

**“PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO DE
DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA
SANGÜESA I (29,25 MWp/20,90 MWp) EN EL
T.M. DE CÁSEDA (NAVARRA)”**

Promotor: **Metka EGN Solar 29, S.L.**

Ingeniero Técnico Superior: **Manuel Cañas Mayordomo. Colegiado 1.617**

Ingeniero Técnico Industrial: **Antonio Misas Alcalde. Colegiado 1.857**

Revisado por Ingeniero Agrónomo: **Javier Álvarez Puerma. Colegiado 1.861**

Abril 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETO	4
3. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR	5
4. SITUACIÓN	5
6. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	7
6.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	7
6.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO.....	8
6.3. ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDORES)	11
6.4. ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO SKID	12
7. OBRA CIVIL	14
7.1. <i>Cimentación seguidor solar</i>	<i>14</i>
7.2. <i>Preparación del terreno y movimientos de tierra.....</i>	<i>14</i>
7.3. <i>Canalizaciones.....</i>	<i>15</i>
7.4. <i>Viales internos.....</i>	<i>16</i>
7.5. <i>Vallado perimetral.....</i>	<i>17</i>
7.6. <i>Sistema de drenaje.....</i>	<i>17</i>
7.7. <i>Sistema de seguridad.....</i>	<i>18</i>
8. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO.....	19
8.1. PLANTA FOTOVOLTAICA.....	19
8.2. ZONA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	19
9. PLAN DESMANTELAMIENTO.....	20
9.1. PLANTA FOTOVOLTAICA.....	20
9.1.1. <i>Desmontaje de módulos fotovoltaicos.....</i>	<i>20</i>
9.1.2. <i>Desmontaje de los seguidores.....</i>	<i>20</i>
9.1.3. <i>Desmontaje de los circuitos eléctricos y de interconexión.....</i>	<i>20</i>
9.1.4. <i>Desmontaje del sistema de inversión.....</i>	<i>21</i>
9.1.5. <i>Desmontaje de los sistemas de vigilancia, control, medida y alumbrado.....</i>	<i>21</i>
9.1.6. <i>Eliminación de infraestructuras y cimentaciones.....</i>	<i>21</i>
9.1.7. <i>Desmontaje de cerramiento perimetral.....</i>	<i>22</i>
9.1.8. <i>Eliminación de viales.....</i>	<i>22</i>
9.2. ZONA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	22
9.2.1. <i>Cimentaciones.....</i>	<i>22</i>
9.2.2. <i>Edificio de O&M.....</i>	<i>23</i>
9.2.3. <i>Canalizaciones.....</i>	<i>24</i>
10. RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS	24
11. RESTAURACIÓN FINAL	25
11.1. RESTAURACIÓN DE PERFILES, CIMENTACIONES Y SUELOS.....	25
11.2. CIMENTACIONES.....	25
11.3. ARQUETAS DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEAS	26



11.4.	VIALES DE ACCESO	26
11.5.	REVEGETACIÓN	27
11.5.1.	<i>Hidrosiembra</i>	<i>27</i>
11.5.2.	<i>Setos arbustivos</i>	<i>28</i>
12.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	28
13.	PLAZO DE EJECUCIÓN	29
14.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	29

1. Introducción

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil de la planta fotovoltaica, es la de abandono. En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y adaptación del terreno al medio.

El presente estudio de desmantelamiento y restitución se redacta según lo especificado en la Orden Foral 64/2006 de 24 de febrero, del Consejero de Medio ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable.

Esta Orden Foral tiene como objetivo establecer los contenidos de los estudios de afecciones ambientales y regular las características de los emplazamientos en los que la implantación de las instalaciones fotovoltaicas resulte globalmente adecuada a los efectos ambientales y urbanísticos.

2. Objeto

Se redacta el presente estudio de desmantelamiento y restitución en cumplimiento de la Orden Foral 64/2006 de 24 de febrero, del Consejero de Medio ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable, en su artículo 5 se indica la documentación a presentar, entre ellos:

“c) Proyecto de restauración del entorno afectado por las distintas partes del proyecto, con presupuesto independiente del resto de unidades de obra.

d) Medidas de restauración del medio una vez finalizada la vida útil y desmontada la instalación.”

Asimismo, la será de aplicación lo dispuesto en el artículo 6 *“Se deberá presentar aval bancario o garantía equivalente al presupuesto del proyecto de restauración del entorno afectado por las obras, al que hace referencia el apartado c) del artículo 5.”*

Así pues, en este documento se describirán los trabajos necesarios para el desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica IFV Sangüesa I conexas a la red eléctrica de media tensión, y la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas oportunas para que los terrenos utilizados vuelvan a la situación anterior al establecimiento de la actividad. Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

3. Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad mercantil Metka EGN Solar 29, S.L., con CIF B-71396980 y domicilio en Ctra Pamplona – Salinas, 11, Esquiroz (C.P. 31191), Navarra.

4. Situación

La Instalación Fotovoltaica FV Sangüesa I en el término municipal de Cáseda (Navarra), ubicada a unos 3,00 km al noreste del núcleo urbano y su fin es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de transporte SET Sangüesa 220 kV.

Los recintos donde se implantará la instalación fotovoltaica pertenecen al término municipal de Cáseda y se accede mediante el Camino de Gallipienzo a Sangüesa. En las inmediaciones se desarrollará otra instalación fotovoltaica denominada “Sangüesa II (29,25 MWp/20,90 MWn)”, compartiendo ambas instalaciones acceso y vallado perimetral.

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación fotovoltaica son:

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (Ha)
7	64	310000000001120987YF	2,4
7	65	310000000001120988UG	0,72
7	79	310000000001121001UG	1,83
7	80	310000000001121002IH	0,19
7	81	310000000001121003OJ	0,33
7	83	310000000001121004PK	0,22
7	84	310000000001121005AL	0,95
7	85	310000000001121006SB	0,77
7	86	310000000001121007DZ	0,5
7	87	310000000001121008FX	0,65
7	88	310000000001121009GM	0,39
7	89	310000000001121010DZ	0,52
7	90	310000000002257020IK	0,42
7	93	310000000001121013HQ	0,76
7	94	310000000001121014JW	0,26
7	95	310000000001121015KE	2,83
7	96	310000000001121016LR	2,13
7	97	310000000001121017BT	1,1
7	98	310000000001121018ZY	0,88
7	99	310000000001121019XU	1,63
7	100	310000000001121020BT	1,46
7	101	310000000001121021ZY	1,86
7	102	310000000001121022XU	0,85
7	105	310000000001121023MI	1,41
7	106	310000000001121024QO	0,62
7	107	310000000001121025WP	0,74
7	108	310000000001121026EA	3,6
7	109	310000000001121027RS	0,37
7	110	310000000001121028TD	0,9

7	111	31000000001121029YF	0,77
7	112	31000000001121030RS	2,1
7	114	31000000001121031TD	0,16
7	115	31000000001121032YF	0,87
7	116	31000000001121033UG	0,28
7	117	31000000001121034IH	0,6
7	119	31000000001121036PK	2,97
7	140	31000000001121054XU	1,32
7	141	31000000001121055MI	4,1
7	142	31000000001121056QO	0,78
7	145	31000000001121057WP	0,24
7	146	31000000001121058EA	0,75
7	147	31000000001121059RS	3,67
7	181	31000000001121088QO	0,14
7	182	31000000001121089WP	0,31
7	183	31000000001121090MI	0,72
7	195	31000000001121097UG	0,34
7	196	31000000001121098IH	0,1
7	203	31000000001121103SB	1,87

Tabla 1. Datos catastrales Parcela propuesta

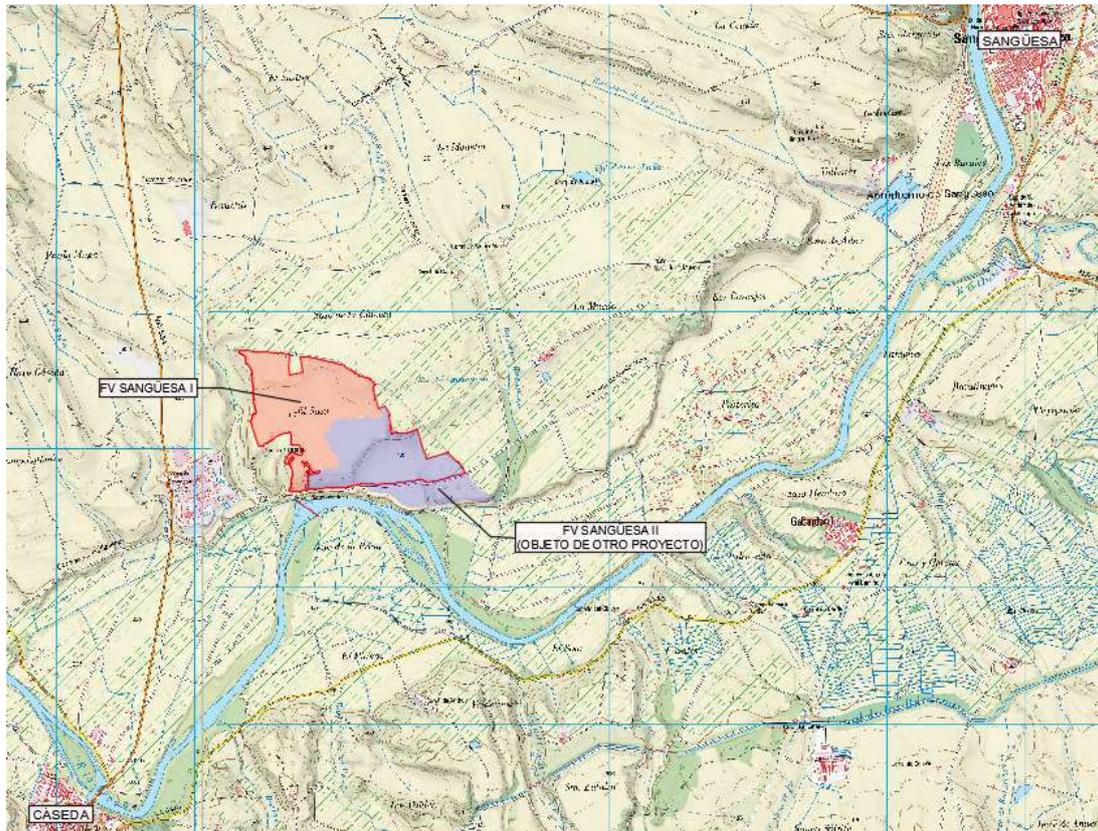


Ilustración 1. Situación FV Sangüesa I

La superficie total de las parcelas es 53,48 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica FV Sangüesa I mediante la instalación de los módulos es de 48,66 Ha.

Desde dicho campo solar partiremos con una línea subterránea de media tensión a 30 kV hasta la Subestación Elevadora de la Planta.

5. Normativa de aplicación

La normativa de aplicación a tener en cuenta en este documento de desmantelamiento en orden cronológico es la siguiente:

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Orden Foral 64/2006 de 24 de febrero, del Consejero de Medio ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley Foral 14/2018, de 18 de junio de 2018, de Residuos y su fiscalidad.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

6. Componentes de la instalación fotovoltaica

6.1. Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 59.696 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo *CS3Y-490M B-AG de 490 Wp* de Canadian Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 29,25 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (CS3Y-490M B-AG)	STC	NOCT
Potencia máxima (W)	490	367
Voltaje máximo (Vmp)	44,60	41,80

Corriente máximo (Imp)	11,00	8,78
Voltaje circuito abierto (Voc)	53,30	8,78
Corriente cortocircuito (Isc)	11,67	9,41
Eficiencia STC (%)	20,70	
Temperatura operación (°C)	-40 °C / +85°C	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	25 A	
Coef. de temperatura de Pmax (%/°C)	-0,34	
Coef. de temperatura de Voc (%/°C)	-0,26	
Coef. de temperatura de Isc (%/°C)	0,05	

Tabla 2. Características módulo fotovoltaico

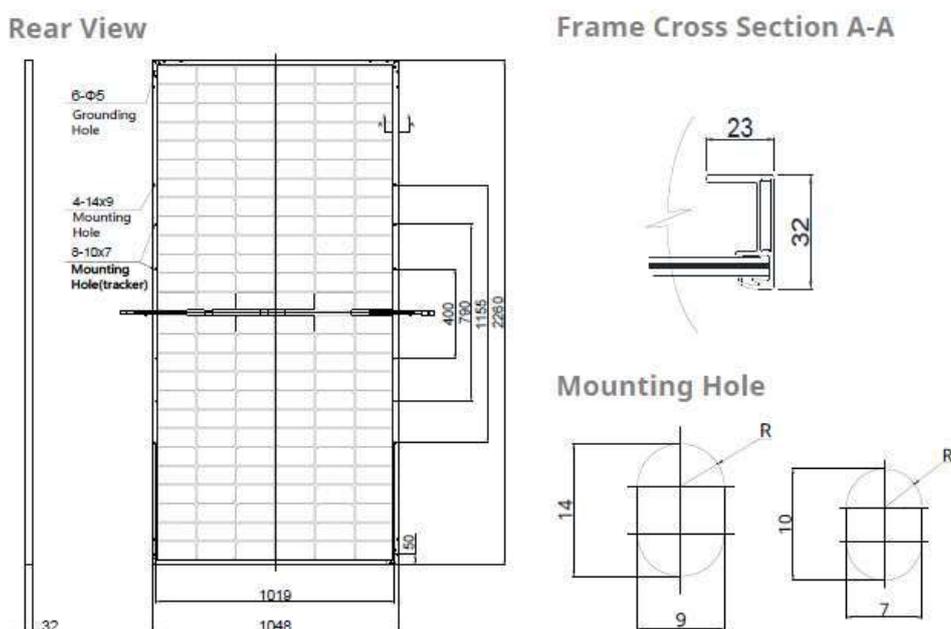


Ilustración 2. Módulo fotovoltaico CS3Y-490M B-AG de 490 Wp

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

6.2. Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo central y estáticos, concretamente el modelo *Freesun HEMK 690 V F3670k* o similar. El número de

inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de 6 unidades a los cuales se conectarán 2.296 strings de 26 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia nominal a 50 °C de 22,02 MWn, que serán limitados de forma que la potencia nominal total no supere la potencia concedida de conexión.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



Ilustración 3. Inversor Freesun HEMK FS3670K

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (Freesun HEMK 690 V F3670K)		
Valores de entrada CC		
Tensión máxima de entrada (V)	1.500	
Rango de tensión por MPP 35 °C (V)	976	1.500
Rango de tensión por MPP 50 °C (V)	976	1.310
Máxima Corriente CC (A)	3.970	
Máxims corriente Cortocircuito CC (A)	6.000	
Número independiente de entradas MPP	Hasta 36	
Número de entradas CC	Hasta 36	
Valores de salida CA		
Potencia máxima 50 °C (kVA/kW) (cosφ)	3.670	
Potencia máxima 40 °C (kVA/kW) (cosφ)	3.800	
Tensión nominal de salida (V)	690	
Intensidad máxima de salida 40 °C(A)	3.175	
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50/60	
Distorsión armónica total máxima	< 3%	

Eficiencia y servicios auxiliares	
Eficiencia máxima	98,93 %
Eficiencia europea	98,65 %
Máxima potencia consumo servicios auxiliares (kVA)	10

Tabla 3. Características inversor fotovoltaico

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan 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.

- 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, 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.
- El inversor incluye 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 serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

6.3. Estructura soporte (seguidores)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte – sur.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

Cada seguidor solar cuenta con un autómatas PLC independiente de los demás y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómatas PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómatas permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo SP160 de la marca *NClave* o similar, y se trata de un seguidor a un eje este – oeste, con eje norte – sur.

Esta estructura de soporte se compone de dos ejes principales simétricos con respecto a una unidad de giro central, alineados en dirección norte – sur. Encima de las vigas principales se instalan los módulos fotovoltaicos. La estructura esta soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno.

Cada seguidor es independiente entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 7% hacia el eje norte – sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.

Los datos técnicos del seguidor son los siguientes:

Características del seguidor	
Fabricante	NClave
Seguimiento	Horizontal 1 eje N-S
Ángulo de seguimiento (°)	±50°
Disposición de módulos	2V
Configuración	2Vx26
Filas por seguidor	Monofila
Pendiente admisible N-S (%)	Hasta 7%
Pendiente admisible E-O (%)	Ilimitada
Opciones Cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado
Algoritmo de Seguimiento	Astronómico
Back-tracking	Sí
Comunicación	Cableado RS485/RS-422/Ethernet/wifi
Garantías estándar	Estructura 10 años Componentes comerciales 2 años

Tabla 4. Datos técnicos seguidor

6.4. Estación de potencia tipo skid

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dirige al transformador de potencia para elevar la tensión de la

energía generada. Los inversores y transformadores se instalan en una estación de potencia tipo Skid modelo *Freesun TWIN Skid* con una potencia de 7.340 kVA de *Power Electronics* o similar.

El Twin Skid es una plataforma compacta y resistente con todos los equipos de media tensión integrados. Incluye dos transformadores outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. En cada estación de potencia se instalarán dos inversores. El transformador de potencia elevará la energía procedente del inversor de 690 V a 30 kV.

En el presente proyecto básico se consideran tres estaciones de potencia que integran dos inversores *Freesun HEMK690V FS3670K* de 3.670 kVA y por dos transformadores de potencia 3.670 kVA de 0,69/30 kV de instalación interior.

El centro de transformación está compuesto por tres bloques que comparten cimentación calculada en función de la carga de los equipos. Los bloques extremos agrupan al inversor con su correspondiente caja de entrada en baja tensión y el transformador de potencia asociado al inversor. En el bloque central se encuentran las celdas de media tensión, las cajas de baja tensión de servicios auxiliares y el transformador de servicios auxiliares de 20 kVA.

A continuación, se muestra una imagen de la estación de potencia y su esquema unifilar:



Ilustración 4. Estación de potencia



Ilustración 5. Estación de potencia

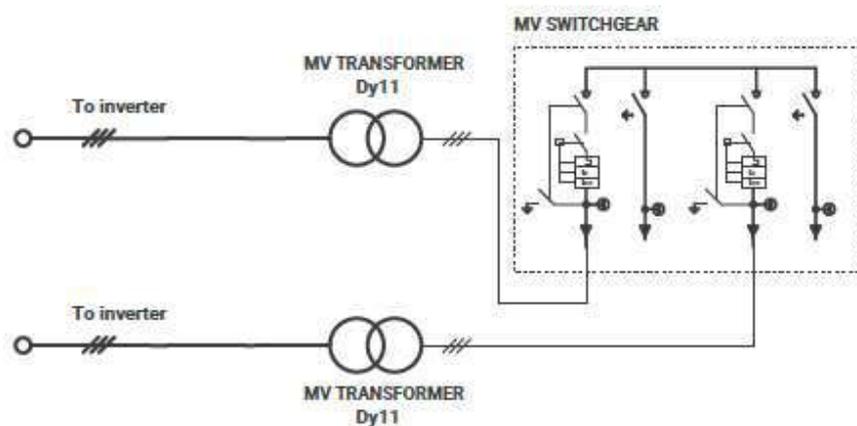


Ilustración 6. Esquema unifilar

7. Obra civil

7.1. Cimentación seguidor solar

Los postes de la estructura del seguidor solar irán anclados al terreno por medio de hincas directas. Si una vez realizado el ensayo geotécnico de terreno, se encontrase con alguna capa del mismo más dura, se propondrán soluciones alternativas a la cimentación de los postes para estas zonas.

7.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente.

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 o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

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
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

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 (75cm) 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

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de seguidores solares con pendientes superiores al 15%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.

7.3. Canalizaciones

7.3.1. Canalizaciones de corriente continua

El cableado de la parte de corriente continua discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y una parte aérea sobre la propia estructura de los seguidores.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 35 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de ellos tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

7.3.2. Canalizaciones de corriente alterna

El cableado de la parte de corriente alterna irá directamente enterrado a una profundidad de 0,95 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

7.4. Viales internos

La Instalación contará con una red de viales interiores que dará acceso a la Estación de Potencia que conforma la Planta.

La Estación de Potencia deberá estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de la Estación de Potencia, sin pendiente.

Todos los viales de la Planta serán de 4 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12,00 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 2 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta Solar, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreechamientos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

7.5. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 2,50 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,10 m de altura, acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre de espino. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 48 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. La malla será de tipo cinética 200-17-30 y tendrá 2,00 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm² con sus tensores y tornillos correspondientes.

Se realizarán accesos a la planta mediante cancela de 6 m de anchura y 2,10 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

7.6. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

La Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años;
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejillas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan 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.

7.7. Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

8. Descripción de las obras de desmantelamiento

8.1. **Planta fotovoltaica**

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, la planta fotovoltaica se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los paneles.
- Módulos fotovoltaicos.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de las estructuras metálicas de apoyo de dichos módulos.
- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de inversión.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado.
- Demolición de las cimentaciones.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Eliminación de viales de acceso, interiores y perimetrales.
- Restauración final.

8.2. **Zona de operación y mantenimiento**

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, la zona de operación y mantenimiento se compone de los siguientes elementos:

- Movimiento de tierras para formación de explanada.
- Cimentaciones.
- Saneamientos y drenajes subterráneos.
- Vallado perimetral.
- Conducciones de cables de control y potencia con canales prefabricados y zanjas enterradas.
- Urbanización y viales.
- Edificio de O&M.

- Instalaciones auxiliares del edificio de control.

9. Plan desmantelamiento

9.1. **Planta fotovoltaica**

9.1.1. **Desmontaje de módulos fotovoltaicos**

En primer lugar, se procederá a desmontar los módulos fotovoltaicos de las estructuras soporte a las que están sujetos. Hay que tener en cuenta que están unidos por tornillería de seguridad en las cuatro esquinas de su marco y por pinzas de sujeción por lo que, una vez cortados los tornillos con un disco radial, por ejemplo, se abrirán las sujeciones y se extraerá el panel.

Una vez desmontados, para determinar su destino final, se tendrá en cuenta su estado de funcionamiento ya que normalmente nos encontraremos con módulos fotovoltaicos con una degradación del 20%, pero que producirán energía, en cualquier caso. En placas bajo estas condiciones, se procederá a almacenarlos para su reventa en instalaciones rurales donde los requerimientos de potencia y pérdidas son menores que en plantas de potencia de generación centralizada.

En caso de no ser posible su reutilización, serán transportados a la planta de reciclaje autorizada más próxima para la elaboración de nuevos módulos.

9.1.2. **Desmontaje de los seguidores**

Debido a que las estructuras están montadas a base de tornillería y cordones de soldadura el proceso de retirada es muy simple.

Para el desmantelamiento de las estructuras metálicas, en primer lugar, se desmontará la estructura metálica con los paneles fotovoltaicos y una vez en el suelo se procederá a desarmarla. Los módulos fotovoltaicos serán desconectados, desarmados y se procederá con ellos según se explica en el inciso anterior.

Los materiales desmontados de las estructuras metálicas serán trasladados a un lugar adecuado para su disposición, reutilización o en su caso reciclados.

Las cimentaciones de los seguidores serán a base de perfiles hincados. Para su desmantelamiento será preciso su extracción con medios mecánicos.

Los perfiles metálicos que se obtienen se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

9.1.3. **Desmontaje de los circuitos eléctricos y de interconexión**

En la instalación eléctrica se puede considerar distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo,

desde las estructuras hasta la estación de inversión a media tensión, un tercer tramo, desde la estación de inversión hasta la subestación elevadora. Estos dos últimos tramos se encuentran en una red de canalizaciones o zanjas subterráneas con el cable tendido directamente en zanja.

Por lo tanto, primeramente, se procederá a la desconexión por corte del cableado de interconexión de módulos fotovoltaicos que ya se habrá realizado con el desmantelamiento de los módulos. Los cables se quitarán de la estructura soporte y se almacenarán en zona segura para su traslado.

Una vez realizado, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas, luego se sacarán los cables del interior de las zanjas o tubos y se almacenarán al igual que los anteriores. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

9.1.4. Desmontaje del sistema de inversión

Para empezar, se desconectarán los inversores de las cajas de conexiones a las que vayan unidos. Después se aislarán eléctricamente los transformadores eléctricos y, junto a los inversores, serán trasladados para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

9.1.5. Desmontaje de los sistemas de vigilancia, control, medida y alumbrado

Se procederá al desmantelamiento del interior de las casetas donde se alojan los equipos de vigilancia, seguridad, control, medida y centralización de contadores. Así como también, el circuito de alumbrado exterior, de interior. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

En la caseta donde se encuentra la centralización de contadores también se desmontará la caja precintada con los equipos electrónicos de medición, caja de fusibles, interruptor general manual, etc.

9.1.6. Eliminación de infraestructuras y cimentaciones

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las casetas y de las losas de cimentación.

Respecto a las casetas, se procederá al desmontaje de la cubierta y los cerramientos, posteriormente se eliminarán los perfiles metálicos mediante corte de los mismos. La losa de hormigón será demolida mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

Las arquetas también se añadirán a los residuos metálicos féreos.

9.1.7. Desmontaje de cerramiento perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo por peón ordinario que se encargará de retirar los postes y vallas metálicas. Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente féreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

9.1.8. Eliminación de viales

Será necesario eliminar aquellos viales no presentes en la zona de actuación en el estado pre-operacional, siempre y cuando los servicios forestales no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

La eliminación de los viales se realizará según el siguiente proceso:

- Se desbrozará la vegetación presente en los desmontes y terraplenes.
- Se retirarán las capas de zahorra compactada, hasta una cota de 30 cm bajo el terreno.
- Se rellenarán cunetas y desmontes y se suavizará el terreno afectado dejando la orografía lo más suave y parecida al estado pre-operacional posible.

9.2. Zona de operación y mantenimiento

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la zona, conforme al presente Plan de Desmantelamiento.

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

9.2.1. Cimentaciones

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 100 cm, a medir desde la cota natural del terreno, una vez que se haya procedido a su restitución.

Procediendo posteriormente al recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona.

9.2.2. Edificio de O&M

En general, se desmontarán y retirarán todos aquellos materiales que puedan separarse de forma selectiva de acuerdo con el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. Se seguirá la siguiente secuencia para la demolición de los edificios:

- En primer lugar, se procederá a la desconexión de los servicios (electricidad, gas, abastecimiento, saneamiento, comunicaciones).
- Se desmontarán y retirarán de forma selectiva los enseres y equipos industriales, carpinterías, cerrajerías, vidrios, sanitarios y cualquier otro material que pueda separarse de forma selectiva. En el caso de la subestación, se retirará toda la aparamenta: celdas, transformadores, cuadros, cableado interior, red de tierras, etc.
- Demolición de tabiquería y divisiones no estructurales
- Demolición de las cubiertas: El orden de las operaciones de demolición de cubiertas será el siguiente:
 1. Demolición de los cuerpos salientes de la cubierta.
 2. Demolición del material de cobertura.
 3. Demolición del tablero.
 4. Demolición de la formación de pendientes (tabiquillos o cerchas).
- Demolición de cerramientos: Se tendrá en cuenta la tipología de los muros, particularmente si tienen carácter estructural, y, en su caso, se dispondrán los apeos necesarios.
- Demolición de forjados. Se tendrá en cuenta la tipología para la elección del método de demolición. Si el forjado está constituido por viguetas, se demolerá el entrevigado a ambos lados de la vigueta sin debilitarla y cuando sea semivigueta sin romper su zona de compresión. Previa suspensión de la vigueta, en sus dos extremos se anularán sus apoyos. Las losas de hormigón armadas en una dirección se cortarán, en general, en franjas paralelas a la armadura principal de peso no mayor al admitido por la grúa. Previa suspensión, en los extremos de la franja se anularán sus apoyos. Las losas armadas en dos direcciones se cortarán, en general, por recuadros sin incluir las franjas que unan los ábacos o capiteles, empezando por el centro y siguiendo en espiral. Se habrán apuntalado previamente los centros de los recuadros contiguos. Posteriormente se cortarán las franjas de forjados que unen los ábacos y finalmente éstos.
- Demolición de muros de carga y pilares. Se demolerán previamente los elementos que se apoyan en ellos, como cerchas, bóvedas, forjados, etc. Los cargaderos y arcos en huecos no se quitarán hasta haber aligerado la carga que sobre ellos gravite.
- Demolición de la solera. Se troceará la solera, después de haber demolido los muros y pilares de la planta baja.

- Demolición cimentación. Se demolerán las zapatas aisladas o corridas hasta una profundidad de 40 cm por debajo de la cota del terreno.

9.2.3. Canalizaciones

Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, canalizaciones del sistema de drenajes, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, llevando todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, etc...) a un vertedero autorizado.

Las canalizaciones enterradas bajo tubo de PEAD o PVC se descubrirán mediante apertura de la zanja, retirada del tubo, separación del tubo y del cableado, acopiando el terreno procedente de la excavación para su posterior uso y segregando los cables y el tubo para su posterior transporte por separado a vertedero autorizado.

10. Reciclado y residuos no reciclables o tóxicos

Se debe tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica.

En primer lugar, aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación no se generarán residuos tóxicos o peligrosos.

Para el caso de los paneles fotovoltaicos, una vez desmontados de las estructuras, se procederán a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente. Los módulos que estén en buen estado se pueden contemplar su aprovechamiento en instalaciones rurales que no precisen de tanta potencia.

Los componentes de la instalación eléctrica de la planta serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de los elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, vallado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se acopiarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

En resumen, los residuos que se generarán en el proceso de desmantelamiento y restitución son:

- Metales férricos, como las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el vallado perimetral, etc. se transportarán a planta de reciclado de chatarras férricas.
- Plásticos. Se entregarán a gestor autorizado de residuos plásticos para su valorización.
- Vidrio, como por ejemplo el que llevan los módulos fotovoltaicos en su superficie que se transportaran a planta de reciclado.
- Residuos de equipos eléctricos y electrónicos, como fusibles, cajas de conexión, cables eléctricos, inversor... se entregarán a gestor autorizado para el reciclado o valorización de residuos eléctricos y electrónicos.
- Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo los resultantes de la demolición de las casetas y las cimentaciones, se transportarán a planta de reciclado de escombros inertes y restos de obra.
- Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas, se transportarán a una central de reciclado autorizada donde se reciclarán y recuperarán los metales o de compuestos metálicos.

11. Restauración final

Se seguirán los puntos del presente apartado para llevar a cabo la restauración final de todos los elementos y superficies ocupadas por la planta fotovoltaica.

11.1. Restauración de perfiles, cimentaciones y suelos

Una vez realizadas las demoliciones y desmantelamientos previstos en los apartados anteriores, se tienen unos huecos o afecciones correspondientes a la demolición de cimentaciones, soleras y arquetas y unas zonas explanadas correspondientes a los viales de acceso.

La recuperación de estas superficies pasa por la restauración topográfica, en la medida de lo posible sin aportes externos de materiales, y del suelo, como paso previo a la revegetación y con el objetivo de devolver el suelo a su estado y uso inicial, siendo este eminentemente agrícola.

11.2. Cimentaciones

La demolición y retirada de los escombros de las cimentaciones de los seguidores y distintos elementos deja unos huecos. Estos huecos serán rellenados con tierra de la propia zona que se extenderá de forma manual y/o mecánica.

Al igual que las cimentaciones, la solución prevista en las cunetas y desmontes contempla el relleno y extendido de tierra como material de relleno para alcanzar las cotas originales. El origen de este material de relleno será próximo a la obra.

Posteriormente se actuará sobre todas las zonas afectadas por la compactación debida al trabajo de la maquinaria pesada durante el desmontaje. Toda su superficie se deberá descompactar mediante escarificado con un subsolador en tractor y posteriormente se extenderá el material descompactado con motoniveladora. Coincidiendo con esta acción convendrá despedregar mediante tractor con rastrillo

Posteriormente, se reperfilarán las superficies afectadas por movimientos de tierras (taludes, desmontes y cunetas) de manera que se obtenga una nueva micro-orografía del terreno, suavizando las pendientes y evitando las líneas rectas y los cortes bruscos.

Adicionalmente se extenderá una capa de tierra vegetal de 20 cm de espesor. Deberá buscarse una de características afines a la zona, para intentar minimizar un posible impacto cromático en el entorno de la planta solar.

Posteriormente se realizará una ligera compactación de esta tierra vegetal para evitar el fracaso de la revegetación a causa de la presencia de bolsas de oxígeno en el terreno. Deberá dejarse asentar esta tierra vegetal para una correcta acogida de las semillas.

11.3. Arquetas de líneas de media tensión subterráneas

La demolición de arquetas deja un hueco de profundidad y de superficie dependientes del tamaño de cada arqueta. En este caso la restauración del suelo consiste en rellenar manualmente el hueco con tierra vegetal hasta el nivel del suelo adyacente.

11.4. Viales de acceso

No se prevé la existencia de muros de contención, escolleras o tuberías de drenaje en los viales. En caso de existir algún elemento de este tipo sería necesario un estudio de estabilidad y/o modificación del drenaje previo a cualquier intervención en los mismos.

Se retirará la capa de zahorra artificial de la explanada de vial con excavadora y se transportará a vertedero autorizado. Debido a la retirada del material alóctono aparecerá un cajeado de unos 20 cm de cota bajo el nivel del suelo.

A continuación, se realizará el descompactado y el despedregado de la explanada, de las cunetas y de los taludes más acusados, de manera que se facilite la posterior revegetación. El cajeado se rellenará con material de la zona, procurando conseguir un balance nulo en los movimientos de tierras. Se finalizará la preparación del terreno con la extensión de una capa de tierra vegetal de 20 cm de espesor.

11.5. Revegetación

Con la revegetación se pretende, a corto plazo, evitar la erosión y conseguir la integración paisajística; y, a medio, la restitución de la vegetación autóctona.

11.5.1. Hidrosiembra

Se realizará esta actuación en las superficies afectadas por los viales internos, arquetas y soleras de la planta fotovoltaica. Se ha optado por la hidrosiembra en todo el conjunto ya que es un método sencillo y económico para estabilizar el suelo, favoreciendo la rápida revegetación y previniendo la erosión. Esto se consigue mezclando, en la hidrosembradora, agua con una serie de componentes: semillas, fertilizantes, estabilizantes, correctores del pH, mulches y aditivos especiales.

Será realizada mecánicamente mediante una hidrosembradora sobre camión. El periodo óptimo para realizar la siembra es el otoño (último trimestre del año) o en la primavera (segunda mitad del primer cuatrimestre del año) siempre y cuando se cumplan las condiciones de savia parada o tempero en el suelo.

Las especies a utilizar dependerán deben reunir las condiciones de rusticidad suficientes para garantizar un mínimo de capacidad de supervivencia en unas condiciones muy desfavorables. Por otro lado, interesa conseguir la integración con el paisaje circundante, por lo que en la mezcla de semillas se incluirán especies herbáceas presentes en la zona sin de semillas de arbustos.

El proceso de hidrosembrado se realiza en dos fases:

1. Siembra con hidrosembradora, con la siguiente composición del puré fértil:

- Mezcla de semillas 25 (g/m²)
- Mulch fibra corta 100 (g/m²)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m²)
- Abono químico soluble 30 (g/m²)
- Agua 4 (l/m²)

2. Tapado: también con la misma máquina y el puré fértil con la siguiente composición:

- Mulch fibra corta 100 (g/m²)
- Estabilizador de suelos 10 (g/m²)
- Agua 4 (l/m²)

Tras la realización de la hidrosiembra se cuidará que la humedad del terreno sea la adecuada, sobre todo en las primeras semanas en las que se produzca la germinación de la semilla. Esto será especialmente así si la hidrosiembra se realiza en primavera, cuando existe un mayor riesgo de escasez de lluvia y aumento de la insolación que

sequen la siembra. En este caso se vigilará el aporte de agua al terreno y se realizarán riegos de mantenimiento si se considera necesario.

Durante la germinación se controlará el porcentaje de éxito de la germinación, comprobando que éste ha sido el esperado. En caso contrario se determinará si el bajo éxito se debe a falta de calidad de la semilla o a las condiciones de siembra o germinación, adoptando las medidas necesarias para corregirlo en posteriores aplicaciones.

11.5.2. Setos arbustivos

Se llevará a cabo la plantación de setos arbustivos o grupos de arbustos en el interior de la parcela para la ocultación paisajística de la IFV.

Junto al vallado perimetral se realizará la plantación hasta una anchura de 5 m. y en el interior de la planta se plantarán grupos de arbustos para obtener islas o almohadillas de vegetación para la fauna local terrestre.

Para ello se utilizarán preferentemente especies autóctonas. La densidad de plantación será de 1 planta cada 50 cm, aunque de vez en cuando también se realizarán agrupaciones de mayor densidad.

La época de plantación será bien en otoño o primavera, dependiendo del final de las obras.

Se empleará planta de 1 a 2 savias en contenedor tipo forest-pot o similar para evitar la espiralización de las raíces. La plantación se realizará al tresbolillo, con un marco de plantación de 2,5 x 2,5 m y de una forma irregular. Se añadirá 10 gr. por hoyo de fertilizante tipo NPK de asimilación lenta y se compactará ligeramente el terreno.

Tras la implantación realizada deberá acondicionarse adecuadamente la superficie aledaña a la planta; así, se creará un pequeño alcorque o depresión circundante a cada ejemplar, permitiendo una optimización de los riegos y de las precipitaciones en torno al espacio vital de cada pie.

Tras la plantación se realizará un primer riego abundante de 30 l/hoyo con el objetivo no es sólo el aporte hídrico necesario sino también la compactación del suelo alrededor de sistema radical de la planta, evitándose así la aparición de bolsas de aire subterráneas que impiden el desarrollo correcto de la raíz.

Durante el primer año, a todas las plantaciones, se les aplicarán como mínimo 5 riegos.

12. Estudio de seguridad y salud

Es de aplicación el estudio de seguridad y salud incluido en el proyecto inicial.

Además, dado que la vida útil de la instalación se prevé 30 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de los mismos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

13. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración final en la Planta Fotovoltaica IFV Sangüesa I es de 3 meses, según el siguiente cronograma:

Tarea	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desmontaje módulos fotovoltaicos												
Desmontaje de estructuras de soporte												
Retirada de los circuitos eléctricos												
Desmontaje interior de casetas y retirada												
Desinstalación de sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado												
Demolición de infraestructura y cimentaciones												
Retirada del cerramiento perimetral												
Resultado final												

14. Mediciones y presupuesto

15. Desmantelamiento					
Item	Ud	Descripción	Cantidad	P/unit	Total
1.1	Ud	Desmontado de paneles fotovoltaicos y elementos de fijación, uniones, etc. Se incluye la carga y descarga en zona de acopio, con retirada de elementos recuperados y posterior transporte a planta de reciclado autorizado	59.696	0,45	26.863,20
1.2	Ud	Desmontado de estructura de seguidor solar horizontal 2V del fabricante Nclave modelo SP160. Compuesto por 26 módulos cada fila, sin aprovechamiento del material y retirada del mismo, incluyendo transporte a planta de reciclado de chatarra férrea	1.148	85,00	97.580,00

1.3	Ud	Desmontado de los perfiles hincados de acero galvanizado que sirven de soporte a la parrilla y accesorios, sin aprovechamiento del material. Retirada del mismo, incluyendo transporte a planta de reciclado de chatarras férreas	9.184,00	4,70	43.164,80
1.4	PA	Desinstalado de la red eléctrica no enterrada de los módulos en las estructuras soporte con recuperación de elementos, tubos, cajas, etc. Retirada y almacenamiento para su posterior transporte a planta de tratamiento o valorización de residuos	1	20.000,00	20.000,00
1.5	PA	Desinstalado de la red eléctrica enterrada, con recuperación de elementos, tubos, cajas, etc. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza. Retirada del terreno natural para su posterior uso en el relleno de la zanja	1	100.500,00	100.500,00
1.6	PA	Desmontado del sistema de seguridad, vigilancia, medida y control de la planta solar. Retirada, carga y traslado a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos para su reciclado	1	5.500,00	5.500,00
1.7	Ud	Demolición de edificio. Incluyendo la desconexión de los servicios, desmontaje y demolición selectiva. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza	1	1.000,00	1.000,00
1.8	PA	Desmontaje de zona de operación y mantenimiento, incluyendo zonas de almacén, aparcamientos, cableado interior, etc. Retirada de residuos y acopio para posterior transporte a gestor de residuos autorizado según su naturaleza	1	1.500,00	1.500,00
1.9	m ²	Eliminación de viales. Retirada de capas de firme, relleno de cunetas. Retirada de materiales sobrantes a vertedero autorizado, incluso carga y transporte	17.484,00	2,78	48.605,52
1.10	m	Desmontaje y demolición de cerramiento perimetral. Retirada de materiales sobrantes a vertedero autorizado, incluso carga y transporte	3.315,00	1,90	6.298,50
1.11	m ³	Aportación y extendido de tierra vegetal en una capa de 20 cm de espesor mínimo, incluso p/p de maquinaria y equipos auxiliares necesarios	45.000	0,75	33.750,00
Total Desmantelamiento					384.762,02

Tabla 4. Presupuesto desmantelamiento

Resumen		
Ítem	Descripción	Precios (€)
Capítulo 1	Desmantelamiento	384.762,02 €
Total Ejecución Material		384.762,02 €
IVA (21% s/p.e.m)		80.800,02 €
Total Ejecución por Contrata		462.562,04 €

Tabla 5. Resumen presupuesto

Cáseda, Abril de 2021

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Antonio Misas Alcalde
Colegiado 1.857

Revisado por: El Ingeniero Agrónomo



Fdo. Javier Álvarez Puerma
Colegiado 1.861