132
Torremocha de Jarama	202	136	28153A20200136
Torremocha de Jarama	202	139	28153A20200139
Torremocha de Jarama	202	140	28153A20200140
Torremocha de Jarama	202	141	28153A20200141
Torremocha de Jarama	202	143	28153A20200143
Torremocha de Jarama	202	144	28153A20200144
Torremocha de Jarama	202	145	28153A20200145
Torremocha de Jarama	202	146	28153A20200146
Torremocha de Jarama	202	147	28153A20200147
Torremocha de Jarama	202	148	28153A20200148
Torremocha de Jarama	202	151	28153A20200151
Torremocha de Jarama	202	152	28153A20200152
Torremocha de Jarama	202	9002	28153A20209002
Torremocha de Jarama	202	9009	28153A20209009
Torremocha de Jarama	202	9010	28153A20209010
Torremocha de Jarama	202	9012	28153A20209012
Torremocha de Jarama	202	9013	28153A20209013
Torremocha de Jarama	202	9026	28153A20209026

Para la obtención de los datos relativos a las parcelas ocupadas por la implantación de la planta y de sus líneas de evacuación se han empleado las bases de datos oficiales de la sede electrónica del catastro.

6.3 Superficie del área de afección

La instalación está implantada en unas parcelas que cuentan con una superficie total de 44,97 ha mientras que la superficie vallada de la planta es de 30,78 ha. Concretamente, el área ocupada por los paneles fotovoltaicos es de 118.464 m², medida sobre la proyección del panel en posición horizontal; mientras que las 9 estaciones de potencia existentes en la planta ocuparán un área de 245,12 m².

La longitud total de vallado en todo el perímetro de la planta es de 5.969 m.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

6.4 Afecciones consideradas

En el proyecto básico objeto de este documento han sido consideradas y respetadas las siguientes afecciones y servidumbres marcadas por los Organismos Oficiales consultados.

6.4.1 Linderos

A la hora de realizar el layout de la planta fotovoltaica se ha marcado como criterio de diseño un retranqueo de la linde de 5 metros a vallado.

6.4.2 Caminos

A la hora de realizar el layout de la planta fotovoltaica se ha respetado una distancia mínima a construcciones de 8 metros desde el borde exterior del camino.

6.4.3 Líneas Eléctricas

La implantación de la planta fotovoltaica se verá atravesada en dirección este-oeste por una línea aérea de alta tensión (LAAT). Para el diseño de las instalaciones de la planta fotovoltaica se ha respetado una distancia mínima de servidumbre al eje de la línea eléctrica de 20 metros.

6.4.4 Vegetación


A la hora de realizar el layout de la planta fotovoltaica se ha respetado la vegetación existente en el emplazamiento, y se ha mantenido una distancia mínima de 5 metros.

6.4.5 Zona de protección arqueológica

En la parte este del emplazamiento se encuentra una zona de protección arqueológica. Para la implantación de la planta fotovoltaica se ha respetado una distancia mínima de 5 metros a vallado con los límites de esta zona de protección arqueológica.

6.4.6 Infraestructura hidráulica

En los alrededores de la planta fotovoltaica existen acequias e infraestructura del Canal de Isabel II para los que se ha respetado una distancia mínima a construcciones de 15 con las acequias y de 10 metros a vallado con la banda de infraestructura de agua.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

6.5 Acceso

La planta fotovoltaica GR Colimbo cuenta con ocho accesos locales que comunican con los caminos públicos de referencias catastrales 28153A20209002, 28153A20209004, 28153A20209009, 28153A20209026 y 28153A20209027.

Las coordenadas de estos accesos en sistema UTM ETRS89 HUSO 30 se detallan a continuación:

Tabla 3. *Coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30 de los accesos locales a la planta FV GR Colimbo*

Nº	X	Y
Acceso 1	457046.94	4518232.75
Acceso 2	457588.37	4518553.37
Acceso 3	457602.54	4518648.37
Acceso 4	457645.89	4518769.30
Acceso 5	457726.00	4518901.27
Acceso 6	457775.06	4519050.11
Acceso 7	457779.29	4519303.41
Acceso 8	457993.27	4519524.43

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

7 CRITERIOS DE DISEÑO

7.1 Consideraciones de partida

Para el diseño de la planta fotovoltaica, se detallan los datos aportados por el cliente para la realización del layout de la planta fotovoltaica con seguidores:

- Potencia nominal en el punto de conexión: 20 MW
- Potencia pico instalada: 24,98 MWp
- Potencia nominal de inversores a 30 °C: 24,56 MVA
- Ratio DC/AC de la planta fotovoltaica: 1,017 (@ 30°C, fdp 1)
- Panel solar: Módulo monocristalino bifacial de 655 Wp de Canadian Solar, modelo CS7N-655MB-AG o similar.
- Inversor 1637 kVA@30°C de INGETEAM, modelo INGECON SUN 1640TL B630 o similar.
- Estructura fotovoltaica: seguidores horizontales monofila de 2Vx28.
- Pitch (distancia entre ejes): 8 metros.

Como se ha mencionado anteriormente, la potencia del conjunto de los inversores de la planta estará limitada a la potencia máxima admisible en el punto de conexión 20 MW y en ningún caso los inversores inyectarán más energía que la concedida por Red Eléctrica de España (REE).



7.2 Potencia instalada

Según establece la disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica que modifica al segundo párrafo del artículo 3 del RD 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, la potencia instalada es la menor de las dos potencias siguientes:

- La suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran la instalación
- La suma de las potencias de los inversores que configuran la instalación.

Para esta planta fotovoltaica se contempla la instalación de 38.136 paneles fotovoltaicos de 655 Wp bifaciales (o configuración similar dependiendo de la disponibilidad y la tecnología) que suman una potencia total de 24,98 MWp y de 15 inversores Ingeteam INGECON SUN 1640TL B630 o similar de 1637 kVA a 30 °C que suman una potencia total de 24,56 MVA.

Por tanto, según lo dispuesto en la legislación actual, la potencia instalada de la planta es de 24,56 MVA.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

7.3 Dimensionado de la planta fotovoltaica

En base a las consideraciones de partida, se ha realizado el dimensionado de la planta fotovoltaica con los siguientes criterios:

- Maximizar el área ocupada, respetando las servidumbres y distancias mínimas exigidas.
- Maximizar la generación anual de energía.

7.4 Diseño eléctrico


- Los cables de baja tensión (BT) en corriente continua (CC) hasta las cajas de string y desde éstas hasta los inversores han sido diseñados con una caída máxima de tensión del 1,5% en condiciones STC. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Estos cables serán conductores unipolares de cobre o aluminio que irán soportados en la estructura existente o directamente enterrados en zanjas donde corresponda.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).
- La red de media tensión que conecta los centros de transformación con la Subestación Elevadora se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una caída de tensión media superior a 1%.
- El nivel de tensión considerado para la media tensión es de 30 kV.
- El cableado de aluminio seleccionado para la red de media tensión serán conductores unipolares que irán directamente enterrados en zanjas.
- La conexión de la red de media tensión será en líneas-antenas y no en anillo. Teniendo en cuenta el nivel de tensión y potencia de la planta fotovoltaica, las agrupaciones de las líneas de media tensión no superarán los 5 centros de transformación ni una potencia de 14,00 MVA.
- Los consumos asociados a inversores y al sistema de seguridad perimetral serán alimentados desde los transformadores de los centros de transformación distribuidos a lo largo de la planta, mientras que el resto de consumos (almacenes, sala de control...) serán alimentados desde la subestación.

7.5 Diseño civil

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Los viales internos se han diseñado de 4 metros según indicaciones del cliente, si bien se ha dejado espacio suficiente en la estación de potencia para el paso de una grúa. Se ha tenido en cuenta que conecten todos los centros de transformación, no considerándose vial perimetral de la misma.
- Los viales de acceso a la planta se han diseñado con un ancho de 6 metros.
- Se ha considerado hincado directo de perfiles como cimentación para la estructura fotovoltaica.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta una distancia entre ejes de filas (pitch) de 8 metros, quedando un espacio libre entre filas de 3,09 metros aproximadamente.
- El cableado entre módulos y las cajas de strings sobre la misma fila será fijado directamente a la estructura existente. El conexionado entre módulos se realizará en tresbolillo, por ello el panel FV debe tener un cable de al menos 1,5 metros de longitud.
- El cable CC de string irá fijado sobre la propia estructura mediante bridas y directamente enterrado en zanjas de baja tensión (BT) en los tramos finales (de paso entre estructuras) hasta la caja de string.
- Los cables de CC desde las cajas de string a los centros de transformación serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT), según el diseño del bloque tipo.
- El cableado entre centros de transformación y subestación será llevado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- Se instalarán arquetas en todos los cruces de cableado. Las dimensiones de las arquetas serán diseñadas acorde con el número de cables y las dimensiones de las zanjas.
- El sistema de puesta a tierra de la planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, inversores centrales, bandeja metálica, centros de transformación, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

8 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La planta fotovoltaica propuesta convierte la energía de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares fotovoltaicos instalados en un sistema de estructuras. La energía eléctrica de corriente continua (CC) producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna (CA) a través de los inversores, y luego el transformador adecua el nivel de voltaje para inyectar la energía en la red de distribución.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la planta son:

- Generador fotovoltaico.
- Seguidor de eje horizontal monofila.
- Cajas de string.
- Inversores.
- Centro de transformación (CT).
- Sistema conexiones eléctricas.
- Protecciones eléctricas.
- Infraestructura evacuación.

Además de los componentes principales, la planta contará con una serie de componentes estándar (sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.) que serán definidos en una fase posterior del proyecto.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar eléctricamente la instalación fotovoltaica del resto de la red eléctrica. De cualquier modo, las características principales de los equipos, cableado y protecciones se especificarán a lo largo del presente documento.

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

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

La potencia de diseño de la instalación será la marcada por la suma de las potencias de salida de los inversores que componen la planta y estará limitada por las restricciones marcadas por REE en el punto de conexión.

Puesto que se trata de una instalación conectada a red, y el objetivo final de la planta es vender la energía eléctrica generada, se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía producida.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

8.1 Configuración eléctrica

La configuración eléctrica de la instalación fotovoltaica será la siguiente:

- Quince (15) inversores Ingeteam (1637 kVA@30°C) o similar, repartidos en:
 - Cinco (5) centros de transformación con 2 inversores modelo INGECON SUN 1640TL B630 con 90 strings conectados a cada inversor y un transformador de 3,280 MVA.
 - Un (1) centro de transformación con 2 inversores modelo INGECON SUN 1640TL B630 con 94 strings conectados a cada inversor y un transformador de 3,280 MVA.
 - Un (1) centro de transformación con 1 inversor modelo INGECON SUN 1640TL B630 con 94 strings conectados al inversor y un transformador de 1,640 MVA.
 - Dos (2) centros de transformación con 1 inversor modelo INGECON SUN 1640TL B630 con 90 strings conectados al inversor y un transformador de 1,640 MVA.

En total se han implantado 38.136 módulos de 655 Wp para un total de 24,98 MWp, es decir, una ratio DC/AC del 1,017 sobre la potencia nominal en inversores a 30°C. La potencia del conjunto de los inversores de la planta estará limitada a la potencia máxima admisible en el punto de conexión, 20 MW.

La configuración eléctrica de baja tensión de la planta fotovoltaica será la siguiente:

- Strings de 28 módulos de 655 Wp conectados en serie.
- 12 inversores INGECON SUN 1640TL B630 (1637 kVA@30°C) con 1.080 strings conectadas en paralelo.
 - A cada inversor se conectarán 90 strings.
- 3 inversores INGECON SUN 1640TL B630 (1637 kVA@30°C) con 282 strings conectadas en paralelo.
 - Al inversor se conectarán 94 strings.

De esta forma, las potencias nominales y pico de cada centro de transformación serán las siguientes:

Tabla 4. Configuración de baja tensión de los centros de transformación

CT	INGECON SUN 1640TL B630	Potencia nominal (MVA)	Strings por CT	Potencia pico en CT (MWp)
CT-01	2	3,274	180	3,301
CT-02	1	1,637	94	1,724
CT-03	2	3,274	188	3,448
CT-04	2	3,274	180	3,301
CT-05	2	3,274	180	3,301
CT-06	2	3,274	180	3,301
CT-07	2	3,274	180	3,301

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

CT	INGECON SUN 1640TL B630	Potencia nominal (MVA)	Strings por CT	Potencia pico en CT (MWp)
CT-08	1	1,637	90	1,651
CT-09	1	1,637	90	1,651
Total	15	24,56	1.362	24,98

Cada centro de transformación estará conectado a la Subestación elevadora compartida situada en las proximidades de la planta fotovoltaica por líneas de media tensión en forma de antena en 30 kV. Las características de cada una de estas líneas de media tensión son las siguientes:

■ Circuito 1

Desde	Hasta	Longitud (m)	Sección (mm ²)
CT-09	CT-07	538 m	240
CT-07	CT-08	171 m	240
CT-08	CT-06	347 m	240
CT-06	CT-05	151 m	240
CT-05	Subestación	1.824 m	400
Longitud total (m)		3.031	

■ Circuito 2

Desde	Hasta	Longitud (m)	Sección (mm ²)
CT-04	CT-03	515 m	240
CT-03	CT-02	598 m	240
CT-02	CT-01	160 m	240
CT-01	Subestación	320 m	240
Longitud total (m)		1.592	

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

8.2 Layout

La siguiente imagen muestra el layout propuesto para la Planta FV GR Colimbo:



Imagen 3. Layout planta FV GR Colimbo

8.3 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará compuesto por un total de 38.136 módulos fotovoltaicos interconectados entre sí en grupos denominados cadenas o “strings” de 28 módulos en serie.

Para este proyecto básico se han seleccionado módulos fotovoltaicos basados en la tecnología de silicio monocristalino, ampliamente probada en numerosas instalaciones a lo largo del mundo.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Los módulos seleccionados para este proyecto básico tendrán unas dimensiones de 2384 x 1303 x 35 mm, capaces de entregar una potencia de 655 Wp en condiciones estándar.



Imagen 4. Módulo FV655 Wp

8.3.1 Características principales del módulo fotovoltaico

El fabricante del módulo será Canadian Solar o similar, y tendrá las siguientes características:

Tabla 5. Características técnicas principales del módulo fotovoltaico

Características eléctricas	Módulo	Unidades
Potencia	655	Wp
Tolerancia de salida Pmax	± 10	Wp
Corriente máxima potencia (Impp)	18,52*	A
Tensión de máxima potencia (Vmpp)	37,50	V
Corriente de cortocircuito (Icc)	19,54*	A
Tensión de circuito abierto (Voc)	45,20	V
Eficiencia del módulo	21,1	%
NOCT (800 W/m ² , 20°C, AM 1,5, 1 m/s)	41 \pm 3	°C
Tensión máxima del Sistema (Vdc)	1.500	V

*Incluida ganancia del 6% por bifacialidad.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

8.4 Inversor fotovoltaico

El inversor fotovoltaico será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red general. A la salida del inversor, la energía se derivará al transformador que será el encargado de elevar a la tensión establecida en el sistema interno de media tensión de la planta.



Imagen 5. Inversor Ingeteam Ingecon SUN 1640 TL B630

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Y comprende las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada.

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

■ Protecciones.

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
- Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo (630 V), el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).
- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- Temperatura elevada. El inversor dispone de refrigeración forzada con termostato proporcional que controla la velocidad de los ventiladores.
- El inversor incluye fusibles en la entrada de CC e interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores proyectados para la planta son del fabricante Ingeteam, modelos Ingecon Sun 1640 TL B630 Outdoor o similar. Las principales características son las indicadas a continuación:

Tabla 3. Características eléctricas de los inversores Ingeteam

Características eléctricas	Inversor	Unidades
Entrada		
Rango de tensión en MPP	911-1300	Vdc
Tensión máxima	1500	Vdc
Corriente máxima	1850	A
Nº entradas en DC	Hasta 15	Ud

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Características eléctricas	Inversor	Unidades
Salida		
Potencia nominal	1473	kVA (@50°C)
Potencia nominal	1637	kVA (@30°C)
Tensión nominal	630	V
Frecuencia nominal	50	Hz
Rendimiento		
Máximo	98,9	η

8.5 Estructura soporte de módulos (seguidor solar)

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a ráfagas de viento superiores a 60 km/h que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone la estructura son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados con perforación o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y/o aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.
- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retroseguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna mediante PLC.

Con el fin de optimizar la superficie disponible, se ha adoptado como solución la implantación de una estructura tipo seguidor monofila.

Se utilizarán dos tipos de seguidores que mantendrá las siguientes características:

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

- La composición mínima (mesa) será de 56 módulos FV (2Vx28).
- La distancia mínima entre estructuras debe ser de 3,092 m para ensamblado.
- La distancia máxima de la estructura al terreno será menor de 2,1 m.
- La distancia mínima de la estructura al terreno será mayor de 0,5 m.
- Los seguidores podrán ser alimentados mediante línea auxiliar en corriente alterna o mediante autoalimentación en corriente continua.





Imagen 6. Seguidor monofila tipo 2V

En total se instalarán 681 estructuras de 2 strings. Las principales características de la estructura solar son las indicadas a continuación o similares, en función de la tecnología y la disponibilidad:

Tabla 6. Características principales de la estructura

CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA
Nº módulos por estructura	56
Ángulo de rotación	$\pm 55^\circ$
Longitud de la fila	37,863 m
Paso entre filas (pitch)	8 m

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

8.6 Centro de transformación

Los centros de transformación son edificios, contenedores prefabricados o plataformas que albergan los equipos encargados de concentrar, transformar y elevar la tensión de la energía generada en los sub-campos fotovoltaicos.

Un centro de transformación típico deberá incluir, al menos:



- Transformador/es de potencia BT/MT
- Armarios de MT
- Cuadros eléctricos principales
- Transformador de SSAA

El centro de transformación será provisto por el fabricante de los inversores.

Todos los centros de transformación estarán asociados a las celdas de MT necesarias para su protección y distribución de energía en un sistema de 30 kV.

A continuación, se detallan los tipos de estaciones de potencia utilizados en esta instalación:

- Cinco (5) centros de transformación con 2 inversores y un transformador de 3,280 MVA (@30°C) y 90 strings por inversor.
- Dos (2) centros de transformación con 1 inversor y un transformador de 1,640 MVA (@30°C) y 90 strings por inversor.
- Un (1) centro de transformación con 2 inversores y un transformador de 3,280 MVA (@30°C) y 94 strings por inversor.
- Un (1) centro de transformación con 1 inversor y un transformador de 1,640 MVA (@30°C) y 94 strings por inversor.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

8.6.1 Transformador de potencia

Con el fin de elevar la tensión alterna en la salida del inversor hasta la red de MT, la planta fotovoltaica tendrá un total de 6 transformadores de 3280 kVA (@30°C) y 3 transformadores de 1640 kVA (@30°C) con un devanado de BT y un devanado de MT y relación de transformación 30/0,63 kV.

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 o transformadores secos encapsulados en resina epoxi y enfriamiento natural o mediante ventilación forzada. Los transformadores serán de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñados para instalaciones fotovoltaicas y diseñadas para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura.

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 dando, de esta manera, cumplimiento a lo determinado en el punto 5.1 Sistemas contra incendios, recogido en la ITC-RAT 15 Instalaciones Eléctricas de Interior que forma parte del Reglamento de Alta Tensión aprobado mediante 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.

El devanado primario estará marcado permanentemente con U, V y W y el devanado secundario con u, v y w.

8.6.2 Celdas de Media Tensión (MT)

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección.

Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

Las celdas contarán con un dispositivo de detección de voltaje que deberá mostrar la presencia o ausencia de voltaje de las tres fases de la red de MT. Este detector proveerá señales independientes de cada fase, evitando el uso de transformadores de tensión.

La planta dispondrá de estaciones de potencia para un sistema con un nivel de tensión de 30 kV. Cada estación de potencia dispondrá de la siguiente configuración de celdas de Media Tensión:

- 1/2 x Celdas de línea:
 - 1 x Salida con interruptor/seccionador en carga.
 - 0/1 x Entrada con interruptor/seccionador en carga.
- 1/2 x Celdas de protección del transformador.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Tabla 7. Características celdas media tensión

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Corriente admisible asignada de corta duración 1 s	20 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	630 A
Frecuencia	50 Hz

8.6.3 Instalaciones secundarias: Alumbrado y protección contra incendios

8.6.3.1 Alumbrado

Se dispondrá de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará el centro de transformación de acuerdo a la prescripción dictada en el apartado 6.2 Alumbrado de socorro, recogido en la ITC-RAT 14 Instalaciones eléctricas de exterior que forma parte del Reglamento de Alta Tensión aprobado por 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.

8.6.3.2 Protección contra incendios

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, en su ITC-RAT 14 Instalaciones eléctricas de exterior, en concreto, en el subpunto 6.1, sistemas contra incendios, establece la obligatoriedad en la instalación de sistemas contra incendios en los centros de transformación con las características que a continuación se detallan.

Si se utilizan transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total del líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito se dispondrán de cortafuegos tales como lechos de guijarros, etc.

Cuando se utilicen dieléctricos líquidos con punto de combustión igual o superior a 300°C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Si los transformadores utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma. Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

8.7 Sistema de conexiones eléctricas

Según la naturaleza de la corriente, la instalación fotovoltaica está dividida eléctricamente en dos tramos: tramo de corriente continua (hasta el inversor) y tramo de corriente alterna (tras realizar el conveniente acondicionamiento de potencia en el inversor).

8.7.1 Sistema de corriente continua (CC)

El sistema de CC incluye el siguiente equipamiento:

- Cableado.
- Inversor.

El diseño y dimensionado del sistema de CC para la planta FV cumplirá todo lo establecido en la normativa vigente.

8.7.1.1 Cableado de CC

El circuito de corriente continua consta de cable polo positivo y negativo. Este cableado se dispone a la intemperie o enterrado, canalizado en bandejas, fijado directamente a la estructura o mediante tubo aislante de PVC o similar.

En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos, características que los hacen aptos para la instalación directamente enterrada.

Cable para exterior

El cable de string es el cable de CC especialmente diseñado para plantas fotovoltaicas al aire libre y se utilizará para cablear los strings de módulos fotovoltaicos las cajas de string. Los cables irán fijados a la estructura mediante bridas o a un cable fiador de acero.

El cableado de corriente continua contará con dos tramos, el primero de los mismos será el que empleará el cable que incorporan los módulos fotovoltaicos y un segundo tramo que partirá desde los cada uno de los extremos de cada uno de los string, polos positivo y negativo, hasta cada una de las cajas de string.

En ambos tramos, los cables deben ser 1,5/1,5 kV ($U_0 = 1,8$ kV) conductor de cobre de un solo núcleo, flexible, no propagación de llama y libre de halógenos, resistente a la absorción de agua, rayos ultravioletas, agentes

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

químicos, grasas y aceites, la abrasión y los impactos. Además, los cables de CC se deben fabricar como cable flexible de Clase 5 con protección solar UV especial (ZZ-F).

La sección empleada del cableado que incorporan los módulos fotovoltaicos empleados en la planta, tendrá una sección de 4 mm² mientras que el empleado para la conexión de los extremos de cada uno de los string con la correspondiente caja de string será de 6 ó 10 mm². La unión entre ambos tramos se realizará empleando conectores rápidos tipo MC4.

Los cables de corriente continua (DC) entre los paneles y las cajas de string han sido diseñados con una caída de voltaje media máxima de 1% en las condiciones de STC. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).

8.7.1.1.1 Caja de String

La caja de string, es el equipo que permite realizar las conexiones en paralelo de las strings del generador fotovoltaico. Al mismo tiempo tiene la función de proteger contra sobre corrientes las strings a través de los fusibles.

Con objeto de economizar y facilitar la instalación, varias strings se conectarán en paralelo, convergiendo en un único circuito.

Las cajas de string contarán con fusibles en los polos positivo y negativo para proteger cada par de entradas. Además, contarán con descargadores de sobretensión y un seccionador a la salida.

Las cajas estarán provistas de un sistema de monitorización de corriente de string, que detectará faltas y enviará señales de alarma.

Se ubicarán en el exterior, a lo largo del campo solar, en lugares accesibles, evitando la luz directa del sol y de forma que se faciliten las tareas de montaje y mantenimiento.

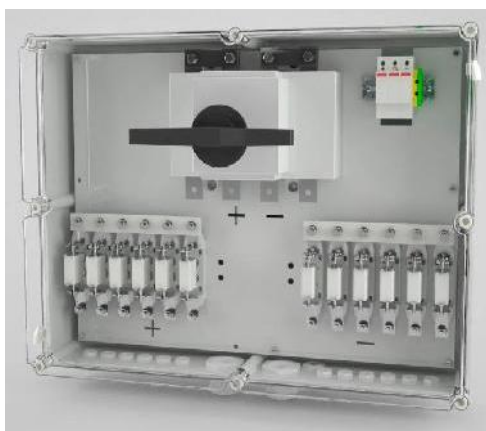



Imagen 7. Caja de string tipo

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Las características de las cajas de string se indican a continuación:

- Voltaje máximo permitido: 1500 V.
- Números de entradas de CC: de 12, 10 y 6 pares.
- Protecciones:
 - Fusibles de corriente adecuada a las strings (25 A) en los polos positivo y negativo a la entrada de las strings.
 - Seccionador en carga.
 - Descargadores de sobretensión de clase II.
- Monitorización cada dos strings

8.7.1.1.2 Cable caja de string a inversor

El cable desde cada caja de string hasta la entrada del inversor irá directamente enterrado y conectará cada una de las cajas de string con el inversor.

Este tramo de cable de corriente continua estará formado por cable de cobre o aluminio, aislamiento XLPE y cubierta tipo PVC, 1,5/1,5 kV ($U_0 = 1,8$ kV). La sección tipo a considerar será 240 mm².

Los cables de corriente continua (DC) entre la caja de string e inversor han sido diseñados con una caída de voltaje media máxima de 0,5% en las condiciones de STC. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).

8.7.2 Sistema de corriente alterna (CA)


El sistema de CA incluirá el siguiente equipamiento principal:

- Centro transformador.
- Aparata de BT.
- Transformador.
- Cables de media tensión (MT).
- Celdas de MT.

El sistema de CA de la planta cumplirá con lo establecido en la normativa nacional de Instalaciones Eléctricas, la cual establece las especificaciones técnicas que deben cumplir con el fin de garantizar la seguridad tanto en el uso de la energía eléctrica, como de las personas; maximizando la eficiencia del complejo.

En cada estación de inversores o anexa a las mismas, se localizará una estación transformadora de MT, que adaptará la tensión de salida del inversor al nivel de tensión de evacuación de la red de MT de la planta.

El sistema de AC de la planta cumplirá con lo establecido en códigos vigentes, normativa y leyes.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

8.7.2.1 Cables de Media Tensión

Para evacuar la potencia generada de cada estación de transformador, se instalará una red de media tensión formada por cables de un solo núcleo de 18/30 kV de aluminio. La red está diseñada como un sistema de antena que conecta los centros de transformación con la subestación. Los cables de MT serán enterrados directamente en zanjas y tendrán un aislamiento seco.

El cable de media tensión será un solo cable de aluminio de núcleo, con capa semiconductora extruida, aislamiento XLPE, pantalla de hilos de cobre y lecho extruido de poliolefina termoplástica.

Los cables de media tensión deben cumplir con las normas nacionales e internacionales relacionadas.

Las secciones seleccionadas para esta instalación serán de 240 y 400 mm².

Los cables de media tensión de corriente alterna (CA) de los centros de transformación a la subestación (dentro de la planta) se han calculado con una caída de tensión media máxima del 1 %. Además, el cable propuesto cumple los criterios de máxima intensidad según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).



8.8 Protecciones

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

La planta fotovoltaica deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de CC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección. Los módulos fotovoltaicos se protegen contra un cortocircuito al solo utilizar dos strings por MPPT, el cortocircuito será el resultado de la corriente de cortocircuito de un solo string y ésta al ser menor que la intensidad de corriente inversa que soporta el módulo (35 A) queda protegido
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles o interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.
- Los equipos de servicios auxiliares estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

8.9 Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el RBT, así como de las masas del resto del suministro.

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.

La red de tierras se realizará a través de picas de cobre. La configuración de las mismas será redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno. Se evitará que la pica se doble a la hora de su colocación. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará en función de la que determine la legislación de referencia para este tipo de electrodos en función de la resistividad del terreno.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección y picas de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro mínimo en las zonas donde sean necesarias, tales como los centros de transformación.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.


La instalación de puesta a tierra del parque fotovoltaico se deberá realizar teniendo en cuenta la ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra, y la ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión".

8.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se establece, tal y como se observa en el cuadro siguiente, el límite de campo magnético admitido como $5/f$, siendo f la frecuencia en kHz. De esta manera, el límite de campo electromagnético es de 100 μ T a 50 Hz. Dicho valor no debe ser excedido en las zonas públicas exteriores de la instalación.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz	–	$3,2 \times 10^{-1}$	4×10^{-1}	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^{-4}/f^2$	$4 \times 10^{-4}/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$1.000/f$	$5.000/f$	
0,075-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	–
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	–
3-150 kHz	8/f	5	6,25	–
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	–
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	–
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
100-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

El campo electromagnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado. En este caso, en el Anexo que se adjunta en el presente documento se justifica el cumplimiento de los niveles referenciados anteriormente.

8.11 Medida

La medición de la energía entregada se realizará en la barra de 30 kV de la subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV mencionada en el presente proyecto básico. Se contará con dos contadores combinados de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110V3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto a la entrada como a la salida de energía, serán precintados por la empresa gestora de la red de transporte. Los puestos de los contadores se deberán señalar de forma indeleble, de manera que la asignación a cada titular de la instalación quede patente sin lugar a la confusión.

Asimismo, se contará con un analizador de red con capacidad para medir en los dos sentidos en cada uno de los inversores. La clase de este contador es 0,5 y servirá para el control interno del parque fotovoltaico.

Las características del equipo serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal del inversor se encuentre entre el cincuenta por cien de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

8.12 Limitación de potencia en el punto de conexión

La potencia del conjunto de los inversores de la planta estará limitada por la potencia máxima admisible en el punto de conexión, 20 MW, mediante un dispositivo electrónico denominado "Power Plant Controller" (PPC) que actuará sobre los inversores para evitar que se supere esa potencia en el punto de conexión.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

El PPC seleccionado para la planta fotovoltaica Colimbo es del fabricante Ingeteam, modelo Ingecon Sun EMS Plant Controller.

De acuerdo con el fabricante, el Ingecon Sun EMS PPC (Power Plant Controller) es capaz de limitar la potencia activa entregada en el POI (Punto de Interconexión). El Ingecon Sun EMS PPC es capaz de monitorizar las medidas en el punto de interconexión y controlar el funcionamiento de los inversores solares. Dicho equipo trabaja como una interfaz para el controlador de los analizadores de red que miden en el POI.

La aplicación del PPC permite ajustar la potencia nominal de la planta Colimbo. Dicho parámetro se ajusta a la capacidad máxima solicitada, de forma que el PPC tome dicho valor como referencia y ajuste los controles para mantenerlo y no sobrepasarlo en el POI.

Para el caso de la planta fotovoltaica Colimbo, el valor se configurará a 20 MW, que es la capacidad máxima solicitada a Red Eléctrica de España para cumplir en todo momento con lo establecido en el permiso de acceso.

8.13 Sistema de monitorización

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de sistemas de la planta.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un “sistema” con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Inversores centrales: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada CT.
- Remotas de Adquisición de E/S en la Subestación.
- Medidores de Facturación ubicados en la subestación de interconexión.
- Sistema de seguridad
- Sistema PCI

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

centralizado de monitorización de toda la planta fotovoltaica ubicado en el centro de protección y reparto de energía.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el parque a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de “protección” para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

Toda la información a recoger por parte del SCADA se puede clasificar en cuatro tipos de señales:

- ED (entradas digitales): indicaciones, alarmas.
- EM (entradas de medida).
- EC (entradas contadoras).
- SD (salidas digitales): mandos / órdenes.

En la medida de lo posible se cablearán, a cada una de las unidades de control de posición, contactos libres de potencial directos de interruptores, seccionadores, protecciones, transformadores y, en definitiva, de todos los componentes de los cuales se solicite señalización, evitando en la medida de lo posible la utilización de contactos procedentes de relés auxiliares (esta opción sólo se considerará válida cuando se precisen más contactos libres de potencial que los disponibles en los equipos).

8.14 Seguridad y vigilancia


Se instalará un sistema de videovigilancia (CCTV) en tiempo real distribuido por la planta.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un barrido de toda la extensión de la planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente,

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Las cámaras se instalarán en lugares altos quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad, a pesar de realizar un cercado de seguridad perimetral, mediante vigilancia permanente.

8.15 Descripción de la infraestructura eléctrica de evacuación

8.15.1 Línea de Transmisión

La energía generada se evacuará a través de líneas subterráneas en media tensión a 30 kV que conectarán cada uno de los centros de transformación que conforman la planta con la futura subestación elevadora compartida SET Colimbo 132/30 que se construirá en las proximidades de la planta fotovoltaica.

A su vez, es necesario indicar que esta subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV estará conectada a través de línea aérea en 132 kV con la subestación compartida SET Colectora La Cereal 400/132 kV, y esta a su vez se conectará con la subestación SET LA CEREAL 400 kV propiedad de REE.

La línea de transmisión será objeto de un proyecto dedicado.

8.15.2 Subestación elevadora (SET)

Como se ha indicado en el objeto del presente proyecto básico, se hace necesario indicar que para la evacuación de la energía generada en la planta se prevé la construcción de la subestación elevadora SET Colimbo 132/30 kV de la que partirá la línea, con nivel de tensión 132 kV, que conectará con las subestaciones mencionadas con anterioridad.

La subestación será objeto de un proyecto dedicado.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

9 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

En el presente apartado se describen los principales trabajos a ejecutar para acometer la instalación de la planta solar fotovoltaica conectada a red que se describe en el presente proyecto básico.

Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Obra civil.
- Montaje mecánico.
- Montaje eléctrico.

9.1 Obra civil

9.1.1 Instalaciones provisionales

Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias disponer para poder llevar acabo, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la instalación fotovoltaica, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto, entendiéndose por tal a un período no superior a seis meses.

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales necesarias para la construcción de la planta, que serán removidas una vez finalizada:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas.
- Comedores: Se habilitarán en contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Zonas de acopio y almacenamiento: Se dimensionarán varias zonas de almacenamiento y acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.
- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	



Imagen 8. Contenedor prefabricado para instalaciones provisionales de obra



9.1.1.1 Habilitación de instalaciones provisionales y frente de trabajo

Esta etapa consiste en la preparación y construcción de las obras y servicios descritos para las zonas de instalación provisionales presentadas los apartados siguientes.

Para la construcción de la planta fotovoltaica será necesaria la adecuación previa de las infraestructuras tanto de movimiento de tierras y obra civil, necesarias para su montaje y mantenimiento, como de instalaciones eléctricas necesarias para la evacuación de la energía generada por los mismos, así como las infraestructuras de apoyo a los trabajos a realizar y otras necesarias para la salud e higiene de los trabajadores.



Imagen 9. Fotografía de instalaciones provisionales

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo al desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras de la planta fotovoltaica, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

9.1.1.2 Compra de bienes y contratación de servicios

Esta actividad contemplará la compra de bienes y servicios necesarios para construir la instalación; tales como módulos, conductores, cables, equipos eléctricos, etc.

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños químicos, la seguridad (guardia), el transporte de personal, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Una vez realizado los trabajos de construcción correspondientes a la primera etapa de la planta y su subestación correspondiente, se procederá a dejar el terreno que se destinó para el montaje de las instalaciones provisionales, tal cual se encontraba previo a su utilización. Esto quiere decir que se eliminarán todo tipo de restos de fundaciones provisionales, posteados eléctricos, restos de construcción y escombros, los cuales serán conducidos a sus respectivos destinos finales autorizados por el servicio de salud ambiental.

9.1.1.3 Personal de trabajo y jornada laboral

El personal previsto contratar será de entre 25-30 individuos, de los cuales una cierta cantidad deberán ser especialistas para las labores de instalación que así lo requieran.

El personal residirá en las localidades cercanas, por lo cual se contará con transporte diario facilitado por el contratista principal hacia el lugar de instalaciones provisionales. La jornada laboral será de 8 horas al día de lunes a viernes, para un total de 40 horas semanales.

9.1.1.4 Transporte

El transporte del personal hacia y desde el sitio en que pernocta se hará mediante una flota de buses o vehículos equivalentes. Además, durante la construcción se deberá transportar personal entre los diferentes puntos de la instalación para ejercer sus funciones. Este transporte se hará mediante camionetas para uso permanente.

El transporte de los materiales de instalación se llevará a cabo mediante camiones que serán despachados bajo la responsabilidad del almacén, los cuales repartirán en los puntos especificados para su destino los diferentes materiales.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Los materiales y servicios serán abastecidos por subcontratos otorgados a terceros con circulación diaria de vehículos a lo largo de la construcción. Entre ellos se pueden citar: distribución de agua potable, distribución de combustibles, mantenimiento y traslado de baños químicos, etc.

En las zonas de la instalación en que se realice carga/descarga y transporte de materiales de excavación, los camiones transitarán a una velocidad máxima de 30 km/h. Los materiales transportados se cubrirán con lonas debidamente atadas, que cubran toda la carga, para mantener los materiales libres de polvo y evitar la caída del material. Como medida de prevención contra choques y atropellos, los camiones circularán en todo momento con las luces bajas encendidas.

9.1.1.5 Acceso a las instalaciones provisionales

En cuanto al acceso del personal, debe situarse de forma separada al de vehículos. Debe situarse en zona próxima a la puerta de entrada al solar y locales destinados a higiene y bienestar.

Es recomendable que las zonas de paso se señalicen y se mantengan limpias y sin obstáculos, pero si las circunstancias no lo permiten, como sería el caso de producirse barro, hay que disponer pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm y a ser posible por zonas, que no tengan que ser transitadas por vehículos.

9.1.1.6 Alojamiento y alimentación

En la planificación de las obras no se considera la instalación de campamentos dormitorio para alojamiento del personal. Toda la asignación de recursos humanos deberá instalarse en centros urbanos cercanos, tales como Torrelaguna o Torremocha de Jarama. Se ha previsto el traslado del personal, desde el lugar de alojamiento hasta el punto de trabajo, en buses o transportes equivalentes.

En las instalaciones provisionales se considera la instalación de un recinto para comedor con mesas y sillas para dar cabida a los empleados en dos turnos. El servicio de alimentación será provisto por un tercero que llevará la alimentación para los trabajadores al lugar, por lo que no será necesaria la instalación de cocinas. El subcontratista que preste estos servicios complementarios, contará con las autorizaciones que correspondan. Además, se contempla la implementación de colaciones frías en los distintos frentes de trabajo y la instalación de un horno microondas para calentar la comida en el comedor de las obras de instalación.



9.1.1.7 Requerimientos sanitarios

Se requerirá de instalaciones higiénicas para atender los requerimientos sanitarios de los trabajadores, para ello se implementarán baños químicos. La cantidad y disposición de los baños se desarrollará cumpliendo los requisitos señalados por el Ministerio de Salud (Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 486/1997).

La implementación de los baños químicos será encargada a una empresa que se encuentre autorizada por la Delegación Provincial de Salud.

9.1.1.8 Energía

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre la Instalaciones provisionales y frentes de trabajo de la línea de transmisión.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Estos equipos estarán declarados ante Delegación de Industria, por un instalador eléctrico autorizado y de clase correspondiente. Los cálculos de cargas y el dimensionamiento de los mismos serán recogidos en el proyecto eléctrico de las zonas provisionales que se declarará en Industria.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

9.1.1.9 Vallado instalaciones provisionales

El cerramiento de las instalaciones provisorias, será una de las primeras actividades a realizar para evitar el paso de personas ajenas a la misma y daños a terceros.

Para independizar la Obra y las Instalaciones provisionales de la normal operación de la planta, el Contratista deberá considerar la construcción de un cerco metálico protegido con malla raschel 80% con sus respectivos accesos peatonales y vehiculares.

La altura mínima de los cerramientos será de 2 metros, aunque habrá que considerar también las actividades que se vayan a desarrollar en la obra, puesto que pueden existir situaciones, que obliguen a colocar vallados de alturas mayores, marquesinas, etc.

El Real Decreto 1627/97 establece a este respecto, como obligación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la de adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a ella. La dirección facultativa, asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además, se define que los accesos y el perímetro de obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

9.1.1.10 Oficinas de obra



Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratas, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

9.1.1.11 Almacén de materiales

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores “ad hoc” los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

9.1.1.12 Taller de trabajo

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y enfierradura. Serán instalaciones menores dado que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

9.1.1.13 Estacionamientos

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la instalación se habilitará aparcamiento para vehículos en plazas de 2,5 x 5 metros.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de Faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: ESTACIONAMIENTO, SENTIDO DE CIRCULACIÓN, ESTACIONAR ACULATADO, INGRESO y SALIDA.

9.1.1.14 Servicios Higiénicos temporales

Para garantizar la comodidad de los trabajadores se instalarán servicios higiénicos. Se instalarán los equipos exigidos por el Real Decreto 486/1997.

Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Estos locales serán tipo cabina temporal o baños químicos. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

Se dispondrá de un local de aseo por cada 10 trabajadores, los cuales estarán dotados de un inodoro por cada 25 hombres y un inodoro por cada 15 mujeres. Los locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

No se dispondrán duchas ya que no se realizarán habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

9.1.1.15 Vestuarios

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo. Se instalarán un local de aseo por cada 10 trabajadores.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

9.1.1.16 Comedor

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara.

En el comedor no se instalará cocina debido a que la comida será facilitada desde el exterior de la planta debidamente preparada para su transporte por una empresa contratada para tal efecto.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

9.1.1.17 Primeros auxilios

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

Datos del Centro de Salud de Torrelaguna:

- Dirección: Calle Malacuera, 26, 28180 Torrelaguna, Madrid
- Teléfono: 918 43 12 36

9.1.1.18 Abastecimiento de agua potable

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 1,9 m³/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día con un total máximo de 30 trabajadores.


Tabla 8. Consumo de agua potable-etapa construcción

Material	Personal	Consumo diario	Total
Agua potable	30 trabajadores	62 litros	1,9 m ³ /día

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para bebida, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

9.1.1.19 Agua industrial

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m³/día de este material.

9.1.1.20 Combustibles

El combustible será aportado por el contratista, el cual abastecerá sus máquinas desde la gasolinera más cercana.

Dado el bajo consumo estimado, no se contempla la construcción de estanques en terreno. Se requerirá de los proveedores locales el abastecimiento diario directamente a los equipos. El abastecimiento del combustible será proporcionado por un contratista y se realizará en lo que respecta a su compra, traslado y almacenamiento, bajo las normas establecidas para tales efectos.

Para el abastecimiento de maquinaria, se dispondrá de un lugar especial identificado de instalaciones provisionales, el cual contará con las medidas de seguridad requeridas para este tipo de maniobras, entre otras, recubrimiento de terreno con material aislante, así como sacos de sepiolitas y extintores para los posibles derrames de combustible.

9.1.1.21 Zonas de almacenamiento logístico

La Zona de Acopio o Auxiliar de Almacenamiento Logístico que se usará a lo largo del periodo de construcción para el depósito temporal de las piezas principales de los equipos necesarios para la construcción, así como módulos fotovoltaicos y estructuras solares, será una plataforma de suelo compactado cerrada mediante un vallado provisional para evitar el acceso de personal no autorizado.

9.1.1.22 Zona de almacenamiento de residuos

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

9.1.1.23 Zona de residuos domiciliarios o asimilables

Este tipo de residuos a originar:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como Residuos domésticos
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.

9.1.1.24 Zona de residuos industriales no peligrosos

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de la Instalación provisionales donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados.

9.1.1.25 Zona de residuos industriales peligrosos

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.

Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

Los residuos peligrosos serán almacenados en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

9.1.1.26 Aguas servidas

Los baños químicos disponen de un depósito propio de recogida de aguas servidas por lo que no será la instalación de una red de aguas servidas temporal. La instalación de los baños y la recogida de las aguas servidas de dichos baños y del resto de instalaciones estarán a cargo de una empresa autorizada por la Autoridad Sanitaria de la Región.

Se mantendrá un sistema de registro respecto a los baños químicos y las aguas servidas, y se enviará mensualmente a la Delegación Provincial de Salud, copia de la documentación que acredite que los residuos provenientes del uso de los baños químicos sean transportados por una empresa autorizada y depositados en lugar autorizado.

9.1.1.27 Señalización

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo a la normativa vigente.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida en los dos apartados anteriores se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

9.1.2 Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas "Global Navigation Satellite System" (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta "H" menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	



Imagen 10. Trabajos topográficos

9.1.3 Preparación del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto de ejecución material o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción de la instalación.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

9.1.4 Viales de acceso e internos

Esta fase contempla la adecuación de los caminos de acceso a la planta para permitir la llegada de tráfico rodado hasta interior de la planta. En la medida de lo posible, se utilizarán los accesos existentes a la parcela que deberán ser acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra artificial y su posterior compactación.

Los viales interiores se destinarán a la conexión de los centros de transformación entre sí y el acceso a todas las estructuras solares FV y edificios que conforman la planta.

La disposición del vial de acceso está condicionada por los caminos existentes, mientras que la disposición de los viales interiores en la planta solar fotovoltaica se ha realizado considerando la disposición de los inversores fotovoltaicos y las estructuras solares asociados, así como la topografía del terreno.

Los viales interiores de la planta y de acceso a la planta y a la subestación serán de 4 y 6 metros de ancho, respectivamente. La sección de los viales estará compuesta por una base de 40 cm de zahorra artificial.

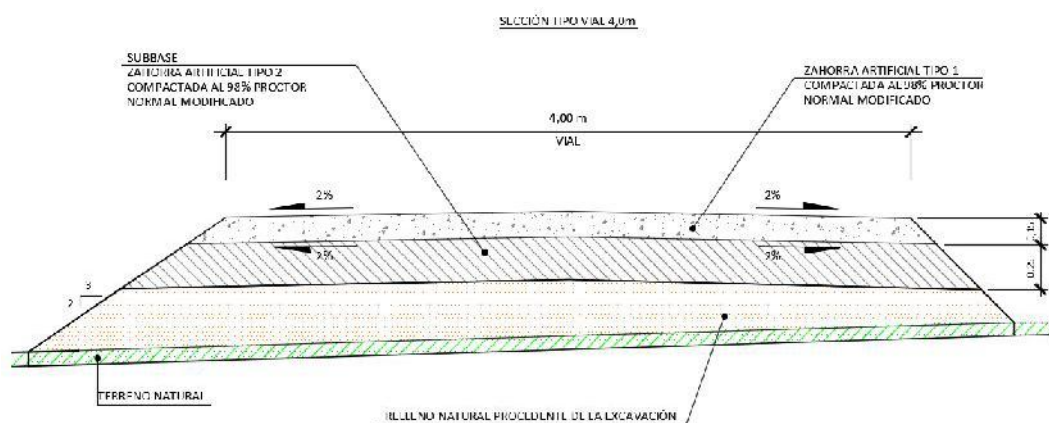


Imagen 11. Sección tipo vial interno de 4 m

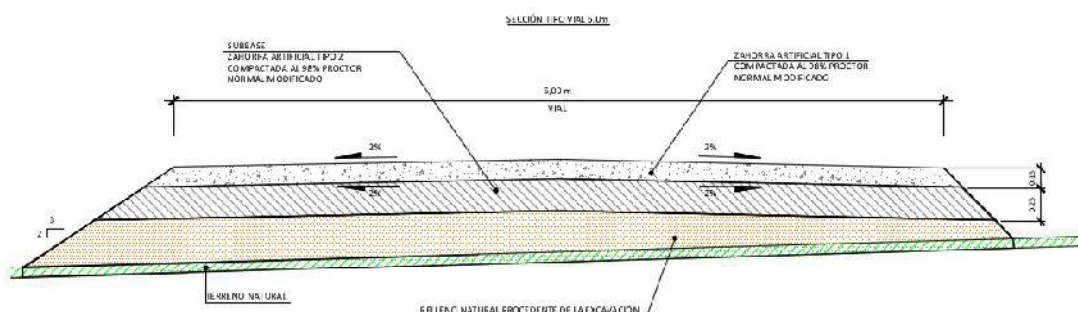



Imagen 12. Sección tipo vial acceso de 6 m

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

9.1.4.1 Corte

En aquellos sectores en que la subrasante del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado por la ingeniería y compactándolo a una densidad no inferior al 98% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte de California (CBR), inferior en 20 % al CBR de Proyecto de ejecución material.

No es recomendable el corte por debajo de la cota proyectada, para evitar el relleno y deficiente compactación de éste, ya que está demostrado que la sobre excavación y deficiente compactación generan un plano de falla perfecto.

9.1.4.2 Relleno de viales

Se forman con el mejor material proveniente de la excavación o empréstito si se requiere. El CBR mínimo exigible del material de la sub base es de 20.

Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y posea una composición granulométrica uniforme.

El espesor del material de relleno colocado en capas corresponde al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear.

9.1.4.3 Estabilizado

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

9.1.4.4 Compactación

El suelo estabilizado se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr el CBR de diseño, según corresponda. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros.

9.1.5 Movimiento de tierras

Los movimientos de tierras para la adecuación del terreno tienen el objetivo de crear una superficie firme y homogénea, con compactación y resistencia mecánica adecuada que permita la ejecución de fundaciones y canalizaciones.

Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen la planta solar fotovoltaica, consisten en:

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de estructuras solares con pendientes superiores al 14%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de estructuras solares con irregularidades puntuales en el terreno.



Imagen 13. Maquinaria para la preparación del terreno y el movimiento de tierras


9.1.5.1 Descripción de los trabajos de movimiento de tierra

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para realizar la construcción de todas las infraestructuras de la planta fotovoltaica, tanto de viales, plataformas para estructura solares y subestación como cimentación de la estructura. Se incluye la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

En primer lugar, se procederá a realizar las operaciones de tala, desbroce de terreno, demolición de la estructura de hormigón existente y todas las demoliciones en general. En el caso de este proyecto, no será necesario realizar ninguna demolición de ninguna estructura existente en el emplazamiento. Posteriormente se iniciarán las obras de excavación y nivelación de los viales, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene dirección de obra.

Se deberá planificar con antelación los lugares que se usarán como acopio temporal de los materiales procedentes de las excavaciones con la finalidad de no entorpecer otras faenas ni la circulación segura de los trabajadores por la obra.

Para el trazado de los ejes de los viales se basará en lo indicado en los planos de construcción aprobados, quedando registrado el trazado definitivo en un protocolo de trazado firmado por el contratista y la dirección de obra.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Además del trazado de los viales de la planta se deberá proceder al trazado de las cimentaciones de la estructura fotovoltaica, de acuerdo a los planos del proyecto básico. Una vez confirmado la correcta demarcación de las cimentaciones de las estaciones de potencia y de la subestación se podrá dar inicio a la excavación para las mismas. Se ejecutarán según los planos correspondientes, respetando las dimensiones de las fundaciones, zapatas y pilares perimetrales.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación, se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el proyecto básico, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo.

Los materiales que van a formar parte del relleno, se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanación. El espesor de dichas tongadas será lo suficientemente reducido como para conseguir el grado de compactación exigido, utilizando los medios disponibles y no superará en ningún caso los 30 cm antes de compactar. El espesor adecuado se definirá mediante un terraplén de ensayo. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con la maquinaria adecuada para ello.

El número de pasadas necesario para alcanzar la densidad requerida será determinado mediante un terraplén de ensayo a realizar antes de comenzar la ejecución de la unidad.

Para la compactación de los rellenos con materiales del tipo todo-uno, la compactación se ejecutará en tongadas de 0,30 metros de espesor máximo, compactadas mediante un mínimo de cuatro pasadas de rodillo vibrador de tambor liso de acero cuyo peso estático sea igual o superior a diez toneladas (10 t). La frecuencia de vibración será próxima a los 1200 ciclos por minuto y la velocidad de traslación del rodillo no debe superar los 4 kilómetros por hora. Para comprobar estas recomendaciones se realizará un terraplén de ensayo en el que se mida el porcentaje de huecos obtenido con la compactación; la compactación garantizará un índice de huecos (e) del veinticinco por ciento. El control de compactación se hará entonces por el número de pasadas definidas en una prueba, comprobándose con posterioridad si el índice es realmente obtenido.

Además, la compactación se deberá garantizar a través de ensayos de densidad medidas en terreno (densímetro nuclear o cono de arena), realizados por un laboratorio autorizado. No se podrán capas de material mayores a 30 cm de espesor.


9.1.6 Drenaje

La planta fotovoltaica contará con un sistema de drenaje para la evacuación de aguas pluviales.

El sistema de drenaje preliminar constará de cunetas en la zona perimetral y en los viales de la planta fotovoltaica. Se debe realizar un estudio de la pluviometría de la zona con el objetivo calcular la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

9.1.7 Vallado perimetral de la planta

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. Este vallado perimetral actúa como cerramiento fijo. Los tramos laterales a los puntos de

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

acceso rodean todo el perímetro de la planta fotovoltaica delimitando el espacio de máxima ocupación de la parcela.

9.1.7.1 Acceso vehículos

El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 6 metros de ancho, suficiente para la correcta entrada y salida de camiones de alto tonelaje.

El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 3 metros cada una, y una altura de 2,00 metros sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y lacado, lo que le otorga una gran terminación y durabilidad.



Imagen 14. Detalle de portón de dos hojas batientes

9.1.7.2 Cierre perimetral

El vallado a instalar será un vallado cinagético con una altura máxima de 2 metros. La instalación de los cerramientos cinagéticos de gestión, así como sus elementos de sujeción y anclaje se realizará de tal forma que no impidan el tránsito de la fauna silvestre no cinagética presente en la zona.

Estos cerramientos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estarán contruidos de manera que el número de hilos horizontales sea como máximo el entero que resulte de dividir la altura de la cerca en centímetros por 10, guardando los dos hilos inferiores sobre el nivel del suelo una separación mínima de 15 centímetros. Los hilos verticales de la malla estarán separados entre sí por 15 centímetros como mínimo.
- Carecer de elementos cortantes o punzantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo “piquetas” o “cable tensor” salvo que lo determine el órgano competente en materia de caza.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

- El vallado dispondrá de placas visibles de señalización para evitar colisión de la avifauna.



Imagen 15. Vallado cinegético tipo

9.1.8 Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

9.1.9 Ejecución de cimentaciones

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones de las estructuras fotovoltaicas y de las estaciones media tensión (MT) o centros de transformación.

Las cimentaciones de las estructuras se realizarán directamente hincadas al terreno, para su instalación se utilizará maquinaria especializada. Los cálculos estructurales serán objeto de un proyecto independiente en el que se validará la solución de cimentación adoptada. La profundidad de hincado estará conforme a lo indicado en el estudio geotécnico en función de las condiciones del terreno y los ensayos in situ necesarios.

Para los centros de transformación se ejecutará plataformas para la sustentación y nivelación de los equipos. Esta plataforma será objeto de un diseño y cálculo independiente en el que se recojan las características del terreno y los pesos y dimensiones de los equipos. Además, se dispondrán las entradas y salidas de cableado necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos.

Como se ha mencionado anteriormente, esta cimentación propuesta será objeto de un proyecto independiente y podrá sufrir modificaciones de acuerdo al estudio geotécnico realizado.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	




Imagen 16. *Hincado de perfiles con maquinaria especializada*

9.1.10 Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones eléctricas se realizarán con los cables directamente enterrados bajo zanja. Se aprovechará la apertura de las zanjas para colocar en su fondo un cable de cobre desnudo que formará parte de la red de tierras principal. A continuación, se colocarán los circuitos de conducción eléctrica, rellenando los distintos niveles de las zanjas con zahorra artificial, material proveniente de la excavación que después se compactará adecuadamente con medios mecánicos, incluso hormigón si se considera necesario en el diseño. Donde corresponda, se instalarán arquetas de registro.



Imagen 17. *Excavación de zanjas*

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

La red de cables de la planta solar fotovoltaica estará compuesta por tendidos de potencia de baja y media tensión, red de tierras y comunicaciones, se realizará mediante conducciones en zanjas de diferente tamaño en función de los circuitos que discurren por su interior.

Constructivamente todas las zanjas serán iguales a excepción de las zanjas de red de tierras, las cuales serán detalladas en los siguientes apartados de esta memoria.

A continuación, se describen constructivamente los tipos de zanjas previstos en la futura ejecución de la planta fotovoltaica GR Colimbo que motiva la redacción del presente proyecto básico.


9.1.10.1 Zanjas BT, MT, comunicaciones

Las zanjas de media tensión se realizarán de la siguiente manera:

- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 5 cm. Sobre este se extenderá una capa del mismo material obteniéndose un relleno inferior de 5 cm.
- Sobre esta capa se colocará los circuitos correspondientes de media tensión que se vayan a instalar los cuales se cubrirán con una capa de arena limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para la cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. Sobre los cables se extenderá una capa del mismo material con un espesor mínimo de 10 cm.
- Posteriormente se tienden las líneas correspondientes a comunicaciones y CCTV, siendo cubiertos por 10 cm de la misma arena de río. Se mantendrá una distancia mínima entre estos cables y el cable de media tensión de 20 cm. El cable de comunicaciones irá armado y contará con una protección mecánica sobre todo el recorrido de la zanja. La protección mecánica que se colocará sobre los cables deberá soportar un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.
- Finalmente, se rellena la zanja con la misma tierra procedente de las excavaciones para compactar, con un espesor de 15 cm, donde se instalará la cinta de señalización sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos, manteniendo una distancia mínima a los cables de 25 cm.
- Después se termina de completar la zanja con la misma tierra compactada. En la compactación del terreno se debe alcanzar una densidad mínima del 98% sobre el proctor modificado.
- Las zanjas tendrán un ancho de 400 mm en el caso de albergar un circuito de MT y de 600 mm en el caso de albergar dos líneas de MT.

En el caso de que la zanja de media tensión discorra bajo vial, contará con las siguientes características: el relleno inferior que contiene el cable de red de tierras tendrá un espesor de 72 mm. Sobre dicho relleno se colocarán los circuitos de media tensión contenidos en tubos, los cuales se cubrirán con una capa de hormigón HM20 de 500 mm de espesor. La capa de hormigón también alojará un tubo para los circuitos de comunicaciones. Finalmente, se rellenará la zanja con una capa de 300 mm de espesor con la misma tierra procedente de las excavaciones para compactar, donde se instalará la cinta de señalización sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos. Sobre esta última capa irá dispuesto el firme del vial.

Las zanjas de baja tensión se realizarán de la siguiente manera:


	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 5 cm. Sobre este se extenderá una capa del mismo material obteniéndose un relleno inferior de 5 cm.
- Sobre esta capa se tienden los circuitos correspondientes a baja tensión, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. Esta capa tendrá el espesor necesario según los cables que se vayan a instalar. La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm. Sobre los cables se extenderá una capa del mismo material con un espesor mínimo de 10 cm.
- Encima de esta capa y a una distancia mínima de 20 cm se instala el circuito de fibra óptica CCTV y a continuación se coloca la protección mecánica. Esta protección mecánica podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.
- Se continúa rellenando con arena de río hasta al menos 20 cm, donde se colocarán las cintas de señalización
- Se finaliza de rellenar la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.
- El ancho de las zanjas será de 750 mm y albergarán cuatro circuitos como máximo.

Las zanjas que contienen BT y MT se realizarán como se describe a continuación:

- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja sobre una capa de arena de río de un espesor mínimo de 5 cm. Sobre este se extenderá una capa del mismo material obteniéndose un relleno inferior de 5 cm.
- Sobre esta capa se tienden los circuitos de media tensión correspondientes que se vayan a instalar los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Siempre se empleará arena de río y las dimensiones de los granos serán de 0,2 a 1 mm.
- Sobre estos cables de MT y a una distancia mínima de 25 cm se tienden los cables de BT y sobre estos y a una distancia mínima de 20 cm el cable de fibra óptica.
- Encima de este cable se continúa rellenando con arena de río 10 cm y se tiende la protección mecánica, la cual podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.
- Se continúa rellenando con arena de río hasta al menos 15 cm, donde se colocarán las cintas de señalización.
- Se finaliza de rellenar la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.

Las zanjas que cruzan el vial o transcurren por zonas de tránsito de vehículos se protegerán con una capa de hormigón de 0,10 m de espesor sobre la capa de arena.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

9.1.10.2 Zanja red de tierra

La zanja destinada a la red de tierras de la instalación fotovoltaica será aquella en la que conductor de tierra sea el único que discurre por la misma.

La zanja se realizará de la siguiente manera:

- Se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm.
- A continuación, se extenderá otra capa de 40 cm, con tierra para compactar, exenta de piedras y cascotes, en general serán tierras nuevas. Esta capa se compactará convenientemente.
- Se instala a continuación la cinta de señalización, sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos.
- Se rellena la zanja con la tierra procedente de las excavaciones para compactar siempre que cumpla los requisitos mínimos establecidos. En la compactación del terreno se debe alcanzar una densidad mínima del 98% sobre el proctor modificado.

9.1.10.3 Excavación en zanjas


En esta unidad de obra se incluyen:

- La excavación y extracción de los materiales de la zanja, así como la limpieza del fondo.
- Las entibaciones y agotamientos que puedan ser necesarios
- Las operaciones de carga, transporte, selección y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional
- La conservación adecuada de los materiales y los cánones, indemnizaciones y cualquier otro tipo de gastos de los lugares de almacenamiento y vertederos

Las excavaciones deberán ser ejecutadas ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en los planos del proyecto básico.

La ejecución de las zanjas se ajustará a las siguientes normas:

1. Se marcará sobre el terreno su situación y límites que no deberán exceder de los que han servido de base a la formación del proyecto
2. Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas
3. Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas. Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla.
4. Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.
5. La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes: Rectificado del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima del Próctor Modificado

6. Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas se establecerán señales de peligro, especialmente por la noche.

9.1.11 Ejecución de edificios

La planta fotovoltaica dispondrá de una sala de control con almacén permanente dentro del recinto de la subestación, donde además se encontrará una sala de celdas donde realizarán las funciones necesarias para el correcto funcionamiento del propio centro. Las dimensiones finales de los edificios se calcularán en función de las necesidades de mantenimiento de la planta en funcionamiento.

La sala de control contará con al menos las siguientes dependencias:

- Sala de control.
- Sala de celdas MT
- Oficina.
- Aseos.
- Sala de reuniones.
- Sala de servicios auxiliares.

El almacén integrado en la misma sala de control contará con al menos:

- Vestuarios.
- Aseos.
- Almacén.



9.2 Montaje mecánico

9.2.1 Montaje de estructuras y de los módulos fotovoltaicos

La estructura solar está formada por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí.



Imagen 18. Montaje de estructura solar con perfiles hincados directamente en el terreno

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas.

9.2.2 Montaje de estaciones transformadoras

Las estaciones transformadoras tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento en el campo solar.

9.3 Montaje eléctrico

Los trabajos de montaje eléctrico incluyen las siguientes actividades:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).
- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).
- Instalación de Línea de evacuación.

9.3.1 Instalaciones eléctricas de Baja Tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión.
- Instalación de corriente alterna en baja tensión.

9.3.1.1 Instalación de corriente continua en baja tensión

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de CC en el campo fotovoltaico:

En primer lugar, se procederá a la formación de las strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de uno de los brazos de una estructura hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todas las strings de la planta.

A continuación, se instalarán sobre las estructuras solares, en los lugares destinados para tal efecto, las cajas de agrupación de string o string box (SB), que son armarios eléctricos de intemperie, y albergan en su interior elementos de conexión, protección, medida y comunicaciones y cuyas funciones son:

- Conectar en paralelo varias string.
- Medir la corriente y la tensión de cada una de las string, y enviar las medidas en tiempo real al sistema de control (SCADA por sus siglas en inglés), para el control de operación de la planta.
- Detectar fallos en el funcionamiento de las string y enviar una señal de alarma al SCADA.
- Proteger eléctricamente los módulos FV.
- Permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>MEMORIA</p>	

Una vez instaladas se procederá a realizar la interconexión entre las SB y los polos finales de cada una de las string, mediante cables preparados previamente para tal fin. Este cableado se tenderá por bandejas de conducción eléctrica de intemperie o fijados sobre cables fijadores de acero, que previamente se habían instalado sobre las estructuras solares.

La instalación DCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre las SB y los inversores, ubicados en las estaciones transformadoras de MT. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.



Imagen 19. Tendido de cable en zanja

9.3.1.2 Instalación de corriente alterna en baja tensión



La instalación ACBT comprende la alimentación eléctrica de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de cada equipo auxiliar con los cuadros de baja tensión, instalados en las estaciones MT y conectados a los transformadores de auxiliares.

Además, se considera instalación ACBT la unión de la salida AC de los inversores con los transformadores de MT. En el caso de estaciones de potencia pre-fabricadas estas conexiones vienen cableadas de fábrica.

9.3.2 Instalación eléctrica de Media Tensión (MT)

Cada una de las estaciones de potencia de MT que conforman la planta cuenta al menos con los siguientes elementos:

- Transformador BT/MT.
- Un transformador de servicios auxiliares junto con un armario de baja tensión para dar servicio a todas las cargas auxiliares.
- Celdas de MT que permite la conexión en antena de los diferentes centros de transformación de la planta.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

La instalación eléctrica en Media Tensión (MT) consiste en la interconexión entre la salida del transformador de potencia y las celdas de MT, que en el caso de estaciones de potencia prefabricadas suelen venir conectadas de fábrica.


La instalación se completa con la conexión eléctrica de todos los transformadores BT/MT de la planta formando varios circuitos eléctricos hasta el centro de distribución que irá ubicado en la subestación de la planta. La interconexión de los transformadores BT/MT se realizará mediante cable de MT de manera similar al resto de tendidos eléctricos subterráneos de la planta.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

10 PLAZO DE EJECUCIÓN

Las obras que comprende este Proyecto Básico se realizarán en un plazo máximo de cinco meses (5 meses), a contar a partir del siguiente a la obtención de la última autorización disponible.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
CONSTRUCCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA							
1. Trabajos previos de acondicionamiento							
2. Trabajos obra civil (ejecución de caminos, cimentaciones, zanjas, etc)							
3. Trabajos eléctricos							
4. Cuadros de corriente alterna							
5. Inversores, transformadores y celdas de MT							
6. Instalación de estructura							
7. Instalación de paneles solares							
8. Circuito Cerrado de Televisión							
9. Comunicaciones y monitorización							
10. Vallado							
CENTRO DE SECCIONAMIENTO							
CONEXIÓN Y TRABAJOS FINALES DE FINALIZACIÓN DE OBRA							

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

11 PRESUPUESTO

11.1 Resumen equipos principales

EQUIPO	COSTE (€)
Módulos fotovoltaicos	4.768.426,20 €
Centro de transformación 3,28 MVA	551.040,00 €
Centro de transformación 1,64 MVA	137.760,00 €
Seguidor 2Vx28	1.407.116,25 €
Cajas de string (12 entradas)	52.500,00 €
Cajas de string (6 entradas)	1.500,00 €
Cajas de string (4 entradas)	6.000,00 €
Total Equipos principales	6.924.342,45 €

11.2 Obra civil

Obra civil	529.777,42 €
TOTAL OBRA CIVIL	529.777,42 €

11.3 Suministro de cableado

Suministro de cableado	322.982,97 €
TOTAL SUMINISTRO DE CABLEADO.....	322.982,97 €

11.4 Instalación eléctrica

Instalación eléctrica	161.048,81 €
TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	161.048,81 €

 Greenergy <small>renovables</small>	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	 Sólida <small>renewable energies</small>
Marzo 2021	MEMORIA	

11.5 Montaje mecánico

Montaje mecánico	368.190,00 €
TOTAL MONTAJE MECÁNICO	368.190,00 €

11.6 Monitorización

Monitorización	188.600,00 €
TOTAL MONITORIZACIÓN	188.600,00 €

11.7 Seguridad

Seguridad	63.670,47 €
TOTAL SEGURIDAD	63.670,47 €

11.8 Gestión de residuos

Gestión de residuos	10.000,00 €
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS	10.000,00 €

11.9 Estudio de Seguridad y Salud

Estudio de Seguridad y Salud	50.477,14 €
TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	50.477,14 €

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	MEMORIA	

11.10 Resumen De Presupuesto

Resumen del presupuesto en euros	
Equipos principales	6.924.342,45 €
Obra civil	529.777,42 €
Suministro cableado	322.982,97 €
Instalación eléctrica	161.048,81 €
Montaje mecánico	368.190,00 €
Monitorización	188.600,00 €
Seguridad	63.670,47 €
Gestión de residuos	10.000,00 €
Estudio de Seguridad y Salud	50.477,14 €
TOTAL PRESUPUESTO	8.620,489,13 €
TOTAL PRESUPUESTO (21% IVA)	10.430.791,85 €

El presupuesto de ejecución material (IVA no incluido) asciende a la cantidad de OCHO MILLONES SEISCIENTOS VEINTE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS.

Madrid, marzo de 2021.

Enrique Romero Sendino

Ingeniero Industrial

Colegiado en Burgos nº 1329





Proyecto básico


Planta Fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp

Marzo 2021 - v02

Planos



	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>PLANOS</p>	

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	F.B.S.	E.R.S.	18/03/2021	Edición inicial
02	F.B.S.	E.R.S.	25/03/2021	Comentarios cliente

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	PLANOS	

Contenido

1	LISTADO DE PLANOS	3
---	-------------------	---

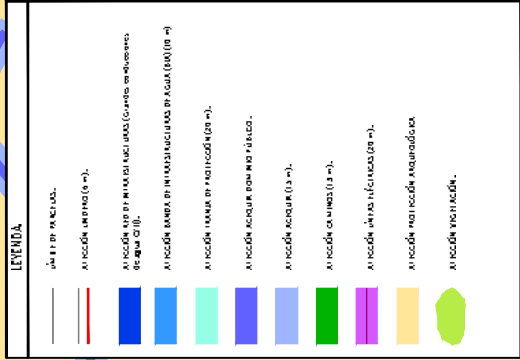
	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	PLANOS	

1 LISTADO DE PLANOS

1. Localización y emplazamiento
2. Afecciones en layout
3. Layout general
4. Bloques tipo
5. Trazado zanjas MT
6. Unifilar baja tensión
7. Unifilar media tensión

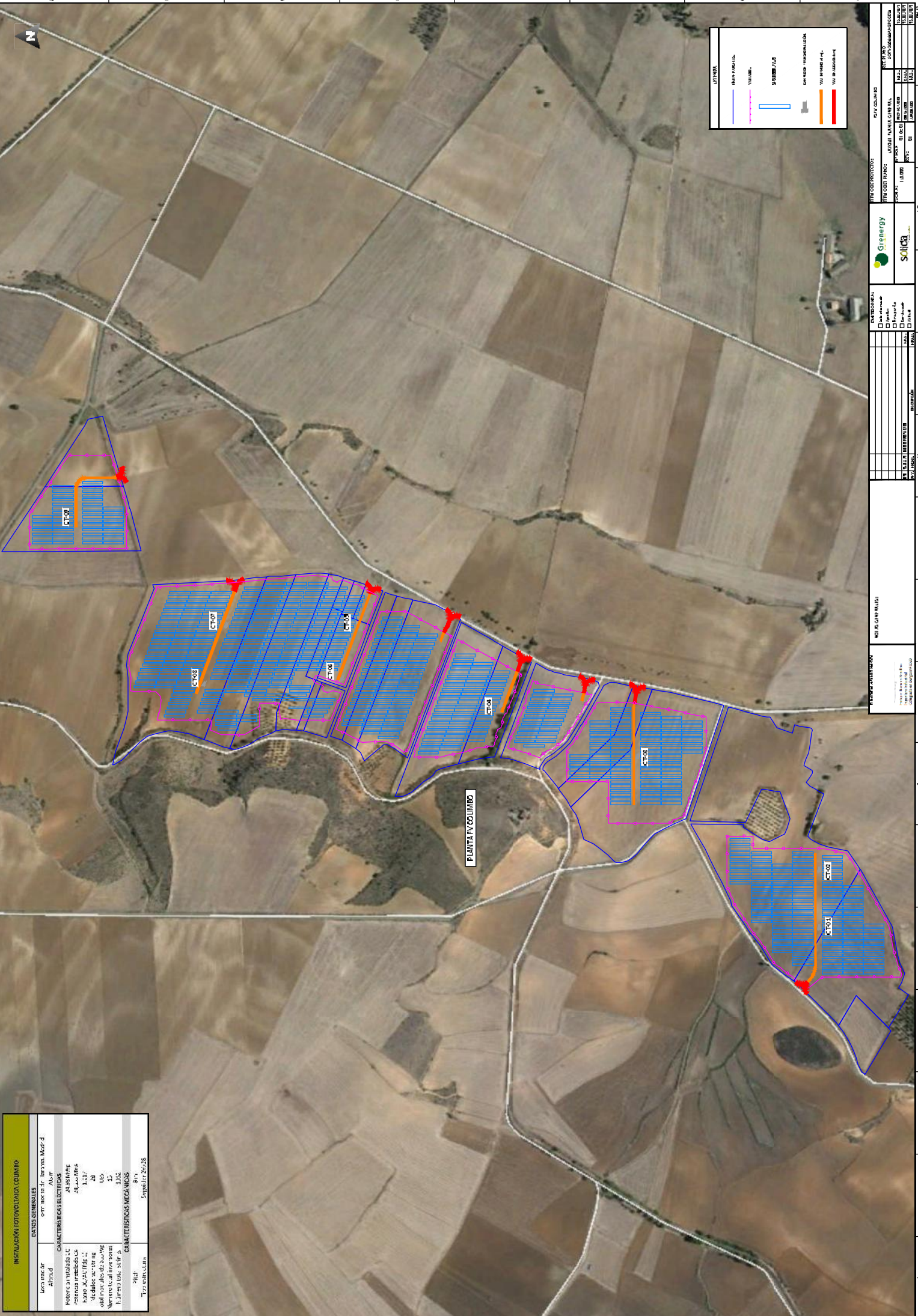
Madrid, marzo de 2021.

Enrique Romero Sendino
Ingeniero Industrial
Colegiado en Burgos nº 1329

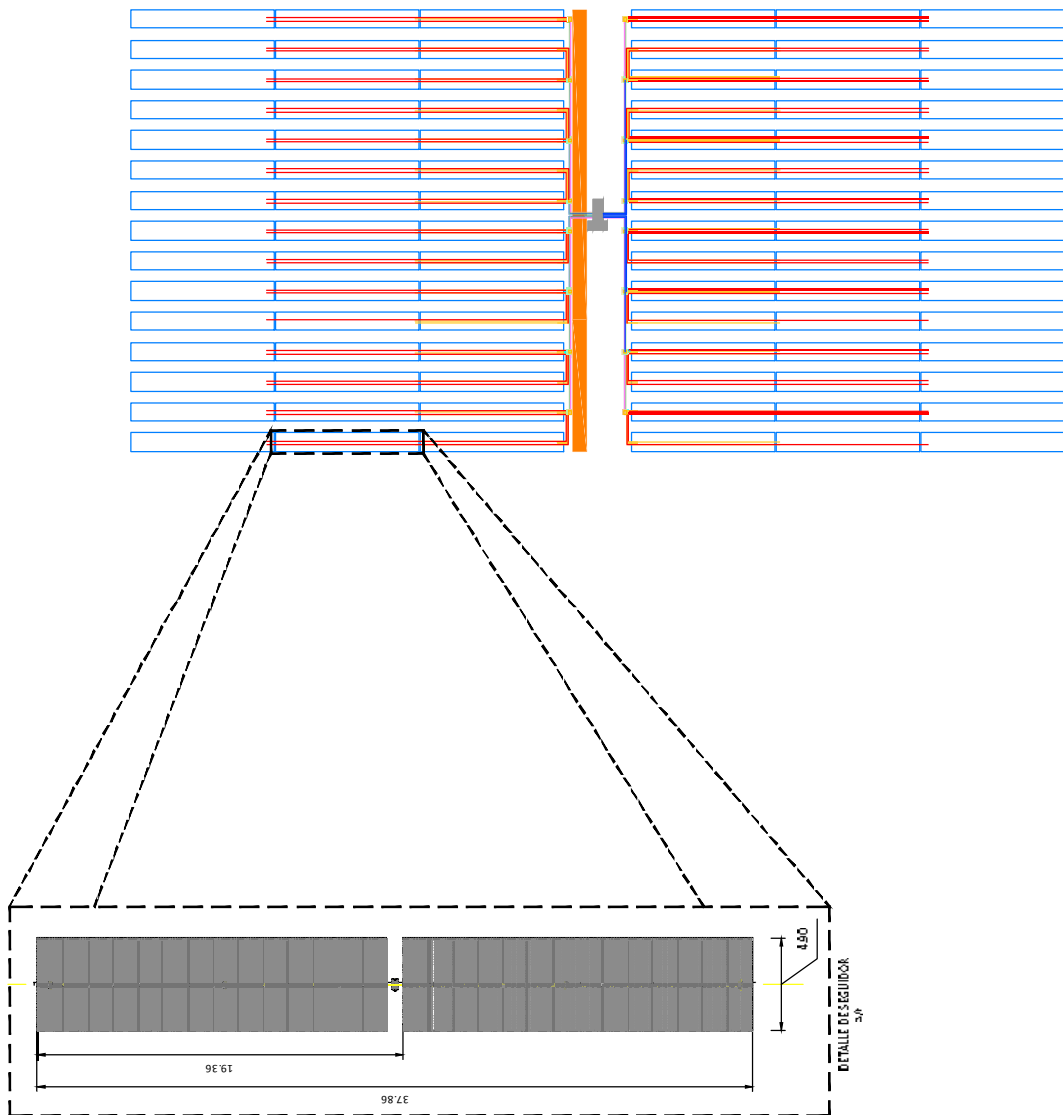













NOTAS GENERALES:										TÍTULO DE PROYECTO:										TÍTULO DEL PLANO:									
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:										2. OBJETIVOS:										3. JUSTIFICACIÓN:									
4. METODOLOGÍA:										5. RESULTADOS:										6. CONCLUSIONES:									
7. ANEXOS:										8. BIBLIOGRAFÍA:										9. OTROS:									
10. OBSERVACIONES:										11. FECHA DE ENTREGA:										12. FIRMA DEL ALUMNO:									
13. OBSERVACIONES:										14. FECHA DE ENTREGA:										15. FIRMA DEL ALUMNO:									
16. OBSERVACIONES:										17. FECHA DE ENTREGA:										18. FIRMA DEL ALUMNO:									
19. OBSERVACIONES:										20. FECHA DE ENTREGA:										21. FIRMA DEL ALUMNO:									
22. OBSERVACIONES:										23. FECHA DE ENTREGA:										24. FIRMA DEL ALUMNO:									
25. OBSERVACIONES:										26. FECHA DE ENTREGA:										27. FIRMA DEL ALUMNO:									
28. OBSERVACIONES:										29. FECHA DE ENTREGA:										30. FIRMA DEL ALUMNO:									
31. OBSERVACIONES:										32. FECHA DE ENTREGA:										33. FIRMA DEL ALUMNO:									
34. OBSERVACIONES:										35. FECHA DE ENTREGA:										36. FIRMA DEL ALUMNO:									
37. OBSERVACIONES:										38. FECHA DE ENTREGA:										39. FIRMA DEL ALUMNO:									
40. OBSERVACIONES:										41. FECHA DE ENTREGA:										42. FIRMA DEL ALUMNO:									
43. OBSERVACIONES:										44. FECHA DE ENTREGA:										45. FIRMA DEL ALUMNO:									
46. OBSERVACIONES:										47. FECHA DE ENTREGA:										48. FIRMA DEL ALUMNO:									
49. OBSERVACIONES:										50. FECHA DE ENTREGA:										51. FIRMA DEL ALUMNO:									
52. OBSERVACIONES:										53. FECHA DE ENTREGA:										54. FIRMA DEL ALUMNO:									
55. OBSERVACIONES:										56. FECHA DE ENTREGA:										57. FIRMA DEL ALUMNO:									
58. OBSERVACIONES:										59. FECHA DE ENTREGA:										60. FIRMA DEL ALUMNO:									
61. OBSERVACIONES:										62. FECHA DE ENTREGA:										63. FIRMA DEL ALUMNO:									
64. OBSERVACIONES:										65. FECHA DE ENTREGA:										66. FIRMA DEL ALUMNO:									
67. OBSERVACIONES:										68. FECHA DE ENTREGA:										69. FIRMA DEL ALUMNO:									
70. OBSERVACIONES:										71. FECHA DE ENTREGA:										72. FIRMA DEL ALUMNO:									
73. OBSERVACIONES:										74. FECHA DE ENTREGA:										75. FIRMA DEL ALUMNO:									
76. OBSERVACIONES:										77. FECHA DE ENTREGA:										78. FIRMA DEL ALUMNO:									
79. OBSERVACIONES:										80. FECHA DE ENTREGA:										81. FIRMA DEL ALUMNO:									
82. OBSERVACIONES:										83. FECHA DE ENTREGA:										84. FIRMA DEL ALUMNO:									
85. OBSERVACIONES:										86. FECHA DE ENTREGA:										87. FIRMA DEL ALUMNO:									
88. OBSERVACIONES:										89. FECHA DE ENTREGA:										90. FIRMA DEL ALUMNO:									
91. OBSERVACIONES:										92. FECHA DE ENTREGA:										93. FIRMA DEL ALUMNO:									
94. OBSERVACIONES:										95. FECHA DE ENTREGA:										96. FIRMA DEL ALUMNO:									
97. OBSERVACIONES:										98. FECHA DE ENTREGA:										99. FIRMA DEL ALUMNO:									
100. OBSERVACIONES:										101. FECHA DE ENTREGA:										102. FIRMA DEL ALUMNO:									

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COUMBO			
Localización	DATOS GENERALES		
	Altitud	Coordenadas	Superficie
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Potencia instalada (kW)	200		
Tensión (V)	230		
Frecuencia (Hz)	50		
Modo de conexión	Monofase		
Tipología de inversor	String		
Temperatura ambiente	15°C		
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
Tipología de estructura	String		
Superficie cubierta	2000 m²		

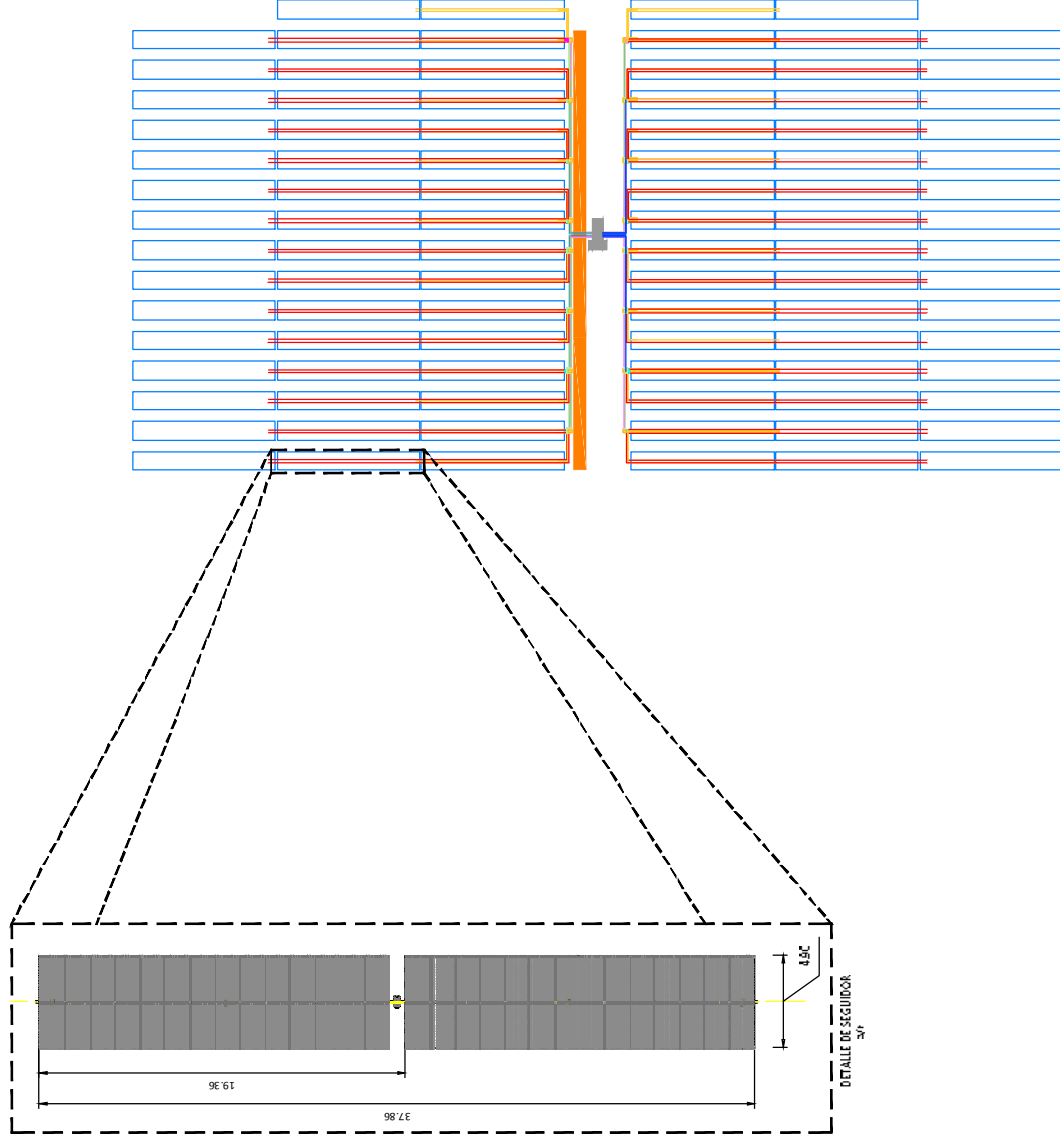


DATOS GENERALES		DATOS GENERALES	
Proyecto	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COUMBO	Proyecto	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA COUMBO
Cliente	COUMBO	Cliente	COUMBO
Fecha	15/05/2024	Fecha	15/05/2024
Elaborado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA	Elaborado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA
Revisado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA	Revisado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA
Aprobado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA	Aprobado por	ING. JUAN CARLOS GARCÍA
NOTAS DEL PROYECTO		NOTAS DEL PROYECTO	
1. El presente proyecto ha sido elaborado en base a la información proporcionada por el cliente.		1. El presente proyecto ha sido elaborado en base a la información proporcionada por el cliente.	
2. El presente proyecto no incluye el estudio de impacto ambiental.		2. El presente proyecto no incluye el estudio de impacto ambiental.	
3. El presente proyecto no incluye el estudio de viabilidad económica.		3. El presente proyecto no incluye el estudio de viabilidad económica.	



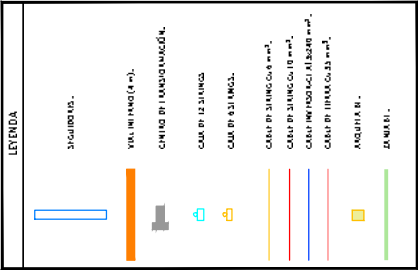
LEVENSA	
	SI GUARDAS
	VALS INFERIORS (a -)
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓ.
	CARX RP 12 31 INGS
	CARX RP 4 31 INGS.
	CARX RP 31 INGS 0,6 m m ² .
	CARX RP 31 INGS 0,8 m m ² .
	CARX RP 31 INGS 0,8 m m ² .
	CARX RP 31 INGS 0,8 m m ² .
	ANQUIL·LARI.
	INMUL·LARI.

<p>NOTAS GENERALES:</p>		<p>EN INCREMENTOS DE 100.000 DE MONEDAS NACIONALES</p>		<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>		<p>13</p>		<p>14</p>		<p>15</p>		<p>16</p>		<p>17</p>		<p>18</p>		<p>19</p>		<p>20</p>		<p>21</p>		<p>22</p>		<p>23</p>		<p>24</p>		<p>25</p>		<p>26</p>		<p>27</p>		<p>28</p>		<p>29</p>		<p>30</p>		<p>31</p>		<p>32</p>		<p>33</p>		<p>34</p>		<p>35</p>		<p>36</p>		<p>37</p>		<p>38</p>		<p>39</p>		<p>40</p>		<p>41</p>		<p>42</p>		<p>43</p>		<p>44</p>		<p>45</p>		<p>46</p>		<p>47</p>		<p>48</p>		<p>49</p>		<p>50</p>		<p>51</p>		<p>52</p>		<p>53</p>		<p>54</p>		<p>55</p>		<p>56</p>		<p>57</p>		<p>58</p>		<p>59</p>		<p>60</p>		<p>61</p>		<p>62</p>		<p>63</p>		<p>64</p>		<p>65</p>		<p>66</p>		<p>67</p>		<p>68</p>		<p>69</p>		<p>70</p>		<p>71</p>		<p>72</p>		<p>73</p>		<p>74</p>		<p>75</p>		<p>76</p>		<p>77</p>		<p>78</p>		<p>79</p>		<p>80</p>		<p>81</p>		<p>82</p>		<p>83</p>		<p>84</p>		<p>85</p>		<p>86</p>		<p>87</p>		<p>88</p>		<p>89</p>		<p>90</p>		<p>91</p>		<p>92</p>		<p>93</p>		<p>94</p>		<p>95</p>		<p>96</p>		<p>97</p>		<p>98</p>		<p>99</p>		<p>100</p>	
-------------------------	--	--	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--	------------	--



LEYENDA	
31 JULIO 2015	
YULI IN FARG (4-5)	
CHING BI KANGSOMUNGDA	
CAR BI 12 JULIO	
CAR BI 19 JULIO	
CAR BI 26 JULIO A 4 m ²	
CAR BI 2 JULIO A 10 m ²	
CAR BI 10 JULIO A 11 JULIO m ²	
CAR BI 1 JULIO A 23 m ²	
ARQUIVA R	
26 JULIO R	

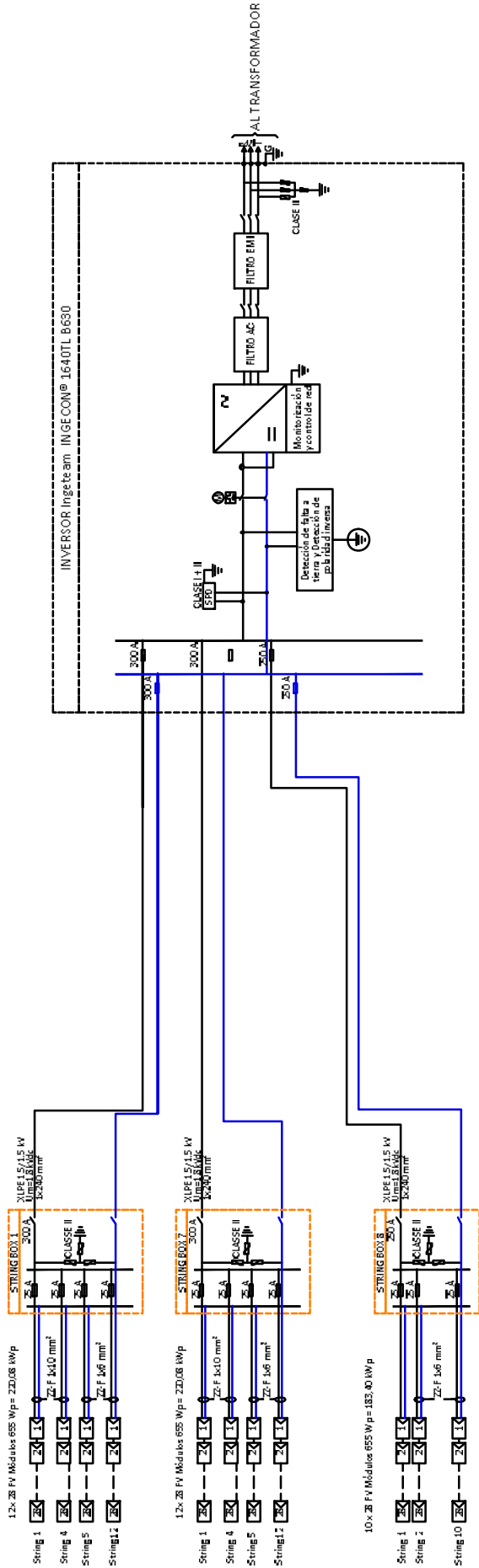
■ INCHES A MENOS PROYECTO		NOTAS GENERALES:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
---------------------------	--	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

[illegible]

[illegible]



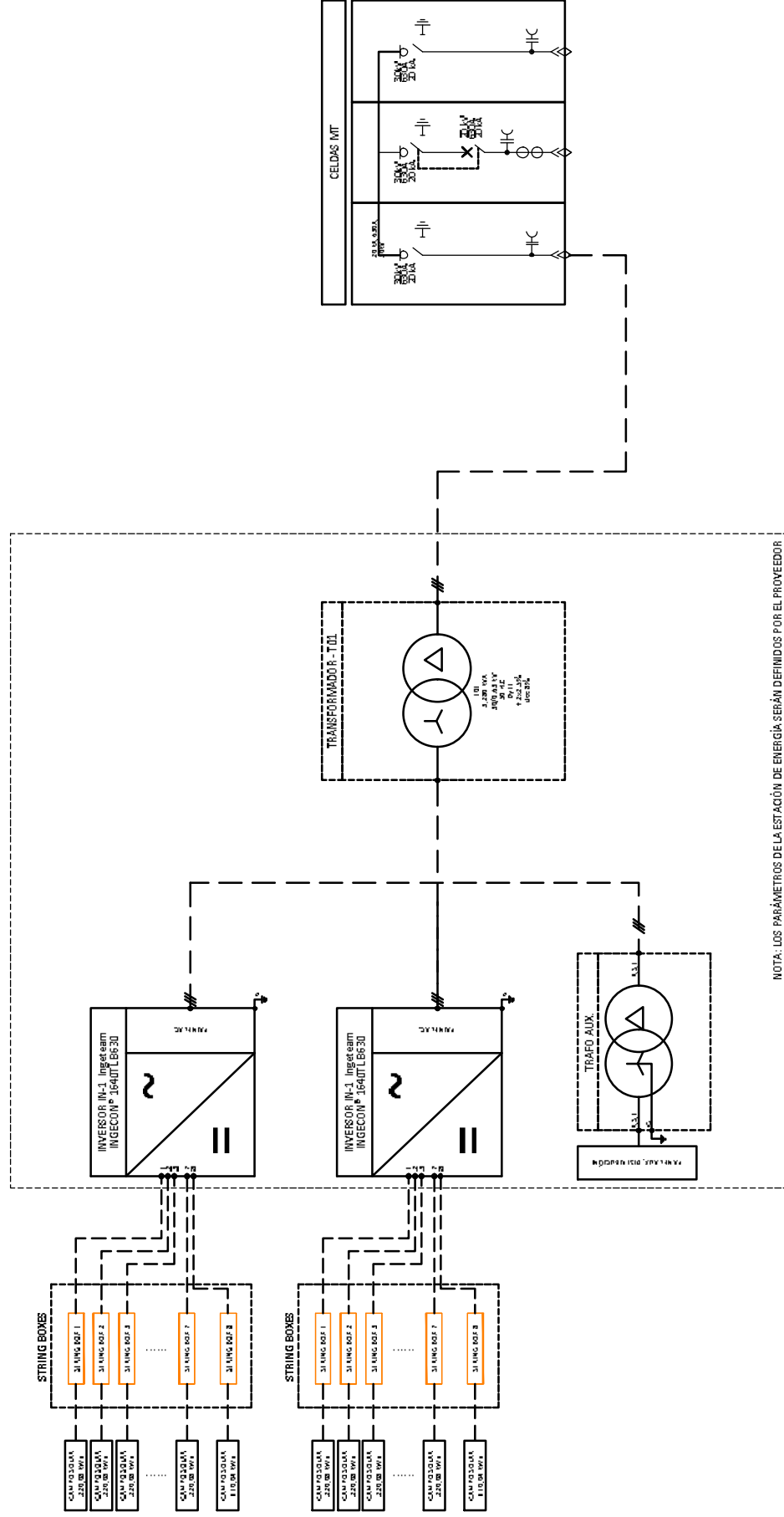
7 CAJAS DE 12 STRINGS DE 655 Wp + 1 CAJA DE 10 STRINGS DE 655 Wp



Módulos por string: 28
Cajas de string: 8
Potencia DC: 1,724 MWp
Potencia AC: 1,637 MVA
Ratio DC/AC: 1,053

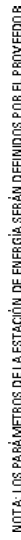
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO		NOTAS GENERALES:		EMITIDO PARA:		TÍTULO DE PROYECTO:		PSFV COLUMBO	
06									
05									
04									
03									
02	26.03.21	COMENTARIOS CLIENTE	E.R.S.						
01	18.03.21	INICIO PROYECTO	E.R.S.						
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	FIRMA						
		2	3	4	5	6	7	DW-A-3	
		TÍTULO DEL PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR BT INV. 2		REF. PLANO:		SOFV2058004AGPED001	
		ESCALA:		S/E		Nº HOJA:		02 de 06	
		REV.		02		PROYECTADO		D.F.C.	
						DIBUJADO		D.F.C.	
						APROBADO		E.R.S.	

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CON 2 INVERSORES



EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO		NOTAS GENERALES:		TÍTULO DE PROYECTO:		PSFV COLUMBO		TÍTULO DEL PLANO:		REF. PLANO:	
								CONEXIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1		SOFY2056804AGSPED01	
								ESCALA:		REV.:	
								S/E		03 de 06	
								PROYECTADO		D.F.C.	
								DIBUJADO		D.F.C.	
								APROBADO		E.R.S.	
								5		6	
								7		7	
								DIN-A3		DIN-A3	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	
								7		7	

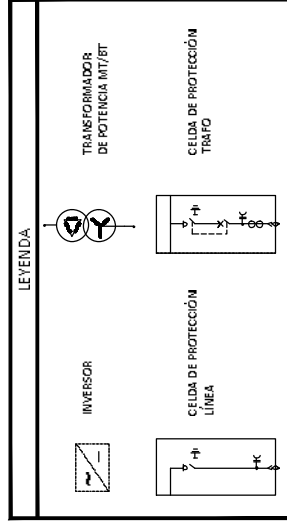
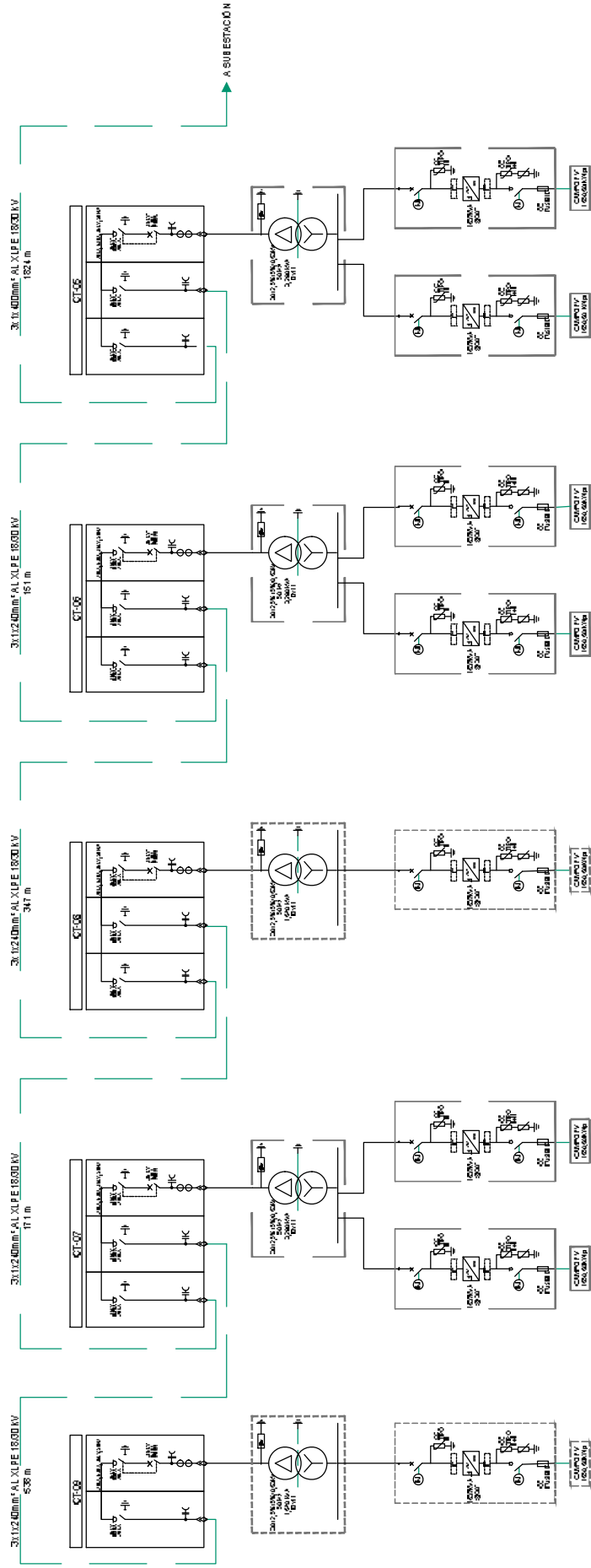
STRING BOXES



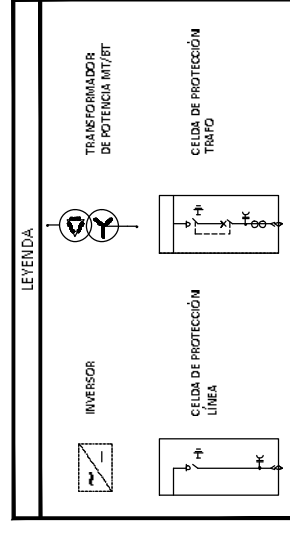
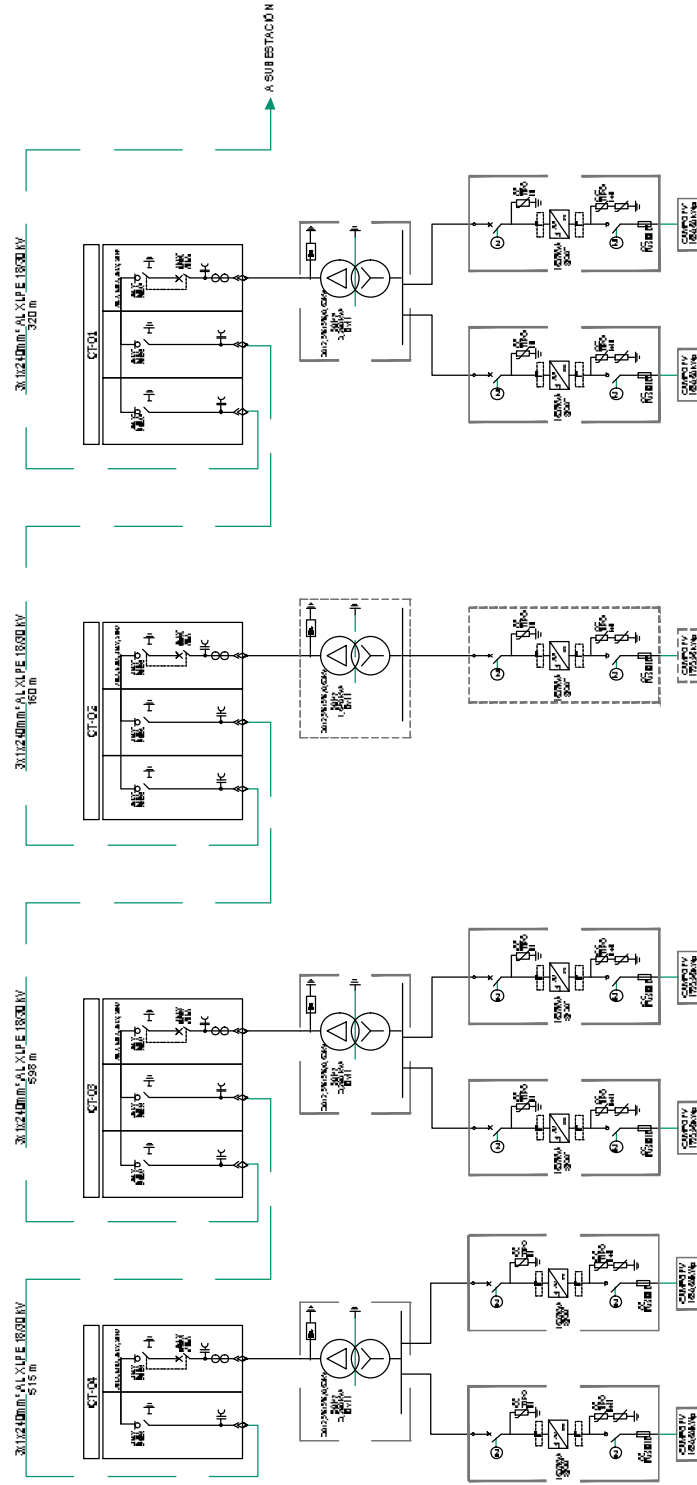
Enrique Romero Sendino
Ingeniero Industrial
Colegiado en Burgos nº 1329


1

MT-1



E		F		D		C		B		A	
EL INGENIERO AUTÓR DEL PROYECTO		NOTAS GENERALES:		TÍTULO DEL PROYECTO:		TÍTULO DEL PLANO:		TÍTULO DEL PROYECTO:		TÍTULO DEL PLANO:	
Enrique Romero Sendino Ingeniero Industrial Colegiado en Burgos nº 1379		06		Greenergy		ESQUEMA UNIFILAR MT - LÍNEA 1		PSV COLIMBO		SURV205804 AGPEDI02	
REV: 01		02		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
FECHA: 26.03.21		INICIO PROYECTO		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:	
DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.		E.S.	
E.S.		E.S.		E.S.							

MT-2

E INGENIERO AUTORA DEL PROYECTO		NOTAS GENERALES:		O/6		EMITIDO PARA:				TITULO DEL PROYECTO:		PSPV COLIMBO		REF-PLANO:	
Enrique Romero Sundino Ingeniero Industrial Colegiado en Burgos nº 1329				05		<input type="checkbox"/> Solo información				TITULO DEL PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR MT - LINEA 2		SO P2058804 AGFED102	
				04		<input type="checkbox"/> Aprobado				ESCALA:		Nº FOLIOS:		ID.H.	
				03		<input type="checkbox"/> Presupuestar				PROYECTADO		ID.H.			
				02		<input type="checkbox"/> Construcción				DISEÑADO		ID.H.			
				01		<input type="checkbox"/> As Built				E.R.S.		E.R.S.			
REV.		FECHA		DESCRIPCIÓN		FIRMA		E		7		7		DINAM3	
3		2		1		5		7		7		7		7	





Proyecto básico



Planta Fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp

Marzo 2021 - v02

Relación de bienes y derechos afectados



	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	F.B.S.	E.R.S.	18/03/2021	Edición inicial
02	F.B.S.	E.R.S.	25/03/2021	Comentarios cliente

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	

Contenido

1	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA PLANTA FV	3
2	RELACION DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA EVACUACIÓN	4



	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	

1 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA PLANTA FV

A continuación, se indica la relación de bienes y derechos afectados por la construcción de la planta fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp.

Tabla 1. RBDA planta fotovoltaica

Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie parcela (ha)	Superficie ocupada vallado (ha)
Torremocha de Jarama	202	115	28153A20200115	2,48	2,00
Torremocha de Jarama	202	116	28153A20200116	1,11	0,64
Torremocha de Jarama	202	128	28153A20200128	5,62	4,49
Torremocha de Jarama	202	129	28153A20200129	1,67	1,53
Torremocha de Jarama	202	130	28153A20200130	2,01	1,67
Torremocha de Jarama	202	131	28153A20200131	1,03	0,91
Torremocha de Jarama	202	132	28153A20200132	0,29	0,28
Torremocha de Jarama	202	133	28153A20200133	0,13	0,12
Torremocha de Jarama	202	134	28153A20200134	0,15	0,14
Torremocha de Jarama	202	135	28153A20200135	0,23	0,16
Torremocha de Jarama	202	136	28153A20200136	0,72	0,63
Torremocha de Jarama	202	137	28153A20200137	0,13	0,10
Torremocha de Jarama	202	138	28153A20200138	0,44	0,24
Torremocha de Jarama	202	139	28153A20200139	0,65	0,42
Torremocha de Jarama	202	140	28153A20200140	0,91	0,78
Torremocha de Jarama	202	141	28153A20200141	2,77	2,19
Torremocha de Jarama	202	143	28153A20200143	2,62	1,79
Torremocha de Jarama	202	144	28153A20200144	1,27	0,81
Torremocha de Jarama	202	145	28153A20200145	1,98	1,29
Torremocha de Jarama	202	146	28153A20200146	1,18	0,73
Torremocha de Jarama	202	147	28153A20200147	1,01	0,72
Torremocha de Jarama	202	148	28153A20200148	4,81	3,06
Torremocha de Jarama	202	151	28153A20200151	8,38	3,94
Torremocha de Jarama	202	152	28153A20200152	3,38	2,14
TOTAL				44,97	30,78

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	


2 RELACION DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA EVACUACIÓN

La relación de bienes y derechos afectados por el trazado de la media tensión de la planta fotovoltaica GR Colimbo de 24,98 MWp.

Tabla 2. RBDA evacuación media tensión

Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Longitud línea subterránea (m)
Torremocha de Jarama	202	115	28153A20200115	174,38
Torremocha de Jarama	202	128	28153A20200128	386,35
Torremocha de Jarama	202	129	28153A20200129	52,82
Torremocha de Jarama	202	130	28153A20200130	62,32
Torremocha de Jarama	202	131	28153A20200131	29,16
Torremocha de Jarama	202	132	28153A20200132	22,42
Torremocha de Jarama	202	136	28153A20200136	163,56
Torremocha de Jarama	202	139	28153A20200139	23,83
Torremocha de Jarama	202	140	28153A20200140	33,04
Torremocha de Jarama	202	141	28153A20200141	102,41
Torremocha de Jarama	202	143	28153A20200143	143,88
Torremocha de Jarama	202	144	28153A20200144	126,81
Torremocha de Jarama	202	145	28153A20200145	191,85
Torremocha de Jarama	202	146	28153A20200146	72,06
Torremocha de Jarama	202	147	28153A20200147	43,10
Torremocha de Jarama	202	148	28153A20200148	184,00
Torremocha de Jarama	202	151	28153A20200151	507,15
Torremocha de Jarama	202	152	28153A20200152	232,00
Torremocha de Jarama	202	9002	28153A20209002	77,24
Torremocha de Jarama	202	9009	28153A20209009	4,28
Torremocha de Jarama	202	9010	28153A20209010	9,83
Torremocha de Jarama	202	9012	28153A20209012	7,01
Torremocha de Jarama	202	9013	28153A20209013	16,63
Torremocha de Jarama	202	9026	28153A20209026	5,35

Madrid, marzo de 2021.


Enrique Romero Sendino
Ingeniero Industrial
Colegiado en Burgos nº 1329





Proyecto básico



Planta Fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp

Marzo 2021 - v02

Estudio de gestión de residuos

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	F.B.S.	E.R.S.	18/03/2021	Edición inicial
02	F.B.S.	E.R.S.	25/03/2021	Ampliación zanja MT

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

Contenido

1	JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	3
2	DEFINICIONES	4
3	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	7
4	FICHA TÉCNICA DE LA OBRA	9
5	RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	10
6	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	11
7	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	14
8	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	16
9	ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	18
10	PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	24
11	PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	30

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
 - Hormigón.
 - Ladrillos, tejas, cerámicos.
 - Metal
 - Madera
 - Vidrio
 - Plástico
 - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

2 DEFINICIONES

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesamiento de alimentos.

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición.

Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:

1.º La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

2.º La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
- plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
- plantas de prefabricados de hormigón,
- plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- talleres de fabricación de encofrados,
- talleres de elaboración de ferralla,
- almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

Productor de residuos de construcción y demolición:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.



Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.

Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.

Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto objeto de este documento es la Planta Solar Fotovoltaica GR Colimbo de 24,98 MWp de potencia pico, a ser ubicada en el término municipal de Torremocha de Jarama, provincia de Madrid, así como de todas las infraestructuras necesarias para su conexión a la red.

El proyecto básico contempla la instalación de una parte generadora formada por 38.136 paneles fotovoltaicos de 655 Wp bifaciales (o configuración similar dependiendo de la disponibilidad y la tecnología) dispuestos en estructuras solares, y centros de transformación que se conectan mediante tendido eléctrico de 30 kV soterrado en zanja a la subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV situada en las proximidades de la planta fotovoltaica.

A su vez, es necesario indicar que esta subestación compartida SET Colimbo 132/30 kV estará conectada a través de línea aérea en 132 kV con la subestación compartida SET Colectora La Cereal 400/132 kV, y esta a su vez se conectará con la subestación SET LA CEREAL 400 kV propiedad de REE.



La planta fotovoltaica GR Colimbo se sitúa en el término municipal de Torremocha de Jarama, en la provincia de Madrid. La poligonal se enmarca en la Hoja 0510-1 del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30 de la instalación son las siguientes:

- X: 457606.55
- Y: 4518996.00



Imagen 1. Ubicación de la planta fotovoltaica

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

La fase de construcción de la planta solar fotovoltaica consistirá en las siguientes fases:

Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación del edificio modular prefabricado.
- Cimentación del centro de transformación.
- Hincado de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.



Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la planta.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar muchos movimientos de tierras para la explanación minimizando la gestión de las mismas.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

4 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

Las características generales de la obra para el proyecto de la planta GR Colimbo de 24,98 MWp, son los siguientes:

- Localización: Torremocha de Jarama, Madrid.
- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una planta solar fotovoltaica.
- Existencia o no de demolición: No.
- Superficie de la obra: La superficie de actuación es de aproximadamente 30,78 ha.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

5 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

RCD:

RCD de naturaleza pétrea:



- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

- Residuos peligrosos:
 - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
 - 15.01.11 Aerosoles
 - 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- 1) Adquisición de materiales
- 2) Comienzo de la obra
- 3) Puesta en obra
- 4) Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	



- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

7 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 1 7 0 5 0 3	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

8 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).



El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	

- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

9 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar casi movimientos de tierras para la explanación. Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 1 m de profundidad y 0,40 m de ancho para un circuito y 0,60 m de ancho para dos circuitos. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y del centro de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Los centros de transformación se cimentarán sobre losa de aproximadamente 10 x 27,37 m² m en planta. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de 0,15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

Tierras y pétreos procedentes de demolición.



Naturaleza pétreo 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas

No existen edificaciones a demoler en las parcelas.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

Cimentaciones:

Tabla 1. Estimación residuos procedente excavación de cimentaciones

Cimentaciones	M3
CT tipo 1	53,95
CT tipo 2	19,59
Cámaras de seguridad	3,94
Anemómetros	0,36
Poste vallado	32,23

Zanjas existentes en la implantación:

Tabla 2. Estimación residuos procedente excavación de zanjas

Zanjas	M3
BT	1.360
MT	2.721
Perimetral	1.948
Puesta a Tierra	128

Cunetas de drenaje:

Tabla 3. Estimación residuos procedente excavación de cunetas

Cunetas drenaje	M3
Cuneta drenaje Vial	2.047
Cuneta drenaje Perimetral	5.223

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m³:



	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

Tabla 4. Estimación residuos procedente excavación

	M3	Tn
17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	1.692,22	2.876,77

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

RCD de naturaleza pétreo

17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:



Tabla 5. Estimación residuos hormigón cimentaciones

Cimentaciones	M3
CT tipo 1	53,95
CT tipo 2	19,59
Cámaras de seguridad	3,94
Anemómetros	0,36
Poste vallado	32,23

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2400 kg/m³. Considerando que se produce un residuo del 1%:

Tabla 6. Estimación residuos hormigón cimentaciones total

	M3	Tn
17 01 01 Hormigón	1,65	3,96

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

RCD de naturaleza no pétreo

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

Otros residuos:

20 01 01 Papel y cartón



Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

En resumen, la estimación de los residuos generados en la planta, son los siguientes:

Tabla 7. *Estimación residuos totales*

		M3	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	Partida Civil	Partida Civil
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	1692,22	2.876,77
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	1,65	3,96

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	



10 PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un **Plan de Gestión de Residuos**. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la **documentación acreditativa** de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de **documentos de aceptación** por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un **certificado acreditativo** de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el **documento de entrega** al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el **Documento de Control y Seguimiento**.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir **notificación** al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Respecto a la segregación de los residuos:

- La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
 - Hormigón: 80 t
 - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
 - Metal: 2 t
 - Madera: 1 t
 - Vidrio: 1 t
 - Plástico: 0,5 t
 - Papel y cartón: 0,5 t

- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
- Definir una zona específica.
- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- ¿Dónde situarlo?

- En el exterior bajo cubierta,
- Dentro de la nave,
- en intemperie en envases herméticamente cerrados

- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:

- Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
- Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
- Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
- Alejado de la red de saneamiento

- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- 1 recipiente/cada tipo de residuo
- Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente

información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:

- Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
- Fechas de envasado.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
- Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008
- La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
- No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.



Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):

- Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

- Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
- Periodicidad estimada de los traslados.
- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.

1. Número de documento de identificación.
2. Número de notificación previa.
3. Fecha de inicio del traslado.
4. Información relativa al operador del traslado.
5. Información relativa al origen del traslado.
6. Información relativa al destino del traslado.
7. Características del residuo que se traslada.
8. Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
9. Otras informaciones.

- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

1. Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
2. Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
3. El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
4. En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

5. En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Según el RD 833/1988 se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- art. 15. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

FASE	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 22/2011 (art.29)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	RD 833/1988 (art. 17)
	Documentos de Aceptación*	
	Documentos de Control y Seguimiento*	RD 833/1988 (art. 16)
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 22/2011 (art.25)
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

*Se deben guardar durante cinco años.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	

11 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
1 saca de 1 m3	4	50	200
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m3)	1	300	300
Excavación de Tierra seca compacta (Trayectos de camiones de 24 Tn)	120	58 €	6.960
Contenedor de 4,5 m3 Hormigón	1	40 €	40
Residuos peligrosos			2.500
Total			10.000

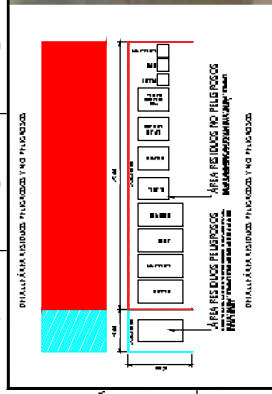
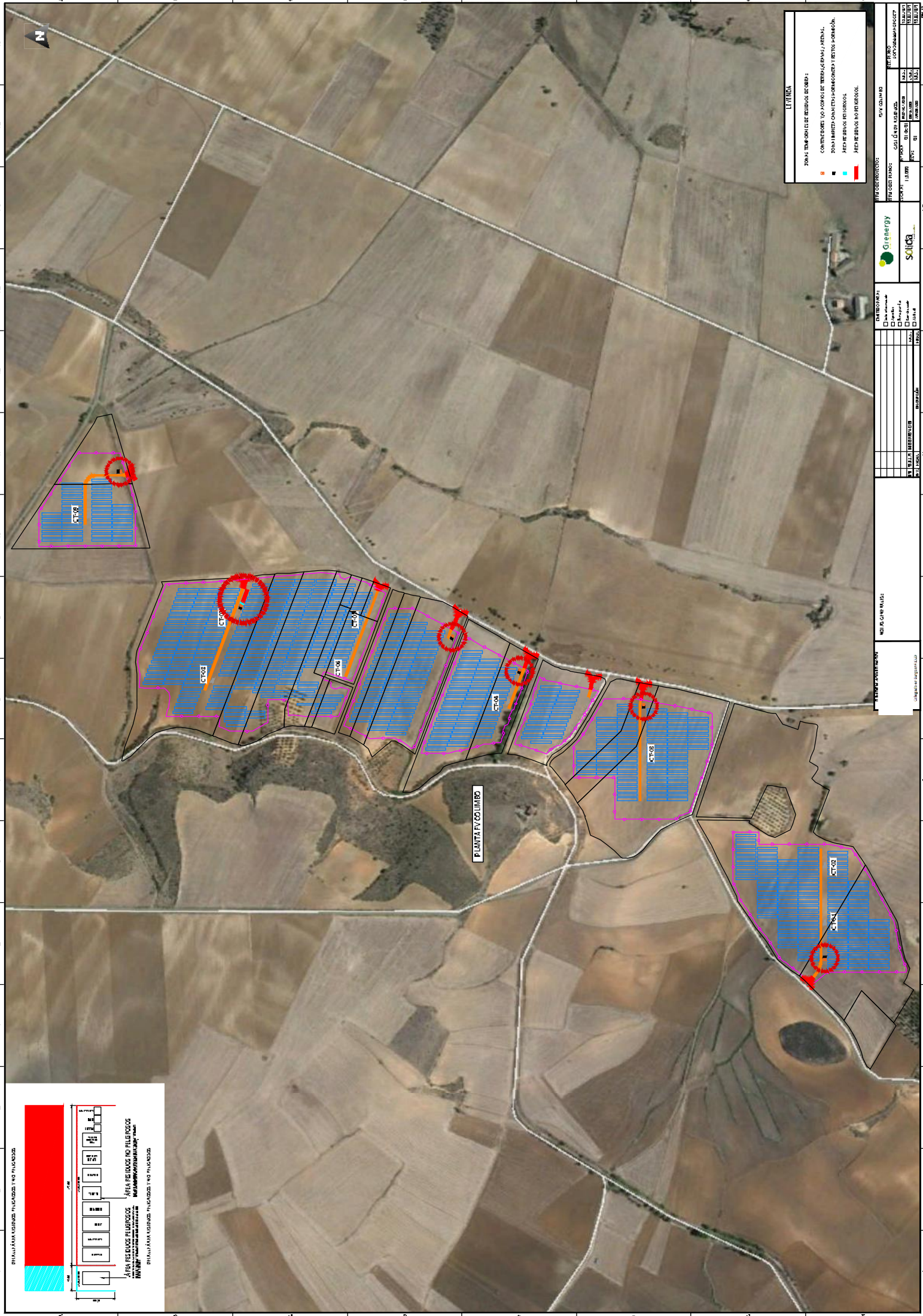
El presupuesto de la gestión de residuos del proyecto de la Planta Fotovoltaica asciende a la cantidad de **DIEZ MIL EUROS**.

Madrid, marzo de 2021.

Enrique Romero Sendino

Ingeniero Industrial

Colegiado en Burgos nº 1329

[illegible][illegible]

MOI AND GMP RELEASE:

Colgado en Barcelona 1329





Proyecto básico



Planta Fotovoltaica GR Colimbo 24,98 MWp

Marzo 2021 - v01

Estudio de campos electromagnéticos

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS</p>	

Versión	Creado	Revisado	Fecha	Comentarios
01	F.B.S.	E.R.S.	25/03/2021	Edición inicial

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

1 INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten analizar el campo que produce una corriente eléctrica:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{u}_r}{r^2} \quad (1)$$

- $d\vec{B}$ es la contribución elemental de campo magnético generado por la corriente I en el punto situado en la posición que apunta el vector \vec{u}_r a una distancia r respecto del elemento infinitesimal de longitud $d\vec{l}$.
- $d\vec{l}$ es el vector elemento infinitesimal de longitud, que indica la dirección de la corriente en cada punto del circuito.
- \vec{u}_r el vector unitario que señala la posición del punto P , situado a una distancia r , respecto del elemento de corriente $d\vec{l}$.

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente I , se puede establecer de la siguiente manera:

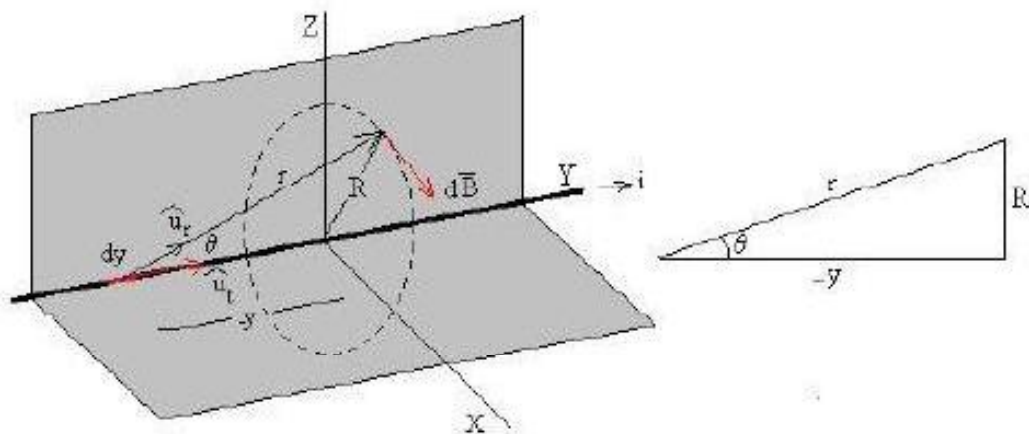




Imagen 1. Esquema del campo circular generado por un conductor recto infinito a una distancia R del mismo

El campo magnético \vec{B} , producido en el punto P , tiene una dirección perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

Integrando la ecuación de Biot y Savart se puede obtener su módulo:

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{|\vec{dl} \times \vec{u_r}|}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\sin\vartheta}{r^2} dl = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos\vartheta}{R} d\vartheta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \quad (2)$$

Donde:

B = Módulo de la inducción magnética [T]

μ_0 = Permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) = $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ [T}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}]$

I = Corriente que circula por el conductor [A]

R = Distancia entre el punto P y el conductor [m]

En el caso del proyecto, se trata de un circuito trifásico con sus tres fases en paralelo (Imagen 2). El cálculo es más elaborado, pero se puede realizar partiendo de la ecuación (2) en forma de corriente alterna:

$$B(t) = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} \quad (3)$$

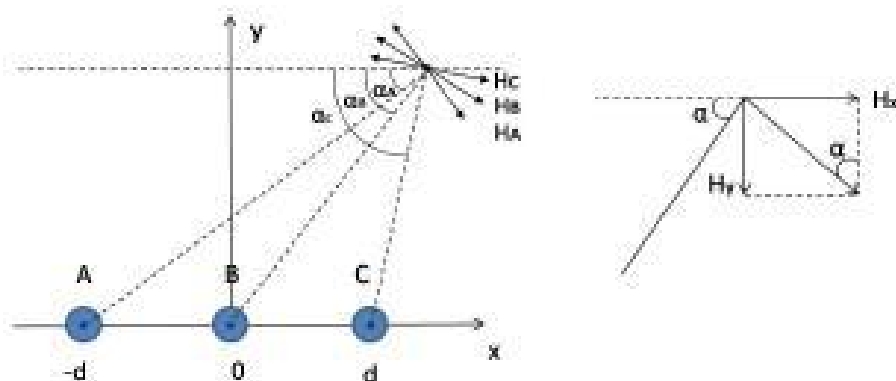


Imagen 2. Esquema de los campos oscilantes generados por cada fase



A su vez, el campo se puede descomponer en función de los ejes x e y utilizando el ángulo α como se muestra en la Imagen 2:

$$B_x(t) = B(t) \sin\alpha \quad (4)$$

$$B_y(t) = B(t) \cos\alpha \quad (5)$$

En este caso, el ángulo α de la fase central será de 90° , situado a una distancia h en el eje y. De esta forma se calculan las componentes x e y del campo inducido por cada fase del circuito como se muestra en las ecuaciones (6) a (10), en las que la primera fracción representa B(t) y la segunda es el seno o el coseno según corresponda:

$$B_{Ax} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t - 120^\circ)}{2\pi \sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (6)$$

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

$$B_{Ay} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t - 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{(-d)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (7)$$

$$B_{Bx} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (8)$$

$$B_{Cx} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (9)$$

$$B_{Cy} = \frac{\mu_0 I_0 \sin(\omega t + 120^\circ)}{2\pi\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} \quad (10)$$

Agrupando las componentes de cada fase, se obtienen las componentes del campo total generado por el circuito:

$$B_x = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \left(\frac{\sin(\omega t - 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} + \frac{\sin(\omega t)}{h} + \frac{\sin(\omega t + 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \right) \quad (11)$$

$$B_y = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \left(-\frac{\sin(\omega t - 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} + \frac{\sin(\omega t + 120^\circ)}{\sqrt{h^2 + d^2}} \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} \right) \quad (12)$$

Por otro lado, el valor eficaz del campo oscilante B(t) se calcula como indica la ecuación (13):



$$B_{rms}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (B_x^2 + B_y^2) d\omega t \quad (13)$$

Las componentes del campo elevadas al cuadrado son:

$$B_x^2 = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{4\pi^2} \left(\frac{\sin^2(\omega t - 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\sin^2(\omega t)}{h^2} + \frac{\sin^2(\omega t + 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} + 2 \frac{\sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t)}{h^2 + d^2} \right. \\ \left. + 2 \frac{\sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t + 120^\circ) h^2}{(h^2 + d^2)^2} + 2 \frac{\sin(\omega t) \sin(\omega t + 120^\circ)}{h^2 + d^2} \right) \quad (14)$$

$$B_y^2 = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{4\pi^2} \left(\frac{\sin^2(\omega t - 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\sin^2(\omega t + 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} - 2 \frac{\sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t + 120^\circ) d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right. \\ \left. + 2 \frac{\sin(\omega t) \sin(\omega t + 120^\circ)}{h^2 + d^2} \right) \quad (15)$$

Introduciendo las ecuaciones (14) y (15) en la ecuación (13) y realizando la integral se obtiene el valor eficaz del campo magnético inducido:

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS</p>	

$$B_{rms}^2 = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^3} \left(\frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi}{h^2} + \frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} - \frac{\pi}{h^2 + d^2} - \frac{\pi h^2}{(h^2 + d^2)^2} - \frac{\pi}{h^2 + d^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{\pi d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right) \quad (16)$$

Si la ecuación (16) se pone bajo un único denominador común y se simplifica, resulta lo siguiente:

$$B_{rms}^2 = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left(\frac{h^2}{(h^2 + d^2)^2} + \frac{1}{h^2} - \frac{2}{h^2 + d^2} + \frac{3d^2}{(h^2 + d^2)^2} \right) = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left(\frac{h^4 + (h^2 + d^2)^2 - 2h^2(h^2 + d^2) + 3h^2 d^2}{(h^2 + d^2)^2 h^2} \right) = \frac{\mu_0^2 I_0^2}{8\pi^2} \left(\frac{d^4 + 3h^2 d^2}{(h^2 + d^2)^2 h^2} \right) \quad (17)$$

Finalmente, el valor eficaz del campo inducido por el circuito trifásico es:

$$B_{rms,\infty} = \frac{\mu_0 I_0}{2\sqrt{2}\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} = \frac{\mu_0 I_{rms}}{2\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} \quad (18)$$

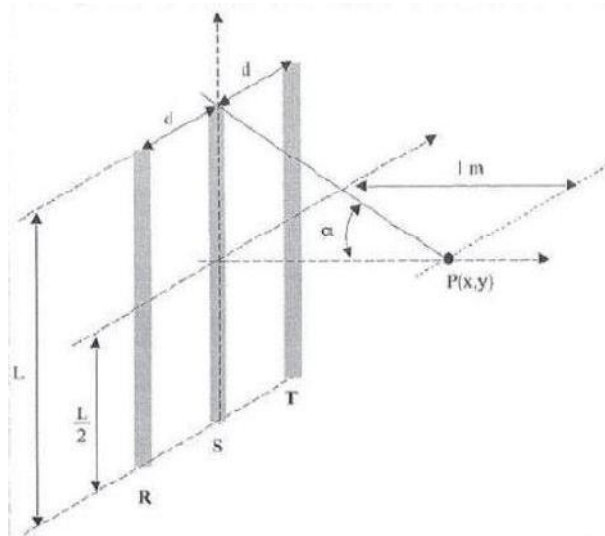






Imagen 3. Esquema de la configuración trifásica y el punto crítico P

La ecuación (18) representa el valor eficaz del campo magnético inducido por un circuito trifásico de longitud infinita. De manera aproximada, el campo inducido por un circuito de longitud L se calcula multiplicando por el ángulo α del extremo del conductor según muestra la Imagen 3, tal y como aparece en la ecuación (19):

$$B_{rms} \cong B_{rms,\infty} \cdot \sin \vartheta_{\max} = \frac{\mu_0 I_{rms}}{2\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} \frac{L/2}{\sqrt{(L/2)^2 + h^2}} \quad (19)$$

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	



$$B_{rms} \cong \frac{\mu_0 I_{rms}}{2\pi} \frac{d(d^2 + 3h^2)^{1/2}}{h(h^2 + d^2)} \frac{L/2}{\sqrt{(L/2)^2 + h^2}}$$

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

2 OBJETO



El objeto de este documento es estudiar la incidencia de los campos magnéticos mediante el cálculo de los niveles máximos que puedan alcanzarse en la planta fotovoltaica, haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

En el presente informe se muestra el estudio de campos electromagnéticos de nueve (9) Centros de Transformación 30/0,63 kV, de la Planta Fovoltaica GR Colimbo.

	<p>PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO</p>	
<p>Marzo 2021</p>	<p>ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS</p>	

3 LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN

- ITC-RAT 14, ITC-RAT 15 y ITC-RAT 20 del 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
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

4 LIMITACIÓN DE 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 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:

- Máximo de 100 μ T para el público en general
- Máximo de 500 μ T para los trabajadores (medido a 200 mm 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 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 mantiene 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 transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas de los cables de alta tensión al centro de transformación 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 posible de estos locales.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

La planta fotovoltaica tendrá una potencia pico de 24,98 MWp, y potencia nominal de inversores de 24,56 MVA (@ 30 °C). La parte generadora estará formada por 38.136 módulos fotovoltaicos de 655 Wp cada uno, montados sobre seguidores multifila.

Está previsto instalar los paneles fotovoltaicos de 655 Wp, distribuidos en 681 seguidores que contienen 56 módulos cada uno.

Se conectarán 28 paneles de 655 Wp en serie dando lugar a una serie o string.

Entre las filas de seguidores se dejará un espacio o pitch de 8 m a ejes teniendo un espacio libre entre filas de 3,09 m aproximadamente.

La planta contará con 15 inversores de 1.637 kVA (@ 30 °C) distribuidos en 9 centros de transformación pudiendo alojar en cada uno de ellos hasta dos inversores y un transformador de potencia.

De esta forma, las potencias nominales y pico de cada centro de transformación serán las siguientes:

Tabla 1. Configuración de baja tensión de los centros de transformación

CT	INGECON SUN 1640TL B630	Potencia nominal (MVA)	Strings por CT	Potencia pico en CT (MWp)
CT-01	2	3,274	180	3,301
CT-02	1	1,637	94	1,724
CT-03	2	3,274	188	3,448
CT-04	2	3,274	180	3,301
CT-05	2	3,274	180	3,301
CT-06	2	3,274	180	3,301
CT-07	2	1,637	180	3,301
CT-08	1	3,274	90	1,651
CT-09	1	1,637	90	1,651
Total	15	24,56	1.362	24,98

Cada centro de transformación estará conectado a la subestación por líneas de media tensión en forma de antena en 30 kV. Los cables de MT considerados serán unipolares de conductor de aluminio y aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina (Z1).

6 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNETICO

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 entrada del CT.
- Cableado de baja tensión entre el cuadro de baja tensión y el transformador.
- Cableado de media tensión entre el transformador y las celdas de media tensión.
- Cableado de media tensión en las zanjas de entrada/salida del CT.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el transformador, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas, se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado por el cableado trenzado.



Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se establece el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, se asume los criterios establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea, de 12 de Julio de 1999, Anexo III, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como $5/f$, siendo f la frecuencia en KHz. De esta manera, el límite de campo es de 100 micro-Tesla ($100 \mu T$).

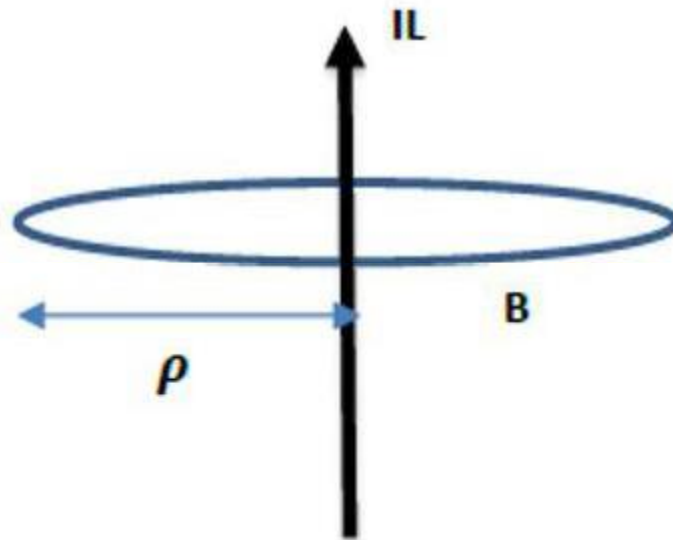
CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	–	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	–
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-100 kHz	87	5	6,25	–
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	–
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	–
10-400 MHz	28	$0,073$	$0,092$	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Sin pérdida de generalidad se procederá, en lo sucesivo, tomando a efectos de cálculo, un modelo de conductor infinito en las condiciones eléctricas del lado de menor tensión para cada uno de los transformadores presentes en cada uno de los tres tipos de centros de transformación que componen la planta fotovoltaica que da origen al presente documento.

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	



$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot d} \mu F$$

Donde:

- μ_0 representa la permeabilidad magnética en el vacío y adopta un valor de $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TA/m}$
- I representa la corriente que circula por el conductor en las condiciones de estudio en amperios.
- d representa la distancia respecto del conductor a la que se realiza la medición del valor del campo

De este modo, se pueden distinguir en la planta dos situaciones significativas a evaluar, en lo que al campo magnético se refiere, que se corresponden con los dos tipos de transformadores que conforman los centros de transformación que componen la planta.

Dichas situaciones se detallan a continuación y, además, se muestran gráficamente en el plano que acompaña el presente documento.



- CT con dos inversores de 1,637 MVA y un transformador de 3,28 MVA.
- CT con un inversor de 1,637 MVA y un transformador de 1,64 MVA

En ambos casos, para cada uno de los inversores que componen los centros de transformación se tienen los siguientes parámetros de partida.

Caracterización del circuito de BT

$S \equiv$ Potencia transportada (MVA)	1,637
$U \equiv$ Tensión de MT (V)	630
$I \equiv$ Corriente (A)	1.500,19

De esta forma, para cada uno de los transformadores se ha obtenido la distancia a la que se obtienen los valores de campo mostrados en la siguiente tabla:

	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	



Campo magnético (μF)	Distancia respecto al conductor infinito (m)
100	3,00
40	7,50
30	10,00
20	15,00
15	20,00
10	30,00

Madrid, marzo de 2021.

Enrique Romero Sendino

Ingeniero Industrial

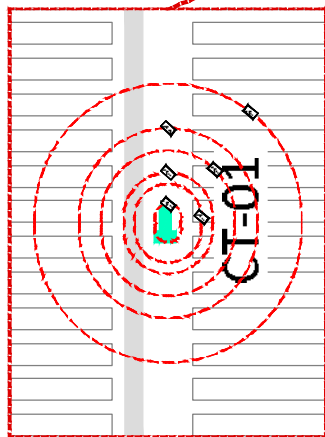
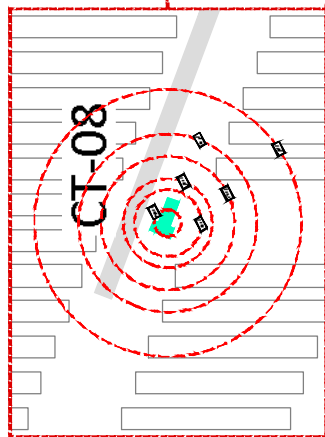
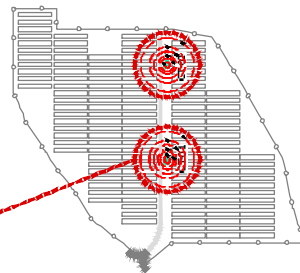
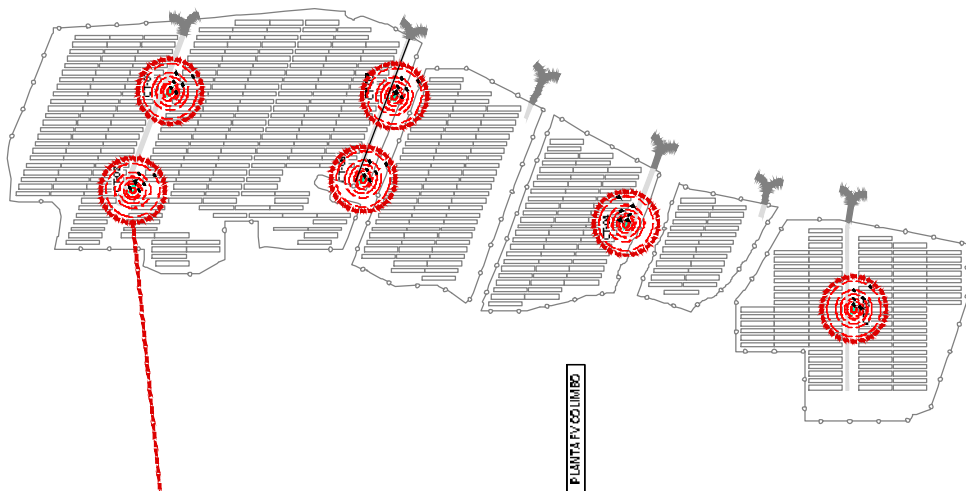
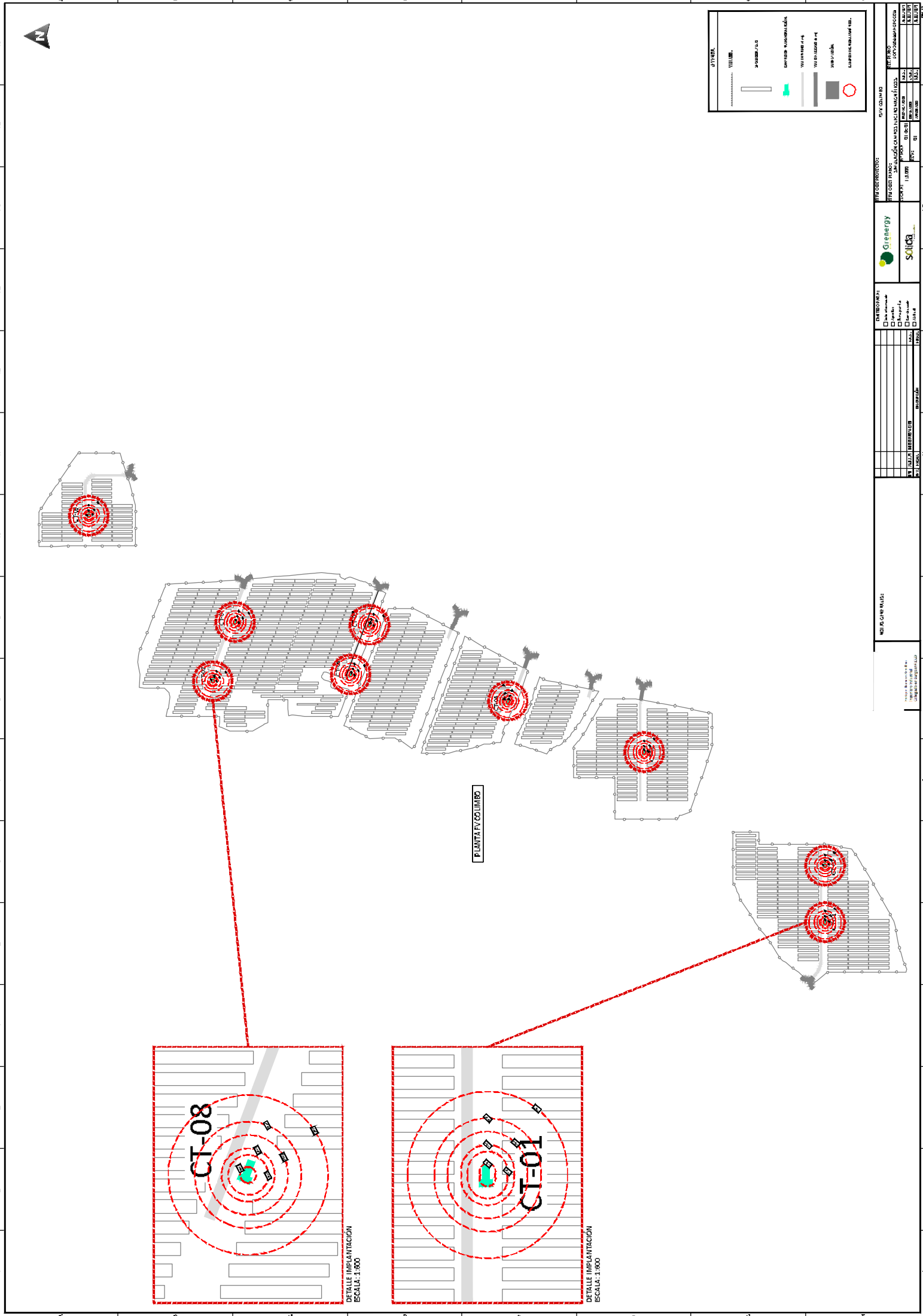
Colegiado en Burgos nº 1329















	PROYECTO BÁSICO PLANTA FOTOVOLTAICA GR COLIMBO	
Marzo 2021	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	

7 PLANOS

A continuación, se incluyen los siguientes planos:

- Planos de simulación de campos electromagnéticos



<p>   </p> <p>    </p> <p>  </p> <p>  </p>	<p>   </p> <p>    </p> <p>  </p> <p>  </p>
---	---

[illegible]