



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

**Instalación solar fotovoltaica de evacuación a
red en Fuentes de Nava (Palencia)**

Autor:

Antolín del Valle, Roberto

Tutor:

**Pérez García, Julián Manuel
Departamento de Ingeniería
Eléctrica**

Valladolid, junio y 2019.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mis padres, hermanos, familia, pareja, amigos, compañeros de trabajo, profesores y tutor, todo lo que hacen y han hecho por mí.

Gracias a ellos soy quien soy y no puedo hacer otra cosa más que agradecerles todo el apoyo, cariño y tiempo que me han dado, tanto a lo largo de esta etapa académica como en el resto de ámbitos en los que se encuentran presentes en mi vida.

Sin ellos, nada de esto hubiera sido posible.

Por esto y mucho más, gracias.



RESUMEN

En este trabajo de fin de grado se pretende diseñar y desarrollar una instalación solar fotovoltaica de conexión a red con seguimiento a un eje y 1,8MW de potencia instalada. Además, mediante herramientas de software, realizar la simulación de esta instalación para poder efectuar después un análisis de rentabilidad empleando los resultados obtenidos con esta simulación.

Para determinar si los valores de producción ofrecidos por esta son válidos y pueden ser considerados, se simularán instalaciones reales y se compararán sus datos de producción con los proporcionados por la simulación de estas plantas.

Una vez garantizada o no su validez, se emplearán estos datos, entre otros muchos, para llevar a cabo un estudio de rentabilidad de la instalación objeto del proyecto y de otras dos posibles alternativas: instalación fija de 1,8MW (misma potencia instalada) e instalación fija de 2,5MW (potencia máxima a instalar en la parcela con mismo panel).

PALABRAS CLAVE

Instalación solar fotovoltaica, seguimiento a un eje, simulación, producción, rentabilidad.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN – OBJETIVOS.....	5
MEMORIA.....	6
1 ANTECEDENTES.....	7
2 OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO.....	7
2.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	7
2.2 PETICIONARIO DEL PROYECTO.....	7
3 REGLAMENTACIÓN.....	8
4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	12
5 JUSTIFICACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO.....	14
5.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	14
5.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	15
5.3 JUSTIFICACIÓN DE INTERÉS PÚBLICO DEL PROYECTO.....	16
5.4 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: CARRETERAS Y CAMINOS.....	19
5.5 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN. .	22
5.6 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANISMO.....	22
5.7 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: MEDIOAMBIENTE.....	23
6 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA.....	25
6.1 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	25
6.2 SEGUIDORES SOLARES – ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES.....	28
6.3 INVERSORES.....	29
6.4 PROTECCIONES.....	33
6.5 CABLEADO.....	34
Cableado de Corriente Continua: Entre series de módulos e inversores.....	34
6.6 ZANJAS Y ENTUBADOS.....	37
6.7 PUESTA A TIERRA.....	38
6.8 INSTALACIONES AUXILIARES.....	39
6.8.1 INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA.....	39
6.8.2 INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN.....	39
6.9 OBRA CIVIL.....	40
6.9.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO.....	40
6.9.2 CAMINOS Y VIALES INTERNOS.....	41
6.9.3 ACCESOS.....	41
6.9.4 DRENAJES.....	42
6.9.5 CERRAMIENTO.....	42
6.9.6 EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA.....	43
7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	44
7.1 OBRA CIVIL. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	44
7.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	47
7.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	47
7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	48
7.2.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADOR.....	50
7.2.4 CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	54
7.2.5 INTERCONEXIONES Y PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.....	54
7.2.6 ILUMINACIÓN.....	55
7.2.7 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	55
7.2.8 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO.....	55
7.3 INSTALACIONES SECUNDARIAS.....	55
7.3.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	55
7.3.2 ALUMBRADO.....	56
7.3.3 ARMARIOS DE PRIMEROS AUXILIOS.....	56
7.3.4 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	56



7.3.5 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.....	57
7.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA.....	62
7.5 TELEMEDIDA EN TIEMPO REAL Y DESPACHO DELEGADO.....	62
8 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	63
8.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	63
8.2 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	65
8.2.1 CONDUCTORES.....	65
8.2.2 NIVEL DE AISLAMIENTO Y FIJACIÓN DE LAS CADENAS.....	65
8.2.3 APOYOS.....	66
8.2.4 CRUCETAS.....	66
8.2.5 CIMENTACIONES.....	66
8.2.6 SEÑALIZACIÓN DE APOYOS.....	67
8.2.7 NUMERACIÓN DE LOS APOYOS.....	67
8.2.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	67
8.2.9 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	68
8.2.10 SECCIONADOR LOAD BUSTER.....	68
8.3 ÓRGANO DE CORTE EN RED.....	69
8.3.1 EL O.C.R.....	69
8.3.2 ARMARIO DE CONTROL.....	69
8.3.3 EQUIPO DE COMUNICACIONES.....	70
8.3.4 PARARRAYOS.....	70
8.3.5 TRANSFORMADORES DE ALIMENTACIÓN.....	70
8.3.6 PUESTA A TIERRA.....	71
8.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA AVIFAUNA.....	72
9 ESQUEMA DE CONEXIÓN SEGÚN NORMA IBERDROLA.....	72
10 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	73
10.1 OPERACIÓN.....	73
10.2 MANTENIMIENTO.....	74
11 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	79
12 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	79
<u>CÁLCULOS.....</u>	<u>80</u>
CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS.....	81
1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	81
1.1 POTENCIA INSTALADA.....	81
1.2 CREACIÓN DE LAS SERIES CONECTADAS A LOS INVERSORES.....	81
1.3 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS DISTINTOS TRAMOS.....	82
1.4 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	88
1.4.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	88
1.4.2 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS.....	88
2 PREVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA.....	90
3 CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS.....	92
CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	94
1 INTENSIDAD EN LA PARTE DE MEDIA TENSIÓN.....	94
2 INTENSIDAD EN LA PARTE DE BAJA TENSIÓN.....	94
3 CORTOCIRCUITOS.....	95
3.1 OBSERVACIONES.....	95
3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN.....	95
3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	96
4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	96
4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	96
4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	96
4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA.....	96
5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	97
6 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN.....	97



7	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN.....	97
8	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	98
9	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	98
9.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	98
9.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....	99
9.2.1	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.....	99
9.3	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.....	99
9.4	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIORES.....	102
9.4.1	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO O DE PASO EN EL ACCESO.....	102
9.4.2	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR.....	103
9.4.3	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	103
9.4.4	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	104
9.5	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.....	105
	CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	107
1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	107
1.1	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	107
1.1.1	TRAMO SUBTERRÁNEO.....	107
1.1.2	TRAMO AÉREO.....	107
1.2	RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE.....	107
1.3	CAÍDA DE TENSIÓN.....	108
1.4	POTENCIA A TRANSPORTAR.....	109
1.5	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	109
1.6	RESULTADOS OBTENIDOS.....	110
1.7	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO.....	110
2	CÁLCULOS MECÁNICOS.....	112
2.1	DATOS GENERALES.....	112
2.2	TENSIÓN MÁXIMA EN LA LÍNEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.....	112
2.3	VANO DE REGULACIÓN.....	112
2.4	TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.....	112
2.5	LÍMITE DINÁMICO EDS.....	112
2.6	APOYOS.....	112
2.7	CRUCETAS.....	113
2.8	CIMENTACIONES.....	113
2.9	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	113
2.10	DISTANCIAS INTERNAS.....	113
2.10.1	DISTANCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICA PARA EVITAR DESCARGAS.....	113
2.10.2	DISTANCIA EN EL APOYO.....	114
2.11	DISTANCIAS EXTERNAS.....	115
2.11.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.....	115
2.12	ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES.....	115
2.13	FLECHA MÁXIMA.....	116
2.14	ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO DEL APOYO.....	116
2.14.1	CARGAS VERTICALES.....	116
2.14.2	CARGAS HORIZONTALES.....	117
2.15	TABLAS RESUMEN.....	118
2.15.1	DISTANCIAS APOYOS FIN DE LÍNEA.....	119
2.15.2	CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA PRIMERA HIPÓTESIS.....	120
2.15.3	CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS.....	121
2.15.4	CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA TERCERA HIPÓTESIS.....	122
2.15.5	CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA CUARTA HIPÓTESIS.....	123
2.15.6	TABLA DE TENDIDO DE CONDUCTORES DE FASE.....	124
2.15.7	TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS EN CADA VANO.....	125
2.15.8	COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	125
2.16	CÁLCULO DE CRUCETAS.....	126
2.17	CÁLCULO DE CIMENTACIONES.....	126



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	128
PLIEGO DE CONDICIONES.....	174
PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	186
PRESUPUESTO.....	195
PLANOS.....	214
1 DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	216
2 DE PLANTA: VISTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y EVACUACIÓN.....	217
3 DE PLANTA: AFECCIONES URBANÍSTICAS CON PGOU.....	218
4 DE PLANTA: AFECCIONES CARRETERAS, CAMINOS, LÍNEAS ELÉCTRICAS Y LINDEROS.....	219
5 DE PLANTA: ACCESOS A OBRA, ZONAS DE ACOPIO Y PUNTO LIMPIO.....	220
6 DE PLANTA: LAYOUT GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	221
6.1 LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 1.....	222
6.2 LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 2.....	223
6.3 LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 3.....	224
7 ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PARTE DC.....	225
8 ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PARTE AC.....	226
9 ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES DEL CT.....	227
10 ESQUEMA UNIFILAR DE TELECOMUNICACIONES DE LA INSTALACIÓN.....	228
11 DE DETALLE: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	229
12 DE DETALLE: ZANJAS Y ARQUETAS.....	230
13 DE DETALLE: SEGUIDOR SOLAR (TRACKER).....	231
14 DE DETALLE: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN.....	232
15 DE DETALLE: APOYO CON OCR Y PASO AÉREO – SUBTERRÁNEO.....	233
16 DE DETALLE: APOYO ENTRONQUE DE LÍNEA.....	234
CONCLUSIONES.....	235
BIBLIOGRAFÍA.....	238
ANEXO I. INFORMES DE CÁLCULO ESTIMADO DE LA ENERGÍA A PRODUCIR.....	240
ANEXO II. COMPARATIVA TÉCNICO – ECONÓMICA DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	278
ANEXO III. PLANO DE RED NATURA 2000 EN LAS INMEDIACIONES.....	303
ANEXO IV. HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN.....	305



INTRODUCCIÓN – OBJETIVOS

La motivación del desarrollo del presente Trabajo se ha visto influenciada principalmente por el interés que generan en mi las energías renovables, en concreto este tipo de tecnología, la solar Fotovoltaica.

Actualmente este tipo de tecnología se encuentra en un buen momento, solo hay que buscar los datos de potencia instalada. En Febrero de este mismo año, hay instalados 4.700MW y para el cierre de 2019 se prevee que estén instalados otros 4.000MW, lo que hace que prácticamente se duplique esta potencia instalada. Además, Red Eléctrica España [REE], el operador del sistema encargado de gestionar y conceder las autorizaciones, ha dado permiso para la instalación de 27.400MW, también a fecha de Febrero de este año.

Tanto el estado como las comunidades autónomas, servicios territoriales de las provincias y ayuntamientos, están favoreciendo la realización de este tipo de instalaciones, bien por el impacto económico positivo que genera, por ejemplo, en los Ayuntamientos, como también por el hecho de ayudar a que se produzca un descenso en las emisiones contaminantes emitidas a la atmósfera debido, en gran parte, a la reducción de Generación eléctrica a través de Centrales que emplean combustibles fósiles.

Dicho esto, con este trabajo se pretenden alcanzar una serie de objetivos:

- Desarrollar un proyecto técnico completo de una instalación solar fotovoltaica de conexión a red con seguimiento a un eje y lidiar con todos los condicionantes que afecten a este tipo de instalaciones
- Realizar la simulación de varias plantas reales y comparar sus resultados con datos reales de producción para poder determinar si estos resultados tienen cierta fiabilidad y así, poder dar como válidos los resultados obtenidos de la simulación de la instalación objeto del proyecto técnico.
- Estudiar la viabilidad y rentabilidad económica de la instalación y de las posibles alternativas adoptadas en el desarrollo del proyecto técnico.

Por tanto, se ha decidido realizar el proyecto de ejecución de una instalación solar fotovoltaica de conexión a red con seguimiento a un eje en Fuentes de Nava (Palencia) y realizar un análisis básico de rentabilidad de las distintas configuraciones que se pueden adoptar en la instalación, viables a día de hoy, para que sirva como base a la hora de realizar un estudio de viabilidad previo al desarrollo del proyecto técnico y como consecuencia, proporcione motivos suficientes para realizar una posible inversión.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

MEMORIA



1 ANTECEDENTES

El día 5 de Noviembre de 2018, tras proponer este trabajo a Julián Manuel Pérez García (tutor del presente trabajo), se realizó la “firma del acuerdo de tutela de Trabajo de Fin de Grado” con título “Instalación solar fotovoltaica de evacuación a red en Fuentes de Nava (Palencia)”, en la que se buscan una serie de objetivos, mencionados anteriormente, como por ejemplo, el de realizar un análisis económico de los distintos tipos de instalaciones con el fin de conocer la rentabilidad que pueda tener determinada inversión en este tipo de tecnología.

La instalación se situará en la parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava (Palencia) y se denominará “FV EL FRONTÓN”.

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

2 OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO

2.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el establecimiento y justificación de los datos técnicos que se precisan para la construcción de una central de producción eléctrica mediante tecnología fotovoltaica con una potencia de 1,8MW, su subestación transformadora, y la línea de evacuación.

La instalación solar y su punto de evacuación estarán ubicados en la Parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava (Palencia). Para la evacuación entre la instalación y la red se deberá construir un nuevo Centro de Transformación que recoja la energía de las instalaciones solares existentes en la parcela y la conduzca a través de una nueva línea de evacuación subterránea que finalizará en un nuevo Órgano de Corte en Red, objeto del presente proyecto, propiedad de Empresa Distribuidora Eléctrica. Además para que así como base genérica para la tramitación oficial, si este fuera el caso (Autorización Administrativa y/o Autorización de Ejecución y/o Declaración de Utilidad pública, según protocolo en cada caso).

2.2 PETICIONARIO DEL PROYECTO

Titular: Universidad de Valladolid

CIF: Q4718001C

Domicilio: Plaza del Colegio de Santa Cruz 8 · 47002 · Valladolid



3 REGLAMENTACIÓN

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

INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica
- Normas de UNESA

OBRA CIVIL:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.



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

SEGURIDAD Y SALUD:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.



- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mo Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por



los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

EQUIPOS:

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE- EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE EN 6125: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE:

- Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León y sus modificaciones posteriores.



- Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y sus modificaciones posteriores.
- Ley 3/1995 de 23 de Marzo sobre vías pecuarias.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.
- Orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico.
- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Normas Urbanísticas Municipales de Fuentes de Nava.

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Para la realización del presente proyecto se desea definir y desarrollar una instalación solar fotovoltaica conectada a la red con seguimiento a un eje con una potencia máxima de 1,8MW en la Parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava (Palencia), con referencia catastral 34076A018000690000FJ. La instalación se ha denominado “FV EL FRONTÓN”.

La construcción de la planta solar, el Centro de Transformación [CT] y la línea de evacuación se hará íntegramente dentro de la Parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava. La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia máxima de 1,8MW, estará compuesta por 5.400 módulos solares fotovoltaicos, de los cuales 1.800 unidades tienen una potencia de 330 Wp y 3.600 unidades tienen una potencia de 335 Wp cada uno – lo que hace un total de 1.800 kWp de potencia máxima en la instalación en total – instalados en 45 trackers con seguimiento a un eje del tipo 2x3H20 (Seguidor Bihilera en el cual un mismo motor efectúa el giro de los dos ejes horizontales que realizan el seguimiento solar E-O del movimiento del sol).

En cada seguidor se instalarán 120 módulos fotovoltaicos. Los módulos se conectarán en series de 20 unidades cada uno. Las series se conectarán a la parte de corriente continua de cada uno de los 15 inversores del parque. Cada uno de estos inversores realizará la conversión de continua a alterna con salida a 400 Va y tendrán una potencia nominal de 100 kW cada uno.



Las principales características de la instalación fotovoltaica son:

Módulos	TSP325-72H de 335Wp TSP330-72H de 330Wp Total	3.600 ud // 1.206 kWp 1.800 ud // 594 kWp 5.400 ud // 1.800 kWp
Seguidor	Seg. 1 eje - 2x3H20	90* trackers
Inversor	Ingecon Sun 100-TL-PRO	15 ud · 100 kVA = 1.500 kVA
Potencia total instalada		1.800 kWp
Potencia total inversores		1.500 kW a 40°C [cosφ=1]
Ratio potencia modular / Potencia inversores		1,2

*44 seguidores bihilera (2 trackers cada bihilera) + 2 seguidores monohilera

Tabla 1: Características de la instalación. Fuente: Elaboración propia

La tecnología de fabricación de módulos solares fotovoltaicos es extremadamente evolutiva, por lo que, desde el momento de la redacción del presente proyecto, a la exposición o posible ejecución de la instalación, es posible que hayan aparecido en el mercado soluciones con una eficiencia superior o un precio más competitivo. Por lo que se deberían estudiar los productos en el mercado previo a su compra, para analizar su adecuación a las necesidades de la planta proyectada.

Previo a la redacción de este tipo de proyectos se aconseja tener aceptabilidad de la empresa distribuidora de energía eléctrica y el punto de conexión, con la correspondiente potencia máxima a conectar, para la evacuación de la energía generada en la planta y así saber que configuración de módulos escoger a la hora de realizar el diseño de estas.

Suponiendo que en este caso se tiene la aceptabilidad y el punto de conexión por parte de la empresa distribuidora de energía, la instalación se diseñará intentado aproximarse lo máximo posible a los 1,8 MW modulares autorizados eligiendo los módulos y su configuración más idónea de las que haya en el mercado en el momento de la compra, si este fuera el caso de una instalación real.

Los quince inversores, se protegerán, a su salida, mediante interruptor diferencial mediante una unidad para cada uno. De cada uno de estos diferenciales se tenderá una línea de Baja Tensión [BT] con conductor de Aluminio con aislamiento XZ1 hasta cada uno de los tres cuadros generales de baja tensión ubicados en el centro de transformación.

Cada cuadro contendrá un juego de fusibles para cada una de las 5 líneas protegidas por fusibles tipo gG de 160A y con un interruptor de corte manual de 1.000A.



Cada uno de estos tres Cuadros Generales de Baja Tensión [CGBT] estarán unidos al Transformador mediante los puentes de Baja Tensión.

El transformador será de 2.000 kVA de potencia y una relación de transformación de 13,2-20/0,42 kV

El CT estará formado por una caseta prefabricada de hormigón que cumplirá la función de colector de la energía producida a través de los CGBT y elevar la tensión de los 420V de alterna a los 13,2-20 kV que es la tensión de distribución de la zona y como se ha comentado, contará con una potencia de 2.000 kVA.

En este Centro de Transformación se realizará, además la medida neta de la energía generada mediante dos contadores bidireccionales (principal y redundante), además de la entrega de la telemedida en tiempo real diezsecundal al operador del sistema Red Eléctrica Española, SA.

La energía generada en la planta solar y elevada su tensión en el nuevo CT se llevará, mediante una nueva línea subterránea de Media Tensión [MT] hasta un nuevo Órgano de Corte en Red [OCR] a instalar en el nuevo apoyo de paso Aéreo - Subterráneo, objeto del presente proyecto, que realizará la función seccionadora de la Línea de evacuación de la planta con la línea LAMT Fuentes de Nava de la ST Fuentes de Nava de Iberdrola Distribución.

5 JUSTIFICACIÓN GLOBAL DEL PROYECTO

5.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de “Proyecto de instalación solar fotovoltaica con seguimiento a un eje en Fuentes de Nava (Palencia) y análisis de las distintas estructuras soporte de instalaciones fotovoltaicas”, consiste en el diseño, instalación y explotación de una planta solar fotovoltaica de 1.800 kWp en la Parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava (Palencia), compuesta por un total de 5.400 módulos fotovoltaicos, 3.600 de 335Wp y 1.800 de 330 Wp cada uno, 15 inversores de 100 kW, lo que supone una potencia de 1.800 kWp en paneles y 1.500 kVA en inversores, y 45 trackers de 120 módulos fotovoltaicos cada uno.

La energía eléctrica producida en la planta se elevará a un nivel de tensión de 13,2-20kV en el Centro de Transformación ubicado en la misma parcela que la planta fotovoltaica y se evacuará a través de una línea Subterránea de Media Tensión hasta un nuevo OCR, que pasará a ser propiedad de Iberdrola Distribución.



5.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

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

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

Los paneles se montan sobre estructuras denominadas trackers, en este caso los trackers pivotan de este a oeste para maximizar la captación de la energía solar. Los trackers están tendidos a 0° sobre la horizontal en forma rectangular longitudinalmente norte-sur. Esta disposición logra que la radiación incidente de los paneles sea mayor por tanto se incrementa la producción de energía eléctrica de la planta fotovoltaica. Esta solución, en el momento de la redacción del presente proyecto, es la que mayor rentabilidad ofrece, teniendo en cuenta los costes de inversión y de mantenimiento actuales, además del precio de venta de la energía y las previsiones de su evolución en los próximos años.

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

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

Se instalarán 15 inversores trifásicos a los que se le conectarán directamente las series provenientes de los módulos. La energía rectificada en estos inversores, en baja tensión (420Vac), es elevada a MT, 13,2-20 kV, en el transformador elevador del Centro de Transformación. El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red. Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.



La planta fotovoltaica tendrá una potencia de 1.800 kWp compuesta por 5.400 módulos fotovoltaicos de dos modelos distintos, con similares características, pero distinta potencia: 3.600 unidades de 335 Wp, con una potencia total de este modelo de módulo 1.206 kWp y 1.800 unidades de 330 Wp, con una potencia total para este modelo de módulos de 594 kWp.

Los seguidores solares contarán con 120 módulos cada uno. Habrá 45 seguidores en la instalación. Cada seguidor contará con seis series de módulos, conectándose dieciocho de estas series a cada inversor, por lo que habrá 270 series en total.

Los inversores cuentan con un único punto de seguimiento de máxima potencia, por lo que siempre se conectarán las series a un mismo punto de máxima potencia.

La energía rectificada por los inversores se eleva de tensión de los 420V a los 13.200V-20.000V en el Centro de Transformación. Desde este se tenderá una línea Subterránea de 13,2-20kV hasta el nuevo OCR a instalar, que realizará el bucle y la conexión de la línea de evacuación de la planta con la línea LAMT Fuentes de Nava de Iberdrola Distribución.

5.3 JUSTIFICACIÓN DE INTERÉS PÚBLICO DEL PROYECTO

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Ésta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

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

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

Sirviendo de base la Resolución de 11/04/2018, de la Secretaría de General de la Consejería de Economía, Empresas y Empleo, por la que se da publicidad al Acuerdo de 10/04/2018, del Consejo de Gobierno, por el que se aprecian razones de interés público a efectos de aplicación del procedimiento



de tramitación de urgencia y despacho prioritario de expedientes en materia de autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables [2018/4532], se aprecian razones por las que se pueden considerar las actuaciones del presente proyecto como instalación de utilidad pública, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones incluidas en la publicación de la citada resolución:

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

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

- La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en el apartado séptimo de su artículo 14 autoriza al Gobierno para que pueda establecer un régimen retributivo específico para fomentar la producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración de alta eficiencia y residuos, cuando exista una obligación de cumplimiento de objetivos energéticos derivados de Directivas u otras normas de Derecho de la Unión Europea o cuando su introducción suponga una reducción del coste energético y de la dependencia energética exterior, fijando los términos en los que ha de realizarse.

- En desarrollo de la citada norma legal, el Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, que establece el régimen jurídico y económico para dichas instalaciones, dispone



en su artículo 12 que para el otorgamiento del régimen retributivo específico se establecerán mediante real decreto las condiciones, tecnologías o colectivo de instalaciones concretas que podrán participar en el mecanismo de concurrencia competitiva, así como los supuestos en los que se fundamente de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14.7 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

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



parámetros retributivos correspondientes, y demás aspectos que serán de aplicación para el cupo de 3.000 MW de potencia instalada, convocado al amparo del Real Decreto 650/2017, de 16 de junio.

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

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

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

Por lo tanto, se puede asegurar que este tipo de instalaciones tienen carácter de “Interés Público”.

5.4 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: CARRETERAS Y CAMINOS

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



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

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

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

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

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

Ley 37/2015 de 29 de septiembre de Carreteras.

- La zona de servidumbre de las carreteras del Estado está constituida por dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación, a una distancia de 25 metros en autopistas y autovías y de 8 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontalmente desde las citadas aristas.
- A ambos lados de las carreteras del Estado se establece la línea límite de edificación, que se sitúa a 50 metros en autopistas y autovías y a 25 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la calzada más próxima. La arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.
- La zona de afección de las carreteras del Estado está constituida por dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación, a una distancia de 100 metros en



autopistas y autovías y de 50 metros en carreteras multicarril y convencionales, medidos horizontalmente desde las citadas aristas.

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

- La Dirección General de Carreteras podrá autorizar la colocación de instalaciones fácilmente desmontables, así como de cerramientos diáfanos, entre el borde exterior de la zona de servidumbre y la línea límite de edificación, siempre que no resulten mermadas las condiciones de visibilidad y seguridad de la circulación vial.

- Cerramientos. En la zona de servidumbre sólo se podrán autorizar cerramientos totalmente diáfanos, sobre piquetes sin cimiento de fábrica. Los demás tipos sólo se autorizarán exteriormente a la línea límite de edificación.

Resumen:

Cerramientos y vallados nuevos			
Normativa/Afección	Distancia a caminos y vías pecuarias	Distancia a carreteras	¿Cumple?
Orden FOM/1079/2006	-	-	Si
RU CyL	3,00 m	3,00 m	Si
PGOU	3,00 m	3,00 m	Si
Ley de Carreteras	-	25,00 m	Si

Tabla 2: Resumen de afecciones del vallado. Fuente: Elaboración propia

El cerramiento perimetral del complejo será diáfano y realizado mediante malla de alambre galvanizado de simple torsión con luz de malla 30x15, permitiendo el paso de pequeños mamíferos por el inferior del vallado. Los postes serán metálicos y se cimentarán uno a uno en obra.

Construcciones e instalaciones – Afección a caminos, carreteras y linderos				
Normativa / Afección	Distancia a caminos	Distancia a carreteras	Distancia a linderos	¿Cumplimiento?
Orden FOM/1079/2006	15,00 m	-	10,00 m	Si
RU CyL	3,00 m	3,00 m	-	Si
Ley de Carreteras		25,00 m		Si

Tabla 3: Resumen de afecciones urbanísticas de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia

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

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta las distancias de separación con otras líneas según estipulan el Real Decreto 1955/2000 sobre el sector eléctrico y el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- RAT 01 a 23.

Artículo 162. Texto consolidado Real Decreto 1955/2000

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

Resumen:

Construcciones e instalaciones – Afección a líneas eléctricas aéreas Franja de servidumbre sobre la proyección vertical de los conductores				
Normativa / Afección	LAAT ≤ 45 kV	LAAT 220 kV	LAAT 400 kV	¿Cumplimiento?
RD 1955/2000	5,00 m	No hay afección	No hay afección	Si
RLAT – ITC-LAT 07				Si

Tabla 4: Resumen de afecciones de la instalación con líneas eléctricas. Fuente: Elaboración propia

5.6 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: URBANISMO

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el Decreto 22/2004 de 29 de enero por el que se aprueba el



Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, la orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico y las Normas Urbanísticas Municipales de Fuentes de Nava.

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

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

Uso del suelo

La parcela objeto tiene una clasificación de SR-PN SUELO RÚSTICO DE PROTECCIÓN NATURAL según las Normas Urbanísticas Municipales de Fuentes de Nava. La actividad de generación fotovoltaica tiene compatibilidad con el uso clasificado del suelo. Por lo que se podría autorizar el uso excepcional del mismo.

5.7 JUSTIFICACIÓN DE AFECCIONES DEL PROYECTO: MEDIOAMBIENTE

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta la normativa Ambiental de Castilla y León teniendo en cuenta que la instalación se encuentra dentro de la Zona ZEPA de “La Nava – Campos Norte” y en zona LIC de “Laguna de la Nava” de la Red Natura 2000.

El diseño de la instalación se ha realizado con especial atención a minimizar el impacto medioambiental.

El presente proyecto incluye un plan de gestión de residuos durante la ejecución, en el que se instalarán dos puntos limpios temporales en las zonas de acopio y, además se incluye un documento de compromiso de desmantelamiento de la instalación y devolución del terreno a su estado original tras el cese de la actividad.

Se considera que no será necesario realizar Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental por



no encontrarse dentro de ninguno de los grupos de los Anexos I y II, además considerar que no afecta este tipo de instalaciones a los espacios protegidos en los que se encuentra ubicado, bien porque no se produce un cambio importante en la línea Aérea de Media Tensión (ya que únicamente se añade un apoyo de paso aéreo-subterráneo a unos 15m de la línea existente), y bien porque el resto de instalaciones, tales como seguidores solares y CT no suponen una alteración de la ocupación de la parcela notable y perjudicial para las especies que en esta zona habitan:

ANEXO I:

Grupo 3 - g) Construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica con un voltaje igual o superior a 220 kV y una longitud superior a 15 km, salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

Grupo 3 - j) Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie.

Grupo 9 - a) Punto 18º: Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen una superficie de más de 10 ha. Cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

ANEXO II:

Grupo 4 - b) Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurren íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.

Grupo 4 - i) Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el Anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que, ocupen una superficie mayor de 10 ha.



Además, teniendo en cuenta la Normativa Autonómica de EIA, Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León, no está incluido en ninguno de los supuestos que se recogen en el Anexo III:

b) Plantas de captación de energía solar con potencia nominal igual o superior a 10 MW.

El presente Proyecto, como se ha explicado, no está incluido en ninguno de los anexos anteriores, además de considerar, como se ha explicado anteriormente, que no afecta a los Espacios Protegidos Red Natura 2000 en los que se encuentra la instalación.

Resumen:

Ley 21/2013 · Anexo I · EIA Ordinaria	
¿Tensión de la línea > 220 kV y longitud > 15 km?	No
¿Solar fotovoltaica en suelo conectada a red con ocupación > 100 ha?	No
¿Solar fotovoltaica en suelo conectada a red con ocupación > 10 ha en Red Natura 2000?	No
Ley 21/2013 · Anexo II · EIA Simplificada	
¿Tensión de la línea > 15 kV y longitud > 3 km?	No
¿Solar fotovoltaica en suelo conectada a red con ocupación > 10 ha?	No
Ley 11/2003 · Anexo III	
¿Solar fotovoltaica de más de 10 MW?	No
Red Natura 2000	
¿La instalación afecta de forma apreciable a algún Espacio Protegido de Red Natura 2000?	No

Tabla 5: Resumen de afecciones medioambientales. Fuente: Elaboración propia

Por todo esto, como se ha indicado, no se considera necesario realizar ningún Estudio de Impacto Ambiental.

6 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA

6.1 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

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

Propiedades eléctricas	TSP330-72H	TSP335-72H	TSP340-72H
Potencia máxima	330 W	335 W	340 W
Tensión Vmp	38,11 V	38,38 V	38,60 V
Corriente Imp	8,66 A	8,73 A	8,81 A
Tensión circuito abierto Voc	45,96 V	46,24 V	46,51 V
Corriente cortocircuito Isc	9,20 A	9,46 A	9,57 A
Eficiencia	17,00 %	17,30 %	17,50 %
Rango de temperaturas	-40°C ≈ +85°C		
Máxima tensión del sistema	1.500 V (IEC)		
Resistencia al fuego	Clase C (IEC 61730)		
Corriente de retorno máx.	15A		
Tolerancia	0 ≈ +3,.00W		
Condiciones de los test	STC: Radiación 1.000 W/m ² espectro AM 1,5 y temperatura modular 25°C		
Propiedades mecánicas	TSP-72H - 72 células		
Tipo de célula	Policristalina		
Celdas	72 células de 156,75 x 156,75 mm		
Dimensiones del módulo	1956 x 991 x 40 mm		
Peso	22,00 kg		
Frente	3,2 mm de cristal templado y acero		
Marco	Aleación de aluminio anodizado		
Caja de conexiones	IP67 - 3 diodos de bypass		
Cableado	Cable de 1,2 m de 4 mm ² Cu		
Conector	MC4		
Rendimiento temperatura	TSP72H - Todas las potencias		
Eficiencia Pmáx	- 0,41%/°C		
Eficiencia Voc	- 0,33%/°C		
Eficiencia Isc	0,05%/°C		
Tª estándar cond. Normales	43°C±3°C		

Tabla 6: Características de los módulos solares fv. Fuente: www.trunsunsolar.com

Garantía lineal de producción:

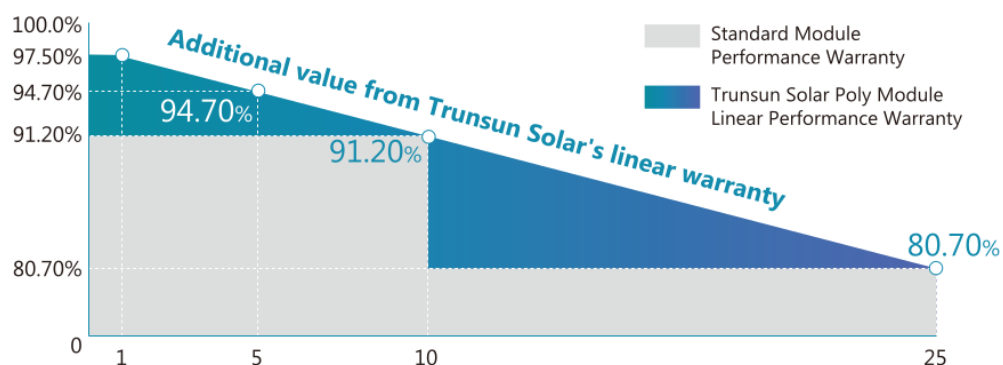


Figura 7: Garantía lineal de producción garantizada por el fabricante. Fuente: www.trunsunsolar.com



Los módulos seleccionados para ser instalados cumplirán los siguientes apartados:

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

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

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.



- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

6.2 SEGUIDORES SOLARES – ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES

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

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

Estos seguidores permiten una pendiente máxima del terreno en dirección Norte a Sur o viceversa de 15% e ilimitada en dirección Este-Oeste y sus bases serán postes que se hincarán en el terreno. En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico no tiene una pendiente elevada, aun así, para que los seguidores queden con una posición horizontal en el eje, se jugará con la altura de hincado de cada poste. Lo anterior permitirá que los seguidores se puedan ajustar mejor al terreno absorbiendo así la diferencia entre las distintas pendientes.

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

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de seguidores nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 8 metros.

El tracker seleccionado cumplirá las siguientes especificaciones:

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.



- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
- El tracker incluirá sistema de motorización con autoalimentación y equipos de acumulación de energía necesarios para la maniobra del tracker a posición de seguridad.
- El tracker deberá tener incorporado algoritmos astronómicos y contar con sistema de backtracking.
- Al ser seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

6.3 INVERSORES

Los inversores son los encargados de transformar la energía eléctrica generada por los módulos en corriente continua a corriente alterna.



Los inversores se instalarán en intemperie protegidos por un tejadillo y a ellos se conectarán directamente las series. A cada inversor se le conectarán 18 series. Los inversores elegidos tienen protecciones eléctricas individuales para cada una de las series (24 series máximo), por lo que integran las protecciones de corriente continua y no es necesario instalar ningún cuadro intermedio.

En total, como se ha dicho, se instalarán 15 inversores con una potencia nominal de 100 kW cada uno.

Junto a cada uno de los inversores, se instalará un pequeño cuadro de intemperie en el que se instalará la aparatada de protección de la salida de alterna de éstos. También se incluirá una toma de corriente monofásica en cada uno de estos cuadros, incluyendo sus protecciones pertinentes.

El inversor elegido es fabricado por INGETEAM y el modelo es el Sun Play 100TL PRO (100 kW). Trabaja conectado, por su lado de continua (DC), a un generador fotovoltaico, y por su lado de alterna (AC) a un transformador elevador que adapta la tensión de salida del inversor, 420 Vac, a la red.

El inversor incorpora un sistema avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) para maximizar la energía obtenida de los paneles fotovoltaicos. La lógica de control empleada garantiza un funcionamiento automático completo y evita las posibles pérdidas durante periodos de reposo (Stand-By). Dispone de un display LCD que muestra detalladamente el estado del inversor. Incorpora además un software que indica el estado del sistema en tiempo real, ayuda a diagnosticar fallos y permite registrar eventos. Estos inversores, también, se conectarán entre sí formando una malla RS485/Modbus de comunicaciones que permita su monitorización en remoto.

El inversor es capaz de transformar en corriente alterna y entregar a la red toda la potencia que el generador fotovoltaico genera en cada instante, funcionando a partir de un umbral mínimo de radiación solar.

La versión PRO de estos inversores incluye conectores fotovoltaicos para evitar el crimpado de cables, seccionador del lado de corriente continua, descargadores de sobretensiones tipo 2 tanto en alterna como en continua, fusibles de protecciones de 1.500V para el polo positivo de cada serie y kit de medida de corrientes de entrada y salida. Sus principales características:

- Capacidad para soportar huecos de tensión.
- Capacidad para inyectar potencia reactiva.
- Eficiencia máxima del 98,8%
- Comunicaciones Ethernet y Wi-Fi.
- Apto para instalación exterior e interior: IP65.

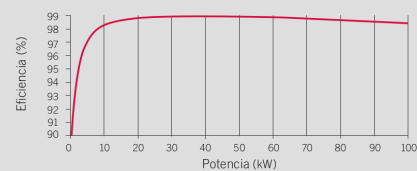


- Alto rendimiento a altas temperaturas.
- Alta configuración de protección:
 - Polaridad inversa.
 - Corticircuitos y sobrecargas en la salida.
 - Anti-isla con desconexión automática.
 - Fallo de aislamiento.
 - Sobretensiones AC y DC.

100TL					
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado	91,1 - 117 kWp	96,2 - 123,5 kWp	101,2 - 130 kWp	106,3 - 136,5 kWp	111,3 - 143 kWp
Rango de tensión MPP ⁽¹⁾	513 - 850 V	541,5 - 850 V	570 - 850 V	598,5 - 850 V	627 - 850 V
Tensión máxima ⁽²⁾	1.100 V				
Corriente máxima ⁽³⁾	185 A				
Corriente de cortocircuito	240 A				
Entradas (STD / PRO)	1 / 24				
MPPT	1				
Valores de Salida (AC)					
Potencia nominal	90 kW	95 kW	100 kW	105 kW	110 kW
Máx. temperatura a potencia nominal ⁽⁴⁾	50 °C				
Corriente máxima	145 A				
Tensión nominal	360 V	380 V	400 V	420 V	440 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de Potencia	1				
Factor de Potencia ajustable ⁽⁵⁾	Si. Smáx=90 kVA Qmáx=54 kVAR	Si. Smáx=95 kVA Qmáx=57 kVAR	Si. Smáx=100 kVA Qmáx=60 kVAR	Si. Smáx=105 kVA Qmáx=63 kVAR	Si. Smáx=110 kVA Qmáx=66 kVAR
THD	<3%				
Rendimiento					
Eficiencia máxima	99,1%				
Euroeficiencia	98,5%				
Datos Generales					
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada				
Caudal de aire	570 m ³ /h				
Consumo en stand-by	20 W				
Consumo nocturno	1 W				
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%				
Grado de protección	IP65 / NEMA 4				
Interruptor diferencial	1.000 mA				
Altitud máxima ⁽⁶⁾	3.000 m				
Conexión	AC: Máxima sección: 240 mm ² (un cable) Conexión DC (STD): Máxima sección: 300 mm ² (un cable) Conexión DC (PRO): 6 mm ² (24 pares de conectores PV-Stick) Permitido el cableado en cobre y aluminio, tanto en DC como en AC				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, IEC60068-2-1:2007, IEC60068-2-2:20007, IEC60068-2-14:2009, IEC60068-2-30:2005, IEC62116, IEC61683 y EN50530				
Normativa de conexión a red	IEC61727, CEI 0-21:2016-07, CEI0-16:2012-12 + V1:2013-12 + V2:2016-07, EN50438:2013, BDEW Guideline, AS4777.2:2015, NDU-015:2012, ABNT NBR 16149:2013, ABNT NBR 16150:2013, DEWA				

Notas: ⁽¹⁾ V_{MPP,min} es para condiciones nominales (V_{ac}=1 p.u. y Factor de potencia=1). V_{MPP,min} dependerá de la tensión de red (V_{ac}), de acuerdo con esta relación: V_{MPP,min}=1.425·V_{ac} ⁽²⁾ El inversor no entra en funcionamiento hasta que V_{dc} < 1.000 V. Si se han instalado los fusibles de DC para el polo negativo, la tensión máxima DC es de 1.000 V ⁽³⁾ La corriente máxima por conector FV es 11 A para la versión PRO ⁽⁴⁾ Por cada °C de aumento, la potencia de salida se reducirá un 2,3% ⁽⁵⁾ Q=0 fuera del rango de tensión MPP ⁽⁶⁾ Por encima de 1.000 m, la temperatura máxima para entregar potencia nominal se reduce a razón de 5,5°C por cada 1.000 m adicionales.

Rendimiento INGENCON® SUN 100TL V_{dc} = 570 V



Dimensiones y peso (mm)

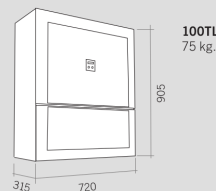


Figura 8: Ficha técnica de inversor INGENCON SUN 100TL. Fuente: www.ingetteam.com



6.4 PROTECCIONES

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

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

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

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

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

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



6.5 CABLEADO

Cableado de Corriente Continua: Entre series de módulos e inversores

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

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

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

Cableado de Corriente Alterna: Entre inversores y los CGBT del CT

La conexión de las salidas de los inversores al CGBT del CT se realizará con cables unipolares de aluminio. El tipo de cable será XZ1 con diferentes secciones dependiendo del inversor al que se conecten estas, debido a la longitud de los cables y las caídas de tensión que puedan tener.

Los conductores tendrán las siguientes características:

- Denominación Técnica: XZ1 0,6/1 kV
- Normas de Aplicación: UNE 21123-2, UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Conductor no propagador de la llama.
- Conductor de Cobre, rígido clase 1
- Aislamiento de polietileno reticulado XLPE
- Cubierta exterior de PVC.
- Temperatura máxima 90° C

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

Las redes subterráneas para distribución según el RBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un

contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Así las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección serán:

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

Figura 9: Intensidad admisible para conductor de aluminio bajo tubo o al aire protegido del sol. Fuente:www.prysmian.com

INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES SOTERRADOS EN TUBULAR SOTERRADA O AL AIRE PROTEGIDOS DEL SOL, CON CONDUCTOR DE ALUMINIO O COBRE (TENSIÓN ASIGNADA 0,6/1 kV)			
Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
Conductor de cobre			
16	100	82	88
25	125	105	115
35	150	130	145
50	185	155	185
70	225	185	235
95	260	225	285
120	300	260	335
150	340	300	390
185	380	335	445
240	445	400	540
300	500	455	610
400	590	530	720

Temperatura del terreno: 25 °C
 Temperatura del aire: 40 °C
 Resistividad térmica terreno: 1,5 K·m/W
 Profundidad soterramiento: 700 mm

Figura 10: Intensidad admisible para conductor de cobre bajo tubo o al aire protegido del sol. Fuente:www.prysmian.com

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

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

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

* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90°C en el conductor en régimen permanente.
 Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

Figura 11: Factor de corrección en función de temperatura. Fuente:www.prysmian.com

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

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

Si los cables van directamente enterrados tenemos:

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

Figura 12: Factor de corrección en función de resistividad térmica del terreno. Fuente:www.prysmian.com

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

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




Figura 13: Factor de corrección en función de profundidad de soterramiento. Fuente:www.prysmian.com

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

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




Figura 14: Factor de corrección en función del número de conductores agrupados y su distancia. Fuente:www.prysmian.com

6.6 ZANJAS Y ENTUBADOS

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

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

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



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

6.7 PUESTA A TIERRA

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

Con el fin de establecer una protección contra contactos indirectos, la instalación cuenta con un sistema de puesta a tierra según lo establecido en la ITC-BT 19 e ITC-BT 24.

Se tendrán en cuenta las prescripciones técnicas de la norma NSE-2-14, dimensionamiento de equipos de puesta a tierra.

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

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

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

- Conductor de tierra
- Electrodo

Los electrodos estarán constituidos por pica de acero cobreado de 14 mm. de diámetro mínimo y 4 m de longitud. La configuración escogida es, según el método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra UNESA, la conocida con el código 5/34. Para cada seguidor e inversor, se colocarán 3 picas de 4m en hilera, unidas por un conductor horizontal de 50mm² y una separación de 6m entre electrodos.

La resistencia K_r será de 0,075 Ohm/(Ohm·m) y tensión K_p de 0,0128 (V)/(Ohm·m)·(A).

Por tanto, se instalará un conjunto de puesta a tierra para cada seguidor solar y otro para cada inversor, de modo que se instalen 60 de ellos distribuidos por el campo solar, además de la instalación de PAT de apoyos y Centro de Transformación, que se describirán mas adelante.



6.8 INSTALACIONES AUXILIARES

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

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

6.8.1 INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

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

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

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

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

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

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

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

6.8.2 INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN

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



Se tenderá una red de conductores RS485 Modbus para los inversores y otra para los seguidores solares. El cableado se realizará de una sola tirada entre equipos, estando terminantemente prohibidos los puntos de transición, empalmes o inserción de dispositivos.

Las tomas de telecomunicaciones se realizará mediante conectores hembra o macho RJ45 con 8 contactos, o bien mediante conexión de los cables a los borneros, pero siempre utilizando terminales o punteras.

La categoría de los cables será como mínimo Categoría 6, de cuatro pares con pantalla. Los cables de cuatro pares tendrán cubiertas libres de halógenos y de baja emisión de humos.

6.9 OBRA CIVIL

La obra civil comprende varios aspectos entre los que destacan:

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

6.9.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO

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

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

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

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



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

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

El terreno ocupado por el campo solar tiene unas pendientes máximas en sentido este-oeste del 15%, por lo que no será necesario llevar a cabo movimiento de tierras para poder instalar las estructuras.

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

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de seguidores nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de aproximadamente 8 metros, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

6.9.2 CAMINOS Y VIALES INTERNOS

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

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

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

6.9.3 ACCESOS

El acceso a la planta fotovoltaica se llevará a cabo por carreteras y caminos existentes, tal y como se puede comprobar en los planos anexos. Estos caminos se encuentran en buen estado, por lo que no será necesario actuar sobre los mismos para su mejora. En caso de que se produzca el deterioro de los mismos, se deberá proceder a su completa reposición.



6.9.4 DRENAJES

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

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

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

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

6.9.5 CERRAMIENTO

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

El cerramiento perimetral del complejo se realizará mediante malla de alambre galvanizado de simple torsión con luz de malla 30x15, permitiendo el paso de pequeños mamíferos por el inferior del vallado.

El cerramiento de malla estará tendido entre postes, que están unidos entre sí por tres alambres horizontales que sostienen la malla. Estos postes están separados unos 3 m entre sí, y están anclados al suelo mediante zapatas de hormigón en masa, en la que se ha insertado el perfil metálico que conforma el poste. Cada cierto número de postes, se sitúa un centro tensor, con elementos inclinados y anclados, que da estabilidad al conjunto y mantiene la malla tensada, y en los ángulos y extremos, también hay elementos inclinados y unidos a los postes que dan estabilidad a esta zona de concentración de esfuerzos.

El vallado dispondrá en su parte inferior de pequeñas aberturas que harán el cerramiento permeable al paso de pequeños animales.



6.9.6 EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA

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

Conexión a servicios generales

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

Sistema estructural

La estructura general de cada módulo presenta las siguientes características:

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

Cerramientos

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

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



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

Protección contra incendios

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

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

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

Cumplimiento CTE

La actuación objeto del presente proyecto, debido a que se trata de una construcción de marcada sencillez técnica, escasa entidad, que no tiene carácter residencial o público, tal y como se recoge en el art. 2 de R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, queda fuera del ámbito de aplicación del mismo.

7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Como se ha explicado, se instalará un centro de transformación con el fin de elevar la tensión de la energía generada hasta la nominal de la red de distribución del punto de conexión en la línea LAMT Fuentes de Nava de la STR de Fuentes de Nava de 13,2 - 20 kV.

7.1 OBRA CIVIL. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

El Centro de Transformación se alojará en un edificio prefabricado de hormigón del fabricante ORMAZABAL del tipo PFU4/30, a cota 0 respecto del vial interno de la parcela. Se accederá a él libremente desde este vial. El emplazamiento elegido permitirá el tendido, siempre dentro de la parcela objeto, de los conductores nuevos por las canalizaciones a construir.

Para el diseño del Centro de Transformación se ha tenido en cuenta el PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO EN EDIFICIO PREFABRICADO DE SUPERFICIE, MT 2.11.10.



El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Descripción

Los edificios pfu para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.



Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.



Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Características detalladas

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación: Especial

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores:

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Peso:	13465 kg

Dimensiones interiores:

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

7.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimentará el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT12, y una frecuencia de 50 Hz.

La corriente de cortocircuito en el punto de acometida es desconocida. En el momento de la obtención del punto de conexión y la aceptabilidad de la compañía distribuidora de energía eléctrica, esta envía un informe con las



condiciones técnicas de conexión y los datos de corriente de cortocircuito en el punto de acometida, entre otras cosas.

Para simplificar los cálculos se utilizará como criterio de cálculo la potencia de cortocircuito de 350MVA por ser más desfavorable y ser estándar de cálculo, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de diseño de 15,3 kA.

7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

A continuación, se muestran las características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación. Estas características son proporcionadas por el fabricante ORMAZABAL.

Celdas: cgmcosmos

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

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años. 3 Divisores capacitivos de 24 Kv. Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito. Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- Seguridad:

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

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

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

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



Grados de Protección :

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables:

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

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgmcosmos es que:

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

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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



7.2.3 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADOR

Entrada / Salida 1: cgmcosmos-I Interruptor-seccionador

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

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

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 630 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

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

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

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 365 mm

Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM



Protección General: cgmcosmos-p Protección fusibles

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

La celda cgmcosmos-p de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad fusibles: 3x40 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 470 mm



Fondo: 735 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

Relé de protección: ekor.rpt-2001B

Medida: cgmcosmos-m Medida

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

La celda cgmcosmos-m de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

Tensión asignada: 24 kV

Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

Ancho: 800 mm

Fondo: 1025 mm

Alto: 1740 mm

Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI



De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de tensión

Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible

en permanencia: 1,2 Un en permanencia y

1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia: 25 VA

Clase de precisión: 0,5

Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 50 - 100/5 A

Intensidad térmica: 200 In

Sobreint. admisible en permanencia: $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA

Clase de precisión: 0,5 s

Transformador: transforma.organic 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 2000 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario: $\pm 2.5\%, \pm 5\%$

Tensión de cortocircuito (Ecc): 6%

Grupo de conexión: DYN11

Protección incorporada al transformador: Termómetro

Sistema de recogida de posibles derrames de acuerdo a ITC-RAT 14, apartado 5.1 a).

El transformador contará con una protección metálica para defensa su defensa. Contará con cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.



7.2.4 CUADROS DE BAJA TENSION

Los Cuadros de Baja Tensión, son un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales que van a cada uno de los inversores de la planta.

Cada cuadro tiene las siguientes características:

- 1 x Interruptor manual de corte en carga de 1000A
- 5 x Salidas formadas por bases portafusibles e Interruptor diferencial 250A - 300mA
- 1 x Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA
- 1 x Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A
- 1 x Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V
- 1 x Conjunto de bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases: 10 kV
 - entre fases: 2,5 kV
- Impulso tipo rayo:
 - a tierra y entre fases: 20 kV

7.2.5 INTERCONEXIONES Y PUENTES DE MEDIA TENSION

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparataje.

Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al. La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.



Puentes BT - B2 Transformador: Puentes transformador-Cuadros de BT

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 8xfase + 4xneutro.

7.2.6 ILUMINACIÓN

Se dispondrá en el CT de un sistema de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en el centro y también de un sistema autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

7.2.7 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

7.2.8 PUESTA A TIERRA DEL CENTRO

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

7.3 INSTALACIONES SECUNDARIAS

7.3.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD

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

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.



3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

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

7.3.2 ALUMBRADO

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

7.3.3 ARMARIOS DE PRIMEROS AUXILIOS

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

7.3.4 LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

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

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

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

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al informe técnico IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de 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 Ormazabal 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 al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

7.3.5 UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

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

Unidad de Control Integrado: ekor.rci

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

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



- Características:

Funciones de Detección

Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A

Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5A a 480 A

Asociado a la presencia de tensión

Filtrado digital de las intensidades magnetizantes

Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa

Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A

Presencia / Ausencia de Tensión

Acoplo capacitivo (pasatapas)

Medición en todas las fases L1, L2, L3

Tensión de la propia línea (no de BT)

Paso de Falta / Seccionalizador Automático

Intensidades Capacitivas y Magnetizantes

Control del Interruptor

Estado interruptor-seccionador

Maniobra interruptor-seccionador

Estado seccionador de puesta a tierra

Error de interruptor

Detección Direccional de Neutro

- Otras características:

$I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$

Temperatura = $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Frecuencia = 50 Hz ; $60 \text{ Hz} \pm 1 \%$

Comunicaciones: Protocolo MODBUS(RTU)/PROCOME

Ensayos: De aislamiento según 60255-5

De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

Climáticos según CEI 60068-2-X



Mecánicos según CEI 60255-21-X

De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Unidad de Protección: ekor.rpg

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA

Funciones de Protección:

Sobreintensidad

Fases (3 x 50/51)

Neutro (50N/ 51 N)

Neutro Sensible (50Ns/51Ns)

Disparo exterior: Función de protección (49T)

Reenganchador: Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]

Detección de faltas de tierra desde 0,5 A

Posibilidad de pruebas por primario y secundario

Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)

Histórico de disparos

Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e Io

Autoalimentación a partir de 5 A en una fase

Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y



control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.

Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

$I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$

Temperatura = -10 °C a 60 °C

Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %

- Ensayos:
- De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X
 - Mecánicos según CEI 60255-21-X
 - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255 Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.



Armario sobre celda STAR Iberdrola

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci que incluye la siguiente funcionalidad:

Señalización y mando de la primera celda de línea

- Maniobra e indicación de interruptor
- Indicación del estado del seccionador de tierra
- Indicación de paso de falta de fases y tierra
- Indicación de presencia de tensión en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

Señalización y mando adicional

- Maniobra e indicación del interruptor de la segunda celda de línea.
- Indicación de interruptor de la celda de transformador.
- Alarmas de batería baja, fallo cargador y falto Vca.
- Local/Telemando.
- Posibilidad de indicación de presencia de personal.
- Otras alarmas generales de la instalación (agua, humos, etc.).

Comunicaciones

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
- Servidor WEB s/ norma Iberdrola NI 30.60.01 y Guía Técnica para RTUs MT.

1 Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.

1 Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos s/ especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc.

1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.

1 Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.

1 Maneta Local / Telemando.



s/ Bornas, accesorios y pequeño material.

Armario de Comunicaciones adicional ACOM-I-GPRS

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación Iberdrola, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo). La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Compuesto por un único compartimento independiente y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Se debe poder observar el estado de los equipos sin necesidad de acceder a su interior.

Debe permitir una óptima operación sobre sus elementos en cualquier circunstancia. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

El armario debe disponer de ventilación no forzada mediante aireadores laterales para una correcta circulación del aire y del calor generado por los diferentes equipos.

La entrada al armario es directa mediante prensaestopas sin necesidad de conector externo. Para simplificar la conexión de media tensión por parte del operario, se instalará un dispositivo de conexión con dos bornes para la alimentación y conector Ethernet hembra apantallado. De esta forma el instalador únicamente deberá instalar una manguera Ethernet prefabricada y los hilos de alimentación entre la aparamenta y el armario ACOM.

7.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA

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

7.5 TELEMEDIDA EN TIEMPO REAL Y DESPACHO DELEGADO

Inicialmente el RD 1565/2010 y luego el RD 413/2014, establecen que todas las instalaciones de régimen especial con potencia instalada mayor de 1MW, o igual a 1 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo cuya suma total de potencias sea mayor de 1 MW, deberán enviar telemidas al operador del sistema, en tiempo real, de forma individual en el primer caso o agregada en el segundo. El incumplimiento conllevará una sanción para el productor, ya sea por no contar con un sistema TTR o bien,



que éste no mantenga los mínimos en la calidad de la entrega de información [Ver P.O.9 de REE].

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

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

8 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

Desde este Centro de Transformación, se tenderá una línea subterránea de Media Tensión que discurrirá por la Parcela 69 del Polígono 18 de Fuentes de Nava. Esta línea llevará la energía eléctrica generada en la planta solar fotovoltaica hacia el punto de evacuación y acceso a la red, que será el nuevo órgano de Corte en Red a instalar en el apoyo de paso aéreo – subterráneo que se instalará en la misma parcela que la planta.

8.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Para unir eléctricamente el Centro de Transformación al nuevo Apoyo 1 que, a su vez, se conectará en aéreo con la red de distribución de Iberdrola, será necesario tender una línea subterránea de Media Tensión desde la cabina de salida del Centro de Transformación hasta la entrada del OCR [Órgano de Corte de Red con función seccionalizadora] del mencionado Apoyo 1.

Como se ha indicado anteriormente, la línea discurrirá completamente por la parcela en la que se emplazará la planta solar. Dicha línea subterránea tendrá una longitud aproximada de 198 m.

Se construirá una nueva canalización en la que se tenderán tres nuevos tubos de polietileno reticulado de 160 mm de diámetro. Uno alojará el nuevo tramo de línea, el segundo de los tubos será de reserva y el último para



comunicaciones. La nueva canalización se refleja en los planos adjuntos y discurrirá siempre dentro de la parcela privada del titular.

El conductor será utilizado será HEPR-Z1 3x1x150 mm² de Aluminio.

Para la acometida de la línea en las cabinas del Centro de Transformación usarán unos conectores separables apantallados (simétricos) del tipo CST2R/24/150 según indica la NI 56.80.02.

Los conductores nuevos son cables unipolares de 3(1x150) mm² con conductores de Aluminio y aislamiento seco extruido tipo HEPR-Z1 de tensión asignada 12/20 kV (VULPREN HEPRZ1 H-16 AL del fabricante GENERAL CABLE o similar).

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

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

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

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

8.2 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

8.2.1 CONDUCTORES

El tipo de conductor existente el cable de aluminio-acero LA-56. Las características principales del conductor se indican en la tabla siguiente:

Designación UNE	LA - 30	LA - 56	LA - 110
Sección de aluminio, mm ²	26,7	46,8	94,2
Sección total, mm ²	31,1	54,6	116,2
Composición	6 + 1	6 + 1	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm ²	2,38	3,15	6
Diámetro aparente, mm	7,14	9,45	14
Carga mínima de rotura, daN	990	1640	4310
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900	7900	8200
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191	0,0000191	0,0000191
Masa aproximada, kg/km	107,9	189,1	432,5
Resistencia eléctrica a 20°C, Ohm/km	1,074	0,6136	0,3067
Densidad de corriente, A/mm ²	4,72	3,89	2,73

Tabla 15: Características constructivas de conductores LA. Fuente: Elaboración propia

8.2.2 NIVEL DE AISLAMIENTO Y FIJACIÓN DE LAS CADENAS

La Línea Aérea de Media Tensión de distribución a la que se conecta, le corresponde una tensión más elevada de 24 kV, una tensión de choque de 125 kV y de frecuencia industrial de 50 kV eficaces.

El nivel de aislamiento se determina en función de los niveles de contaminación de la zona en que se va a instalar la línea, que aparecen definidos en la CEI 815, resultando en este caso, un nivel II MEDIO.

Se emplearán aisladores de composite tipo caperuza y vástago, utilizando por cadena dos aisladores del tipo U70 YB20 con las siguientes características:

- Material Composite
- Carga de rotura 7.000 daN
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 255 mm
- Paso nominal 127 mm
- Línea de fuga 310 mm
- Diámetro del vástago 16 mm

En cadenas con dos elementos, las características de las mismas son:

- Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto 72 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta 190 kV

Las cadenas de amarre estarán formadas por dos aisladores de composite, más cada uno de los herrajes de enlace necesarios al tipo de aislamiento, finalizando con el elemento de amarre apropiado a cada conductor, de forma que cada tipo de cadena alcance una longitud aproximada de 500 mm. La fijación de las cadenas a las crucetas se realizará a través de cartelas, que garantizan una distancia entre conductores y las barras laterales y horizontales de la cruceta de 700 mm como mínimo.

Los elementos que participan en la composición de las diferentes cadenas de aisladores se recogen en la tabla siguiente:

Marca	Denominación
1	Horquilla bola HBV 16/16
2	Aislador U70 YB20
3	Alojamiento de rótula protec. R16/17P
4	Grapa de amarre GA-1 (LA-30)
5	Grapa de suspensión GS-1 (LA-30)

Tabla 16: Componentes cadenas de aisladores. Fuente: Elaboración propia

8.2.3 APOYOS

En el tramo de Línea Aérea de Media Tensión existente, se instalará un nuevo apoyo (El número 1) en el que se montará el OCR y, además se sustituirá el existente 024 de la línea LAMT Fuentes de Nava en el que se instalará unos elementos seccionadores Load Buster (LB). Ambos apoyos serán de celosía metálica y de esfuerzo en punta de 3.000 kg y 14 metros de altura.

8.2.4 CRUCETAS

Se instalarán crucetas tipo RC1-20/5 en ambos apoyos. El diseño de todas responde a las exigencias de distancia entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos. La separación entre conductores, son superiores a las mínimas reglamentarias.

8.2.5 CIMENTACIONES

Las cimentaciones estarán constituidas por un macizo de hormigón en masa tipo H-200 de dimensiones calculadas por la fórmula de Sulzberger con coeficiente de seguridad de 1,5:

$$M_f = 0,139 \cdot K \cdot a \cdot h^4 + 0,4 \cdot a^3 \cdot h \cdot 2,2 \cdot \left(0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{1,1 \cdot \frac{h}{a \cdot 10 \cdot K}} \right)$$



El tipo de terreno donde se realizarán las cimentaciones será clasificado como de tipo normal. Las características de este tipo de terrenos figuran en el cuadro nº 4 del artículo 31 del RLEAT. Se emplearán los valores detallados en el Anexo de cálculos.

8.2.6 SEÑALIZACIÓN DE APOYOS

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico TIPO CE 14, situada a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.

8.2.7 NUMERACIÓN DE LOS APOYOS

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se ha establecido, empleando para ello placas y números de señalización.

8.2.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

- Distancia de los conductores al terreno:

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

con una distancia mínima de 6 metros, donde D_{el} se obtiene de la tabla 15 del art. 5.2 de la ICT-LAT-07 del RELAT. No obstante cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.



- Separación entre conductores:

De acuerdo con el art. 25, apartado 2 del RLAAT, la separación mínima entre conductores viene dado por:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

- Separación entre conductores y sus accesorios en tensión y el apoyo:

$$Del = (\text{mínimo } 0,2 \text{ m})$$

Donde Del se obtiene de la tabla 15 del art. 5.2 de la ICT-LAT-07 del RELAT

8.2.9 PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

La puesta a tierra es existente, pero se verificará que está de acuerdo a lo especificado en el artículo 7 de la ITC-LAT 07 del RLEAAT. Según esto, deberá obtenerse una resistencia de difusión de la puesta a tierra inferior o igual a 20Ω en aquellos apoyos en los que se realicen derivaciones o estrellamientos o que soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra. Las tomas de tierra en estas zonas serán de tipo anillo o malla.

La puesta en el apoyo de maniobra estará formada por un cable de cobre de 50 mm^2 enterrado en una zanja en forma de anillo alrededor de la cimentación al que se conectará un electrodo de cobre de $14,6 \text{ mm}$ de diámetro y 2 m de longitud. El cable de cobre se conectará a los anclajes a través de un tubo de plástico embebido en el hormigón. Para poner a tierra la carcasa y las partes metálicas de los equipos se llevará el cable de cobre hasta la cruceta de fijación de los mismos, fijándolo al apoyo en diferentes puntos previstos para esta circunstancia. Si fuese necesario colocar más electrodos estarán separados uno de otro una vez y media como mínimo la longitud de uno de ellos. El extremo superior de cada electrodo y del anillo estará colocado al menos $0,50 \text{ metros}$ por debajo de la superficie del terreno. La distancia entre el macizo de hormigón y el anillo no será en ningún caso inferior a 1 metro .

8.2.10 SECCIONADOR LOAD BUSTER

Este elemento de seccionamiento y protección estará colocado en el nuevo apoyo 024, que sustituirá al ya existente, de la derivación a una altura máxima de 14 m . Se puede ver en los planos adjuntos a este proyecto.

Dichos cortacircuitos van equipados con ganchos de apertura en carga mediante pértigas especiales. Serán del tipo CFE-24 II, para tensiones más elevadas del material de 24 kV (ver hoja de características).



El conjunto podrá soportar una intensidad de 8 kA, de valor eficaz, durante 1 segundo. El valor de cresta de la intensidad asignada admisible será de 20 kA.

8.3 ÓRGANO DE CORTE EN RED

8.3.1 EL O.C.R.

El Órgano de Corte en Red [OCR] cumplirá las características, tanto eléctricas, como mecánicas definidas en la Norma de Iberdrola NI 74.53.01. Será del fabricante Ibérica de Aparellaje modelo IA780 STA Motor, apto para funcionar en redes de hasta 24 kV.

Se trata de un interruptor-seccionador trifásico manual de corte en SF6 para líneas aéreas, que equipado con los accesorios adecuados permite su maniobra en remoto.

El OCR estará diseñado con una envolvente exterior de acero inoxidable resistente a la corrosión. En el interior se ubicarán las cámaras de corte del interruptor-seccionador y el gas SF6.

Su diseño con reducido volumen y baja presión interna relativa del SF6 (0,3 bar a 20°C), reducirá significativamente el riesgo de fuga del gas. La envolvente deberá estar sellada de por vida.

En la parte anterior de la envolvente se instalará una membrana de sobrepresión, como elemento de seguridad en caso de que exista una sobrepresión accidental que pudiera provocar una explosión del equipo.

El estado “abierto o cerrado” del interruptor-seccionador debe indicarse de modo que quede plenamente garantizada la claridad del mismo. Esto se realizará gracias a un dispositivo directamente ligado a la posición de los contactos del interruptor-seccionador. Dicho dispositivo, junto con el indicador de posición deberá ser fácilmente visible desde el suelo y responder al criterio de “apertura plenamente aparente” descrito en la norma CEI.

Se debe posibilitar el enclavamiento del mismo.

El interruptor que incorpora el OCR será tripolar del tipo IA 78 VTM 24 kV.

8.3.2 ARMARIO DE CONTROL

En este armario se instalará el equipo de alimentación de corriente continua, la batería de emergencia, también de corriente continua y el conjunto de elementos necesarios para realizar las funciones definidas en sus respectivas normas.



La altura de colocación de este armario respecto al suelo será de 1,2 m aproximadamente, según se refleja en los planos adjuntos. El manual técnico de Iberdrola MT 2.61.20 marca esta altura en 110 cm.

Las características de estos armarios, tanto eléctricas como mecánicas están definidas en la norma de Iberdrola NI 74.53.01.

El armario de control será del modelo Armario de control IA 780 BOX PL70V2 Start del fabricante INGETEAM. Modelo que cumple las prescripciones de la norma particular de Iberdrola.

8.3.3 EQUIPO DE COMUNICACIONES

Siguiendo lo especificado en la NI 74.53.01 se instalará un equipo de comunicaciones vía internet móvil 3G. El equipo de módem 3G del fabricante ZIV implementado especialmente para el OCR de Ibérica de Aparellaje en cumplimiento con las normas de Iberdrola.

Este módem 3G convertirá la señal de red que se comunicará con el Centro Regional de Operaciones de Iberdrola más cercano [CROI] a ethernet vía cable de red y terminales RJ45 que se conectarán al armario de control.

8.3.4 PARARRAYOS

Serán 6 pararrayos con envoltura polimérica, del tipo POM-P-22/10, para tensiones más elevadas del material de 24 kV. Los pararrayos se fijarán al chasis del OCR. Los pararrayos serán del modelo 214217 CVBC.

Los pararrayos se unirán directamente a la PaT del apoyo empleando cable de cobre desnudo de 50 mm² lo más corto posible.

Cumplirán lo definido en la norma de Iberdrola NI 75.30.02 “Pararrayos de óxidos metálicos sin explors con envoltura polimérica para alta tensión hasta 36 kV”.

8.3.5 TRANSFORMADORES DE ALIMENTACIÓN

Se trata de un juego de transformadores con un primario adecuado a la tensión de la red y secundario con salida a 230 V. Tendrá una potencia de 300 VA y cumplirá lo indicado en la norma UNE-EN 60 076-1 “Transformadores de potencia”.

El transformador será del modelo IA 780 TT 15-22 kV. El OCR llevará 3 transformadores toroidales, uno por cada fase. Estos serán bitensión para alimentación y medida.



8.3.6 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra del apoyo es existente, pero se confirmará que cumple lo dispuesto en el manual técnico de Iberdrola MT 2.11.06, utilizando un sistema de toma de tierra igual que el que se usa para los Centros de Transformación instalados en apoyos en intemperie.

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT (tensión de paso y tensión de contacto) vienen reflejadas en el Apartado 1 "Prescripciones Generales de Seguridad" del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación).

Línea de Tierra de Protección:

En esta línea se conectarán las tomas de descarga de los pararrayos, la carcasa metálica del OCR y el transformador de alimentación.

Su tendido será recto, sin codos ni bucles y se utilizará cable multifilar de cobre de 50 mm² de sección según la norma NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión" y en el suelo se tendrá formando un anillo e irá sujeto a picas de 2m de cobre mediante bridas de sujeción y conexión de cobre, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP-54.

La instalación de la tierra de protección se ajustará a las prescripciones del Apdo. 1 del MIE-RAT-1 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación).

Línea de Tierra de Servicio:

En esta línea se conectará al tornillo de la toma de tierra del armario de control, e irá por el lado contrario a la línea de tierra de protección. de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado bajo tubo de POLIETILENO rígido.

La tierra de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado conectado directamente a una pica.

Conexión:

En caso de haber dos tomas de tierra, se conectarán individualmente. En caso de ser única, cada línea se conectará con su propia grapa, estando la grapa de la línea de servicio por encima de la de protección.



8.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA LA AVIFAUNA

Según la Ley 42/2007, la línea eléctrica objeto del proyecto se encuentra en Zona de Especial Protección de la Avifauna [ZEPA], llamada “La Nava - Campos Norte” y en Lugar de Importancia Comunitaria [LIC] como es “La Laguna de la Nava”.

En el único vano a construir en la línea aérea objeto, se situarán balizas anticolidión, con el objetivo de facilitar la visualización de los cables a las aves, evitando su impacto. Dichas balizas se colocarán únicamente en las fases más exteriores, dejando la fase interior sin balizar.

Se aislarán los puentes de los conductores dentro de los apoyos con funda dieléctrica 18/30 kV.

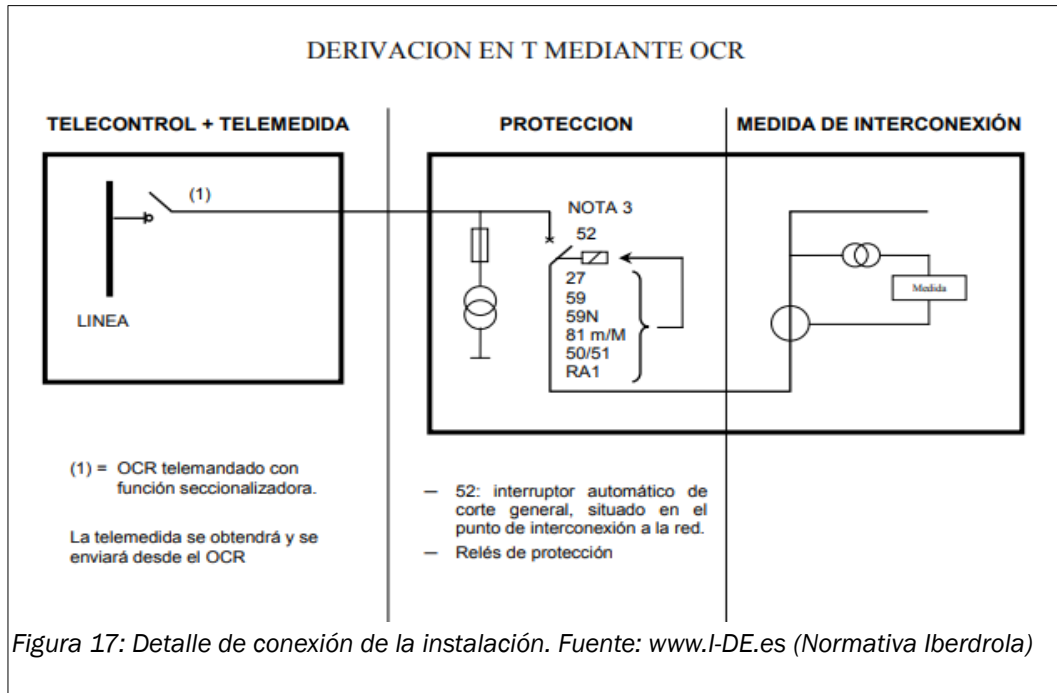
Se montarán alargaderas que separen, al menos 500 mm, los elementos en tensión del cuerpo del apoyo.

Y por último se instalarán, en ambos apoyos, elementos antinidificación.

9 ESQUEMA DE CONEXIÓN SEGÚN NORMA IBERDROLA

Como se ha justificado en todos los apartados anteriores la solución de conexión a la red propuesta cumple lo exigido por la normativa vigente y especialmente los Manuales Técnicos de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU MT 3.53.01 y MT 2.80.14, con títulos “Condiciones Técnicas de la Instalación de Producción Eléctrica conectada a la Red de IBDE” y “Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (Hasta 132 kV)” respectivamente.

Siendo la solución desarrollada y justificada la recogida en el punto 5.2.4.b de la MT 3.53.01 “Modos de conexión de instalaciones acogidas al RD 413/2014”.



El sistema de Telecontrol y Telemetida se realiza sobre el OCR. Los sistemas de protecciones se instalarán en la instalación generadora, en este caso, se instalarán en el CT.

10 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

10.1 OPERACIÓN

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

El sistema de control de la planta (PPC – Power Plant Controller) estará equipado con funciones de control capaces de controlar la planta en el punto de conexión. Algunas de las funciones serán excluyentes, teniendo que el operador seleccionar en qué modo de funcionamiento desea que la planta opere.

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

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



- Restricción de gradiente de potencia.

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

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

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

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

10.2 MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

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



Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:

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

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

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

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.
- Las operaciones de mantenimiento pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación. Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:
 - Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser importante en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso del proceso de



limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, que impida a éstas que se posen. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.

- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
 - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
 - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión. La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:
 - Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
 - Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.
- El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:
 - Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal



funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar en los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.

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

El programa de mantenimiento se basa en:

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

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

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico (V_{oc} , I_{sc} , $V_{m\acute{a}x}$ e $I_{m\acute{a}x}$ en operación)
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones. Comprobación de las características eléctricas del inversor (V_{in} , I_{in} , I_{out} , V_{red} , Rendimiento, f_{red}) Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.



- Comprobación del sistema de monitorización.
- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

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

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

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

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

Mantenimiento correctivo

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

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.



- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

11 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras de la planta fotovoltaica, será de unos de unos 4 meses. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas.

12 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

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

- No hay afectados.

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

CÁLCULOS



CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

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

1.1 POTENCIA INSTALADA

Las principales características de la instalación fotovoltaica son:

Módulos	TSP325-72H de 335Wp TSP330-72H de 330Wp Total	3.600 ud // 1.206 kWp 1.800 ud // 594 kWp 5.400 ud // 1.800 kWp
Seguidor	Seg. 1 eje - 2x3H20	90* trackers
Inversor	Ingecon Sun 100-TL-PRO	15 ud · 100 kVA = 1.500 kVA
Potencia total instalada		1.800 kWp
Potencia total inversores		1.500 kW a 40°C [cosφ=1]
Ratio potencia modular / Potencia inversores		1,2

*44 seguidores bihilera (2 trackers cada bihilera) + 2 seguidores monohilera

Tabla 18: Características de la instalación. Fuente: Elaboración propia

A efectos de cálculo se tomará la potencia instalada como de 1.800 kWp.

1.2 CREACIÓN DE LAS SERIES CONECTADAS A LOS INVERSORES

Como se ha explicado anteriormente, cada inversor tiene conectado un total de 360 módulos fotovoltaicos. El inversor dispone de 24 entradas para un único punto MPP, por lo que tiene entradas suficientes como para conectar cada una de las 18 series en paralelo con 20 módulos en serie que forman la agrupación de módulos para cada inversor.

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

CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA INVERSORES DE AGRUPACIONES DE 100 Kw						
CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA INVERSORES INGECON 100TL CON MÓDULOS TSP330-72H DE 330 Wp						
TSP330-72						
Modulo:		330				
Vmpp	Voc	Imp	Isc	TCOV	TCOI	Power
38,11 V	45,96 V	8,66 A	9,20 A	-0,33 %	0,05 %	330,00 W
A -10° y +80°						
42,51 V	51,27 V	8,92 A	9,48 A			
Config:	Serie	20	Paralelo	18	Total	360
Vmpp	Voc	Imp	Isc	TCOV	TCOI	Power
762,20 V	919,20 V	155,88 A	165,60 A	-0,37 %	0,06 %	118,80 kW
A -10° y +80°						
850,23 V	1.025,37 V	160,56 A	170,57 A			

Inversor Ingecom 100TL				
Vpp mín	Vpp máx	I max	V máx	Pot nom
570,00 V	850	185	1.100,00 V	100,00 kW

RESUMEN	DISEÑO
Potencia Pico Instalada = 118,80 kWp	CORRECTO
Potencia nominal = 100,00 kWn	
Imppt = 160,56 A	CORRECTO
Isc = 170,57 A	
Máx I Inversor = 185,00 A	CORRECTO
Vmppt = 850,2 V	
Voc = 1.025,4 V	CORRECTO
Máx V Inversor = 1.100,0 V	

Figura 19: Resumen de cálculo de las tensiones e intensidades de las series con paneles de 330Wp. Fuente: Elaboración propia

CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA INVERSORES DE AGRUPACIONES DE 100 Kw						
CÁLCULOS DE CORRIENTE CONTINUA PARA INVERSORES INGECON 100TL CON MÓDULOS TSP335-72H DE 335Wp						
TSP335-72H						
Modulo:		335				
Vmpp	Voc	Imp	Isc	TCOV	TCOI	Power
38,38 V	46,24 V	8,73 A	9,46 A	-0,33 %	0,05 %	335,00 W
A -10° y +80°						
42,81 V	51,58 V	8,99 A	9,74 A			
Config:	Serie	20	Paralelo	18	Total	360
Vmpp	Voc	Imp	Isc	TCOV	TCOI	Power
767,60 V	924,80 V	157,14 A	170,28 A	-0,37 %	0,06 %	120,60 kW
A -10° y +80°						
856,26 V	1.031,61 V	161,85 A	175,39 A			

Inversor Ingecom 100TL				
Vpp mín	Vpp máx	I max	V máx	Pot nom
570,00 V	850	185	1.100,00 V	100,00 kW

RESUMEN	DISEÑO
Potencia Pico Instalada = 120,60 kWp	CORRECTO
Potencia nominal = 100,00 kWn	
Imppt = 161,85 A	CORRECTO
Isc = 175,39 A	
Máx I Inversor = 185,00 A	CORRECTO
Vmppt = 856,3 V	
Voc = 1.031,6 V	CORRECTO
Máx V Inversor = 1.100,0 V	

Figura 20: Resumen de cálculo de las tensiones e intensidades de las series con paneles de 330Wp. Fuente: Elaboración propia

1.3 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LOS DISTINTOS TRAMOS

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

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

Figura 21: Resumen de fórmulas empleadas en el cálculo. Fuente: Elaboración propia



CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEAS C.C. A MPP														
LÍNEA		Longitud	k	Pot	Tensión	Intensidad	I. max Adm	Sección		Aislamiento	U (V)	U %	U ant %	U tot %
S1.1.1.1	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.1.1.2	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.1.1.3	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.1.2.1	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.1.2.2	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.1.2.3	C11	26 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,34 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %
S1.2.1.1	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.2.1.2	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.2.1.3	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.2.2.1	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.2.2.2	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.2.2.3	C11	60 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,09 V	0,41 %	0,00 %	0,41 %
S1.3.1.1	C11	70 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,61 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %
S1.3.1.2	C11	70 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,61 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %
S1.3.1.3	C11	70 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,61 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %
S1.3.2.1	C11	72 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,71 V	0,49 %	0,00 %	0,49 %
S1.3.2.2	C11	72 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,71 V	0,49 %	0,00 %	0,49 %
S1.3.2.3	C11	72 m	1	6,60 kW	762,20 V	8,66 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,71 V	0,49 %	0,00 %	0,49 %

Figura 22: Tabla resumen de las caídas de tensión existentes en la parte de corriente continua. Fuente: Elaboración propia



S14.1.1.1	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.1.1.2	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.1.1.3	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.1.2.1	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.1.2.2	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.1.2.3	C14	27 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	1,40 V	0,18 %	0,00 %	0,18 %		
S14.2.1.1	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.2.1.2	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.2.1.3	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.2.2.1	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.2.2.2	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.2.2.3	C14	69 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	3,58 V	0,47 %	0,00 %	0,47 %		
S14.3.1.1	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S14.3.1.2	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S14.3.1.3	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S14.3.2.1	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S14.3.2.2	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S14.3.2.3	C14	111 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	5,77 V	0,75 %	0,00 %	0,75 %		
S15.1.1.1	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.1.1.2	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.1.1.3	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.1.2.1	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.1.2.2	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.1.2.3	C15	82 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	4,26 V	0,56 %	0,00 %	0,56 %		
S15.2.1.1	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.2.1.2	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.2.1.3	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.2.2.1	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.2.2.2	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.2.2.3	C15	125 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	6,49 V	0,85 %	0,00 %	0,85 %		
S15.3.1.1	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
S15.3.1.2	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
S15.3.1.3	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
S15.3.2.1	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
S15.3.2.2	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
S15.3.2.3	C15	140 m	1	6,70 kW	767,60 V	8,73 A	44A	2 x	6 mm2	PV1-F 0,9/1,8 KV Cu	7,27 V	0,95 %	0,00 %	0,95 %		
Total				1.800,00 kW											Máxima	0,95 %

Figura 26: Tabla resumen de las caídas de tensión existentes en la parte de corriente continua. Fuente: Elaboración propia

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEAS C.A. A MÁX POTENCIA INSTALADA - INVERSORES A CGBT																
Línea		Longitud	Cos	Pot	Tensión	Intensidad	L. max Adm	Sección	Aislamiento	U (V)	U %					
Cl.1	CGBT	185 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	5,51	1,38 %					
Cl.2	CGBT	150 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	4,46	1,12 %					
Cl.3	CGBT	149 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	4,43	1,11 %					
Cl.4	CGBT	133 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	3,96	0,99 %					
Cl.5	CGBT	117 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	3,48	0,87 %					
Cl.6	CGBT	101 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	3,01	0,75 %					
Cl.7	CGBT	85 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	2,53	0,63 %					
Cl.8	CGBT	69 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	2,05	0,51 %					
Cl.9	CGBT	54 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	1,61	0,40 %					
Cl.10	CGBT	38 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	1,13	0,28 %					
Cl.11	CGBT	55 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	1,64	0,41 %					
Cl.12	CGBT	80 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	2,38	0,60 %					
Cl.13	CGBT	90 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	2,68	0,67 %					
Cl.14	CGBT	113 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	3,36	0,84 %					
Cl.15	CGBT	113 m	0,95	100,00 kW	400,00 V	152 A	261A	4 x 240 mm2	XZ1 0,6/1 kV Al	3,36	0,84 %					
Total				1.500,00 kW											Máxima	1,38 %

Figura 27: Tabla resumen de las caídas de tensión existentes en la parte de corriente alterna entre el generador y el Centro de Transformación. Fuente: Elaboración propia

1.4 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

1.4.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El cálculo de la corriente de cortocircuito en cada uno de los puntos es procedente para dimensionar adecuadamente el poder de corte de las protecciones en dichos puntos. Éste ha de ser mayor que la corriente de cortocircuito que deberá despejar.

Primeramente se calcularán las impedancias del circuito y se referirán toda a una tensión base de 20 kV y, a partir de ésta se hallarán las intensidades de cortocircuito, a partir de las siguientes fórmulas:

$$I_{ccb} = \frac{U_b}{Z_X \sqrt{3}} \text{ en el caso de líneas monofásicas o de CC } I_{ccb} = \frac{U_b}{Z}$$

$$I_{cc} = I_{ccb} \times \frac{U_b}{U}$$

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U_n \times \sqrt{3}}$$

$$I_{ch} = kX \sqrt{2} \times I_{cc}$$

Donde:

I_{cc} = Intensidad de Cortocircuito

I_{ccb} = Intensidad de cortocircuito referida a la tensión base.

U_b = Tensión Base.

U = Tensión a la que se requiere calcular el cortocircuito

Z = Impedancia del elemento a considerar.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito en el punto de conexión.

I_{ch} = Poder de corte.

K = Constante que depende del momento en que se produce el cortocircuito y de la relación R/X

1.4.2 CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se deberá, en primer lugar, calcular las distintas impedancias que forman los circuitos de la instalación, desde la acometida hasta el punto objeto del estudio.

El cálculo de la impedancia se realiza mediante las siguientes fórmulas:

$$Z = \sqrt{(R_k \cdot L)^2 + (X_k L)^2}$$

$$Z_b = Z \cdot \left(\frac{U_b}{U}\right)^2$$

$$Z_{red} = \frac{3 \cdot E^{2n}}{S_{cc}}$$

$$Z_n = \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

$$Z_t = \frac{U^2}{S_n} \cdot \frac{U_{cc}}{100}$$

U (kV)	S _{cc} (MVA)	Z _{eq} (Ω)
20	350	1,143

Media Tensión						
Descripción	Longitud (m)	Xl (mΩ/km)	ρ (mm ² Ω/km)	Sección (mm ²)	Material	Cables x fase
MT	80,00	0,08	0,036	150,00	Aluminio	1

Transformador	Potencia (kVA)	In (A)	U _{cc} (%)	P _{cc} (W)	I _p asimétrica a la salida (kA pico)	I _s simétrica a la salida (kA eficaces)
Transformador	2.000,00	2.749,29	6,00	4.600,00	65,11	41,86

Baja Tensión C.A.								
Descripción	Longitud (m)	Xl (mΩ/km)	ρ (mm ² Ω/km)	Sección (mm ²)	Material	Cables x fase	I _p asimétrica en el cuadro (kA pico)	I _s simétrica en el cuadro (kA eficaces)
CT - Inversor 1	185,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	27,75	15,73
CT - Inversor 2	150,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	22,50	12,75
CT - Inversor 3	149,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	22,35	12,67
CT - Inversor 4	133,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	19,95	11,31
CT - Inversor 5	117,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	17,55	9,95
CT - Inversor 6	101,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	15,15	8,59
CT - Inversor 7	85,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	12,75	7,23
CT - Inversor 8	69,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	10,35	5,87
CT - Inversor 9	54,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	8,10	4,59
CT - Inversor 10	38,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	5,70	3,23
CT - Inversor 11	55,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	8,25	4,68
CT - Inversor 12	80,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	12,00	6,80
CT - Inversor 13	90,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	13,50	7,65
CT - Inversor 14	113,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	16,95	9,61
CT - Inversor 15	113,00	0,085	0,036	240,00	Aluminio	1	16,95	9,61

Figura 28: Resumen de cálculo de corrientes de cortocircuito de la instalación. Fuente: Elaboración propia

2 PREVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

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

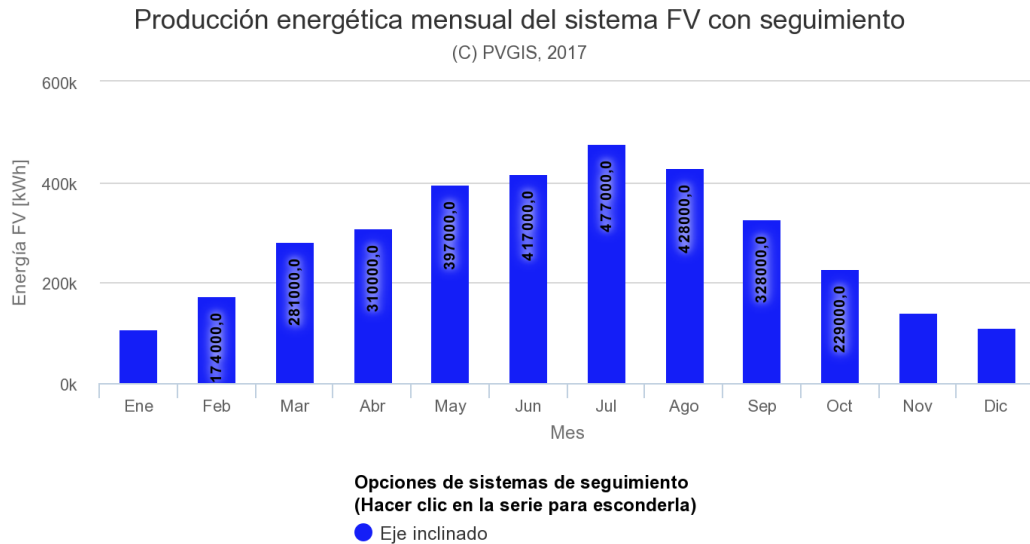


Figura 29: Gráfico de estimación de la producción energética mensual de la instalación.
Fuente: www.re.jrc.ec.europa.eu

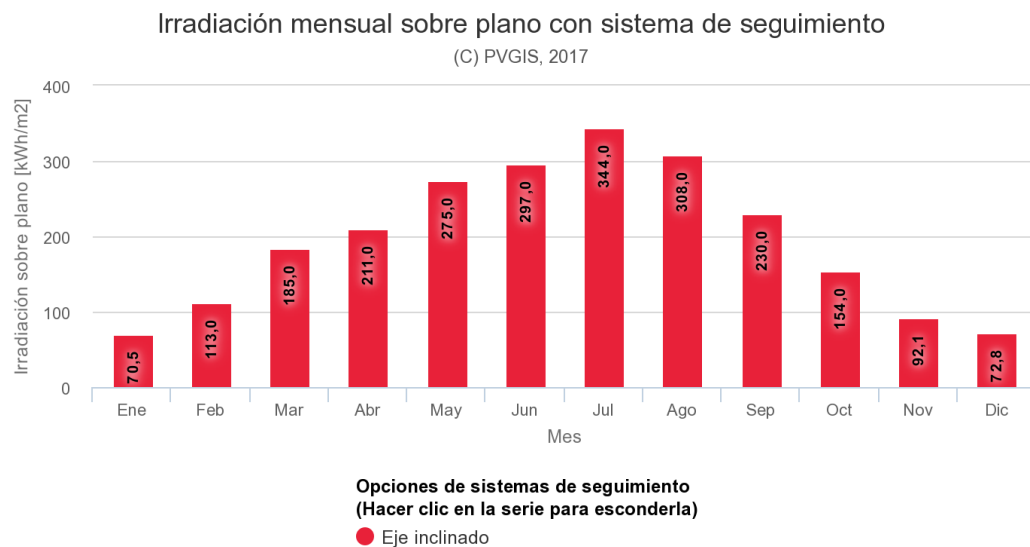


Figura 30: Gráfico de estimación de la radiación mensual sobre plano en la instalación.
Fuente: www.re.jrc.ec.europa.eu

Datos de partida para el cálculo:

Latitude (decimal degrees):	42081
Longitude (decimal degrees):	-4786
Radiation database:	PVGIS-CMSAF
Nominal power of the PV system (crystalline silicon) (kWp):	1800
System losses(%):	14
Inclined axis plane slope (deg.):	0

Figura 31: Datos de partida para estimación de producción. Fuente: Elaboración propia

Resultados del cálculo:

Total					
Mes	Ed	Em	Hd	Hm	SDm
Enero	3490	108000	2,27	70,5	15400
Febrero	6230	174000	4,02	113	31200
Marzo	9050	281000	5,95	185	41000
Abril	10300	310000	7,03	211	30200
Mayo	12800	397000	8,88	275	40600
Junio	13900	417000	9,89	297	22100
Julio	15400	477000	11,1	344	11000
Agosto	13800	428000	9,93	308	20000
Septiembre	10900	328000	7,66	230	16000
Octubre	7390	229000	4,98	154	19600
Noviembre	4700	141000	3,07	92,1	20500
Diciembre	3610	112000	2,35	72,8	11300
Anual	9320	284000	6,44	196	4430
Total		3.402.000,00		2.352,40	

Figura 32: Tabla resumen de resultados de estimación de producción mensual y anual. Fuente: Elaboración propia

One-axis system:	AOI loss (%)	Spectral effects (%)	Temperature and low irradiance loss (%)	Combined losses (%)
	1,6	0,4	5,4	19,6

Figura 33: Tabla resumen de estimación de pérdidas en la instalación. Fuente: Elaboración propia

Ed: Media diaria de producción eléctrica del sistema (kWh)

Em: Media mensual de producción eléctrica del sistema (kWh)

Hd: Media diaria de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos solares del sistema (kWh/m²)

Hm: Media mensual de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos solares del sistema (kWh/m²)

SDm: Desviación estándar de la producción energética mensual debido a la variación interanual [kWh]



3 CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS

De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red “PCT-C-REV - julio 2011” publicado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE] la distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

Este cálculo es eficiente siempre y cuando la instalación tenga acimut cero o prácticamente cero. En el caso del presente estudio y desarrollo, la instalación se realiza con seguimiento a un eje E - O, es decir con acimut $[-90,90]$, por lo que al no ser una configuración de instalación con acimut ideal para realizar este cálculo, no es aconsejable seguir los datos proporcionados por este método.

Es por esto que en el diseño de este proyecto, a la hora de elegir la separación entre seguidores solares, se ha tenido en cuenta la aconsejada por el fabricante, siendo para este caso aproximadamente de 8m.

En el apartado de anexos, se podrá ver el informe con la producción estimada a través de la simulación, teniendo en cuenta esta separación entre seguidores, así como los resultados que arroja esta simulación si al seguimiento se le aplica o no backtracking.

El backtracking o sistema anti-sombras, es un método de programación que se aplica a este tipo de instalaciones para evitar las sombras que un seguidor proyecta a los siguientes.

En las horas centrales del día, cuando la posición del sol es prácticamente vertical, los seguidores no proyectan sombra entre ellos, y este método anti-sombras no se aplica. Es en las primeras o últimas horas de sol del día cuando se activa el backtracking.

Por ejemplo al atardecer, cuando la posición del sol va bajando respecto al horizonte y las sombras que proyectan los paneles o seguidores solares de una estructura empieza a afectar a las siguientes. El backtracking hace que el seguidor, en vez de seguir inclinándose a favor del descenso de posición del sol para que el plano de captación siga siendo perpendicular a sus rayos, gire en sentido contrario hasta que en toda la superficie de captación no se estén proyectando sombras y que, a pesar de no incidir los rayos de sol en un ángulo óptimo, se esté generando más energía eléctrica al no tener pérdidas por sombreado.

Si nos fijamos en los resultados de producción de las simulaciones se puede observar la diferencia de producción, favorable al caso con backtracking, de



71 MWh/año o lo que es lo mismo, del 2,11%. Si traducimos estas cifras de producción en datos económicos, al precio actual de venta de 55,93€/MWh, sumaría una diferencia de producción de 3971,03€ al año.

A modo de conclusión, el backtracking es un sistema de programación que actúa para que se produzca un cambio de la posición de la estructura para maximizar la producción y no se produzcan zonas de sombreado en el área de captación. A pesar de no recibir los rayos de sol en la posición idónea o normal, la generación de energía eléctrica es mayor que si se tiene esta posición ideal, tal y como se puede extraer de los datos de producción obtenidos a través de la simulación.



CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1 INTENSIDAD EN LA PARTE DE MEDIA TENSIÓN

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

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

donde:

P Potencia del transformador [kVA]

Up Tensión primaria [kV]

Ip Intensidad primaria [A]

Para el caso de la instalación objeto el valor de la tensión es de 13,2 kV para la tensión primaria de alimentación, según la empresa distribuidora IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

La Potencia del Transformador que se instalará será de 2000 kVA, en el Centro de Transformación compacto en edificio prefabricado.

Según esto:

$$I_p = 87,5 \text{ A}$$

2 INTENSIDAD EN LA PARTE DE BAJA TENSIÓN

La tensión secundaria del Transformador será de 420 V en vacío. La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

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

donde:

P Potencia del transformador [kVA]

Us Tensión en el secundario [kV]

Is Intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

$$I_s = 2.749,3 \text{ A}$$

3 CORTOCIRCUITOS

3.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de M.T. Este valor se puede calcular a partir de la información suministrada por la compañía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. en el punto de enganche. En este caso, al igual que en las líneas subterráneas se tomarán los valores proporcionados por la compañía eléctrica. La corriente de diseño de cortocircuito será de 20 kA trifásicos y 16 kA monofásicos.

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

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

donde:

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

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

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

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

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

donde:

P potencia de transformador [kVA]

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

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la expresión anterior, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 13,2 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 15,3 \text{ kA.}$$



3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 2000 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula anterior:

$$I_{ccs} = 45,8 \text{ kA}$$

4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

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

4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

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

4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

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

$$I_{cc} (\text{din}) = 38,3 \text{ kA}$$

4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

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

$$I_{cc} (\text{ter}) = 15,3 \text{ kA}$$



5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

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

Transformador

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

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

Termómetro

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

6 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

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

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 87,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.600 kVA

En este caso, al no disponer de datos de homologación para centros con esta potencia instalada, se calculará la superficie de la reja de entrada/salida de aire en el edificio utilizando la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3}$$



donde:

W_{cu} Pérdidas en el cobre del transformador [kW]

W_{fe} Pérdidas en el hierro del transformador [kW]

K Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada.
[aproximadamente entre 0,35 y 0,40]

h Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]

ΔT Aumento de temperatura del aire [°C], 15 °C

S_r Superficie mínima de las rejillas de entrada [m²]

Datos de Centro de Transformación objeto del proyecto:

$W_{cu} = 21$ kW

$W_{fe} = 2,7$ kW

$K = 0,40$

$h = 1,80$ m

$\Delta T = 15$ °C

Operando en la fórmula anterior con los datos de nuestro Centro de Transformación tenemos:

$$S_r = 3,16 \text{ m}^2$$

En el local hay ubicadas dos superficies de ventilación en paredes opuestas con la función de tener una ventilación distribuida para favorecer una corriente de aire correcta. La superficie de ventilación será superior al valor S_r calculado.

8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

9.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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



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

9.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

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

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

9.2.1 DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

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

9.3 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Las características de la red de alimentación son:

Tensión de servicio: $U_r = 13,2 \text{ kV}$

Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: $V_{bt} = 6.000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón $R'o = 3.000 \text{ Ohm}$



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

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

donde:

- I_d Intensidad de falta a tierra [A]
- I_{dm} limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- R_t Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} Tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

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

donde:

- U_n tensión de servicio [V]
- w pulsación del sistema ($w=2 \cdot \pi \cdot f$)
- C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)
- L_a longitud de las líneas aéreas [km]
- C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)
- L_c longitud de las líneas subterráneas [km]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = I_{dm} = 1.000 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 6 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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



donde:

Rt Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Ro Resistividad del terreno en [Ohm·m]

Kr Coeficiente del electrodo [Ohm/(Ohm·m)]

Para este caso en concreto y, según los valores antes indicados:

$$Kr \leq 0,04$$

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

Configuración seleccionada: 50-50/8/88 (según método UNESA)

Geometría del sistema: Anillo rectangular

Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m

Distancia de la red: 5x5 m

Número de picas: 8

Longitud de las picas: 8

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia: $Kr = 0,04 \text{ Ohm}/(\text{Ohm}\cdot\text{m})$

De la tensión de paso: $Kp = 0,0059 \text{ (V)}/(\text{Ohm}\cdot\text{m})\cdot(\text{A})$

De la tensión de contacto: $Kc = 0,012 \text{ (V)}/(\text{Ohm}\cdot\text{m})\cdot(\text{A})$

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Se construirá una acera perimetral de hormigón alrededor del Centro de Transformación de 1 m de ancho por 0,10 de alto. Bajo la misma se instalará un mallazo conectado a la puesta a tierra del mismo.



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

$$R'_i = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo [Ohm/(Ohm·m)]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Según esto:

$$R'_t = 6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real será:

$$I'd = 1.000 \text{ A}$$

9.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIORES

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'd$ intensidad de defecto [A]

$V'd$ tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'd = 6.000 \text{ V}$$

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

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

$$V'c = K_c \cdot R_o \cdot I'd$$

donde:

K_c Coeficiente (V)/(Ohm·m)·(A)

R_o Resistividad del terreno en [Ohm·m]



$I'd$ Intensidad de defecto [A]

$V'c$ Tensión de contacto en el acceso [V]

por lo que, para este caso:

$$V'c = 1.800 \text{ V}$$

9.4.2 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR

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

La tensión de paso será igual a:

$$V'p = Kp \cdot Ro \cdot I'd$$

donde:

Kp Coeficiente (V)/(Ohm·m)·(A)

Ro Resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$ Intensidad de defecto [A]

$V'p$ Tensión de paso en el exterior [V]

por lo que:

$$V'p = 885 \text{ V}$$

9.4.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

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

$$t = 0,2 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$Up = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * Ro}{1000} \right]$$

donde:

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

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

$Ra1$ Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso



$$V_p = 31.152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right]$$

donde:

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

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p(acc) = 76.296 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 885 \text{ V} < V_p = 31.152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(acc) = 1.800 \text{ V} < V_p(acc) = 76.296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 6.000 \text{ V} < V_{bt} = 6.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 1.000 \text{ A} < I_{dm} = 1.000 \text{ A}$$

9.4.4 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

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

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$



donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$ intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

$$D = 23,87 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	5/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,201 \text{ Ohm}/(\text{Ohm}\cdot\text{m})$$

$$K_c = 0,0392 \text{ (V)} / (\text{Ohm}\cdot\text{m}) \cdot (\text{A})$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{\text{tserv}} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

9.5 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r "



inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

1.1.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

Según la ITC-LAT-06 en su apartado 6.1.2 y subapartados, la intensidad máxima admisible en los cables de Aluminio de sección 150 mm² de material HEPR (como lo es el HEPRZ1) en instalación enterrada bajo tubo A, es de 275A. Por tratarse de una instalación enterrada bajo tubo en hormigón (con resistividad térmica de 2,00 K.m/W) hay que aplicarse un coeficiente corrector de 0,92 a esta intensidad máxima admisible. Por lo que para la instalación objeto, la intensidad máxima admisible del conductor será de 275·0,92=253 A, ajustándose a lo dispuesto en la NI 56.43.01.

1.1.2 TRAMO AÉREO

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla 11 del art. 4.21 del RLEAT, para el tramo aéreo.

Para los conductores de LA-110 es 3,2 A/mm² según la citada tabla 11 de la ITC-LAT-07. Por lo tanto la intensidad máxima admisible del conductor aéreo es de 364,8 A .

Así que la parte correspondiente a la derivación de la línea existente a través de un tramo aéreo y posteriormente de un tramo subterráneo, en vez de hacerlo directamente a subterráneo desde el nuevo apoyo entronque, no disminuirá la capacidad de la instalación, manteniéndose el límite establecido por el conductor subterráneo. La intensidad máxima admisible será de 253A, la menor de los dos tramos.

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

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima admisible por el cable, en este caso el del tramo subterráneo, será de 7.887,76 kW para 20 kV y 5.205,92 kW para 13,2 kV.

1.2 RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE

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

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



A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos, con independencia de la separación entre conductores, emplearemos el valor de $X = 0,6136 \Omega/\text{km}$ (Valor de X del LA56) para el LA-110, por ser esta más desfavorable, y de $X = 0,114 \Omega/\text{km}$ para el HEPRZ1 150 mm² Al.

1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

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

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

donde:

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

teniendo en cuenta que:

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

donde:

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

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

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

A continuación se valorará la caída de tensión en cada uno de los dos nuevos tramos, para la máxima potencia admisible del conductor a las tensiones de 20 kV y 13,2 kV.

La caída de tensión máxima en los conductores a la máxima potencia admisible por el conductor, será para la nueva línea aérea de 0,026% para una tensión de 13,2 kV y de 0,017% para una tensión de 20 kV. En el tramo subterráneo la caída de tensión máxima en los conductores a la máxima potencia admisible por el conductor, será de 0,13% para una tensión de 13,2 kV y de 0,09% para una tensión de 20 kV.

En el caso de la potencia máxima instalada, el valor de la caída de tensión será del 0,006% y 0,002% para las tensiones de 13,2 kV y 20 kV

respectivamente en el tramo aéreo y de 0,04% y 0,02% para las tensiones de 13,2 kV y 20 kV respectivamente en el Subterráneo.

1.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

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

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

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot \cos \phi$$

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

POTENCIAS MÁXIMAS			
Tensión (kV)	LA-56 (kW)	LA-110 (kW)	HEPR-Z1 150 mm ² Bajo Tubo Enterrado (kW)
11	3.463,76	6.255,34	4.338,27
13,2	4.156,51	7.506,40	5.205,92
15	4.723,30	8.530,00	5.915,82
20	6.297,74	11.373,34	7.887,76
45	14.169,91	25.590,01	17.747,46
66	20.782,53	37.532,02	26.029,61

Figura 34: Potencias máximas de transporte para distintos conductores. Fuente: Elaboración propia

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

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

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

1.5 PÉRDIDAS DE POTENCIA

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

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

donde:

ΔP Pérdida de potencia en vatios

La pérdida de potencia en tanto por ciento es: $\Delta P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi}$

donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

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

MOMENTO ELÉCTRICO (ΔU %5)			
U (kV)	P-L (kW-km) - HEPRZ1 150	P-L (kW-km) - LA-110	P-L (kW-km) - LA-56
11	19.920,73	15.983,37	7.994,29
13,2	28.685,85	23.016,05	11.511,78
15	37.042,68	29.721,14	14.865,42
20	65.853,66	52.837,57	26.427,41
45	333.384,15	267.490,22	133.788,74
66	717.146,34	575.401,17	287.794,45

Figura 35: Momento eléctrico para distintos conductores. Fuente: Elaboración propia

1.6 RESULTADOS OBTENIDOS

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

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA CONDUCTOR										
A 105° C										
Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Sección (mm2)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total	Long Acumulada (m)
13200	CT- OCR	198,00	5.205,92	253,00	150 HEPR-Z1	17,17	0,13 %	0,00 %	0,13 %	198,00
20000	CT- OCR	198,00	7.887,76	253,00	150 HEPR-Z1	17,17	0,09 %	0,00 %	0,09 %	198,00

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA SUBTERRÁNEA POTENCIA MÁXIMA INSTALADA										
A 105° C										
Tensión (V)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Sección (mm2)	Caída (V)	Caída (%)	Caída ant	Caída Total	Long Acumulada (m)
13200	CT- OCR	198,00	1.800,00	78,73	150 HEPR-Z1	5,34	0,04 %	0,00 %	0,04 %	198,00
20000	CT- OCR	198,00	1.800,00	51,96	150 HEPR-Z1	3,53	0,02 %	0,00 %	0,02 %	198,00

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA AÉREA POTENCIA MÁXIMA CONDUCTOR											
Tensión (kV)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Sección (mm2)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	c.d.t. Ant. (%)	c.d.t. Total (%)	Pérdida Potencia	Pérdida Pot. Total
20000	Entronque - Paso Subterráneo	15,00	11.373,34	364,80	LA - 110	3,43	0,02 %	0,00 %	0,017 %	0,0742	0,0742
13200	Entronque - Paso Subterráneo	15,00	7.506,40	364,80	LA - 110	3,43	0,03 %	0,00 %	0,026 %	0,0490	0,1231

CAÍDAS DE TENSIÓN LÍNEA AÉREA POTENCIA MÁXIMA INSTALADA											
Tensión (kV)	Tramo	Long (m)	Pot (kW)	Int (A)	Sección (mm2)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	c.d.t. Ant. (%)	c.d.t. Total (%)	Pérdida Potencia	Pérdida Pot. Total
20000	Entronque - Paso Subterráneo	15,00	1.800,00	51,96	LA - 110	0,49	0,00 %	0,00 %	0,002 %	0,0117	0,0117
13200	Entronque - Paso Subterráneo	15,00	1.800,00	78,73	LA - 110	0,74	0,01 %	0,00 %	0,006 %	0,0117	0,0235

Figura 36: Caídas de tensión para la línea de Media Tensión. Fuente: Elaboración propia

1.7 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DURANTE EL CORTOCIRCUITO

A continuación se valorará la caída de tensión en los dos nuevos tramos, para la máxima potencia admisible del conductor.

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la corriente de cortocircuito existente en el punto de la



red donde ha de alimentar el cable subterráneo. Este valor será proporcionado por la Compañía Distribuidora.

Para simplificar los cálculos se utilizará como criterio de cálculo la potencia de cortocircuito de 350MVA por ser más desfavorable y ser estándar de cálculo, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de diseño de 15,3 kA.

Según lo indicado en la tabla 26 del punto 6.2 de la ITC 06 del RLAT, para los conductores del tipo HEPR de Aluminio, le corresponde una densidad máxima de corriente de 126 A/mm², que con una sección de 150 mm² equivale a 26,73 kA ($I_{cc} = S \cdot K / \sqrt{t_{cc}} = (150 \times 126) / \sqrt{0,5}$), considerando un tiempo de disparo de las protecciones de 0,5 segundos y partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y tomando como temperatura final la de cortocircuito > 270 °C.

Dado que se tienen que cumplir simultáneamente las 3 condiciones, vemos que el cable de sección 150 mm² que se empleará es el adecuado para esta instalación. Este cable está suficientemente sobredimensionado en previsión de futuras ampliaciones en la instalación.



2 CÁLCULOS MECÁNICOS

2.1 DATOS GENERALES

Tensión	20 kV
Tensión más elevada de la línea	24 kV
Velocidad del viento	120 km/h
Zona	Zona B (742 m)

2.2 TENSIÓN MÁXIMA EN LA LÍNEA Y COMPONENTE HORIZONTAL

El Art. 3.2.1 de la ITC-07 RLEAT establece que la tensión máxima a la que puede someterse a un cable es la de su tensión de rotura (TR) dividida por un coeficiente de seguridad de 2,5.

Los resultados obtenidos se pueden ver en la Tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS Y DE TENDIDO.

2.3 VANO DE REGULACIÓN

Dado que el tramo de línea objeto del presente Proyecto consta únicamente de dos vanos, el vano de regulación coincidirá con la longitud del mismo. Las longitudes de los vanos se pueden ver en la Tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS Y DE TENDIDO.

2.4 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES

Los resultados obtenidos en las condiciones especificadas en el RLEAT se pueden ver en la Tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS Y DE TENDIDO.

2.5 LÍMITE DINÁMICO EDS

El límite dinámico EDS (Tensión de cada día), que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio eólico en condiciones de temperatura media más frecuente (15° C) se establecerá para que no se sobrepase en estas condiciones el 9 % de la Tensión Máxima (TR). Los resultados obtenidos se pueden consultar en la Tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS Y DE TENDIDO.

2.6 APOYOS

Los apoyos serán de perfiles metálicos, adecuados a la función que van a desempeñar en cada caso. Ver el Apdo. denominado CÁLCULO DE APOYOS.



2.7 CRUCETAS

Las crucetas que se emplearán serán rectas en todos los apoyos de perfiles metálicos. Ver el Apdo. denominado CÁLCULO DE CRUCETAS.

2.8 CIMENTACIONES

Las cimentaciones serán de tipo monobloque en tierra. Ver el Apdo. denominado CÁLCULO DE CIMENTACIONES.

2.9 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Según se establece en el nuevo Reglamento Sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de alta Tensión del R.D. 223/2008 de 15 Febrero, para el correcto cálculo y dimensionamiento del tendido de líneas habrá que distinguir entre distancias Internas y Externas.

Las primeras son importantes para el diseño de la línea a la hora de sufrir y resistir las posibles sobretensiones que puedan producirse.

Por el contrario las externas son las utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión con respecto a los objetos situados debajo o en las proximidades.

A continuación se presenta el cálculo y justificación de distancias reglamentarias a satisfacer para el correcto tendido del desvío del tramo aéreo, objeto de proyecto.

2.10 DISTANCIAS INTERNAS

2.10.1 DISTANCIA DE AISLAMIENTO ELÉCTRICA PARA EVITAR DESCARGAS

A lo largo de este apartado de la memoria se hará referencia a tres tipos de distancias eléctricas que son:

Del - Distancia de Aislamiento en el aire mínima especificada, para evitar posibles descargas entre conductores de fase y objetos de potencial cero. Puede ser una variable tanto interna como externa.

Dpp - Distancia de Aislamiento en el aire mínima especificada, para evitar posibles descargas entre conductores de fase durante sobretensiones. Se tomará como una distancia interna siempre.

asom - Es el valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, siendo la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes, puestas a tierra.

El valor de D_{el} y D_{pp} están dadas en función de la tensión más elevada de la línea U_s , según la Tabla 15 del Apartado. 5.2 del Nuevo Reglamento de Líneas Aéreas Eléctricas de 2008, cuyos valores son:

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72.5	0,70	0,80
123	1,00	1.15
145	1.20	1,40
170	1,30	1,50
245	1.70	2,00
420	2,80	3,20

Figura 37: Distancias de aislamiento para diferentes tensiones. Fuente: RLAT

2.10.2 DISTANCIA EN EL APOYO

Distancia entre los conductores entre sí.

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D = K\sqrt{F + L} + K' D_{pp}$$

donde:

K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento. Según tabla del art. 16 del art.5.4.1 de la ITC-LAT-07 del RLEAT

K' Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea. $K'=0,85$ para líneas de categoría especial y $0,75$ para el resto.

F Flecha máxima en metros.

L Longitud en metros de la cadena de suspensión. Si se trata de amarre $L = 0$.

D_{pp} Distancia mínima aérea especificada para prevenir una descarga entre conductores de fase. Tabla 15 del art. 5.2 de la ICT-LAT-07 del RELAT.



Esta condición se cumple en todos y cada uno de los vanos ya que se emplearán crucetas que garantizan una distancia entre conductores superior a 2.000 mm.

Distancia de los conductores a partes puestas a tierra.

La distancia mínima de los conductores al apoyo será de: $Del = 0,22$ m (mínimo 0,2 m). Por lo tanto $dsa = 0,22$ m.

Donde Del se obtiene de la tabla 15 del art. 5.2 de la ICT-LAT-07 del RELAT

En el desvío del tramo de la línea aérea objeto de este trabajo se instalarán cadenas de amarre en todos los nuevos apoyos por lo que no será necesario tener en cuenta el desvío que pudieran producir las cadenas de suspensión junto con los conductores.

2.11 DISTANCIAS EXTERNAS

2.11.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$Dadd + Del = 5,3 + Del = 5,3 + 0,22 = 5,52 \text{ en metros (mínimo 6 m)}$$

Donde Del se obtiene de la tabla 15 del art. 5.2 de la ICT-LAT-07 del RELAT.

2.12 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La “Ecuación de Cambio de Condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2(T + A) = B$$

$$A = \alpha \cdot (\theta - \theta_0) \cdot S \cdot (E - T_0) + \frac{a_r^2}{24} \cdot \frac{P_0^2}{T_0^2} \cdot S \cdot E.$$

$$B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

- a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- T_0 : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- θ_0 : Temperatura en las condiciones iniciales ($^{\circ}\text{C}$).
- P_0 : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).



- T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- θ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- S: Sección del conductor (mm²).
- E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).
- α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

2.13 FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2}\right)$$

- a: Longitud proyectada del vano (m).
- h: Desnivel (m).
- b: Longitud real del vano (m) $b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- T: Componente horizontal de la tensión (kg).
- p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de 7 metros.

En los cruzamientos y paralelismos de la línea se respetará lo prescrito en cada caso en el RELAT en su ITC-LAT-07 artículo 5.

2.14 ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO DEL APOYO

2.14.1 CARGAS VERTICALES

Carga vertical permanente [Pvp](kg):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

Siendo:

- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- Pcond : Peso propio del conductor.
- Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n: Número de conductores.

- h_1 y h_2 : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (kg).

Sobrecarga por hielo (A_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- P_h : Sobrecarga de hielo. En zona B = 0,18. (Kg/m); en zona C = 0,36. (Kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).

2.14.2 CARGAS HORIZONTALES**Sobrecarga por viento (S_v):**

$$S_v = P_v \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n \cdot \text{sen} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

- P_v : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo 60 Kg/m² cuando $d=16$ mm y 50 Kg/m² cuando $d=16$ mm.
- d : diámetro del conductor en mm.
- α : Ángulo interior sexagesimal que forman los conductores entre sí.

Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \text{ (kg)}$$

Siendo, al igual que antes, α el ángulo interno que forman los conductores entre sí.

Desequilibrio de tracciones (D_t):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}} \cdot n$$

Siendo $T_{\text{máxima}}$: la tensión máxima considerada sobre el conductor.
Porcentajes:

- En apoyos de alineación: %=8% (0,08)
- En apoyos de amarre y ángulo amarre: % = 50% (0,5)
- En apoyos de fin de línea: % = 100% (1)



Rotura de conductores (Rc):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

Porcentajes:

- En apoyos de alineación: %=50% (0,5).
- En apoyos de fin de línea, amarre y ángulo-amarre: % = 100% (1)

2.15 TABLAS RESUMEN

Los cálculos mecánicos se han realizado con cable aluminio-acero LA-110 de las siguientes características:

- Diámetro (mm): 14
- Peso (Kg/m): 0,433
- Sección (mm²): 116,2
- Coef. Dilatación (oC): 1,78E-5
- Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 8200
- Carga Rotura (Kg): 4400

A continuación se exponen unas tablas con los resúmenes de cálculo mecánico hechos siguiendo las prescripciones anteriormente descritas.

2.15.1 DISTANCIAS APOYOS FIN DE LÍNEA

Tensión de la línea [kV]: 13,2

Oscilacion puente [m]: 0,2

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,58

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,16

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,58

Diámetro conductor [mm]: 14

Altura puente [m]: 0,58

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,3

Peso conductor [Kg/m]: 0,43

Oscilación puente [o]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,3

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)			Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						T	"a"	"b"	"h"	□ (°)	□ (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2				
E	FL	C-3000-14	T	11	11,2	T0	1	0,6	---				0,33	1,17	---	---	---	0,33	---	0,58	0,55	0,54				
OCR	FL	C-3000-14	T	11	11,2	T0	1	0,6	---				0,33	1,17	---	0,33	---	---	---	0,58	0,55	0,54				

Figura 38: Distancias en los apoyos. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

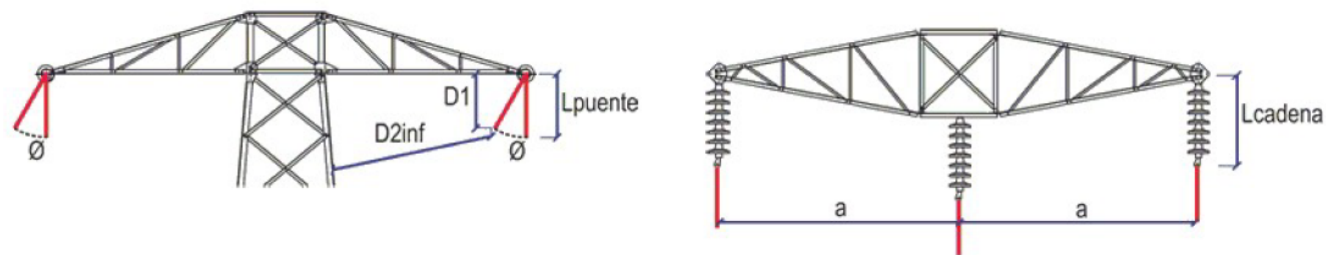


Figura 39: Detalle de distancias en los apoyos. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.15.2 CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA PRIMERA HIPÓTESIS

Nueva Línea “Nuevo Apoyo Entronque – Nuevo Apoyo OCR”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
E	FL	T	C-3000	-25		-76	12	1004			35	3012	3047	---
OCR	FL	T	C-3000	35		106	12	1004			35	3012	3047	---

Figura 40: Tabla resumen de resultados de cálculo de 1ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

Modificación Línea Existente “Apoyo 25 (1) - Nuevo Apoyo Entronque 24 (2) - Apoyo 23 (3)”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	T	H-3000	38		115	46	1112			138	3336	3474	---
2	AL-ANC	T	C-2000	43		130	93	114			278	342	620	---
3	AL-AM	T	C-500	39		118	80	65			239	195	434	---

Figura 41: Tabla resumen de resultados de cálculo de 1ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.15.3 CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Nueva Línea “Nuevo Apoyo Entronque – Nuevo Apoyo OCR”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
E	FL	T	C-3000	-63		-188	0	1090			0	3270	3270	---
OCR	FL	T	C-3000	83		248	0	1090			0	3270	3270	---

Figura 42: Tabla resumen de resultados de cálculo de 2ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

Modificación Línea Existente “Apoyo 25 (1) - Nuevo Apoyo Entronque 24 (2) - Apoyo 23 (3)”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	T	H-3000	94		281	0	1228			0	3684	3684	---
2	AL-ANC	T	C-2000	107		321	0	114			0	342	342	---
3	AL-AM	T	C-500	95		286	0	51			0	153	153	---

Figura 43: Tabla resumen de resultados de cálculo de 2ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.15.4 CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA TERCERA HIPÓTESIS

Nueva Línea “Nuevo Apoyo Entronque – Nuevo Apoyo OCR”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
E	FL	T	C-3000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
OCR	FL	T	C-3000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Figura 44: Tabla resumen de resultados de cálculo de 3ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

Modificación Línea Existente “Apoyo 25 (1) - Nuevo Apoyo Entronque 24 (2) - Apoyo 23 (3)”:

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	T	H-3000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-ANC	T	C-2000	107		321	0	614			0	1842	1842	---
3	AL-AM	T	C-500	95		286	0	175			0	524	524	---

Figura 45: Tabla resumen de resultados de cálculo de 3ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.15.5 CÁLCULO DE APOYOS · CÁLCULO DE LA CUARTA HIPÓTESIS

Nueva Línea “Nuevo Apoyo Entronque – Nuevo Apoyo OCR”:

NOTA: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis (excepto apoyos FL y ANC), de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 0

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
E	FL	T	C-3000	-63		-188	0	0	0	1090	0	0	0	2179	---	2179	2179	1090
OCR	FL	T	C-3000	83		248	0	0	0	1090	0	0	0	2179	---	2179	2179	1090

Figura 46: Tabla resumen de resultados de cálculo de 4ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

Modificación Línea Existente “Apoyo 25 (1) - Nuevo Apoyo Entronque 24 (2) - Apoyo 23 (3)”:

NOTA: Se ha prescindido de la consideración de la 4ª hipótesis (excepto apoyos FL y ANC), de acuerdo a lo indicado en el punto 3.5.3 de la ITC-LAT 0

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	T	H-3000	94		281	0	0	0	1228	0	0	0	2456	---	2456	2456	1842
2	AL-ANC	T	C-2000	107		321	0	1228	0	0	0	0	0	1228	1228	---	---	---
3	AL-AM	T	C-500															

Figura 47: Tabla resumen de resultados de cálculo de 4ª hipótesis. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.15.6 TABLA DE TENDIDO DE CONDUCTORES DE FASE

Nueva Línea “Nuevo Apoyo Entronque – Nuevo Apoyo OCR”:

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
E-OCR	B	15	1	15	913	0,01	828	0,01	744	0,02	660	0,02	576	0,02	493	0,02	412	0,03	332	0,04	257	0,05	193	0,06	144	0,08	112	0,11

Figura 48: Tabla resumen de tensiones y flechas para diferentes temperaturas. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

Modificación Línea Existente “Apoyo 25 (1) - Nuevo Apoyo Entronque 24 (2) - Apoyo 23 (3)”:

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	B	95	-3	95	852	0,58	784	0,63	720	0,68	660	0,74	605	0,81	555	0,89	510	0,96	471	1,04	436	1,13	406	1,21	380	1,29	357	1,38
2-3	B	97	-3	97	709	0,71	650	0,78	596	0,85	547	0,92	504	1	466	1,08	432	1,17	403	1,25	378	1,34	356	1,42	336	1,5	319	1,58

Figura 49: Tabla resumen de tensiones y flechas para diferentes temperaturas. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA



2.16 CÁLCULO DE CRUCETAS

Las crucetas deberán soportar las cargas que los conductores transmiten, según se ha visto en el apartado anterior.

Se han seleccionado un armado T para todos los apoyos del tipo RC-1-20/5.

2.17 CÁLCULO DE CIMENTACIONES

El cálculo de las cimentaciones de los apoyos se ha realizado teniendo en cuenta los momentos de vuelco producidos por los esfuerzos transmitidos por los conductores, así como los debidos a esfuerzos del viento sobre la propia estructura de cada apoyo, en aquellos casos e hipótesis que resulten procedentes.

Para este cálculo se empleará la siguiente fórmula:

$$M_v = F \cdot \left(H + \frac{2}{3} \cdot t \right)$$

Este momento de vuelco estará contrarrestado por el momento estabilizador que será el siguiente:

$$M_E = 139 \cdot a \cdot h^4 + a^3 \cdot h \cdot 2.200 \cdot \left(0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{1,1 \cdot \frac{h}{a \cdot 10 \cdot K}} \right)$$

donde:

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4 \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$$

MV Momento de vuelco

ME Momento estabilizador

F Fuerza total que actúa en la cabeza del poste

H Altura de aplicación de la fuerza F

h Profundidad del macizo

a Dimensión del macizo en dirección al esfuerzo

K Coeficiente de comprensibilidad del terreno en Kg/cm³

El momento estabilizador se compone de otros dos:

Uno debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno y otro originado por la reacción del terreno debida al peso de la cimentación, apoyo y cables.

Se opta para el macizo por la forma prismática de sección cuadrangular, debiendo prolongarse el mismo hasta 20 cm por encima del nivel del suelo, para proteger al apoyo.



Las dimensiones del mismo serán las indicadas a continuación con los cuales queda asegurado el coeficiente de seguridad al vuelco de 1'5 en hipótesis normales y ángulo de giro máximo tal que su tangente no supere el valor de 0'01 (artículo 31 del Reglamento), sacado del catálogo del fabricante de torres.

Las dimensiones de la cimentación de los apoyos serán:

Nº Ap	Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Vol	Vol
			a	h	b	H	cc	Exc.	Horm.
E (24)	C-3000-14	Monobloque	1,06	2,2	-	-	-	2,47	2,7
OCR	C-3000-14	Monobloque	1,06	2,2	-	-	-	2,47	2,7

Figura 52: Tabla resumen de cimentaciones de los apoyos. Fuente: Programa de cálculo IMEDEXSA

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



A – Antecedentes y datos generales

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Igualmente, en el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede. El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia



de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y que modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del art. 13 (Libro de Incidencias) del R.D. 1.627/1997, efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Así mismo se está obligado a remitirla a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas en los casos de que exista incumplimiento reiterado de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro, por las personas facultadas para ello o, por haberse apreciado nuevas circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, tal y como establece el art. 14 del citado Real Decreto 1627/97.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente proyecto de Seguridad y Salud corresponde a la obra para la realización de la planta fotovoltaica FV FRONTÓN de 1,8 MW en Fuentes de Nava (Palencia).

La descripción de la obra se encuentra definida en la memoria del presente proyecto del cual forma parte el presente estudio de seguridad y salud.



2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El plazo previsto para la ejecución de la obra asciende a 3 meses, aunque se prevé que ésta se pueda alargar a 6.

Como base de cálculo se prevé que la mayor necesidad de personal es de 25 trabajadores simultaneando sus tareas en fase punta.

2.3. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS

Dado la situación no se prevé que existan interferencias de importancia, aunque se establecerán las medidas oportunas para la señalización y ordenación del tráfico si así fuese necesario.

2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las obras que se realizarán serán las siguientes:

- Montaje de estructura y módulos
- Tendido de cableado
- Construcción de la Subestación transformadora.
- Excavaciones
- Rellenos de tierras
- Cimentaciones
- Ejecuciones singulares: arquetas, desagües, ...

3. RIESGOS

3.1. RIESGOS PROFESIONALES

3.1.1. Movimientos de tierras

- Deslizamiento de tierras y rocas
- Desprendimiento de tierras y rocas
 - Por manejo de maquinaria
 - Por sobrecarga de los bordes de excavación
 - Por no emplear el talud adecuado
 - Por variación de la humedad del terreno
 - Por filtración acuosa
 - Por vibraciones cercanas (paso de vehículos, uso de martillos rompedores)
 - Por fallo de las entubaciones
- Atropellos, colisiones, baches y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras
- Caídas de personal y cosas desde el borde de la excavación
- Caídas de personal al mismo nivel
- Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso
- Caída de objetos (piedras, etc)
- Caídas de personal al caminar por la proximidad de un pozo
- Caídas de personas al entrar y salir de un pozo



- Atrapamiento de personas por maquinaria

3.1.2. Voladuras

No se van a precisar por lo que no lo desarrollamos.

3.1.3. Hormigonados

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distinto nivel
- Rotura o reventón de encofrados
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Las derivaciones de trabajos sobre suelos húmedos o mojados
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos)
- Fallo de entubaciones
- Corrimiento de tierras
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas
- Atropamientos
- Ruido ambiental

3.1.4. Voladuras

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero
- Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado
- Sobreesfuerzos
- Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc)
- Caídas a distinto nivel
- Golpes por caída de giro descontrolado de la carga suspendida

3.1.5. Encofrados

- Desprendimiento por el mal apilado de la madera
- Golpe de las manos durante la clavación
- Caída de personas al mismo nivel
- Cortes al utilizar las sierras de mano
- Cortes al utilizar las sierras de circular
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzo por posturas inadecuadas
- Golpes en general por objetos

3.1.6. Tendido de líneas subterráneas de B.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables



- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
 - Además:
 - Atrapamiento por bobinas de gran tamaño.
 - Cortes por equipos peladores de cable.

3.1.7. Tendido de línea subterráneas de M.T.

Identicos riesgos que para las líneas de BT

3.1.8. Construcción de Centro de Transformación

- Los descritos en movimiento de tierras.
- Además:
 - Caídas de equipos de descarga
 - Atrapamiento de miembros con la mercancía.
 - Sobreesfuerzo al ubicar equipos pesados

3.1.9. Intervención y modificación de líneas aéreas de M.T. / A.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Atrapamiento por bobinas de gran tamaño.
 - Cortes por equipos peladores de cable.
 - Atrapamiento por poleas, tirvits, puly, dinamómetros, etc.
 - Caída de objetos y equipos desde apoyos
 - Rotura de conductores y apoyos o sus partes durante el montaje.

3.1.10. Construcción de la subestación elevadora

Identicos riesgos que para los Centros de Transformación

4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican:

- Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
- Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
- Duchas con agua fría y caliente.
- Retretes.
- Comedor.

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.



Deberá justificarse por la contrata la no instalación de algunos de los módulos de servicios, si se opta por una solución alternativa (alquiler de locales, etc.).

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROX (km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Centro de Paredes de Nava	12 km aproximadamente
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Rio Carrión	27 km aproximadamente

Figura 53: Tabla con material de primeros auxilios. Fuente: Elaboración propia

El botiquín portátil ubicado en la obra dispondrá, al menos, de:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

En obra y junto al botiquín se colocará un cartel que incluirá un plano con los itinerarios más cortos a seguir hasta los centros sanitarios más próximos con Servicio de Urgencia. En él constarán direcciones y números de teléfono, así como de las clínicas y puestos de socorro, privados y públicos, situados en el entorno de la obra.

5. MEDIOS AUXILIARES

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares empleados y sus características más importantes:

- Carretillas elevadoras móviles / automotrices:
 - Tendrán toda la documentación correspondiente a mantenimiento al día. Deben cumplir la normativa específica de Seguridad para aparatos elevadores y de transporte de personas. Estarán dotadas de barandillas reglamentarias y/o canastillas adecuadas para el



transporte de personas, no se usarán para transporte de material. Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.

- Andamios sobre borriquetas:
 - La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
- Pasarelas metálicas:
 - Tendrán una anchura no inferior a 60cm, estarán protegidas con barandillas reglamentarias allí donde la profundidad de la zanja sea superior a 1,00m.
- Escaleras de mano:
 - Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
- Instalación eléctrica:
 - Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1m$:
 - I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.
 - II. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24V$.
 - III. magnetotérmico general onipolar accesible desde el exterior.
 - IV. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.
 - V. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.
 - VI. La puesta a tierra será $\leq 80 \Omega$.
 - VII. Se dispondrán tantos cuadros secundarios cómo sean precisos según el avance de las obras, estos cumplirán el REBT.
- Grupos electrógenos:
 - Cumplirán todas las normas de seguridad específicas, puesta a tierra, mantenimiento, protección de partes móviles, etc.

OBSERVACIONES:

Mantenimiento de la instalación eléctrica provisional. Se hará entrega al vigilante de seguridad de la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones diarias de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permitir conexiones a tierra a través de conducciones de agua, armaduras, pilares, etc.
- No permitir conexiones directas cable - clavija de otra máquina.
- Vigilar la conexión eléctrica de cables ayudados de cuñitas de madera. Ordenar su desconexión inmediata y llevar conexiones machos para que se instalen.
- No se permitirá que se desconecten las mangueras por el procedimiento del tirón, sino tirando de la clavija del enchufe, en posición estable del operario, incluso amarrado en caso necesario.
- Comprobar diariamente el estado de disyuntores diferenciales, antes del inicio de la jornada y después de la comida, accionando el botón del test. Deberá tenerse disyuntores de repuesto de media o alta sensibilidad e interruptores magnetotérmicos para sustituir los averiados.



B – Descripción de los procedimientos, equipos y medios

1. TRABAJOS PREVIOS

Antes de dar comienzo a las obras, se procederá al cerramiento efectivo de los terrenos según el plano de Organización General, a la instalación de las casetas de oficina, aseo, vestuarios y almacén, al acondicionamiento de la zona de acopios, así como a la colocación de la señalización de seguridad. La caseta de aseo y vestuarios dispondrá de las respectivas acometidas de agua potable y alcantarillado.

La instalación eléctrica de las casetas dispondrá de todas las protecciones reglamentarias con diferenciales de sensibilidad mínima de 30 mA. Se dotará de toma de tierra mediante picas de cobre. El suministro de energía eléctrica se podrá efectuar bien mediante acometida provisional de obra a la red de baja tensión, o bien, mediante un grupo electrógeno. La empresa adjudicataria elegirá el sistema más idóneo de acuerdo con sus procedimientos constructivos.

Los medios a utilizar son: camión grúa para descarga de casetas y vallas, retroexcavadora para excavación de zanjas de las acometidas, pala cargadora, camión y compactadora para el acondicionamiento del terreno.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En primer lugar, se procederá al movimiento de tierras necesario para:

- Desbrozar el total de la superficie de la actuación.
- Alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado.
- Nivelar las zonas donde se supere la pendiente máxima permitida por los seguidores solares.

Los taludes adoptados, a confirmar por el estudio geotécnico serán:

- Talud en desmonte 2(H): 3(V)
- Talud en terraplén 2(H): 3(V)

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora.

3. CAMINOS INTERNOS Y ACCESOS

Para el diseño de los caminos interiores a la planta se minimizará el movimiento de tierras intentando adaptar al máximo la rasante de los viales al terreno natural. Los máximos movimientos de tierras en caminos se producirán en los cruces con escorrentías, donde en el trazado de los caminos se deberá elevar la cota del terreno lo necesario para ubicar una ODT que dé continuidad a esa escorrentía.

Los caminos se diseñarán con un ancho de 4m, pendiente longitudinal mínima del 0.5% y pendiente transversal de un 2% a un agua.

El firme estará constituido por 20 cm de zahorra artificial compactada al 98%P.M, que servirá de rodadura sobre una capa de 20cm de suelo



seleccionado, a confirmar según resultados de CBR de los suelos existentes del informe geotécnico.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora y máquinas de corte.

4. CUNETAS

Las pendientes en su mayoría son superiores al 3% lo que implica la necesidad del revestimiento de hormigón de todas las cunetas.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, camión-hormigonera, placa vibradora.

5. CERRAMIENTO

La superficie total de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla conformada por malla de tipo cinegético. La malla contará con una altura de 2 metros, con acabado superior en bayoneta para la colocación de alambre de espino lo que hace una altura total de 2,5m.

6. EDIFICACIONES

Se trata de una construcción con las medidas indicadas en la memoria. La estructura está formada por pórticos de estructura metálica a un agua, cimentación por determinar según datos del geotécnico y solera de hormigón de 20 cm de espesor.



C – Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras

1. EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS

Evaluación de riesgos en movimientos de tierras:

- Verticalidad de la excavación sin entibación.
- Desprendimiento de tierras por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimiento de tierras por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Desprendimientos por no utilizar el talud adecuado.
- Atropellos y vuelcos de maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual y distinto nivel.
- Caída de materiales y objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Golpes y proyecciones.
- Ruido.

Evaluación de riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas:

- Atropello por vehículos y maquinaria.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Atrapamiento entre piezas.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Atrapamiento en zanjas.
- Entibaciones defectuosas.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Golpes y proyecciones.
- Sobreesfuerzo.
- Interferencias con servicios afectados.
- Ausencia de protecciones de los operarios.
- Vibraciones en coronación de zanjas por vehículos o maquinaria.
- Acción de las aguas.
- Desentibado incorrecto.
- Medios auxiliares de acceso a la zanja en mal estado.

Evaluación de riesgos en ejecución de montajes mecánico-estructurales:

- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Dermatitis por el contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamiento por el material a colocar.
- Aplastamiento de manos durante la guía de la maniobra de descarga.
- Polvo.



- Ruido.
- Quemaduras.

Evaluación de riesgos en ejecución de instalación eléctrica:

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pinchazos y cortes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocutación o quemaduras durante las pruebas y puesta en servicio de la instalación por:
 - Mala protección de cuadros eléctricos.
 - Maniobras incorrectas en las líneas.
 - Uso de herramientas sin aislamiento.
 - Punteo de los mecanismos de protección.
 - Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
 - Contacto accidental de la máquina de movimiento de tierras con líneas aéreas o subterráneas en servicio dentro del lugar de trabajo.

Evaluación de riesgos provocados por explosiones e incendios:

- Rotura, producida durante la excavación de algún servicio existente en el solar.
- Durante el mantenimiento de la máquina: fumar manejando recipientes con combustible; utilizar gasolina para limpiar las piezas; no apagar el motor al poner combustible en el depósito; comprobar el combustible, el nivel del refrigerante o el electrólito de la batería con llama.
- No almacenar el combustible, grasas y aceites de la maquinaria en local aislado e independiente.

Evaluación de riesgos provocados por atropellos y atrapamiento del personal:

- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida, dentro de la zona de acción de la máquina.
- Ausencia de resguardos, en los elementos móviles de la máquina.

2. EVALUACIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Riesgos debidos a la maquinaria prevista.

Evaluación de riesgos en trabajos con retroexcavadora

- Vuelco del vehículo por hundimiento del terreno.
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (aproximación excesiva a borde de taludes y bordes de excavación).
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.



- Colisiones y atropellos.
- Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con pala cargadora

- Caída de materiales desde la cuchara.
- Caía a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos en maniobras de marcha atrás y giros.
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina)
- Caídas al subir o bajar de la máquina
- Contacto con líneas eléctricas
- Interferencias con servicios afectados
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos)
- Vibraciones
- Ruido
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con compactador

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Evaluación de riesgos en trabajos con camión de transporte

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos



Evaluación de riesgos en trabajos de vibrado de hormigón

- En vibradores eléctricos
 - Vibraciones
 - Contactos eléctricos
 - Proyección de lechadas
- En vibradores neumáticos
 - Vibraciones
 - Golpes por rotura de las mangueras neumáticas
 - Proyección de lechadas

Evaluación de riesgos en trabajos con mesa de sierra circular

- Cortes en dedos y manos
- Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario
- Abrasiones
- Atrapamientos
- Emisión de polvo
- Ruido ambiental
- Contacto con la energía eléctrica
- Los derivados de los lugares de ubicación

Evaluación de riesgos en trabajos con amasadora

- Contactos eléctricos
- Atrapamientos con elementos de transmisión
- Atrapamiento con paletas de mezclado

Evaluación de riesgos con trabajos con cortadora de material cerámico

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Evaluación de riesgos con trabajos con motovolquete (dumper)

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el volquete o en el vehículo.
- Colisiones y atropellos
- Los derivados de la vibración durante la conducción
- Golpes de manivela en la puesta en marcha
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos con trabajos con camión grúa

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Golpes por la carga



- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Desplomes de elementos izados

Evaluación de riesgos en trabajo de vertido de hormigón

- En bomba de hormigón
 - Tapones o atoramientos en la tubería
 - Golpes con la manguera terminal
 - Colisiones y atropellos
- En camión hormigonera
 - Colisiones y atropellos
 - Golpes con la canaleta de vertido de hormigón
 - Vuelco del vehículo

Evaluación de riesgos en trabajos con motoniveladora

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Colisiones y atropellos

Evaluación de riesgos en trabajos con grupos electrógenos

- Explosión al cargar combustible
- Contactos eléctricos

Evaluación de riesgos en trabajos con compresor

- Vuelcos durante el transporte
- Golpes por la descarga
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape

Evaluación de riesgos en trabajos con martillos neumáticos

- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de objetos o partículas

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyecciones de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades.



- **Riesgos debidos a los medios auxiliares**

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones de los ascensores, siendo de dos tipos:
 - Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
 - Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de “V” invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero de los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:
 - Escaleras fijas, constituidas por el peldañado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras del edificio, para comunicar dos plantas distintas; de entre todas las soluciones posibles para el empleo del material más adecuado en la formación del peldañado hemos escogido el hormigón, puesto que es el que presenta la mayor uniformidad, y porque con el mismo bastidor de madera podemos hacer todos los tramos, constando de dos largueros y travesaños en número igual al de peldaños de la escalera, haciendo éste las veces de encofrado.
 - Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Visera de protección para acceso del personal, estando ésta formada por una estructura metálica como elementos sustentantes de los tablones, con ancho suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del cerramiento aproximadamente 2,50 m señalizadas convenientemente.

Los riesgos más frecuentes debido a estos medios son los siguientes:

- a. Andamios colgados:
 - Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
 - Caídas de materiales.
 - Caídas originadas por la rotura de los cables.
- b. Andamios de borriquetas:
 - Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.
- c. Escaleras fijas:
 - Caídas del personal.



d. Escalera de mano:

- Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

f. Cables, eslingas y aparejos de izado:

- Cables, eslingas y aparejos de izados.
- Caída del material, por rotura de los elementos de izado
- Caída del material por mal eslingado de la carga.



D – Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales.

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

1.1. MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO

1.1.1. Movimientos de tierra

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos de terreno.
- El frente de excavación realizada mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y parámetros verticales de una excavación debe ser inspeccionada siempre al inicio de los trabajos, por el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes de inicio (o cese) de las tareas.
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde la una excavación (mínimo 1 m, como norma general).
- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas que se protegerán mediante una barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud (como norma general).
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m del borde de coronación de un talud sin proteger, se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se inspeccionarán por el Jefe de Obra, Encargado o el Capataz, las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o el Vigilante de Seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros



para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados, etc., usted concreta.

- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se acotará el entorno y se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones, etc.) se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.
- Se prohibirá realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.
- Habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

PENDIENTE	TIPO DE TERRENO
1 / 1	Terrenos movedizos desmoronables
1 / 2	Terrenos blandos, pero resistentes
1 / 3	Terrenos muy compactos

- El personal que debe trabajos en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior a la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará en 1 m el borde de la zanja.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de la zanja.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
- Línea en yeso o cal situada a 2 m del bode de la zanja y paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).
 - a) Línea de señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
 - b) Cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.
 - c) La combinación de los anteriores.
 - Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc., transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad es establece tajos con uno de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
 - Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.



1.1.2. Voladuras

No se van a precisar, por lo que no desarrollamos este capítulo.

1.1.3. Hormigonado

1.1.3.1. Vertidos directos mediante canaletas

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 m (cono norma general) del borde la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante del retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- La maniobra de vertido será dirigida por una Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

1.1.3.2. Vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalará mediante una traza horizontal , ejecuta con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

1.1.4. Ferralla

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al copio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras, tal como se describe en los planos.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,5 m.
- La ferralla montada (pilares, perillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acoplándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte al vertedero.



- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) del trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos en dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta “in situ”.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

1.1.5. Encofrados

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (premcharán, según casos).
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán señales de:
 - a) Uso obligatorio de casco.
 - b) Uso obligatorio de botas de seguridad.
 - c) Uso obligatorio de guantes.
 - d) Peligro de caída de objetos en los lugares definidos en los planos de señalización de obra.
- El personal que utilice las máquinas-herramienta contará con autorización escrita de la Jefatura de la Obra, entregándose a la Dirección Facultativa el listado de las personas autorizadas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el dado del que no puede desprenderse la madera; es decir, desde el ya desencofrado.
- El personal encofrador, acreditará a su contratación ser carpintero encofrador con experiencia.



1.1.6. Tendido de Líneas Subterráneas de A.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
 - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
 - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
 - Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en A.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
 - La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en A.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en A.T.

1.1.7. Tendido de Líneas subterráneas de B.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten



su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.

- Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
- Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
- Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en M.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
- La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en B.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en B.T.

1.1.8. Montaje de las estructuras, módulos y los cuadros de baja tensión

- Los descritos en “Movimiento de Tierras” y “Hormigonadas”
- Además:
 - Especial cuidado a la circulación de grandes vehículos.
 - Especial cuidado y atención a las plumas y grúas de descarga.

1.1.9. Construcción del Centro de Transformación y Subestación

- Los descritos en “Movimiento de Tierras” y “Hormigonadas”
- Además:
 - Especial cuidado a la circulación de grandes vehículos.
 - Especial cuidado y atención a las plumas y grúas de descarga.

1.1.10. Intervención y modificación de líneas aéreas de A.T.

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo para detectar posibles peligros de caída de personas y estrobos a equipos y operarios.
- Se preparará el trabajo para evitar el sobreesfuerzo al personal con tiradas manejables y utilizando la herramienta adecuada.
- Las arquetas de ángulo, paso y tendido tendrán las dimensiones adecuadas que permitan el trabajo sin posturas que puedan producir lesiones o atrapamientos por rocas.
- Se revisará la maquinaria y equipo de tendido antes de empezar los trabajos para determinar su correcto estado de uso.
- El Capataz, encargado o coordinador deberá preparar un plan de trabajo para que el mismo camino se desarrolle con seguridad, evitando que unos operarios puedan perjudicar a otros en el tendido entre dos arquetas, dotándoles, si es preciso, de equipos intercomunicadores de radiofrecuencia.



- El Capataz, encargado o coordinador revisará los E.P.I. de cada operario antes de comenzar los trabajos.
- Además:
 - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
 - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
 - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
 - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
 - Se respetarán escrupulosamente las “CINCO REGLAS DE ORO” para trabajos en M.T.:
 - 1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.
 - 2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.
 - 3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).
 - 4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.
 - 5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
 - La llamada “SEXTA REGLA DE ORO” se observará también: Ningún trabajo en A.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en A.T.

1.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES

1.2.1. Protección de la cabeza

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra proyección de partículas y virutas de cobre fundido, con filtro UV para maniobra de equipos eléctricos en tensión.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

1.2.2. Protección del cuerpo

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.
- Fajas de soporte dorsal (para sobreesfuerzo de tendido).



1.2.3. Protección extremidades superiores

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen con hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo soldador.
- Protección extremidades inferiores.
- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad, clase 111.

1.3. SEGURIDAD EN ALTURA

- Arnés de Seguridad con cinturón, cuerda de mantenimiento y mosquetones.
- Línea de vida provisional:
 - Cuerda de antiácidas
 - Sistema anticaídas (COBRA, VIPER o similar homologado).
 - Gancho de enganche con sistema de recuperación.
 - Pértiga de instalación de 4 m, al menos.
- Anticaídas de reposición automática con sistema de anti-tirón con costuras de “descosido programado”.

1.4. SEGURIDAD ELÉCTRICA

- Detector de ausencia de tensión con pértiga de al menos 2 m, autoverificable.
- Equipo de salvamento portátil (a transportar en los vehículos), compuesto por:
 - Pértiga de salvamento.
 - Guantes aislantes adecuados a la tensión a la que se va a trabajar.
 - Banqueta aislante

1.5. TRABAJOS EN TENSIÓN

No se harán trabajos en tensión en ningún caso, por lo que no se desarrolla aquí, no obstante, se observará escrupulosamente todo lo descrito en el R.D. 614/2001 sobre RIESGO ELÉCTRICO y más concretamente la parte sobre DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN TENSIÓN.

1.6. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Movimiento de tierras: vallas, señalización, topes para camiones y tableros para protección de huecos horizontales.
- Muros y pavimentación: vallas, señalización y tableros para accesos.
- Protección eléctrica: Conductor de protección y pica o placa de tierra, así como interruptores diferenciales de 300 mA para fuerza y 30 mA para alumbrado.
- Protección contra incendios. Extintores portátiles.



- Voladuras: vallas y señalización incluida acústica sin perjuicio del empleo de todas las medidas reglamentarias.
- Soldaduras: Válvulas antirretroceso.

2. FORMACIÓN

Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los tajos a los que van a ser designados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear, personal y colectivamente.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de la obra.

3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

3.1. BOTIQUINES

Se dispondrá en la zona de servicios de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

3.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

3.3. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS A TERCEROS

- Señalización y balizamiento de la obra y caminos o vías limítrofes y de accesos existentes.
- Para voladuras remitirse al apartado correspondiente de Plan de Seguridad y Salud.
- En aquellas zonas de la obra con riesgo a terceros, próximas a caminos, vías públicas o zonas de paso, se realizará un cerramiento provisional.



E – Pliego de Condiciones Particulares.

1. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1. Normas de seguridad y salud generales

NORMAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Se comprobará la maquinaria antes de su utilización, tanto su estado de funcionamiento como las diversas protecciones que deba tener, estando prohibido su uso si se observase algún fallo. Se exigirá al propietario de la máquina los certificados de las revisiones que deba pasar en el transcurso de la obra.

Se revisarán periódicamente los circuitos hidráulicos y neumáticos, tanto de la maquinaria de excavación como de la auxiliar que se utilice.

El personal será experto y conocerá los riesgos de este tipo de actividad. Al inicio de los trabajos será informado de los métodos a emplear, el sistema de excavación o perforación, las medidas de seguridad a emplear y la forma de actuación en caso de accidente.

Se controlará mediante el riego periódico, la formación de ambiente pulvígeno. Se prohibirá el estacionamiento y la circulación de personas en las zonas de excavación y carga de escombros.

Los vehículos cumplirán las normas del Código de Circulación en lo que se refiere a luces, bocinas, etc.

En los lugares en los que el ruido sea superior a 80 dBA se utilizarán protectores auditivos.

Para el acceso de vehículos a las zonas de trabajo se construirán rampas cuya pendiente no sea superior al 8%.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas.

Se establecerán caminos de circulación para vehículos y personal de obra en las zonas de trabajo, que se señalizarán adecuadamente.

Se reconocerá el estado del terreno antes de iniciarse el trabajo diario, especialmente después de lluvias.

Se dispondrán barandillas de protección o como mínimo se señalizarán bermas, pozos y zanjas, para evitar caídas de personal.



NORMAS DE SEGURIDAD EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

El acceso a las zanjas se ha de hacer por medio de escaleras de mano sólidamente fijadas al límite superior y que sobresaldrán como mínimo un metro.

Se prohíbe el amontonamiento de tierras, materiales, tubos, etc. a una distancia inferior a 2 metros del límite de la excavación. Esta distancia puede variar en función de la profundidad y de las características del terreno.

El montaje de los tubos se hará por medios mecánicos y para el traslado y descenso al fondo de la excavación se emplearán los medios adecuados para garantizar la inmovilidad.

Las maniobras de aproximación y ajuste de tubos se harán con las herramientas adecuadas y nunca con los pies o las manos.

Durante las maniobras de descenso de los tubos no habrá ninguna persona en el fondo de la zanja, bajo la vertical del tubo que se iza.

Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los límites de la zanja hasta que se tape definitivamente.

Los pozos de registro se protegerán con la tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si esto no fuera posible con tapas provisionales de resistencia probada. Se extremará el cuidado cuando estén en zonas de paso de vehículos y personal.

Se revisarán periódicamente los elementos de izado en la maquinaria de elevación y transporte.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

Se prohíbe el acceso al interior del pozo a toda persona ajena al proceso de construcción.

NORMAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.



Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal, en presencia del Jefe de Obra y de la Dirección Facultativa.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, así como que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección parcial. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

1.2. Normas de seguridad y salud profesionales

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DE LA MAQUINARIA

En retroexcavadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.



- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- En ningún caso se sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En pala cargadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y conocerá y cumplirá las normas de la “Guía del operador”.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- No excavará un frente de altura superior a un metro de la altura máxima de la pala.
- En ningún caso sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilara el buen funcionamiento de las luces.

En motovolquete (dumper)

- Respetará las señales del código de circulación.
- Se prohíbe bajar las rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- No circulará por rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y del 30% en terreno seco.
- No se sobrecargará el vehículo, y se distribuirá la carga uniformemente para evitar vuelcos.
- Se prohíbe terminantemente realizar maniobras peligrosas y sobrepasar los 20 km/hora.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el vehículo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y tendrá permiso de conducir.



- Se considerará siempre que el vehículo es una máquina, no un automóvil.
- Antes de empezar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos y el estado de los frenos.
- Al poner el motor en marcha se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de golpe para prevenir posibles golpes.
- No se pondrá el vehículo en marcha sin cerciorarse de que el freno de mano está en posición de frenado para evitar movimientos incontrolados.
- No se sobrepasará nunca la carga máxima.
- Está prohibido transportar personas en el dumper, no admitiéndose ninguna excepción a esta regla.
- Se evitará sobrepasar con la carga la línea de visión del conductor.
- Se evitará descargar al borde de cortes del terreno, si ante estos, no existe instalado un tope final de recorrido.
- Respetará las señales de circulación interna, y por supuesto las de tráfico en el caso de utilizar carreteras o calles públicas. En ningún caso sobrepasará en obra los 20 km por hora.
- Si se debe remontar pendientes con el dumper cargado, se hará marcha atrás para evitar vuelcos.
- Los conductores estarán en posesión del carnet de conducir clase B-1 en el caso de tener que circular fuera del recinto de la obra.

En camión de transporte.

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- Para cargar se mantendrá el vehículo lo más nivelado posible y colocado de manera que la cuchara de descarga deposite el material sin peligro.
- El chófer no abandonará la cabina cuando esté cargando.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- No se accionará el mando del basculante hasta que el vehículo esté parado.
- Después de descargar se accionará la palanca del basculante y se comprobará que la caja ha bajado y está en posición de transporte.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.

En camión grúa

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.



- En presencia de líneas eléctricas aéreas, mantendrán las distancias de seguridad.
- Se situará siempre en terrenos seguros y estables.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tablones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
- El gancho llevará pestillo de seguridad.
- Revisión al menos trimestral de la grúa y sus elementos auxiliares.

Camión hormigonera

- No se parará en recodos o curvas de poca visibilidad.
- Probará los frenos después de limpiarlo o de circular por zonas mojadas.
- No circulará con la canaleta suelta.
- Maniobrará lentamente mientras descarga el hormigón de los tajos.
- No hará marcha atrás sin asegurarse que el camino está libre.
- En caso de bascular hormigón en pendientes se asegurará el buen funcionamiento del freno de mano y se calzará adecuadamente el vehículo.
- En caso de ausencia del conductor no se dejarán puestas las llaves.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal, puede producir accidentes.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad.



- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra”, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas, o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

Vibradores eléctricos.

- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya consistencia no será superior, de



acuerdo con la sensibilidad del diferencial, la que garantice una tensión máxima de 24 V.

Vibradores neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.

En motoniveladora.

- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- El maquinista será siempre una persona cualificada y conocerá el tipo de trabajo a realizar, el método a emplear y la naturaleza y estado del terreno en el que se ha de mover.
- Trabajará siempre a velocidad adecuada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En grupos electrógenos.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Las partes activas estarán aisladas.
- Las mangueras estarán protegidas contra la humedad y la abrasión.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 V.

En compresores.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Se protegerán del sol u otras fuentes de calor los recipientes de presión.
- Las mangueras se protegerán contra golpes, paso de vehículos, etc.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
- Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

En martillos neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.
- Los mangos y puños serán del tipo que absorban las vibraciones.
- Tendrán un diseño que los haga fácilmente manejables.



- Estarán equipados con un atenuador de sonido bien interior o exteriormente.
- No se desmontará la manguera del martillo sin haber cortado antes el aire.
- Se comprobará el acoplamiento perfecto de los punteros, barrenas, etc., con el martillo.
- Se trabajará siempre con los pies en un plano superior al de ataque con el puntero.
- Para prevenir la proyección de partículas que puedan dañar al operario, deberá utilizar ropa de trabajo cerrada, gafas antiproyecciones y mandil, manguitos y polainas de cuero.
- Para evitar las vibraciones utilizará cinturón antivibratorio y muñequeras.
- Para evitar lesiones en los pies utilizará botas de seguridad, homologadas clase III para prevenir posibles daños pulmonares por el polvo se utilizará mascarillas con filtro mecánico recambiable.
- Si el martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, se evitará apoyarse a horcajadas sobre ella, para recibir más vibraciones de las inevitables.
- No se dejará el martillo hincado en el suelo, pared o roca, para evitar la dificultad de extraerlo después.
- Antes de accionar el martillo se asegurará que está perfectamente amarrado el puntero.
- Si el puntero está gastado o deteriorado se cambiará para evitar posibles accidentes.
- Se vigilará que las mangueras de gases estén en perfecto estado.
- Los operarios serán especialistas, para prevenir los riesgos de impericia.
- Se prohíbe expresamente el uso de martillos en presencia de líneas eléctricas y/o gas enterradas a partir de ser encontradas las bandas de señalización.

En mesa de sierra circular.

- Será manejada por personal especializado y con instrucción de su uso que deberá estar autorizado para utilizarla.
- El personal empleará pantallas o gafas para protegerse de posibles proyecciones a los ojos o a la cara.
- El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
- La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
- La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables.
- Sobre la mesa, se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.



En amasadora.

- El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a intemperie y su conexionado perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa y estará la toma de tierra conectada a la misma.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada.
- La limpieza de las paletas de mezclado se realizará con la máquina parada.

Herramientas portátiles y manuales

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento, o bien de toma de tierra asociada a un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etcétera, para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidos mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.



- La instalación de letreros con leyendas de “máquina averiada”, “máquina fuera de servicio”, etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas anti deflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Las herramientas accionadas mediante compresor, se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m., (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.
- Las herramientas a utilizar en esta obra, accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro), abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán en forma aérea. Se señalizarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

1.3. Normas de seguridad y salud de equipos auxiliares

Prevención de riesgos en andamios sobre borriquetas.

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos de trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm por los laterales para evitar el riesgo de vuelco, y la separación de las borriquetas no será superior a 2,50 m. – Los andamios se formarán con un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose el uso de bidones, tablonés, etc.



- Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura, formada por listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.

Prevención de riesgos en escaleras de mano.

- No se podrán utilizar para salvar alturas de más de 6 m. Se deberán utilizar para mayores alturas, escaleras telescópicas.
- En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
- Sobrepasarán en 0,90 m la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
- Se instalarán de tal modo, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior; $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos.
- El acceso de los operarios se hará de uno en uno, y se efectuará frontalmente. No se podrán transportar pesos superiores a 25 kg.
- Serán preferiblemente metálicas. En el caso de ser de madera, tendrán los largueros de una sola pieza, sin nudos o defectos, los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y no estarán pintadas, si no que el barniz será transparente.

Prevención de riesgos en cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado.

- Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
- No se utilizarán los elementos de manutención haciéndolos formar ángulos agudos o sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
 - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
 - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
- No utilizar cables ni cadenas anudados.
- En la carga a elevar se elegirán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación con el centro de gravedad del bulto.
- La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Se observarán con detalle las siguientes medidas:
 - Cuando haya que mover una eslinga se aflojara lo suficiente para desplazarla.
 - No se desplazará una eslinga situándose debajo de la carga.
 - No se elevarán las cargas de forma brusca.

Prevención del riesgo de incendio.

- Se seguirán las siguientes medidas de seguridad:
- Designación de un equipo especialmente formado para el manejo de los medios de extinción.
- Cortar la corriente desde el cuadro general, para evitar cortacircuitos una vez acabada la jornada laboral.
- Prohibir fumar en las zonas de trabajo donde haya un peligro evidente de incendio, a causa de los materiales que se manejen.
- Prohibir el paso a personas ajenas a la empresa.



Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados.

NORMAS DE SEGURIDAD EN LA PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS; CONDUCCIONES DE GAS, TELÉFONO Y AGUA

Líneas eléctricas subterráneas

Actuaciones previas:

- Informarse de la posible existencia de cables enterrados.
- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.
- En el caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la Compañía (indefinición de comienzo o fin de descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.) se considerará a todos los efectos a la línea en tensión, por lo que, en el caso de que se deba trabajar ineludiblemente en el área afectada por la línea se deberán considerar dos procedimientos:

Procedimientos de operación:

1) Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado y sistema de protección).

- Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 0,50 m., debiendo continuarse la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o hasta la cubierta aislante en caso de cubrición con arena o tierras.
- El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede), y posterior protección, se efectuará de conformidad con la compañía suministradora de fluido eléctrico.
- Estos trabajos de comienzo a fin deberán estar supervisados "in situ" por un responsable de los mismos.
- Las protecciones personales obligatorias, específicas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
- El responsable de los trabajos no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el visto bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.
- En cualquier caso, es preceptiva la realización de calicatas por lo menos en dos puntos del trazado, para confirmar la exactitud de la línea, antes del inicio de los trabajos.



2) Conocida la existencia de una línea, pero no su trazado, profundidad o sistema de protección mecánica.

- Solicitar de la Compañía que mediante un detector de campo nos defina las coordenadas del trazado de la línea en la zona a operar.
- Si ofrecen garantías sobre la exactitud de las mediciones, se operará de acuerdo con el apartado 1o, pero solicitando la supervisión por persona cualificada perteneciente a la compañía eléctrica.
- Si no ofrece garantías la medición, o no la realiza la compañía eléctrica, se efectuará el correspondiente escrito a la Propiedad de la obra poniéndola en antecedentes del caso, así como el no inicio del trabajo en la posible zona afectada, dado su extrema peligrosidad, al objeto que efectúe las diligencias necesarias para el correspondiente descargo, o en su caso, la realización de los trabajos por la compañía eléctrica o por otra, con la correspondiente especialización en trabajos en tensión.

Conducciones de gas.

Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Cuando se trabaje próximo a estas conducciones o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibido la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre dicha conducción.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantas cargas.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas que funcionen eléctricamente dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.
- Si hubiera que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio,



equipando los escapes con rejillas cortafuegos. En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.

Conducciones de teléfono.

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En caso de rotura o fuga en la canalización, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Conducciones de agua.

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado de la conducción. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la conducción, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no se rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular cualquier elemento de la conducción en servicio.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar la conducción como punto de apoyo.
- En caso de rotura de la conducción, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora para su posterior reparación.



Normas de seguridad y salud en accesos y señalización

A- Accesos

- Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- El ancho mínimo será de 4,5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas.
- Se colocarán las siguientes señales:
 - Al comienzo de la rampa señal de “subida con pendiente”.
 - A la salida de la rampa señal de “stop”.
 - A la entrada de la rampa señales de “limitación de velocidad a 20 km/h”, “bajada con pendiente” y “entrada prohibida a peatones”.
- Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

B- Señalización

- De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.
- Se instalará un cartel en la oficina de obra con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los teléfonos, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
 - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Utilización obligatoria del casco.
- En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro de caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de prohibido fumar.



- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

Asimismo, se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando los cerramientos necesarios. Para ello se limitará físicamente todo el perímetro de las obras mediante una valla de cerramiento. La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueco de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo masnet de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas, y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada, etc. que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalizarán según la Norma de Carreteras 8.3-IC del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 31 de agosto de 1987.

Las señales serán de los tipos:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señales manuales.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

1.4. Instalaciones de Salud y Bienestar

Todas las instalaciones de la obra, se mantendrán limpias, por lo que se organizará un servicio de limpieza para que diariamente sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin. En esta obra se cumplirán las siguientes normas:

- Comedor
 - 1 Calientacomidas por cada 30 operarios.
 - 1 Grifo en la pileta por cada 10 operarios.
- Asesos



- 1 Inodoro por cada 25 operarios.
- 1 Ducha por cada 10 operarios.
- 1 Lavabo por cada 10 operarios.
- 1 Espejo (40 x 50) por cada 25 operarios.
- 1 Calentador agua.
- Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.
- Vestuarios
 - Bancos, perchas.
 - 1 Taquilla por trabajador.

1.5. Organización de la seguridad y Salud en la obra

Órganos de seguridad en obra

Vigilante de seguridad

La empresa constructora estará obligada a nombrar un vigilante de seguridad que será el encargado general de la obra. Deberá comunicarse su nombre a la Dirección Facultativa de las obras previamente al comienzo de las mismas. El nombramiento del vigilante de seguridad estará permanentemente expuesto en lugar visible.

Su misión es la de hacer eficaces los medios de seguridad, previendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud que será el órgano de seguimiento de las condiciones de seguridad de la obra, de forma permanente.

El Comité estará formado por:

- Presidente; el jefe de obra.
- Vigilante de Seguridad: encargado general.
- Secretario: administrativo de obra.
- Vocales: un representante de nuestro personal y un representante de los trabajadores de cada subcontrata.

El Comité se reunirá mensualmente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Dirección Provincial de Trabajo recabando el correspondiente acuse de recibo. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud.

Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados a Vigilante y Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.



Formación e Información de Riesgos.

Todo el personal deberá recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Normas de Seguridad para todos los trabajadores

Todos los trabajadores saldrán del vestuario con la ropa de trabajo, el casco y las otras prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Se considera falta grave la no utilización de estos equipos.

Accederán a los puntos de trabajo por los itinerarios establecidos y utilizarán los pasos, torretas, escaleras, etc., instalados con esta finalidad.

No utilizarán las grúas dumpers, retros, etc., como medio de acceso al puesto de trabajo.

No se situarán en el radio de acción de maquinaria en movimiento.

No permanecerán bajo cargas suspendidas.

No trabajarán en niveles superpuestos.

No manipularán cuadros o líneas eléctricas. Si se produjese alguna avería, avisarán al encargado o al personal de mantenimiento correspondiente.

Cumplirán las instrucciones que reciban de los encargados, capataces, y vigilantes de seguridad.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

Notificación e Investigación de Accidentes.

Todos los accidentes que se produzcan deberán ser notificados e investigados para evaluar su gravedad potencial y adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar su repetición.

Seguimiento y control

Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.



2. Protecciones personales.

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas. Se adjunta modelo de justificante de entrega de Equipos de Protección Individual.

3. Protecciones colectivas

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

4. Instalación del personal.

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria

F – Presupuesto y mediciones de Seguridad y Salud

El presupuesto para el suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de señalización necesarios para la ejecución del proyecto, tapado de zanjas, señalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos, además de la coordinación de seguridad y salud en la obra y la asistencia técnica ascenderá a cuatromil ochocientos cincuenta euros [4.850,00 €].

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

PLIEGO DE CONDICIONES



1. CONDICIONES GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente pliego de condiciones se tendrá por objeto el regular, garantizar y confrontar que tanto los materiales, aparatos, obras, instalaciones... se hagan de acuerdo a unas condiciones determinadas.

1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y normas citadas.

1.3. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

-Comienzo

El contratista dará comienzo a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma de contrato.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

-Plazo de ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.



Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

-Libro de Ordenes

El contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.5. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma.

1.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe del contrato.

1.7. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.8. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.



1.9. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

-Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr ese día el plazo de garantía.

-Plazo de garantía

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

-Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.10. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo de garantía no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.



2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en las últimas ediciones de los siguientes códigos:

1. Reglamento electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
3. Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
4. Recomendaciones UNESA y normas UNE.
5. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (C.E.I).
6. Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Y además, también a lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

2.2. PERSONAL

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

2.3. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Técnico Director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas serán a cargo de la empresa contratada.



3. CONDICIONES TÉCNICAS

3.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

3.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los cables que se emplearán en el tendido de las Líneas Subterráneas de Baja, Media y Alta Tensión serán unipolares de aislamiento de dieléctrico seco de las características descritas en la Memoria y Planos.

No se permitirán realizar empalmes. En caso de tener que hacerse alguno, sólo se permitirá en los cableados de corriente continua y se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme. Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

3.1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1 - Todos los materiales utilizados en las obras e instalaciones, serán de constructores o fabricantes de reconocida solvencia. El contratista vendrá obligado a presentar cuantas especificaciones se requieran para comprobar la bondad de los citados materiales.

2 - Todos los elementos o materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias, deberán estar convenientemente homologados por las entidades oficiales, estatales o paraestatales que entienden del caso.

3 - Los materiales que lo requieran, deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.

4 - No se admitirán elementos o materiales que no cumplan los requisitos anteriores no pudiendo presentar el contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazado a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.

5 - Todo el material utilizado deberá estar homologado por UNESA por la CEI, o en todo caso debe ser material que haya sido verificado por el Ministerio de Industria como cumplidor de las exigencias técnicas de funcionamiento requeridas para él. Deben de estar grabados en el material cuanto menos la tensión de servicio y la intensidad para la que han sido dimensionados.

6 - No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o técnico competente, según corresponda.



3.1.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Antes de la recepción de las instalaciones, deberán haber sido realizadas las siguientes mediciones, claro está, con resultados satisfactorios:

- Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición del poder dieléctrico de la instalación.
- Medición de la toma de tierra.

y haberse realizado las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual general de la instalación.
- Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.

Debiendo hacerse constar todos estos extremos, en la certificación de Dirección y Terminación de Obra correspondiente a esta instalación.

3.1.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

1º - Queda terminantemente prohibido el acceso a los apoyos. a toda persona ajena a su funcionamiento, exceptuando a todo el personal técnico de la misma o perteneciente a la empresa suministradora y también al Agente de la Administración o algún representante del mismo.

2º - El personal encargado de las manipulaciones, tendrá especial cuidado en conservar en perfecto estado de funcionamiento y limpieza todos los elementos y protecciones instalados. Asimismo se asegurará con frecuencia que los conductores que unen las apoyos con las tomas de tierra estén en perfecto estado.

3º - No se efectuará ninguna manipulación tanto en la parte de alta tensión, como en la de baja, sin tener previa y absoluta seguridad de que la corriente ha sido cortada.

4º - La maniobra con los seccionadores se realizará siempre que previamente se haya desconectado el interruptor general. Para esta maniobra se utilizará siempre una pértiga de maniobra, situándose sobre una banqueta aislante y colocándose unos guantes de seguridad de 24 kV. de aislamiento.

5º - No obstante haber tomado las medidas de precaución a que se refiere el art. 3º, siempre que se tenga necesidad de manipular en un aparato de alta tensión (sin corriente), se hará a ser posible, con una sola mano y sin tocar masa con la otra. Se emplearán guantes aislantes.

6º - Siempre que se observe alguna anomalía se pondrá en conocimiento del superior inmediato.



3.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS CENTROS Y LA SUBESTACIÓN

3.2.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.2.1.1. OBRA CIVIL

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el ITC-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.2.1.2. APARAMENTA DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

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

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

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

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

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

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.2.1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.



Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

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

3.2.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Ésta será redundante según se indique en la memoria del Proyecto.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas. Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.



En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.2.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.2.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

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

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición de las Tensiones de Paso y Contacto.
- Resistencia de Puesta a Tierra.

3.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

3.2.4.1. PREVENCIÓNES GENERALES

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación o subestación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación o subestación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.



En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro o subestación, para su inspección y aprobación, en su caso.

3.2.4.2. PUESTA EN SERVICIO

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3.2.4.3. SEPARACIÓN DEL SERVICIO

Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

3.2.4.4. PREVENCIÓNES ESPECIALES

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.



No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de seccionamiento, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

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

Autorización administrativa de la obra.

Proyecto firmado por un técnico competente.

Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.

Certificado de ensayos de los conductores.

Certificado de calidad y de ensayos de los seguidores solares, inversores, módulos solares, contadores de medida, transformadores de medida y cualquier otro equipo u elementos de la instalación.

Certificación de fin de obra.

Contrato de mantenimiento.

Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5. LIBRO DE ÓRDENES

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

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS



1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Se redacta el presente documento con el objeto de definir la planificación para la reducción y la gestión de los residuos generados por el desarrollo de las obras definidas como:

- Tipo de obra: Instalación solar fotovoltaica, Centro de Transformación y línea Subterránea y aérea de Media Tensión.
- Emplazamiento: Fuentes de Nava (Palencia).
- Técnico redactor: Roberto Antolín del Valle, Pre-Colegiado 557 de IngenierosVA.
- Productor de los residuos: Promotor de la obra, en este caso, Universidad de Valladolid.

2. DEFINICIONES

A continuación se identifican los residuos a generar en la obra según la codificación de la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Terminología:

- RCDs Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU Residuos Sólidos Urbanos
- RNP Residuos NO peligrosos
- RP Residuos peligrosos

3. NORMATIVA

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22.04.1998).

- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE núm. 25, de 29.01.2002).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE núm. 43, de 19.02.2002).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, se muestra en la siguiente tabla:

RCDs Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
	17 02 01	Madera
3. Metales		
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
X	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
X	20 01 01	Papel
5. Plástico		
X	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
X	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

Figura 54: Tabla de residuos generados en obra. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente



RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
X	17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
4. Piedra		
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
X	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
X	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

Figura 55: Tabla de residuos generados en obra. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

- 1 Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
- 2 Residuos de procedentes de las cimentaciones
- 3 Residuos procedentes de demoliciones
- 4 Residuos procedentes de la excavación de la zanja de las líneas eléctricas.
- 5 Residuos procedentes del hincado, cimentación y montaje de los seguidores solares.
- 6 Residuos procedentes del embalaje de los equipos eléctricos y electrónicos.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA	
Superficie Construida total	52000,00 m ²
Volumen de residuos (S x 0,10)	5200,00 m ³
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m ³)	0,50 Tn/m ³
Toneladas de residuos	2600,00 Tn
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	414,37 m ³
Presupuesto estimado de la unidad de obra	39.966,50 €
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	599,50 € (entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

RCDs Nivel I				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		621,56	1,50	414,37

RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	94,80	1,30	72,92
2. Madera	0,040	75,84	0,60	126,40
3. Metales	0,025	47,40	1,50	31,60
4. Papel	0,003	5,69	0,90	6,32
5. Plástico	0,015	28,44	0,90	31,60
6. Vidrio	0,005	9,48	1,50	6,32
7. Yeso	0,002	3,79	1,20	3,16
TOTAL estimación	0,140	265,44		278,32
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	75,84	1,50	50,56
2. Hormigón	0,120	227,52	1,50	151,68
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	1.023,82	1,50	682,55
4. Piedra	0,050	94,80	1,50	63,20
TOTAL estimación	0,750	1.421,98		947,98
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	132,72	0,90	147,46
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	75,84	0,50	151,68
TOTAL estimación	0,110	208,56		299,14

Figura 56: Estimación de residuos producidos en la obra. Fuente: Elaboración propia



Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCDs que van a vertederos, se consideraran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

NOTA: Los porcentajes (%) se extraen del Plan Nacional de Residuos 2001 - 2006. Se basan en los estudios realizados en la Comunidad de Madrid para obra nueva. El Plan RCD de la CAM 2002-2011 establece valores ligeramente diferentes, pero siempre se trata de una estimación variable en función del tipo de obra.

En el punto 6,4 del Plan RCD de la CAM 2002-2011 se estima que de la totalidad de residuos de una obra nueva, el 32% son tierras y productos inertes no recuperables que pasarán a depósito, el 20% serán de tipología variada entregados a cada gestor y el 48% pasará a plantas de reciclaje, con un rechazo estimado del 17%.

6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Utilización de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.



7. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de separación de los residuos en obra.

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

• Hormigón	160 Tm
• Ladrillos, tejas, cerámicos	80 Tm
• Metal	2 Tm
• Madera	1 Tm
• Vidrio	1 Tm
• Plástico	0,5 Tm
• Papel y Cartón	0,5 Tm

En el caso del presente proyecto, aunque no se superan los supuestos de generación contemplados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación “in situ” de los RCD marcados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008,
- aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.
-

Operaciones de reutilización y valorización.

Dadas las características de la obra, no se prevé en principio la reutilización ni valorización “in situ” de los residuos, a excepción de parte de las tierras procedentes de la excavación de zanjas, que se reutilizarán en la propia obra, yendo la otra parte a vertedero autorizado. Sin embargo, se procurará la reutilización en las propias instalaciones de aquellos elementos retirados y desmontados que se encuentren en buenas condiciones, como por ejemplo, cables o tubos de las canalizaciones. En cualquier caso, se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su valorización y reutilización en la propia instalación u otras externas a la obra.

Operaciones de reutilización y valorización.

Mediante la separación de las distintas fracciones de residuos se facilitará la gestión posterior, estando previsto el siguiente destino para cada una de ellas.

INSTALACIONES PREVISTAS

Tipo de RCD	Destino previsto
Excedentes de excavaciones	Vertedero
RCD de naturaleza pétreo	Planta de reciclaje / Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal

Figura 57: Tabla resumen de tratamiento de residuos. Fuente: Elaboración propia

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:

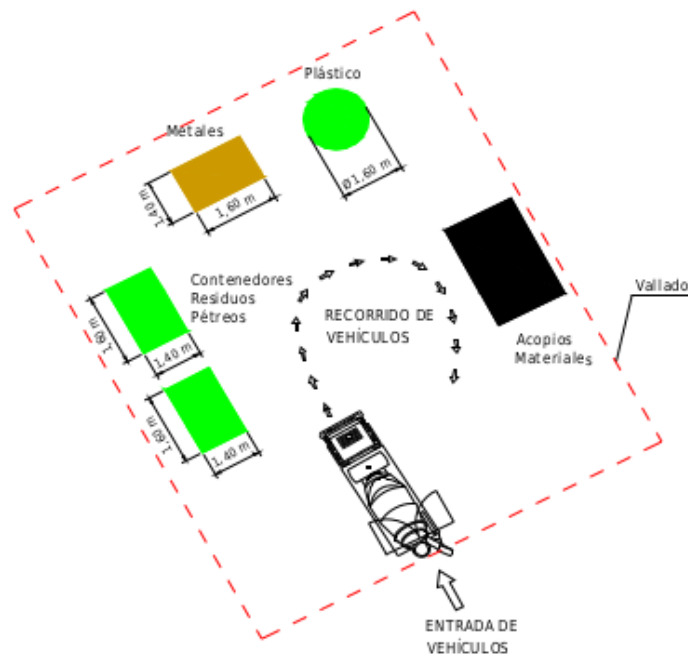


Figura 58: Esquema de instalaciones previstas en la obra. Fuente: Elaboración propia



8. PRESUPUESTO

8.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza)				
Tipología RCDs	Estimación (m ³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m ³)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	414,37	4,00	1.657,48	4,1472%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €				4,1472%
RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétreo	947,98	10,00	9.479,84	23,7195%
RCDs Naturaleza no Pétreo	278,32	10,00	2.783,18	6,9638%
RCDs Potencialmente peligrosos	299,14	10,00	2.991,42	7,4848%
Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				38,1681%
- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
6.1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I			0,00	0,0000%
6.2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II			0,00	0,0000%
6.3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...			159,87	0,4000%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			17.071,79	42,7152%

Figura 59: Presupuesto de gestión de residuos. Fuente: Elaboración propia

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

PRESUPUESTO



CÓDIGO UDS RESUMEN
IMPORTE

CANTIDAD PRECIO

CAPO1 ACTUACIONES PREVIAS

A01	ud Topografía Colocación De Picas En Coordenadas Trabajos profesionales de topógrafo para preparación del terreno incluyendo geoposicionamiento de elementos y mediciones para correcta ubicación de los componentes de la instalación.			
				1350,00 2,34 3159,00
A02	m² Desbrozado Y Limpieza Del Terreno A Máquina Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
				52.000,00 0,04 2.080,00
A03	ud Estudio Topográfico, Geotécnico Y Pull Out Del Terreno			
				1,001.500,00 1.500,00
A04	ud Estudio De Cobertura Para Telecomunicaciones De Subestación Y Otros			
				1,00 650,00 650,00
TOTAL CAPO1				7.389,00



CAPO2 CAMPO SOLAR

B01 OBRA CIVIL

B01.01 ZANJAS Y ARQUETAS

B01.01.01 m³ EXC. En Zanja En Cualquier Tipo De Terreno

Excavacion en zanja encualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecanicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavacion a lugar de empleo dentro de la superficie de actuacion, perfilado nivelado y compactacion del fondo de caja al 100% del Proctor Modificado, medido segun perfil, realmente ejecutado. Descripcion en planos y memoria.

715,00 5,02 3.589,30

B01.01.02 m³ Arena De Rio Lavada

Arena de rio lavada para el tendido y proteccion de los tubos en zanja, incluso compactacion.

52,00 24,89 1.294,28

B01.01.03 m³ Rell/Comp.Zanja C/Rana C/Apor

Relleno, extendido y compactado con tierras de préstamo en zanjas, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de tajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.

485,00 26,62 12.910,70

B01.01.04 ud Arqueta Registrable Pref. HM 60x60x60 cm

Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x60 cm, medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigon, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. De espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.

18,00 94,80 1.706,40

TOTAL B01.01..... 19.500,68



B01.02 EDIFICACIÓN Y CIMENTACIONES

B01.02.01 ud Hincado De Poles 1,5m

Hincado de pilares soporte de la estructura hasta la profundidad indicada en los ensayos, comprendiendo replanteo de pilares, implantación, nivelación y posicionamiento en los puntos de trabajo, limpieza del lugar del trabajo. Según normas. Medida la unidad ejecutada. 1,5 metros de profundidad.

630,00 24,95 15.718,50

B01.02.02 m³ Exc.Zanja A Mano <2m.T.Compacto

Excavación en zanjas, hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.

10,00 28,09 280,90

B01.02.03 m³ Horm. HA-25/B/32/Ila CIM. V.Manual

Hormigón para armar HA-25/B/32/Ila, de 25 N/mm²., consistencia blanda, Tmax.32, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según EHE-08 y DB-SE-C.

18,00 73,40 1.321,20

B01.02.04 m2 SOL.HM-25/B/16/I 15cm.+ Enca.15cm

Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/16/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 15 cm. De espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según la normativa en vigor EHE-08 y DB-SE-C.

200,00 16,40 3.280,00

TOTAL B01.02..... 20.600,60

TOTAL B01..... 40.101,28



B02 ESTRUCTURAS SOLARES

B02.01 ud Seguidor Solar Braux 3H20 Bihilera 60 Módulos

Suministro y montaje de seguidor solar 2H30 para 60 módulos Bihilera a un eje N-S con giro +55o E-O incluyendo perfilaría de acero conformado y laminado en caliente con limite elástico igual o superior a 275 N/mm2, actuador lineal, motor eléctrico con seguimiento en modalidad multibacktracking y salida de comunicación modbus RS485, ethernet y/o wifi/zigbee y pequeño material. Todo instalado y funcionando.

88,002.258,60198.756,80

B02.02 ud Seguidor Solar Braux 3H20 Monohilera 60 Módulos

Suministro y montaje de seguidor solar 2H30 para 60 modulos Monohilera a un eje N-S con giro +55o E-O incluyendo perfilaría de acero conformado y laminado en caliente con limite elastico igual o superior a 275 N/mm2, actuador lineal, motor eléctrico con seguimiento en modalidad multibacktracking y salida de comunicación modbus RS485, ethernet y/o wifi/zigbee y pequeño material. Todo instalado y funcionando.

2,001.889,00 3.778,00

TOTAL B02.....202.534,80

B03 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

B03.01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

B03.01.01 ud Panel Fotovoltaico

Panel fotovoltaico policristalino modelo Trunsun TSP-335/330-72 de 335/330Wp y o similar con unas dimensiones 1.956x991x40mm, construido con cristal templado de 3.2 mm de espesor y estructura anodizada de aluminio, y preparado para trabajar a la tensión de 1.500V, con una garantía por parte del fabricante de 25 años, incluyendo colocación, montaje, conexionado y p.p. de pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.

5.400,00 43,76236.304,00

TOTAL B03.01.....236.304,00



B03.02 PROTECCIONES

B03.02.01 ud Diferenciales 4P 800V Regulables

Interruptores diferenciales para conexión entre Cuadros GBT e inversores. Totalmente instalados y testados, según esquemas y memoria. Incluye armario/envolvente para su instalación dentro de la caseta de BT y Control.

15,00 206,17 3.092,55

B03.02.02 ud Cuadro Protecciones Seguidor

Cuadro de protecciones para alimentación de motor eléctrico 230 V AC para seguidor fotovoltaico monofila a un eje E-0 con capacidad para 12 líneas de alimentación.

46,00 118,20 5.437,20

B03.02.03 ud Pararrayos PDC 45 m. Nivel I.

Pararrayos electrónico con dispositivo de cebado (PDC) realizado de acuerdo con la UNE 21.186, formado por cabezal de nivel I 45 m., sobre mástil de 6 m. de acero galvanizado y 50 mm. de diámetro, sujeto por doble anclaje. De un solo bajante de conductor de cobre trenzado de 50 mm² de sección, sujeto por grapas adecuadas, tubo protector de 3 m. de altura, contador de rayos, puesta a tierra mediante placa de cobre electrolítico puro en arqueta registrable. Totalmente montado y conexionado.

1,003.955,49 3.955,49

TOTAL B03.02..... 12.485,24

B03.03 INVERSORES

B03.03.01 ud Inversor Ingeteam SUN 100TL PRO 100 kW

Inversor fotovoltaico con potencia 100kW y tensión máxima 1,5 kV con tensión de salida 400V. Dispone de una entrada de MPP, protección contra sobretensiones tipo II y sistema de protección anti-islanding. Cuenta con sistema de monitorizan de las entradas en CC y salidas en AC. Grado de protección IP54. Totalmente instalado y funcionando.

15,003.737,18 56.057,70

TOTAL B03.03..... 56.057,70



B03.04 LÍNEAS ELÉCTRICAS

B03.04.01 m Línea Conductores Unipolares 2x6mm² Cu

Circuito realizado con conductor de cobre unipolar 2x6 mm² tipo PV1-F incluido p./p. de cajas de registro, terminales de conexión y regletas de conexión. Según REBT.

16.782,00 2,9048.667,80

B03.04.02 m Línea Conductores Unipolares 4X240mm² XZ1 0.6/1kV Al

Circuito realizado con conductor de Aluminio unipolar 4x1x240 mm² tipo XZ1 incluido p./p. de Arquetas de registro y regletas/terminales de conexión. Según REBT.

1.532,00 21,3432.692,88

B03.04.04 m Tubo Polietileno 160 mm Diámetro

Canalización formada por ud. de tubo de polietileno reticulado instalados en zanja sobre cama de arena de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluida arena.

7.164,00 2,2315.975,72

B03.04.05 m Línea De Conductor UTP CAT 6

Suministro e instalación de líneas de telecomunicaciones para sistema de comunicaciones entre equipos con cable UTP categoría VI. Totalmente instalada y conexionada con todos los sistemas. Incluye tendido, terminales, conexionado, pruebas y pequeño material.

1.787,00 2,925.218,04

TOTAL B03.04.....102.554,44



B03.05 PUESTA A TIERRA

B03.05.01 m Red Toma De Tierra Estructura 35 mm².

Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm², uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba. Según REBT.

345,00 11,04 3.808,80

B03.05.02 ud Pica De T.T. 200/14,3 FE+CU

Pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, totalmente instalada.

105,00 56,92 5.976,60

TOTAL B03.05..... 9.785,40

TOTAL B03.....422.441,70

B04 INSTALACIÓN DE SEGURIDAD ANTI INTRUSIÓN

B04.01 ud Instalación de Seguridad Anti-intrusión

Instalación completa de seguridad antiintrusión, con un videograbador 32 canales, monitor, cámaras compactas con IR, sirena optoacústica, barreras infrarrojas, central de alarmas ADSL+GSM todo totalmente cableado, conexión, instalado, incluyendo mástiles y pequeño material.

1,005.305,58 5.305,58

TOTAL B04..... 5.305,58



B05 SCADA POWER PLANT

B05.01 ud Scada Power Plant

Sistema Scada para monitorización de contadores de tarificación, TTR, seguidores e inversores. Servicio en la nube. Incluye armario rack, router, switch, convertidores, SAI y minipc.

1,00 2.700,00 2.700,00

TOTAL B05..... 2.700,00

TOTAL CAPO2667.828,44

CAPO3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

C01 EDIFICIO

C01.01 ud Edificio de Transformación: pfu-4/30

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu-4/30, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

1,008.450,00 8.450,00

TOTAL C01..... 8.450,00

C02 EQUIPO DE MT

C02.01 ud Entrada / Salida 1: cgmcosmos-I

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV; In = 630 A; Icc = 16 kA / 40 kA; Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm; Mando: motorizado tipo BM. Se incluyen el montaje y conexión.

1,004.688,13 4.688,13



C02.02 ud Protección General: cgmcosmos-v

Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV; In = 400 A; Icc = 16 kA / 40 kA; Dimensiones: 480 mm / 850 mm / 1740 mm; Mando (automático): manual RAV; Relé de protección: ekor.rpg-2001B. Se incluyen el montaje y conexión.

1,006.776,25 6.776,25

C02.03 ud Medida: cgmcosmos-m

Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV; Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm. Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria. Se incluyen el montaje y conexión.

1,003.997,50 3.997,50

C02.04 ud Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

1,00 617,50 617,50

TOTAL C02..... 16.079,38



C03 EQUIPO DE POTENCIA

C03.01 ud Transformador 1: transforma.organic 24 kV
Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 2000 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de +/-2.5%, +/-5%. Se incluye también una protección con Termómetro.

1,0021.897,20 2021.897,20

TOTAL C03..... 21.897,20

C04 EQUIPO DE BT

C04.01 ud Cuadro BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT
Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: Interruptor automático de 1000 A; Salidas formadas por bases portafusibles: 5 Salidas con Fusibles gG 160A; Tensión nominal: 440 V; Aislamiento: 10 kV; Dimensiones: Alto:900 mm, Ancho: 300 mm,

3,003.948,75 11.846,25

C04.02 ud Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1
Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 8xfase + 4xneutro de 2,5 m de longitud.

1,001.288,30 1.288,30

C04.03 ud Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida
Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.

1,002.230,80 2.230,80

TOTAL C04..... 15.365,35



C05 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

C05.01 ud Tierras Exteriores de protección y de servicio Transformación: Geometría Rectangular

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexcionada, empleando conductor de cobre desnudo y Tierra de servicio o neutro del transformador e Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección, según el anexo planos.

1,002.476,50 2.476,50

C05.02 ud Tierras Interiores de protección y de servicio Transformación

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora e Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

1,001.202,50 1.202,50

TOTAL C05..... 3.679,00



C06 VARIOS

C06.01 ud Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de Telemando

Armario de control, según norma Iberdrola, de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexonados los siguientes aparatos y materiales: - Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci. - Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda. - Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos según especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc. Batería: Batería de Pb vida mínima de 15 años. Capacidad nominal: 13 Ah a 48 Vcc. - Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones. - Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas. - Maneta Local / Telemando. - Bornas, accesorios y pequeño material.

1,005.525,00 5.525,00

C06.02 ud Equipo de Telegestión: ekor.gid - Gestor Inteligente Distribución

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación Iberdrola, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo). La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

1,001.131,00 1.131,00

C06.03 ud Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.

1,00 283,00 283,00

C06.04 ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT; Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1,00 390,00 390,00



C06.05 ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante; Par de guantes aislantes; Una palanca de accionamiento; Armario de primeros auxilios.

1,00 357,50 357,50

TOTAL C06..... 7.686,50

TOTAL CAPO3 73.157,43

CAPO4 EVACUACIÓN

D01 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

D01.01 m LÍNEA CON CABLE SECO 3X1X150mm2 HEPRZ1 AI

Circuito realizado con conductor de aluminio unipolar 3x1x150 mm2 tipo HEPRZ1 incluido p./p. de terminales de conexión, mano de obra y pequeño material. Según RLAT.

198,00 26,54 5.254,92

D01.02 ud BOTELLAS TERMINALES CST2R/24/150

Ud. botellas terminales para conexión de conductores de 150 mm2 tipo HEPRZ1 incluido mano de obra y pequeño material. Según RLAT.

6,00 78,66 471,96

TOTAL D01 5.726,88



D02	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN			
D02.01	ud APOYO C-3000-14 + CRUCETA RC-20/5 + TUBO AC. GALV + ANTIESCALO + ACERA PERIM. + PAT + JUEGO BOTELLAS TERM + ELEM. AVIFAUNA			
	Ud. de Apoyo C-3000-14, cruceta de amarre plana RC-20/5, Tubo de acero galvanizado para paso subtr. 3m., Antiescalo metálico de acero galvanizado de 2,5m de altura, Acera perimetral hormigón según memoria de proyecto, Puesta a tierra de apoyo de maniobra incluyendo punto fijo, Juego de botellas terminales de exterior cable subterráneo TES/2 y elementos de protección para la avifauna según memoria del proyecto. Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según RLAT y NI			
				2,00 4.587,25 9.174,50
D02.02	ud Angular para montaje de aparamenta L.70.7-2040			
	Ud. Angular para montaje de aparamenta L.70.7-2040. Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según RLAT y NI.			
				4,00 254,09 1.016,36
D02.03	ud Aislador Polimérico CS70AB-20 montado para sujeción de LAMT			
	Ud. Aislador polimérico CS70AB-20 montado para sujeción de LAMT. Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según RLAT y NI.			
				12,00 42,82 513,84
D02.04	ud Juego de Seccionadores LB			
	Ud. Juego de seccionadores LB (Load Buster). Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según RLAT y NI.			
				1,00 188,01 188,01
D02.05	ud OCR según descripción del Proyecto			
	Ud. Órgano de Corte en Red. Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según memoria RLAT y NI.			
				1,00 5.441,29 5.441,29



D02.06 m Línea trifásica LA-56 incluyendo puentes

m. de conductor desnudo LA-56. Incluye mano de obra y pequeño material quedando totalmente montado, conexionado y en servicio. Según RLAT y NI.

15,00 32,37 485,55

TOTAL D02 16.819,55

TOTAL CAP04 22.546,43

CAP05 MEDIDAS MEDIONAMBIENTALES

E01 PA Medidas Medioambientales En La Obra

Partida Alzada de Medidas Medioambientales. Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, retirando una capa de 10 cm de espesor aproximadamente, incluyendo la carga por medios mecánicos y el transporte al vertedero, con p.p. de medios auxiliares. Balizamiento de las superficies de ocupación por maquinaria y personal de obra, permanente y/o en circulación, además de las zonas de obras (parque de obra, zonas utilizadas en el acopio de materiales, zonas destinadas al mantenimiento de la maquinaria, zonas de movimiento y actuación de la maquinaria, viales a emplear, etc.). Desbroce de un perímetro de seguridad de la zona de obras.

1,00 7.916,59 7.916,59

TOTAL CAP05 7.916,59



CAPO6 GESTIÓN DE RESIDUOS

F01 PA Gestión De Residuos

Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y el Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

1,0017.071,79 17.071,79

TOTAL CAPO6 **17.071,79**

CAPO7 SEGURIDAD Y SALUD

G01 PA Seguridad Y Salud En Obra

Suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de nacionalización necesarios para la ejecución del proyecto, incluyendo aquellos elementos de corte en el camino, tapado de zanjas, nacionalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos.

1,004.850,00 4.850,00

TOTAL CAPO7 **4.850,00**

CAPO8 PRUEBAS, ENSAYOS E INGENIERÍA

H01 Ud Planos As Built E Ingeniería De Detalle

1,001.500,00 1.500,00

H02 Ud Ensayos De Paso Y Contacto En Centro De Transformación

5,00 76,20 381,00

H03 Ud Inspección Inicial Por Organismo De Control

1,00 506,71 506,71



H04	Ud Ensayos De Conductores De Media Tensión Según Mt 2.33.15			
			<u>1,00</u>	<u>660,41</u>
H05	Ud Flash Test En Campo Al 33% De Los Módulos Fv			660,41
			<u>1,006.482,36</u>	<u>6.482,36</u>
TOTAL CAPO8			9.530,48



RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
CAPO1	ACTUACIONES PREVIAS	7.389,00.....	0,91
CAPO2	CAMPO SOLAR	667.828,44...	82,42
CAPO3	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	73.157,43.....	9,03
CAPO4	EVACUACIÓN	22.546,43. .	2,78
CAPO5	MEDIDAS MEDIOAMBIENTALES	7.916,59.....	0,98
CAPO6	GESTIÓN DE RESIDUOS	17.071,79.....	2,11
CAPO7	SEGURIDAD Y SALUD	4.850,00.....	0,60
CAPO8	PRUEBAS, ENSAYOS E INGENIERÍA	9.530,48.....	1,18
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		810.290,16	
13,00 % Gastos generales		105.337,72	
6,00 % Beneficio industrial		48.617,41	
Suma G.G. y B.I.		153.955,13	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		964.245,29	
21% IVA		202.491,51	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1.166.736,80	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO SESENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS.

En Valladolid, a Junio de 2019

El matriculado en Grado en Ingeniería Eléctrica

Roberto Antolín del Valle

Pre - Colegiado 557 de IngenierosVA



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

PLANOS



ÍNDICE DE PLANOS

1. DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. DE PLANTA: VISTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y EVACUACIÓN
3. DE PLANTA: AFECCIONES URBANÍSTICAS CON PGOU
4. DE PLANTA: AFECCIONES CARRETERAS, CAMINOS, LÍNEAS ELÉCTRICAS Y LINDEROS
5. DE PLANTA: ACCESOS A OBRA, ZONAS DE ACOPIO Y PUNTO LIMPIO
6. DE PLANTA: LAYOUT GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
 - 6.1. LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 1
 - 6.2. LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 2
 - 6.3. LAYOUT INSTALACIÓN FV. AMPLIACIÓN 3
7. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PARTE DC
8. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA. PARTE AC
9. ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO DE SERVICIOS AUXILIARES DEL CT
10. ESQUEMA UNIFILAR DE TELECOMUNICACIONES DE LA INSTALACIÓN
11. DE DETALLE: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
12. DE DETALLE: ZANJAS Y ARQUETAS
13. DE DETALLE: SEGUIDOR SOLAR (TRACKER)
14. DE DETALLE: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
15. DE DETALLE: APOYO CON OCR Y PASO AÉREO – SUBTERRÁNEO
16. DE DETALLE: APOYO ENTRONQUE DE LÍNEA



TRABAJO DE FIN
DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE SITUACIÓN Y
EMPLAZAMIENTO

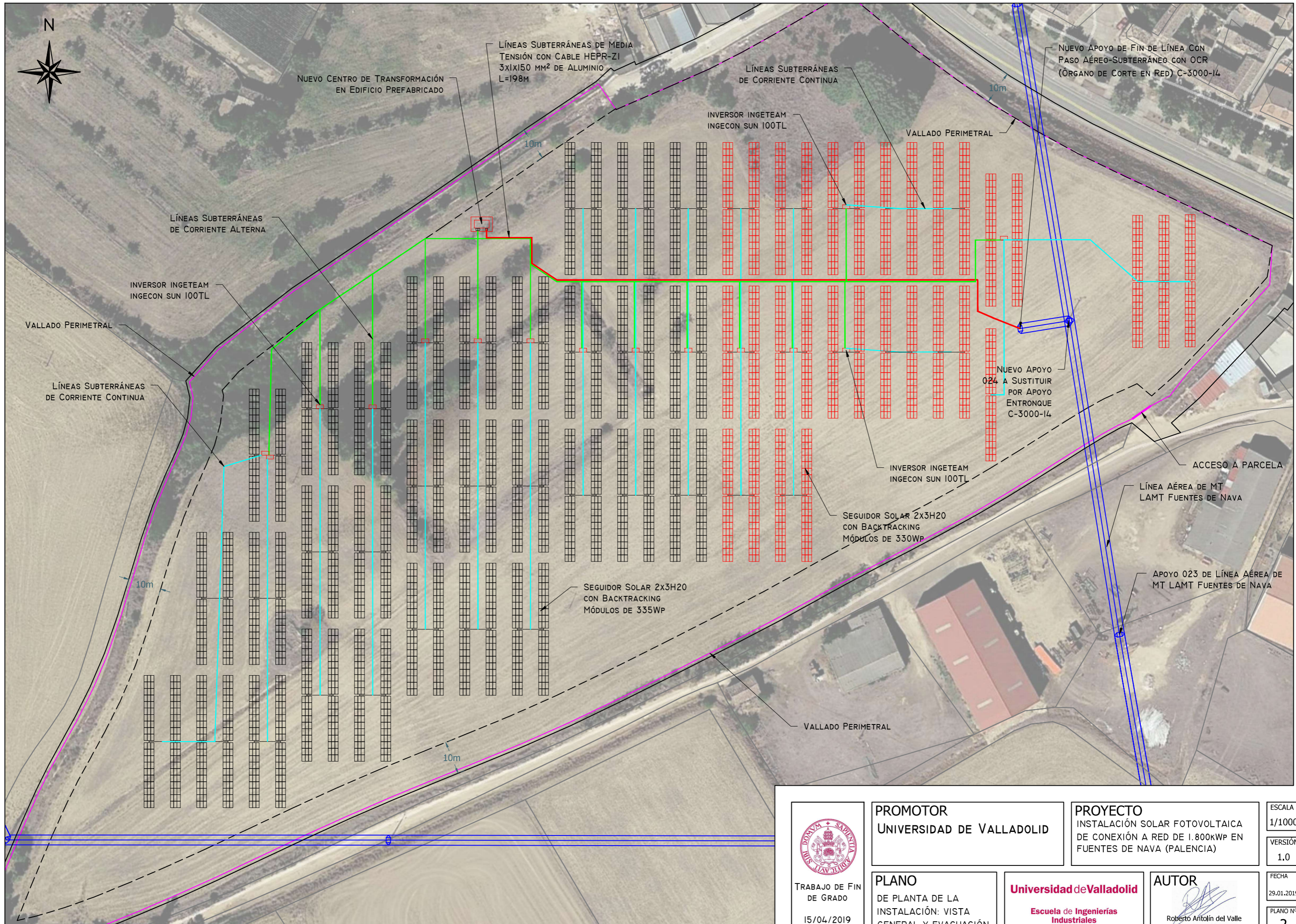
Universidad de Valladolid
**Escuela de Ingenierías
Industriales**

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN
FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

AUTOR

Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
S/E
VERSIÓN
1.0
FECHA
29.01.2019
PLANO Nº
1



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

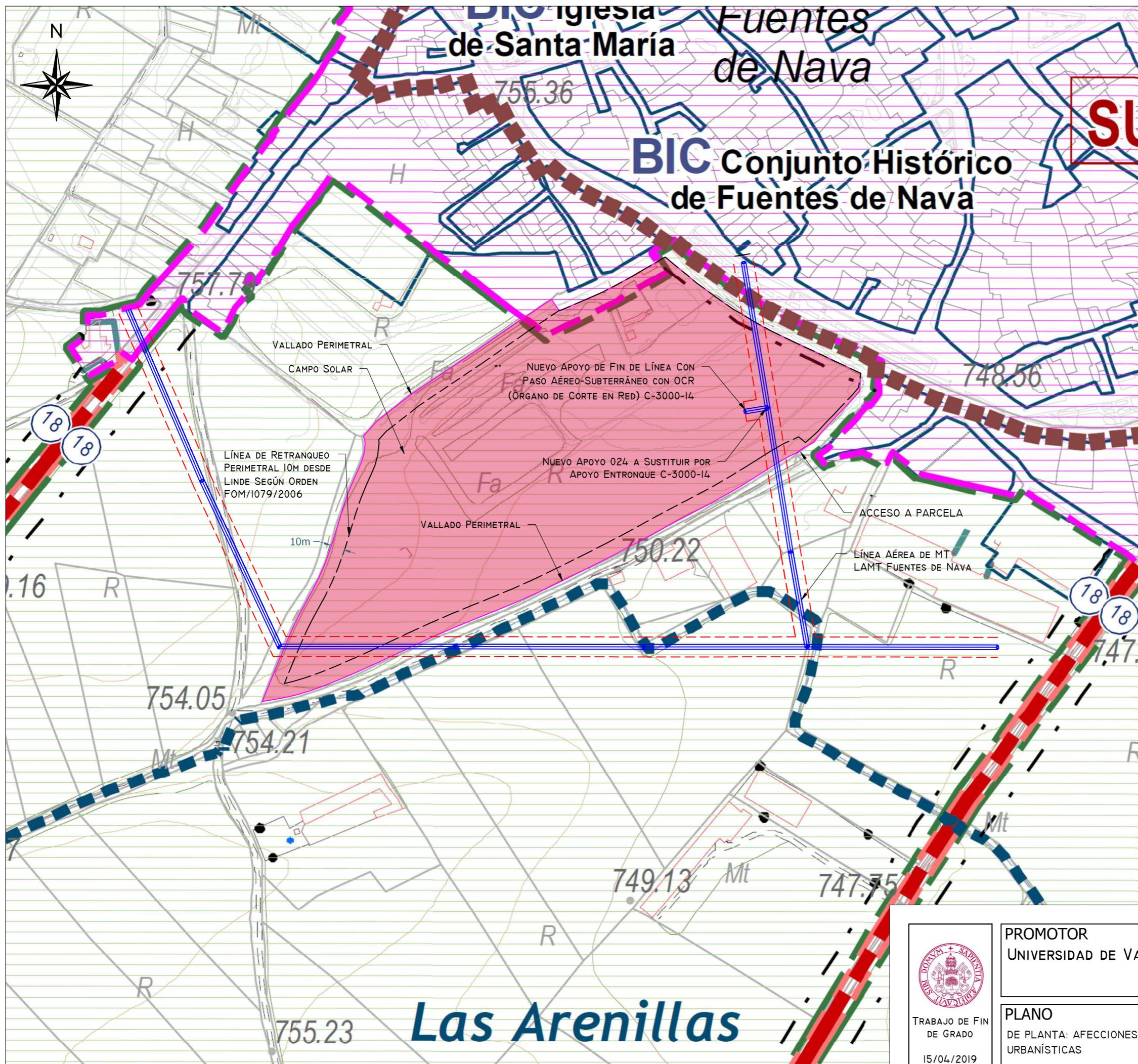
PLANO
DE PLANTA DE LA INSTALACIÓN: VISTA GENERAL Y EVACUACIÓN

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
1/1000
VERSIÓN
1,0
FECHA
29.01.2019
PLANO Nº
2



SUELO URBANO

CLASIFICACION

SU-C SUELO URBANO CONSOLIDADO
SU SUELO URBANO NO CONSOLIDADO

ETIQUETADO

SU-C ACRONIMO DE CATEGORIA DEL SUELO

AMBITOS DE PLANEAMIENTO

AMBITOS DE PLANEAMIENTO

SECTOR EN SUELO URBANO NO CONSOLIDADO

ETIQUETADO

INDICADOR DE AMBITO DE PLANEAMIENTO
 SU-NC SE 1 NUMERO DE REFERENCIA DEL SECTOR

SUELO RUSTICO

CLASIFICACION DEL SUELO

SR-U SR-U RUSTICO URBANO
SR-PC SR-PC RUSTICO DE PROTECCION CULTURAL
SR-PI SR-PI RUSTICO DE PROTECCION DE INFRAESTRUCTURAS
SR-PN en SR-PN en RUSTICO DE PROTECCION NATURAL (REN Red de Espacios Naturales)

SR-PN cc SR-PN cc RUSTICO DE PROTECCION NATURAL (Canal de Castilla)
SR-PN ll SR-PN ll RUSTICO DE PROTECCION NATURAL (LIC Laguna de la Nava)
SR-PN vp SR-PN vp RUSTICO DE PROTECCION NATURAL (Vía Pecuarie)
SR-PN cr SR-PN cr RUSTICO DE PROTECCION NATURAL (Cauces y Riberas)

ETIQUETADO

SR-PN cr IDENTIFICADOR DE CATEGORIA DEL SUELO
SR-PN cr IDENTIFICADOR DE SUBCATEGORIA DEL SUELO

SISTEMAS GENERALES

TIPO DE SISTEMA GENERAL

SG-EQ SG-EQ SISTEMA GENERAL DE EQUIPAMIENTOS
SG-SU SG-SU SISTEMA GENERAL DE SERVICIOS URBANOS

ETIQUETADO

SG EQ 1 NUMERO
SG EQ 1 TIPO

OTRAS INDICACIONES

OTRAS INDICACIONES

BIC CANAL DE CASTILLA

- - - - - AREA DE ENTORNO
 - - - - - AREA DE PROTECCION
 - - - - - AREA DE AMONAJAMIENTO, DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO

VIAS PECUARIAS

- - - - - COLADA

OTROS ELEMENTOS

- - - - - LIMITE TERMINO MUNICIPAL (FUENTE IGR)
 - - - - - MANZANA CATASTRAL URBANA
 - - - - - PARCELA CATASTRAL RUSTICA
 - - - - - LIMITE DE EDIFICACION
 - - - - - OLEODUCTO
 - - - - - HIPOMETRIA, CARTOGRAFIA E5

CULTURALES

BIC LIMITE DEL CONJUNTO HISTORICO (BIC)
BIC BIC Bien de Interés Cultural
 Conjunto Histórico Fuentes de Nava
 Canal de Castilla
 Iglesia de Santa María

TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE PLANTA: AFECCIONES URBANÍSTICAS

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

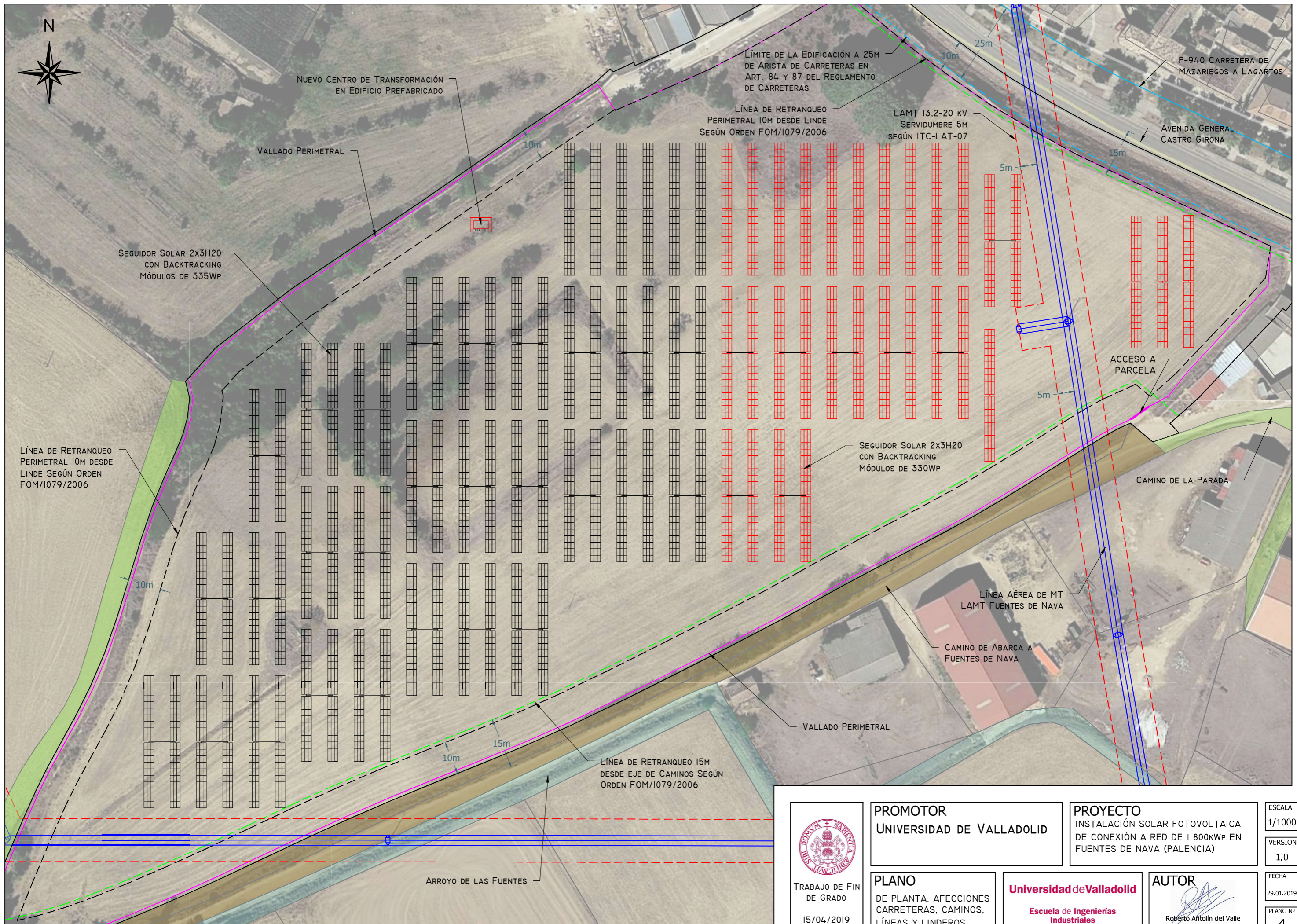
ESCALA
1/1000

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
3

Las Arenillas



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

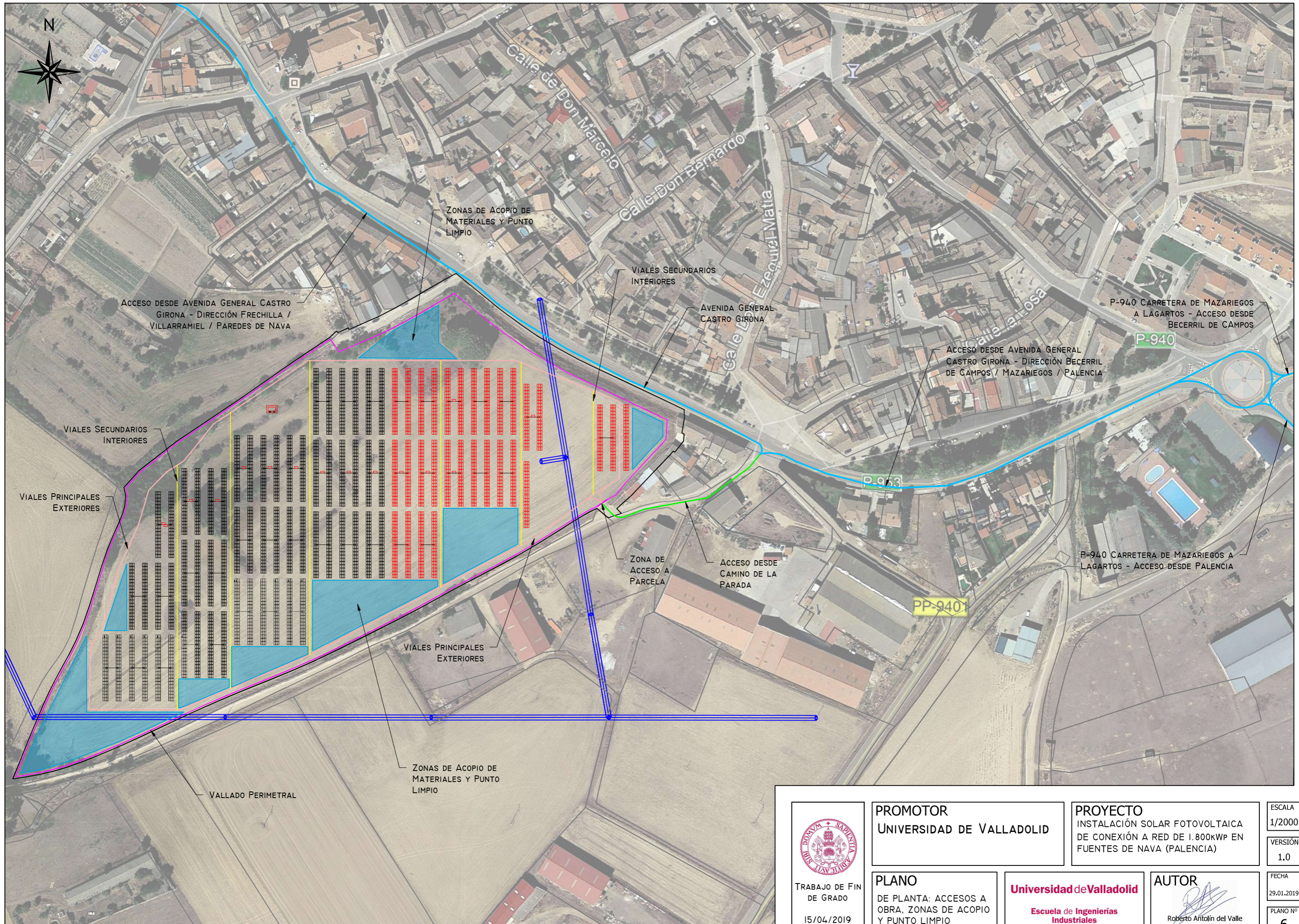
PLANO
DE PLANTA: AFECCIONES CARRETERAS, CAMINOS, LÍNEAS Y LINDEROS

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
1/1000
VERSIÓN
1,0
FECHA
29.01.2019
PLANO Nº
4



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE PLANTA: ACCESOS A OBRA, ZONAS DE ACOPIO Y PUNTO LIMPIO

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

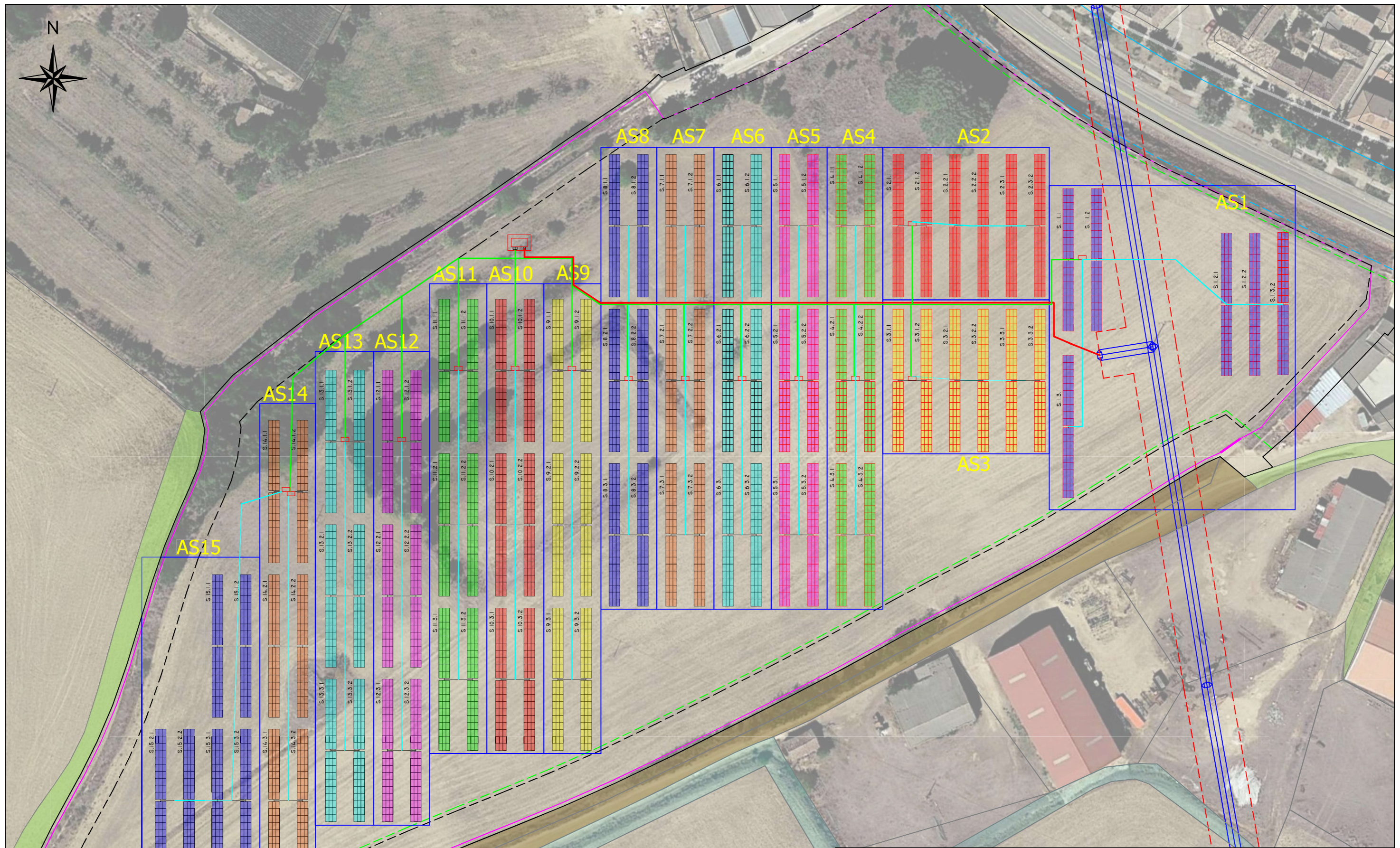
AUTOR
[Signature]
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 IngenierosVA

ESCALA
1/2000

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
6



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR

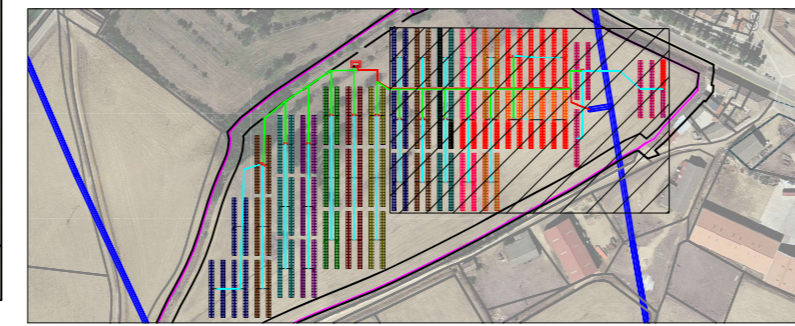
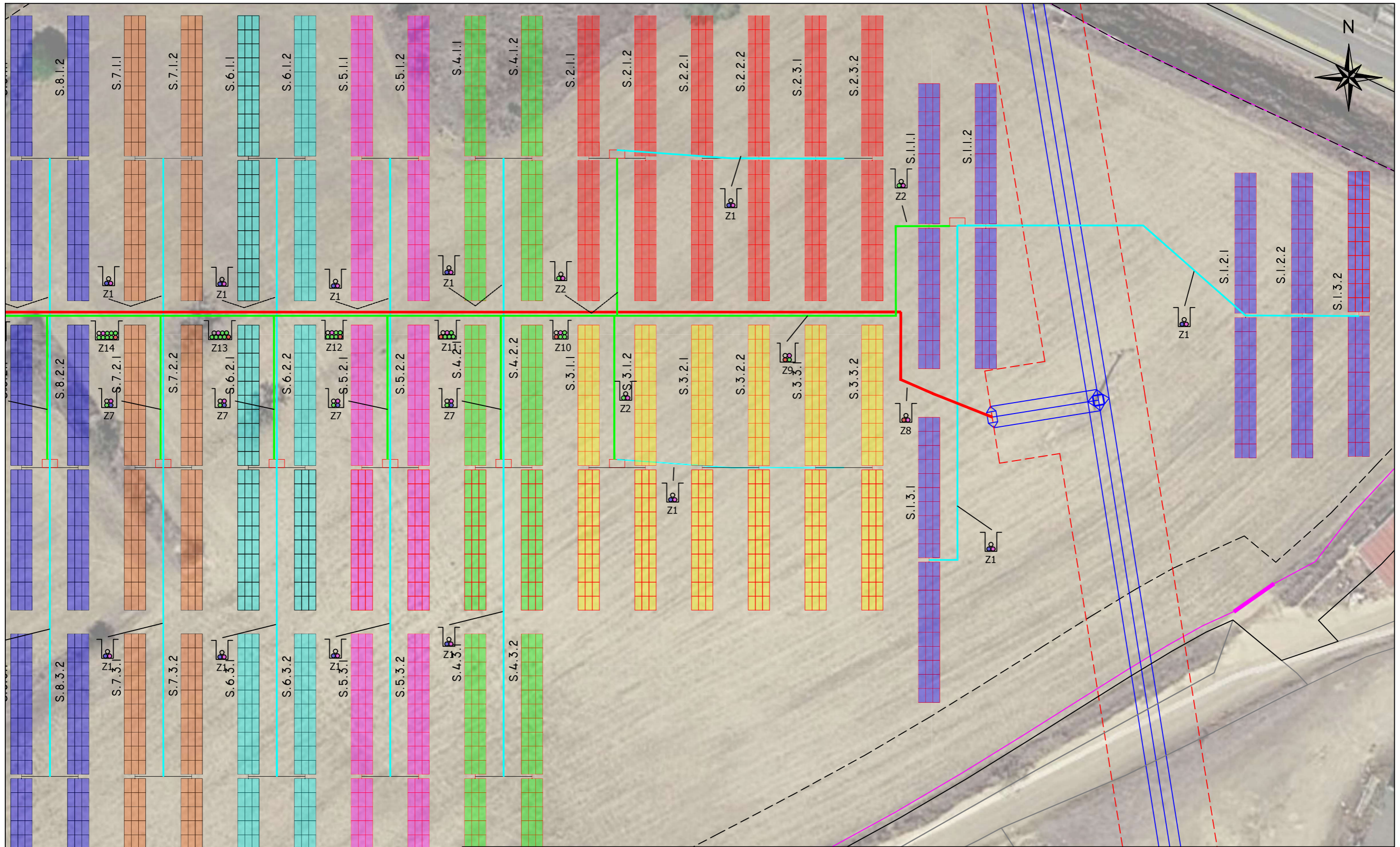
Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
1/1000

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
6



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
1/500

VERSIÓN
1,0

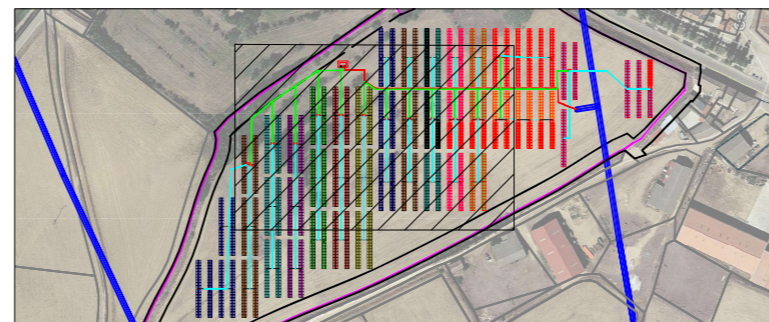
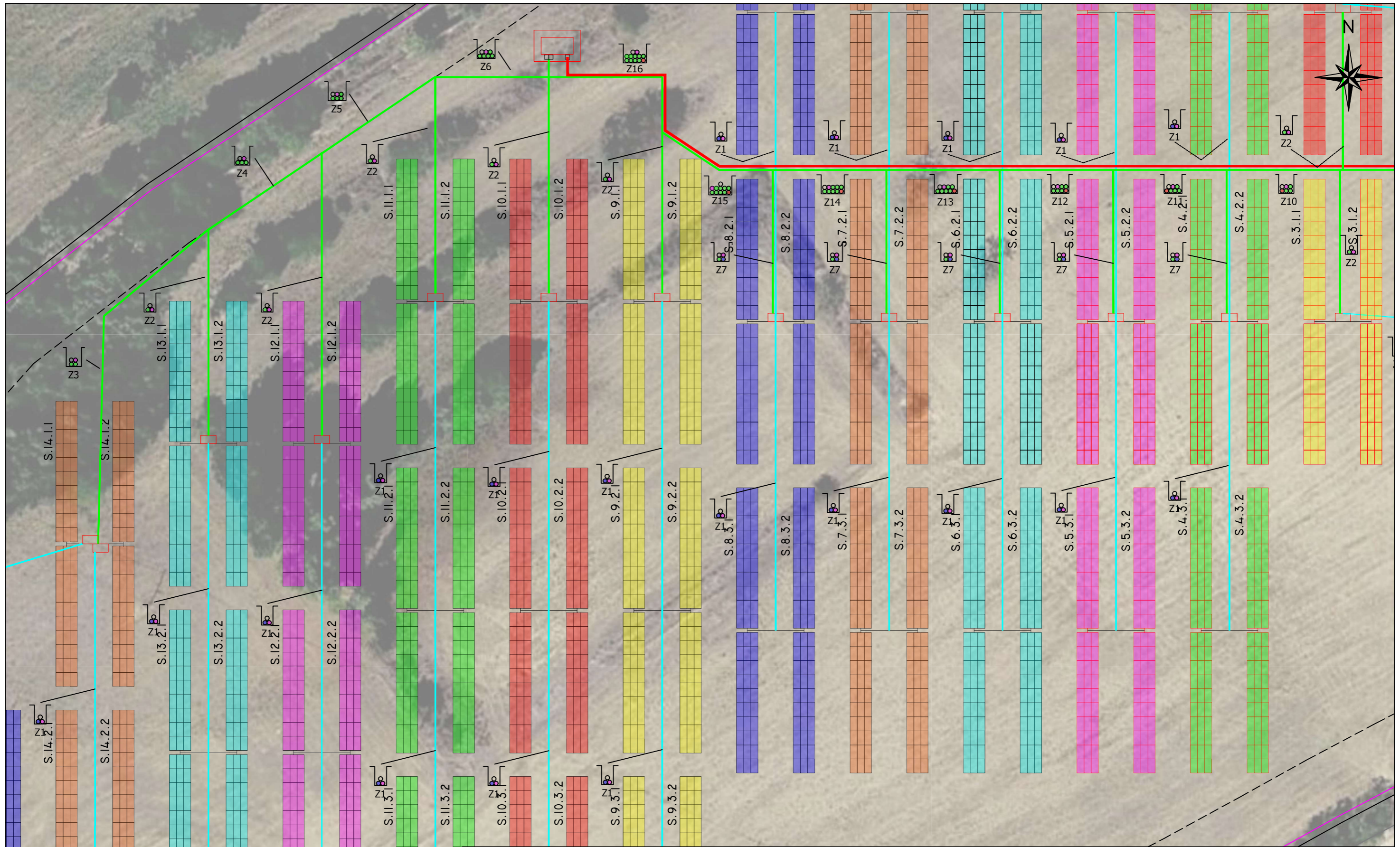
PLANO
DE PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
6.1




 TRABAJO DE FIN DE GRADO
 15/04/2019

PROMOTOR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
 DE PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

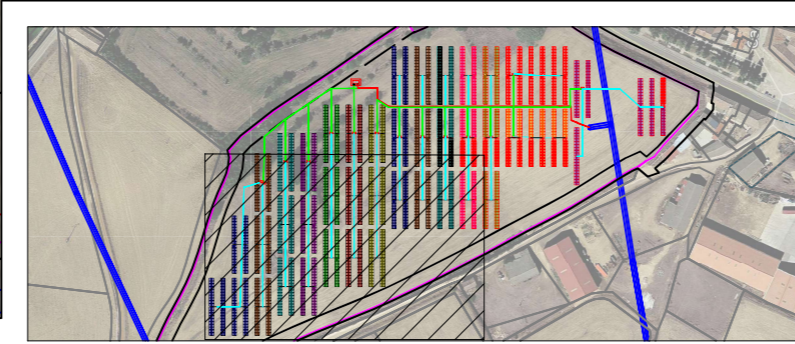
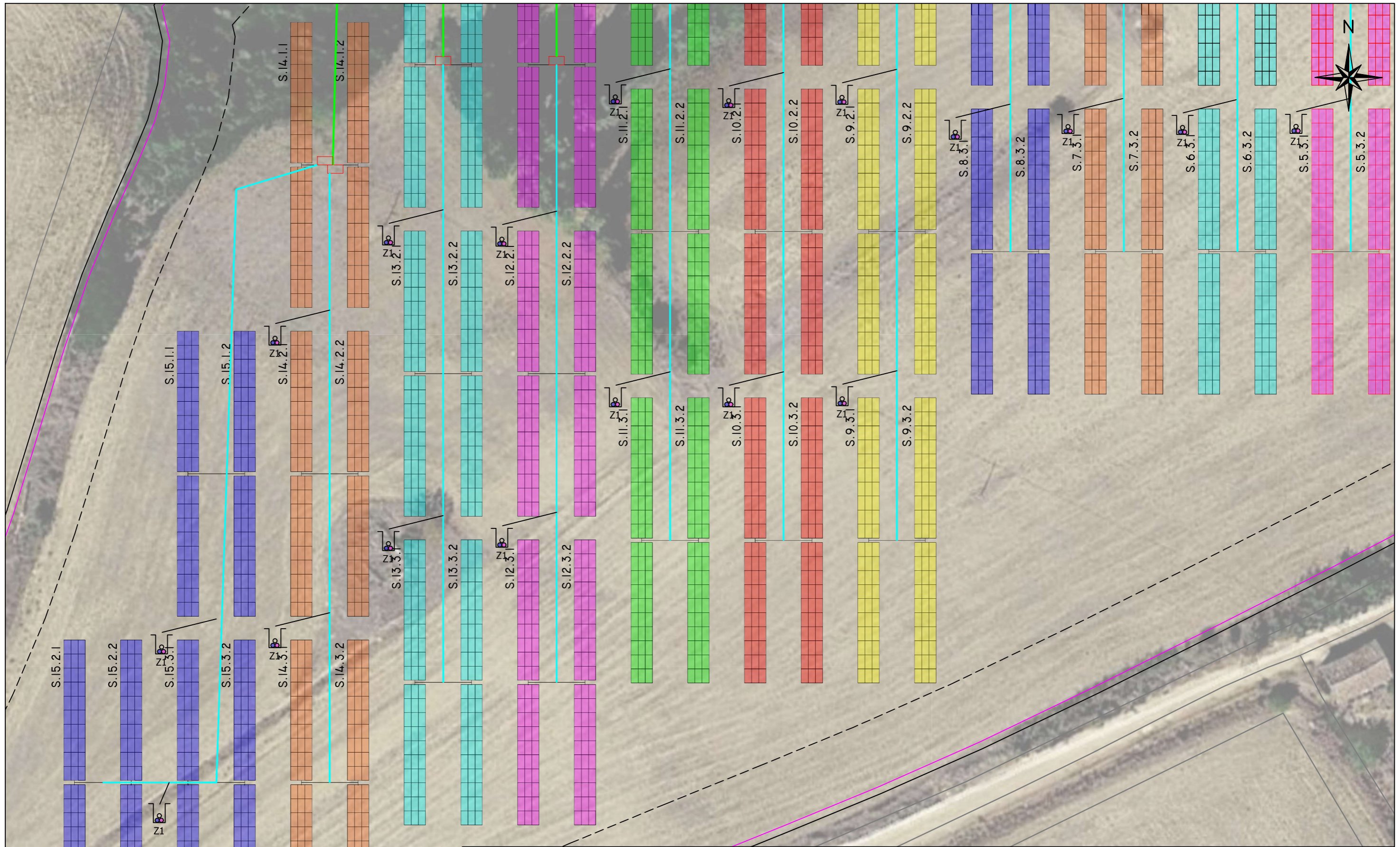
PROYECTO
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWP EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
 Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR

 Roberto Antón del Valle
 Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA 1/500
 VERSIÓN 1,0
 FECHA 29.01.2019
 PLANO Nº 6.2




 TRABAJO DE FIN DE GRADO
 15/04/2019

PROMOTOR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PROYECTO
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWP EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
 1/500
 VERSIÓN
 1,0

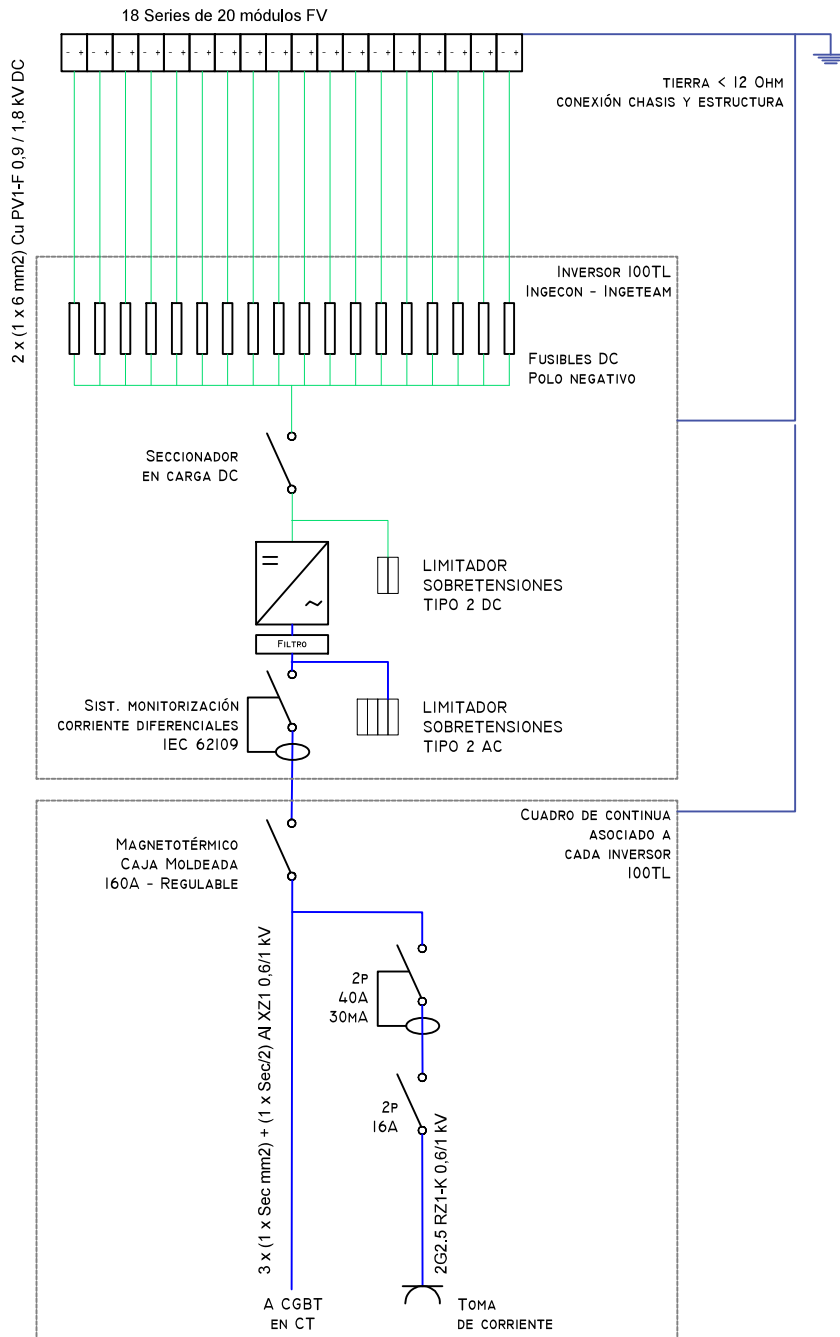
PLANO
 DE PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Universidad de Valladolid
 Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR

 Roberto Antolín del Valle
 Precolegiado 557 ingenierosVA

FECHA
 29.01.2019
 PLANO Nº
6.3



SECCIONES Y LONGITUDES DE INVERSORES A CGBT				
INVERSOR	LONGITUD (m)	SECCIÓN	AISLAMIENTO	CdT (%)
CI.1 / 100 kW	110	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.82%
CI.2 / 100 kW	63	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.47%
CI.3 / 100 kW	110	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.82%
CI.4 / 100 kW	46	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.34%
CI.5 / 100 kW	45	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.33%
CI.6 / 100 kW	61	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.45%
CI.7 / 100 kW	76	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.57%
CI.8 / 100 kW	90	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	0.67%
CI.9 / 100 kW	134	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.00%
CI.10 / 100 kW	150	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.12%
CI.11 / 100 kW	165	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.23%
CI.12 / 100 kW	180	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.34%
CI.13 / 100 kW	192	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.43%
CI.14 / 100 kW	205	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.53%
CI.15 / 100 kW	181	3,5 x 240 mm ²	XZI 0,6/1 kV AL	1.35%



TRABAJO DE FIN
DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DE
LA INSTALACIÓN FV
PARTE DC

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías
Industriales

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN
FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

AUTOR

Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1.0

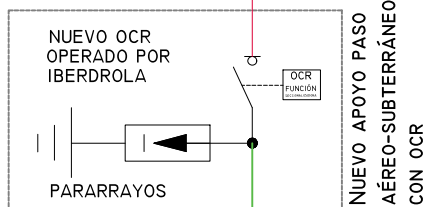
FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
7

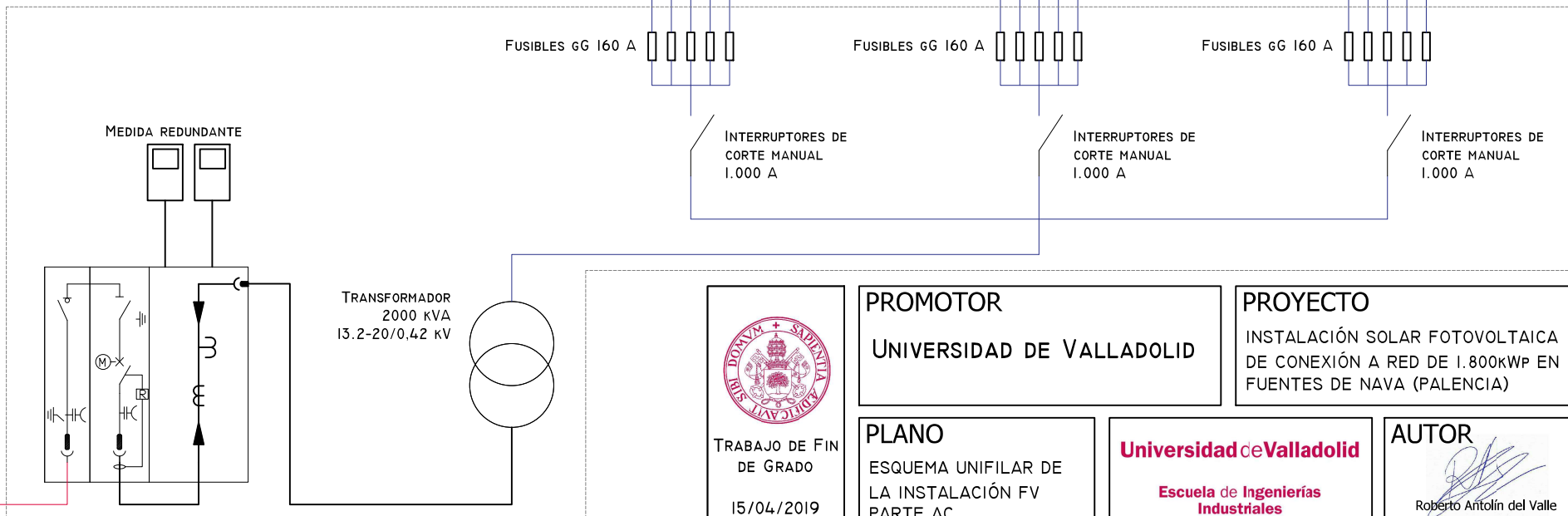
RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE
TITULARIDAD: IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

LAMT FUENTES DE NAVA
STR FUENTES DE NAVA

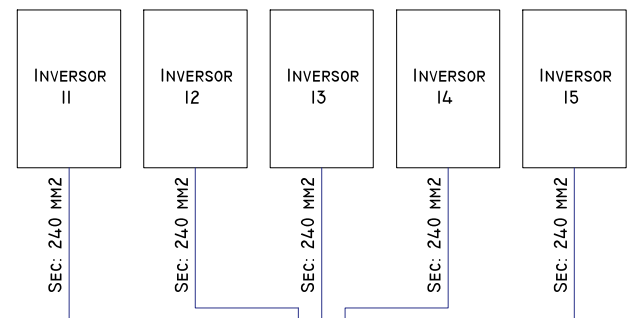
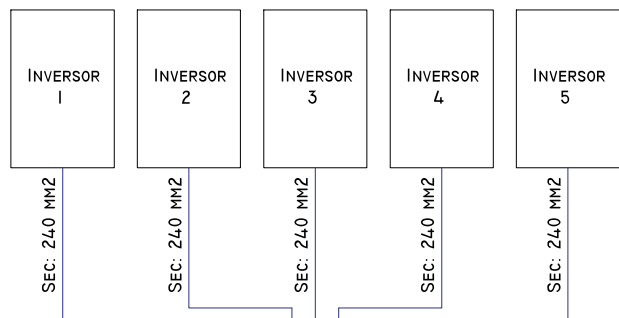
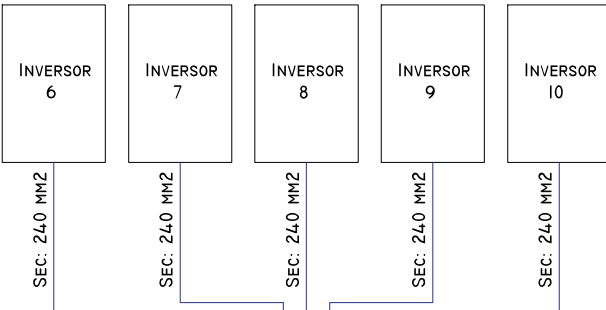
LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MT DE LONGITUD=198M
CONDUCTOR HEPRZI 3XIX150 MM² DE ALUMINIO



NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
EN EDIFICIO PREFABRICADO



APOYO 2
A SUSTITUIR POR C-3000-12



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FV PARTE AC

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

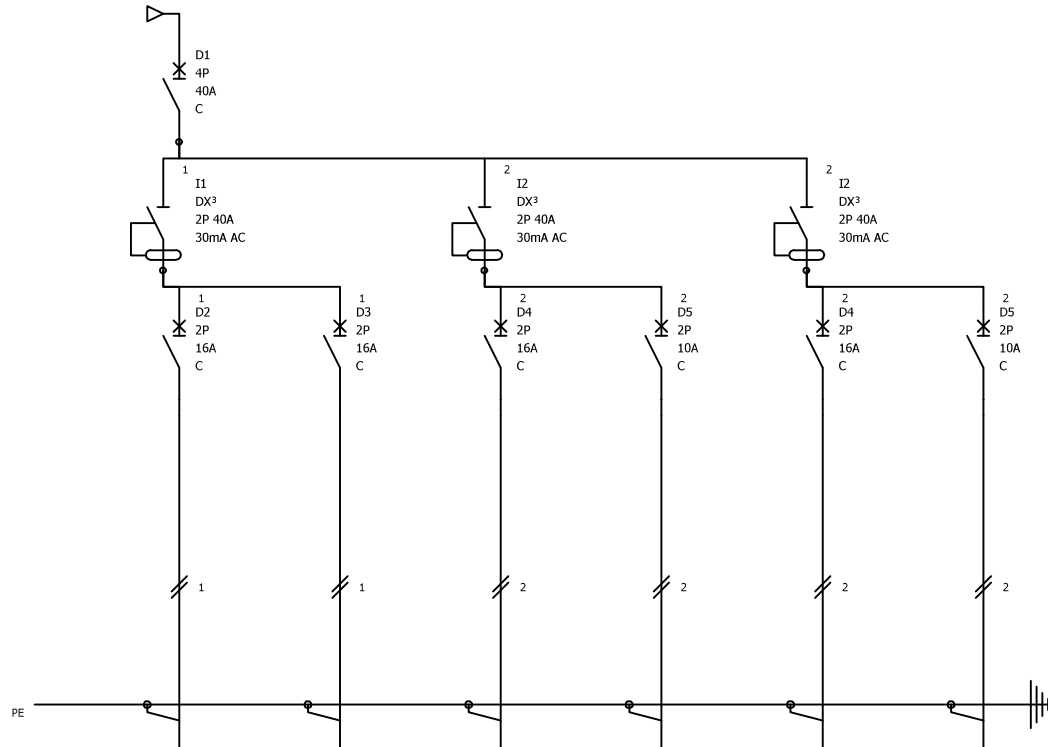
PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
8



Descripción	Control Relé CT	Tomas de Fuerza CT	Rack	Alumbrado CT	Alarma	Reserva
Longitud de cables	10 m	25 m	10 m	25m	10 m	
Cable - Secciones	2 x 2,5 mm ² +TT	2 x 2,5 mm ² +TT	2 x 2,5 mm ² +TT	2 x 1,5 mm ² +TT	2 x 2,5 mm ² +TT	
Tipo de cables	RZ1-k 0,6/1kV	RZ1-k 0,6/1kV	RZ1-k 0,6/1kV	RZ1-k 0,6/1kV	RZ1-k 0,6/1kV	
Circuito - Potencia	1	2	3	4	5	



TRABAJO DE FIN
DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DEL
CUADRO DE SERVICIOS
AUXILIARES DEL CT

Universidad de Valladolid
**Escuela de Ingenierías
Industriales**

AUTOR

Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

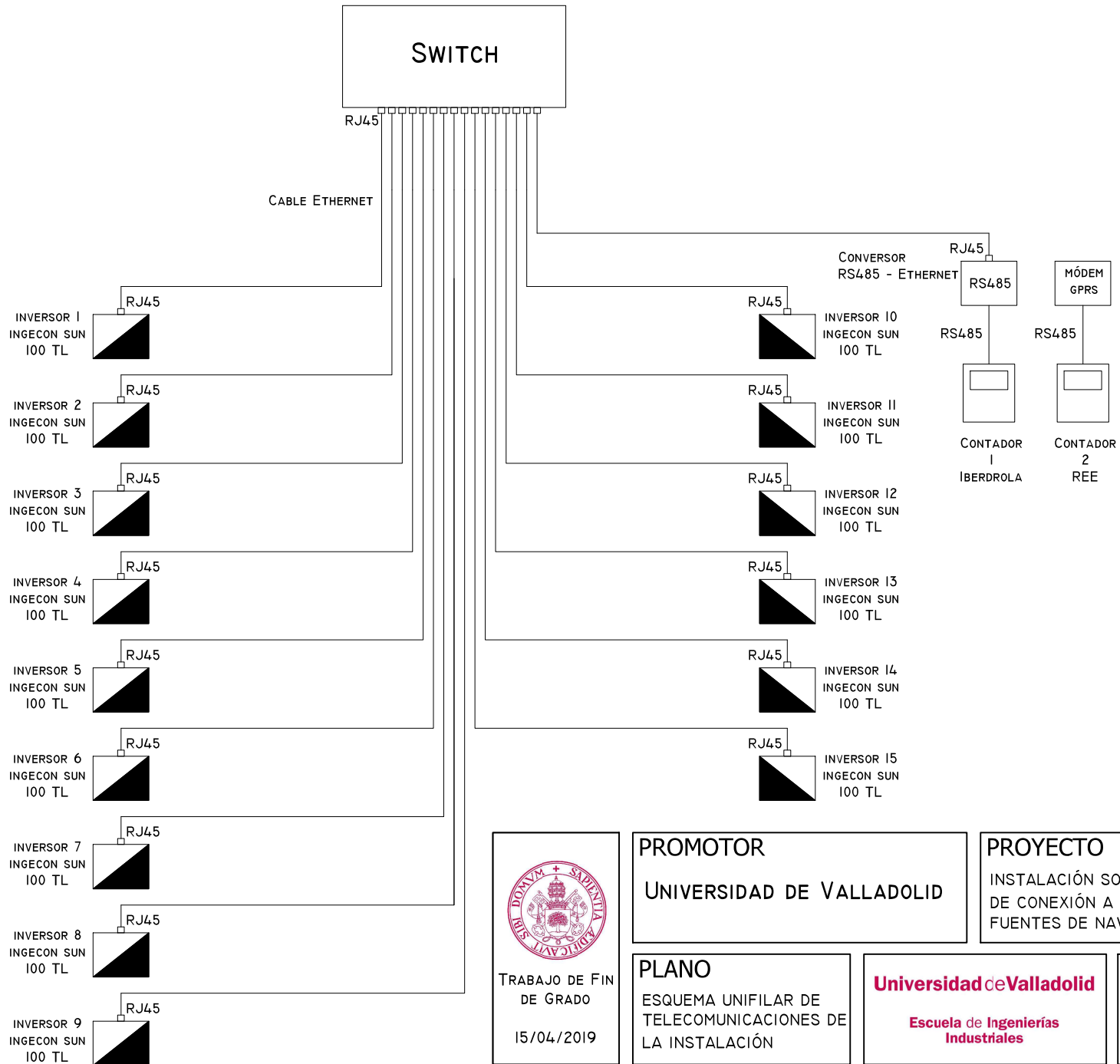
PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN
FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
9



TRABAJO DE FIN
DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
ESQUEMA UNIFILAR DE
TELECOMUNICACIONES DE
LA INSTALACIÓN

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías
Industriales

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWP EN
FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

AUTOR

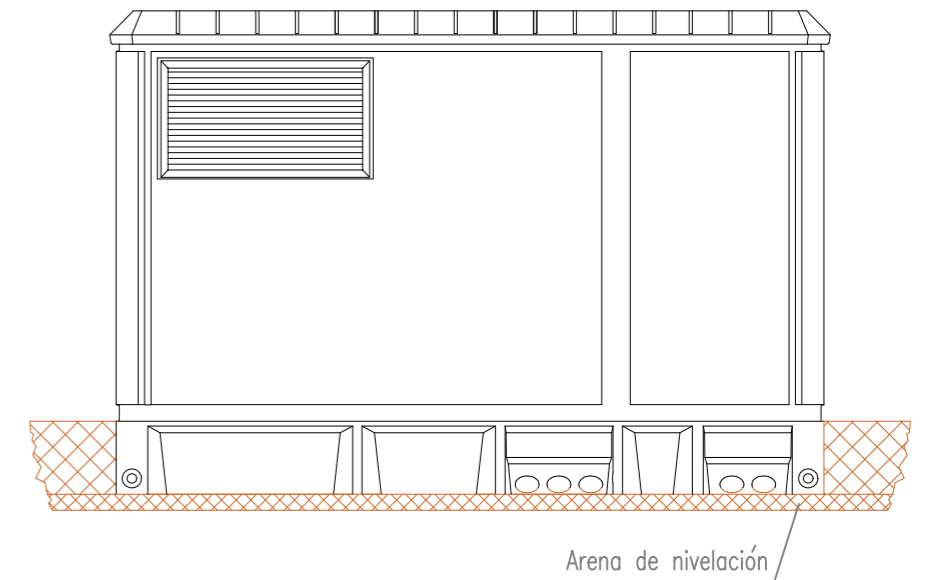
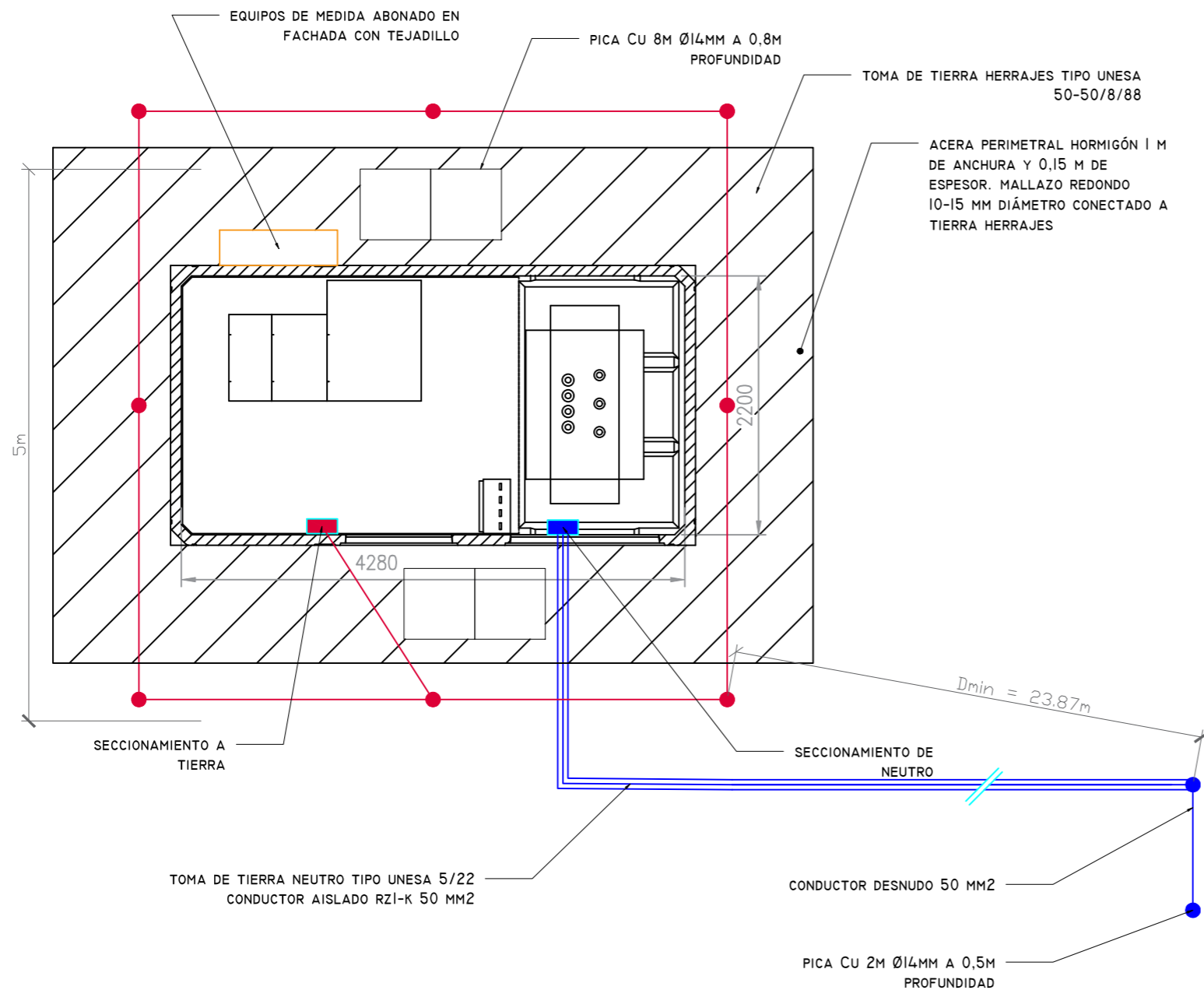
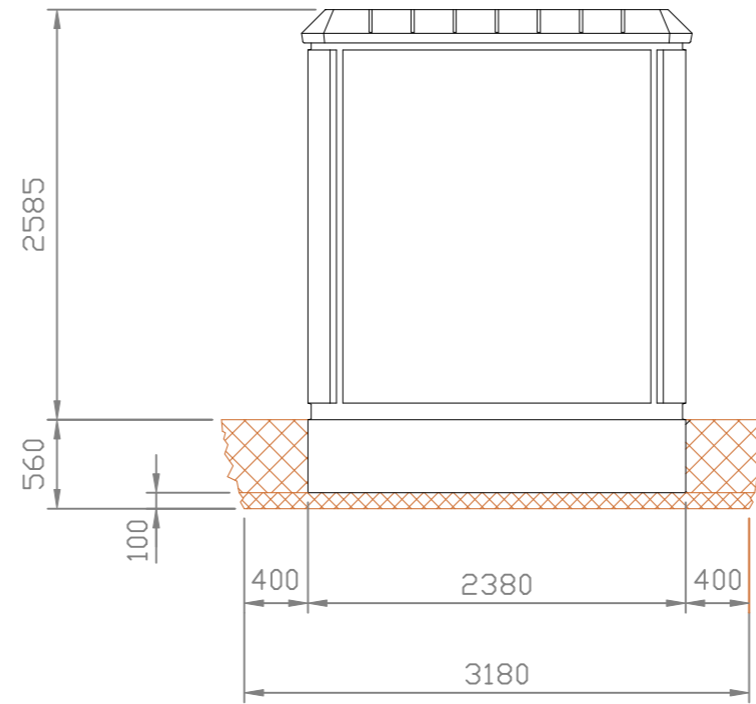
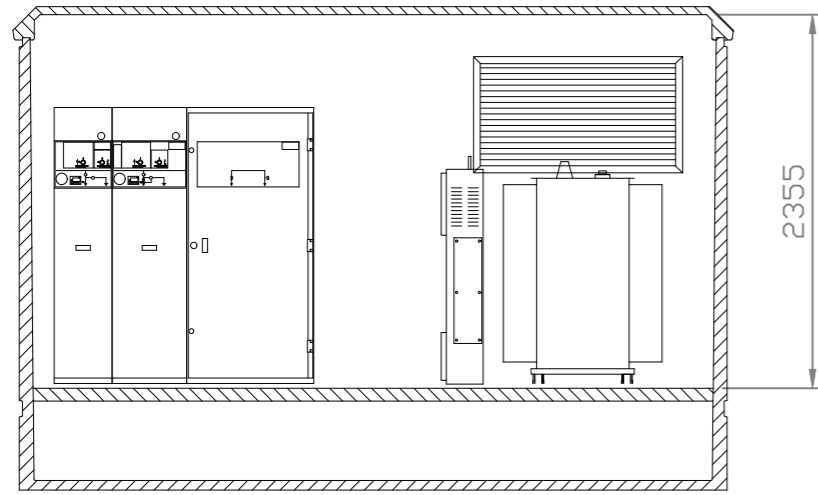
Roberto Antolín del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
10



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

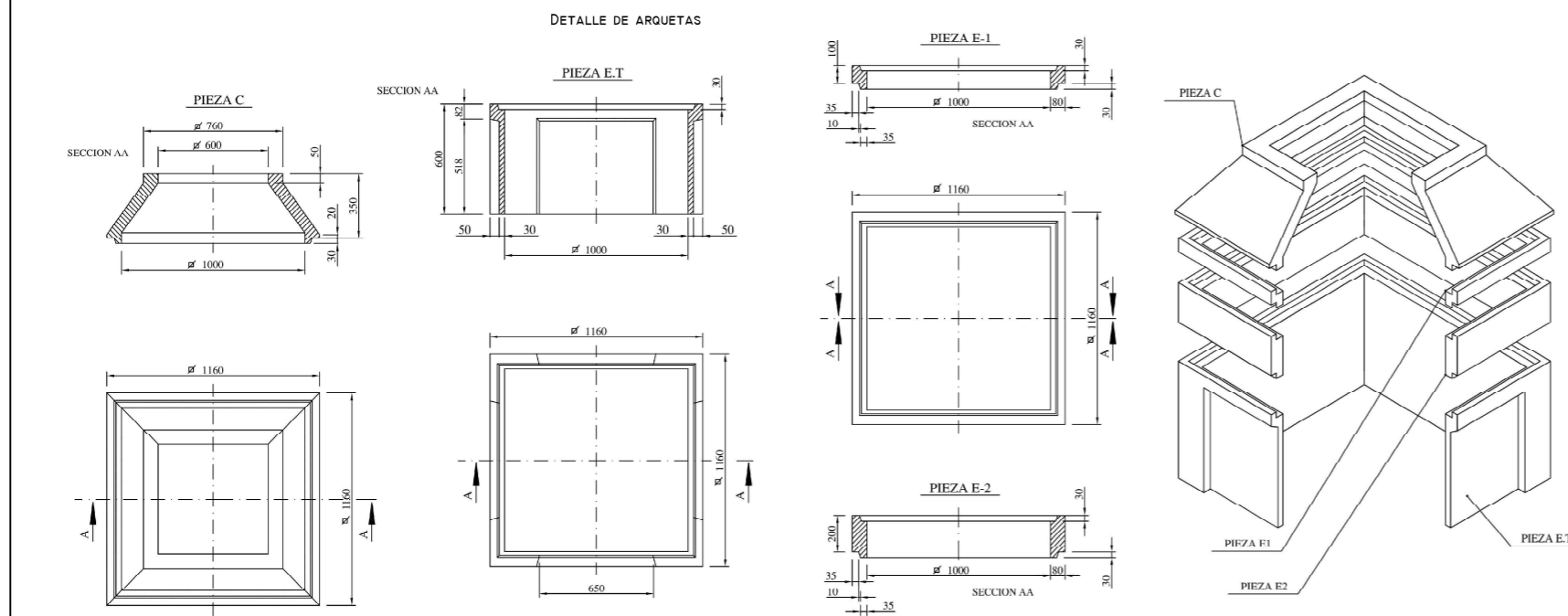
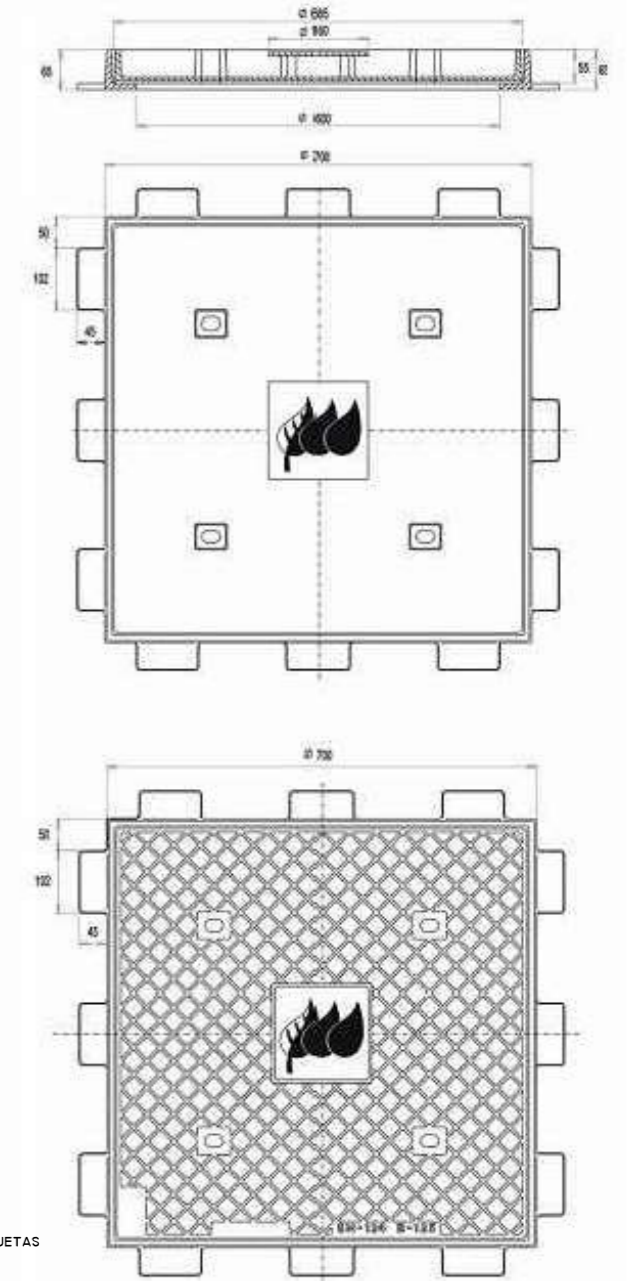
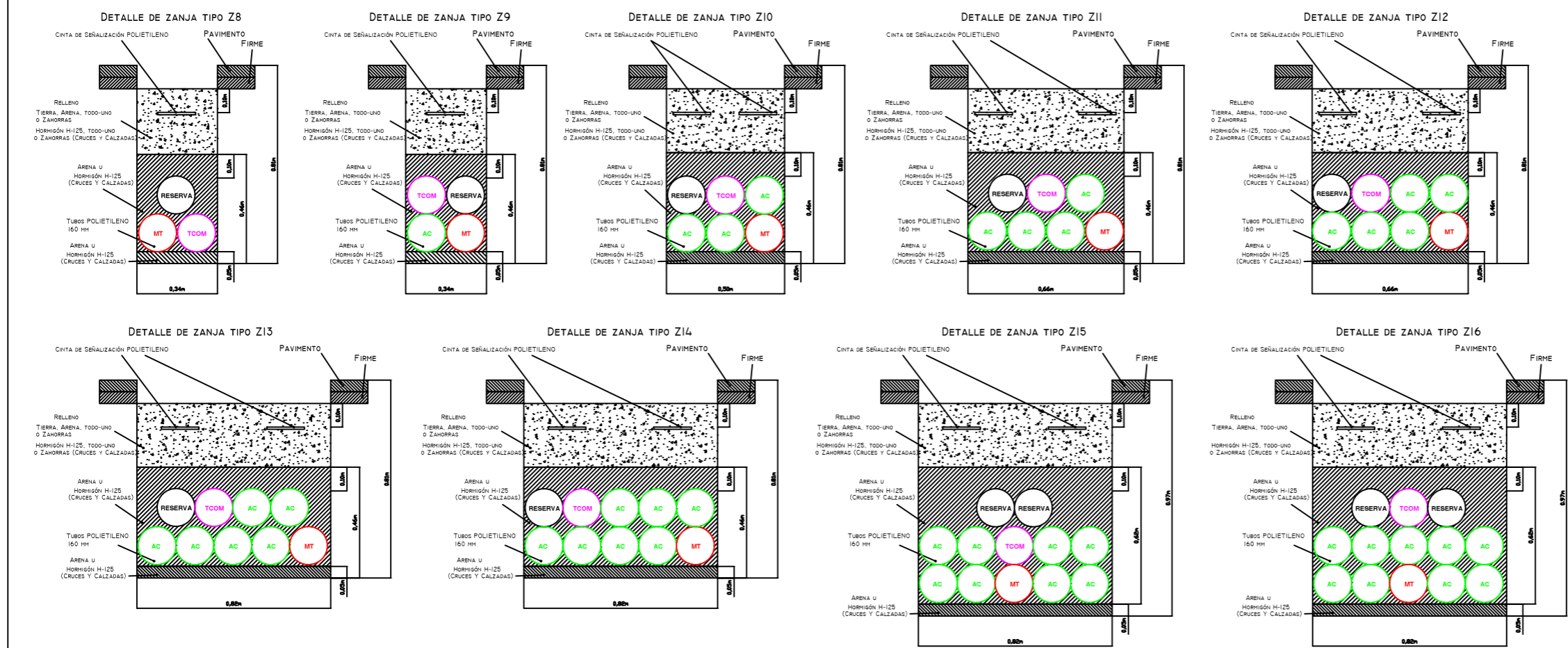
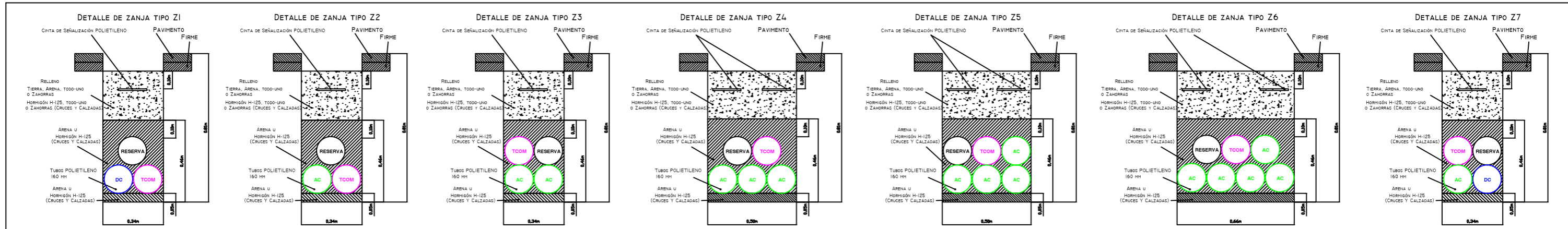
PLANO
DE DETALLE: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

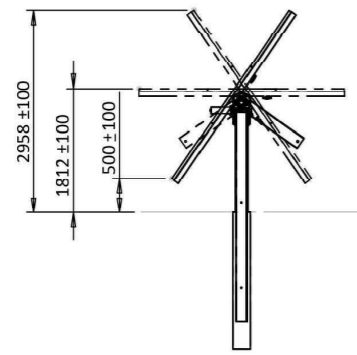
FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
11



DETALLE DE TAPA DE ARQUETAS

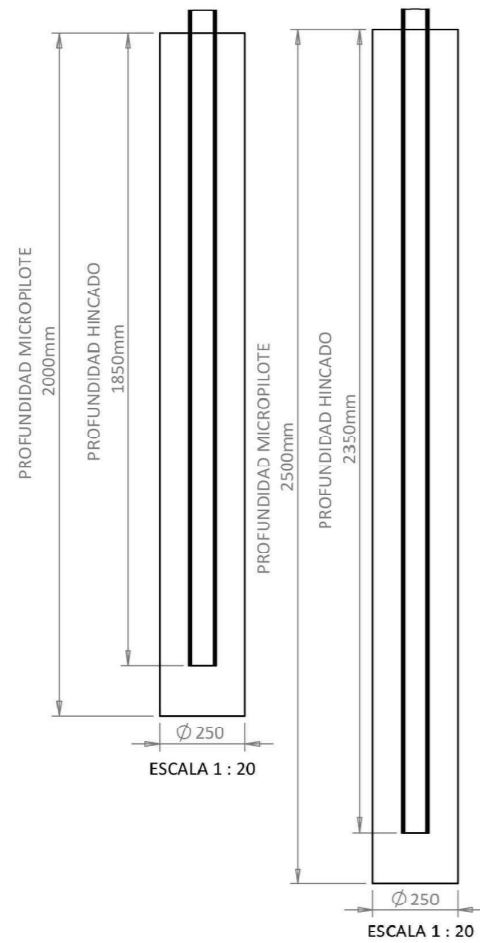
<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO 15/04/2019</p>	<p>PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>	<p>PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)</p>	<p>ESCALA S/E</p>
	<p>PLANO DE DETALLE DE ZANJAS Y ARQUETAS</p>	<p>Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales</p>	<p>AUTOR Roberto Antón del Valle Precolegiado 557 ingenierosVA</p>
			<p>FECHA 29.01.2019</p>
			<p>PLANO Nº 12</p>



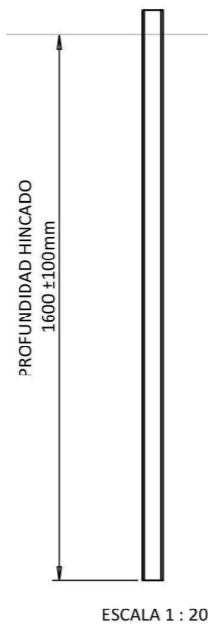
CIMENTACION

MICROPILOTE POLE MOTOR

MICROPILOTE POLE SEGUIDORA



HINCADO DIRECTO POLE LATERAL



ESCALA 1 : 20

ESCALA 1 : 20

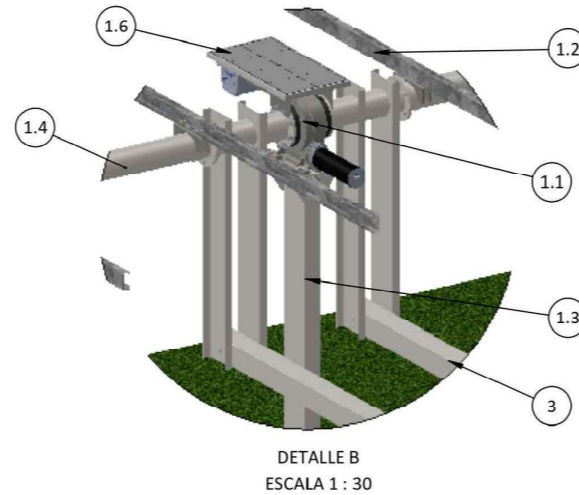
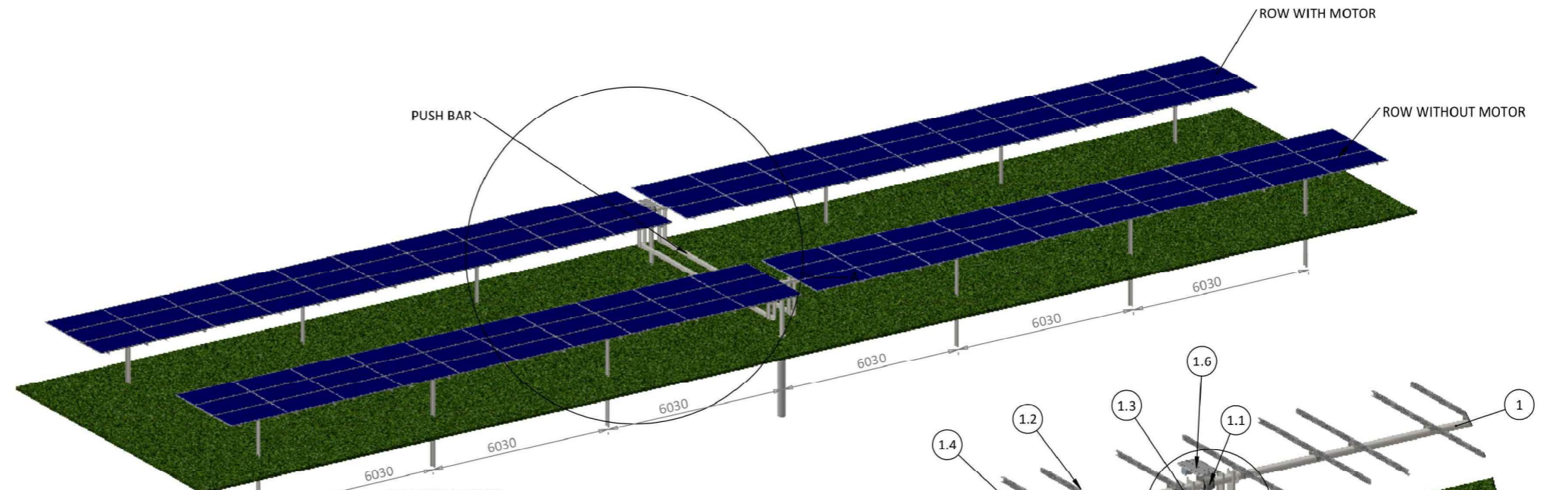
ESCALA 1 : 20

ESCALA 1 : 20

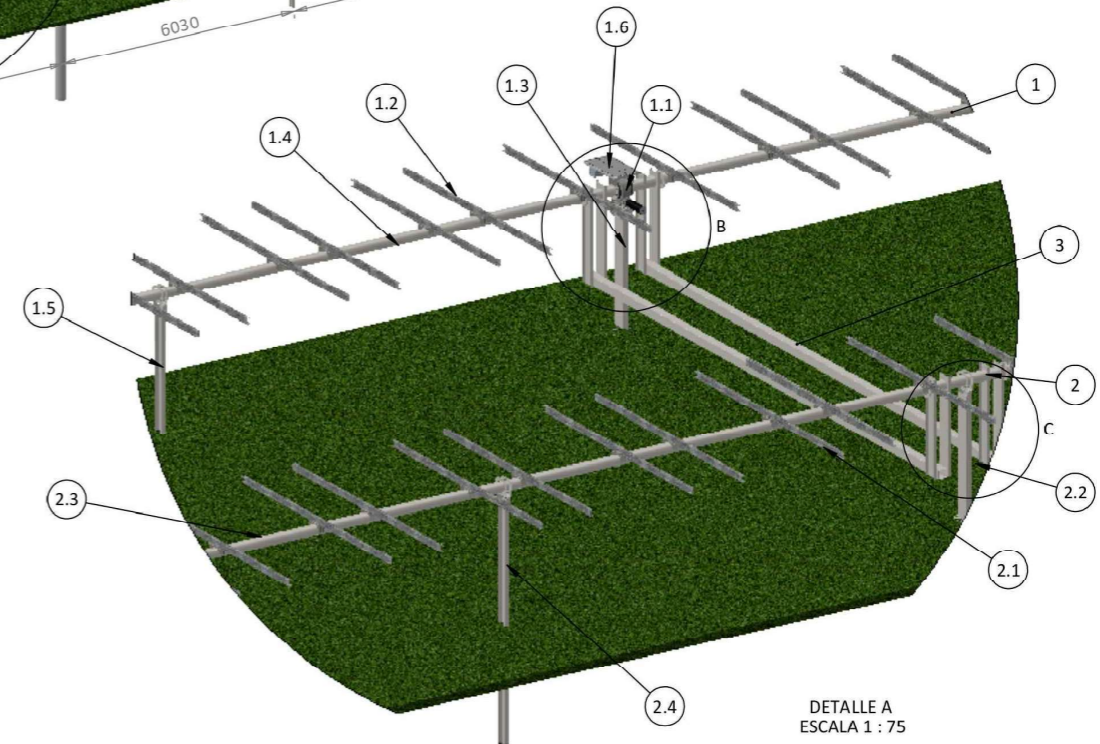
HORMIGÓN MICROPILOTE: HB 25 (10) 20/10

- Resistencia mínima: 25 MPa
- Máxima relación agua/cemento: 0,55
- Mínimo cont. Cemento: 300 kg/m³
- Ambiente: no agresivo
- Asentamiento de cono de Abrams 10
- Se recomienda que un técnico especialista supervise la dosificación final que la planta de hormigonado suministrará a la obra

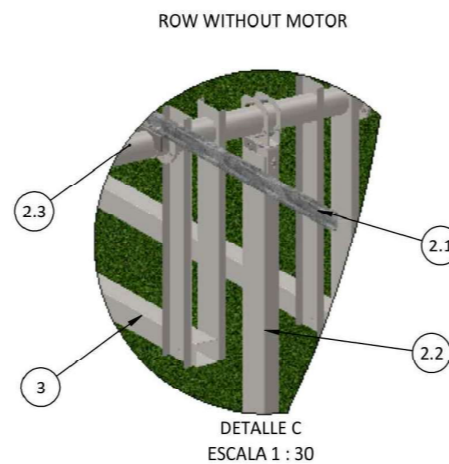
NOTE: Por fabricación, galvanización o evolución en el diseño, los componentes de la estructura podrán ser sustituidos por otros de iguales o superiores características mecánicas. Los pesos indicados son aproximados.



DETALLE B
ESCALA 1 : 30



DETALLE A
ESCALA 1 : 75



DETALLE C
ESCALA 1 : 30

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPTION	MATERIAL
1	18_044_ROW MOTOR_000_R00	ROW WITH MOTOR	According element
1.1	TVR200-Z8-RM + XD033 + XF004 - SH	MOTORIZED DRIVE	
1.2	18_044_PUR_CF 80_000_R00	PURLINS	According element
1.3	18_044_PCE_TUBO 180 MOTOR_000_R00	MOTORIZED DRIVE POLE	According element
1.4	18_044_TUBE MOTOR_D127_000_R00	TORQUE TUBE	According element
1.5	18_044_PLA_CF160_000_R00	LATERAL POLE	According element
1.6	18_044_TCU SELF-POWERED 000_R00	TRACKER CONTROL UNIT	According element
2	18_044_ROW SEGUIDORA_000_R00	ROW WITHOUT MOTOR	According element
2.1	18_044_PUR_CF 80_000_R00	PURLINS	According element
2.2	18_044_PCE_TUBO 180 SEGUIDORA_000_R00	MOTORIZED DRIVE POLE	According element
2.3	18_044_TUBE SEGUIDORA_D127_000_R00	TORQUE TUBE	According element
2.4	18_044_PLA_CF160_000_R00	LATERAL POLE	According element
3	18_044_BAR_TUBO 110x3_001_R00	PUSH BAR	



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE DETALLE DE SEGUIDOR SOLAR (TRACKER)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

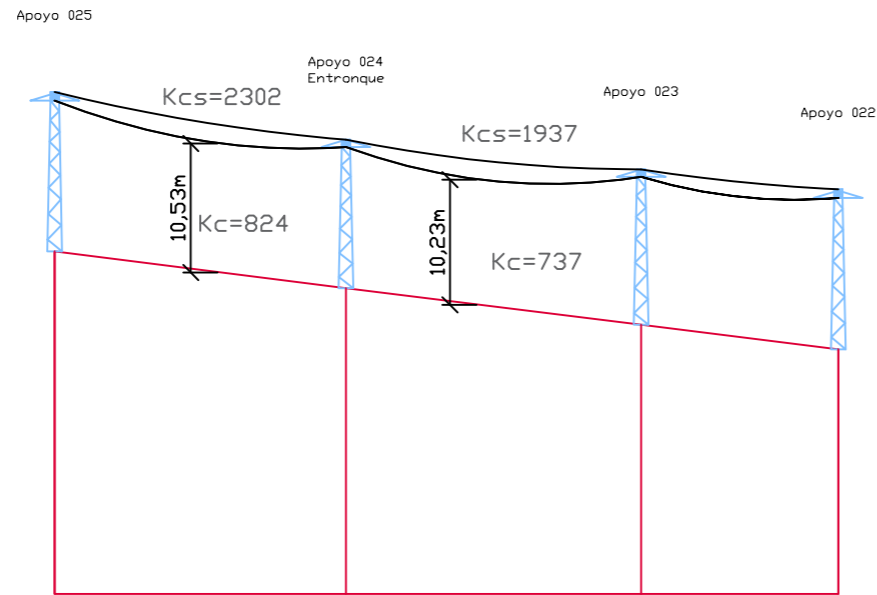
PLANO Nº
13

Cond. F: LA-110 94-AL1/22-ST1A		
Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	852Kg	0,58m
0°C	784Kg	0,63m
5°C	720Kg	0,68m
10°C	660Kg	0,74m
15°C	605Kg	0,81m
20°C	555Kg	0,89m
25°C	510Kg	0,96m
30°C	471Kg	1,04m
35°C	436Kg	1,13m
40°C	406Kg	1,21m
45°C	380Kg	1,29m
50°C	357Kg	1,38m

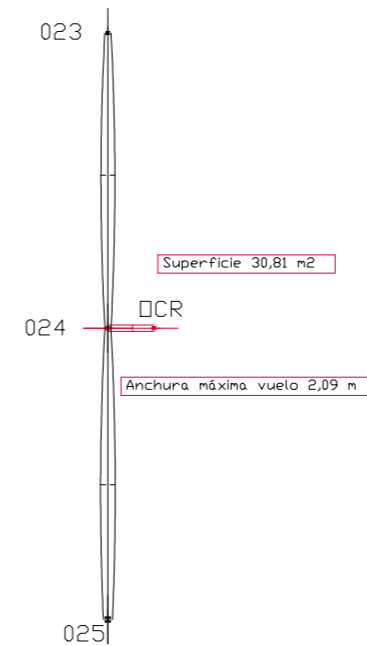
Cond. F: LA-110 94-AL1/22-ST1A		
Apoyo 2 - Apoyo 3		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	709Kg	0,71m
0°C	650Kg	0,78m
5°C	596Kg	0,85m
10°C	547Kg	0,92m
15°C	504Kg	1m
20°C	466Kg	1,08m
25°C	432Kg	1,17m
30°C	403Kg	1,25m
35°C	378Kg	1,34m
40°C	356Kg	1,42m
45°C	336Kg	1,5m
50°C	319Kg	1,58m

Cond. F: LA-110 94-AL1/22-ST1A		
Apoyo 3 - Apoyo 4		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	883Kg	0,25m
0°C	806Kg	0,28m
5°C	732Kg	0,31m
10°C	660Kg	0,34m
15°C	592Kg	0,38m
20°C	530Kg	0,42m
25°C	473Kg	0,48m
30°C	423Kg	0,53m
35°C	380Kg	0,59m
40°C	343Kg	0,66m
45°C	312Kg	0,72m
50°C	287Kg	0,79m

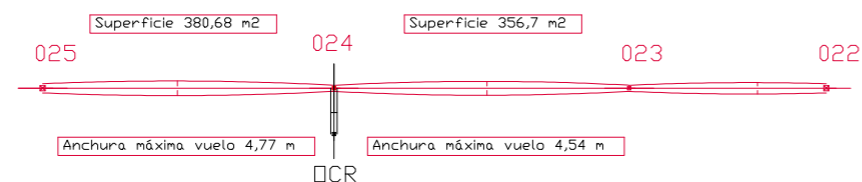
Cond. F: LA-110 94-AL1/22-ST1A		
Apoyo E - Apoyo DCR		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	913Kg	0,01m
0°C	828Kg	0,01m
5°C	744Kg	0,02m
10°C	660Kg	0,02m
15°C	576Kg	0,02m
20°C	493Kg	0,02m
25°C	412Kg	0,03m
30°C	332Kg	0,04m
35°C	257Kg	0,05m
40°C	193Kg	0,06m
45°C	144Kg	0,08m
50°C	112Kg	0,11m



P.C: 728.00 m							
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	025	95.23	024	96.54	023	64.47	022
Cota Terreno (m)	756.00		753.00		750.00		748.00
Distancia Parcial (m)	0.00		95.23		96.54		64.47
Distancia Origen (m)	0.00		95.23		191.77		256.24
Función Apoyo	FL		AL_ANC		AL_AM		FL
Serie Apoyo			C-3000-14				
Armado (m)			T0				
Altura Útil Cruceta Inferior (m)			11,2 (Normal/K=12)				
Tipo Cimentación			Monobloque				
Datos Cimentación (m)			a=1,06/h=2,2				



P.C: 733.00 m			
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	E	15.00	DCR
Cota Terreno (m)	753.00		754.00
Distancia Parcial (m)	0.00		15.00
Distancia Origen (m)	0.00		15.00
Función Apoyo	FL		FL
Serie Apoyo	C-3000-14		C-3000-14
Armado (m)	T0		T0
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	11,2 (Normal/K=12)		11,2 (Normal/K=12)
Tipo Cimentación	Monobloque		Monobloque
Datos Cimentación (m)	a=1,06/h=2,2		a=1,06/h=2,2



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE DETALLE DE LA LÍNEA
AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN

PROYECTO
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE CONEXIÓN A RED DE 1.800KWp EN
FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías
Industriales

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

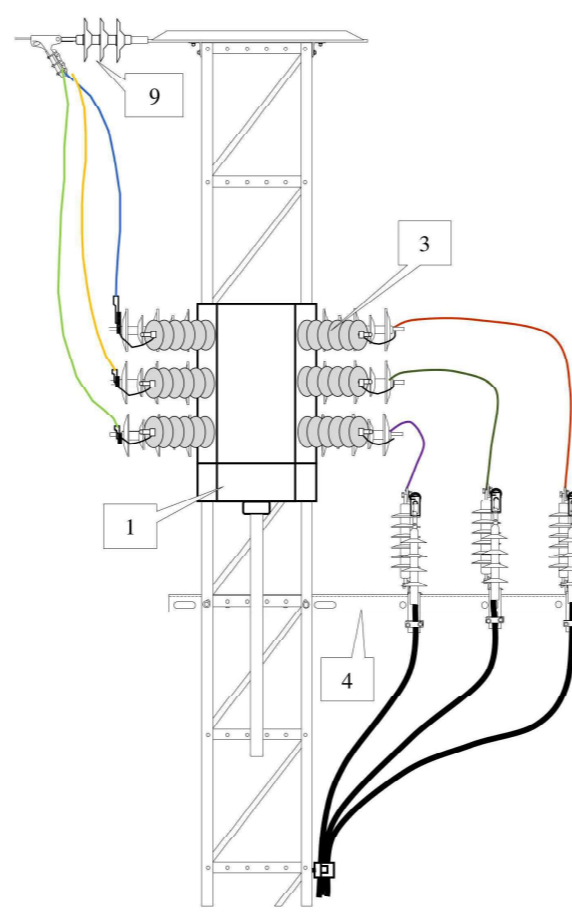
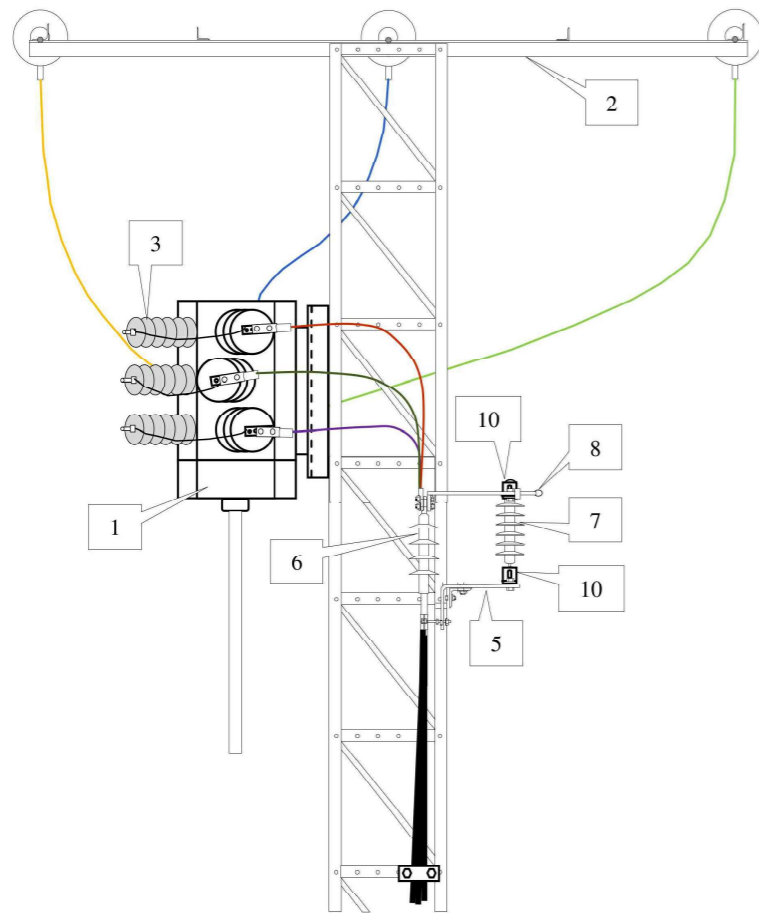
ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

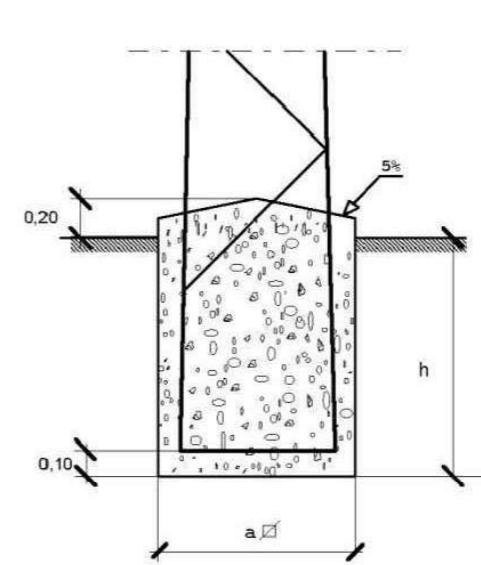
FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
14

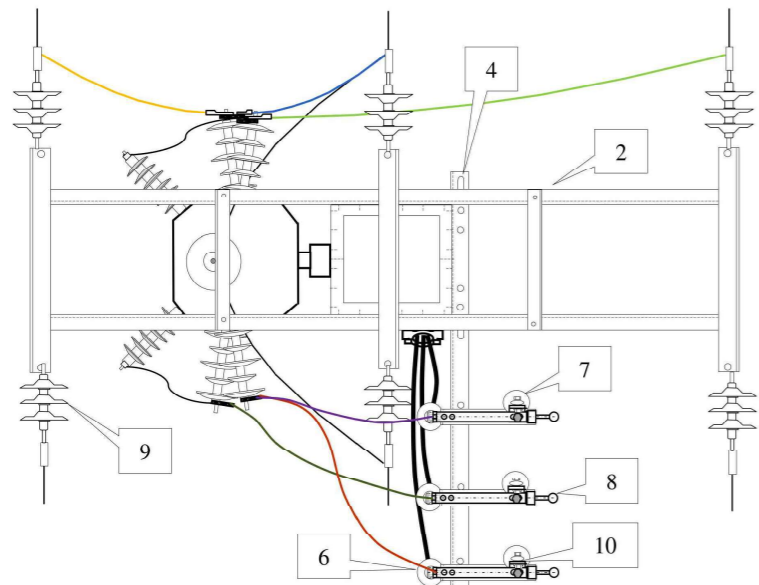
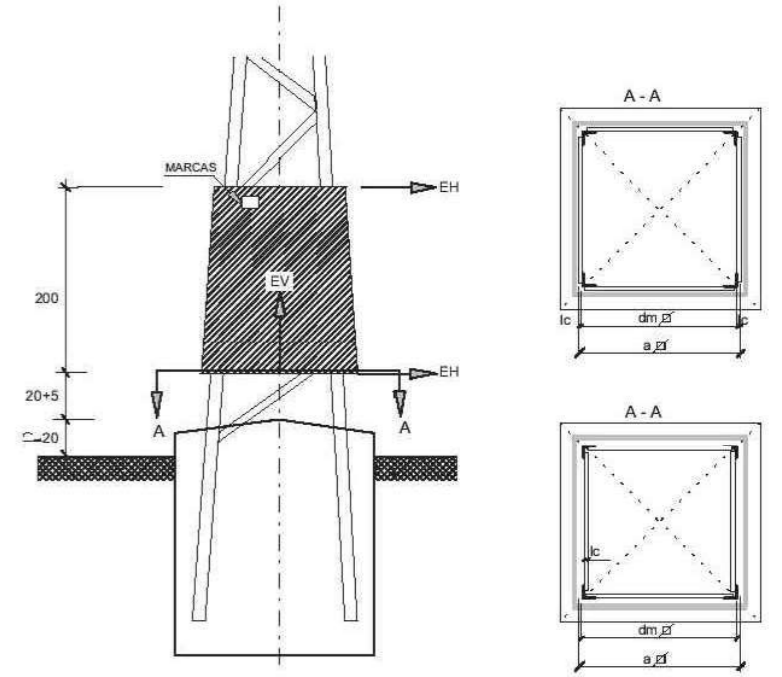
DETALLE DE NUEVO APOYO I. INSTALACIÓN NUEVO OCR S/E



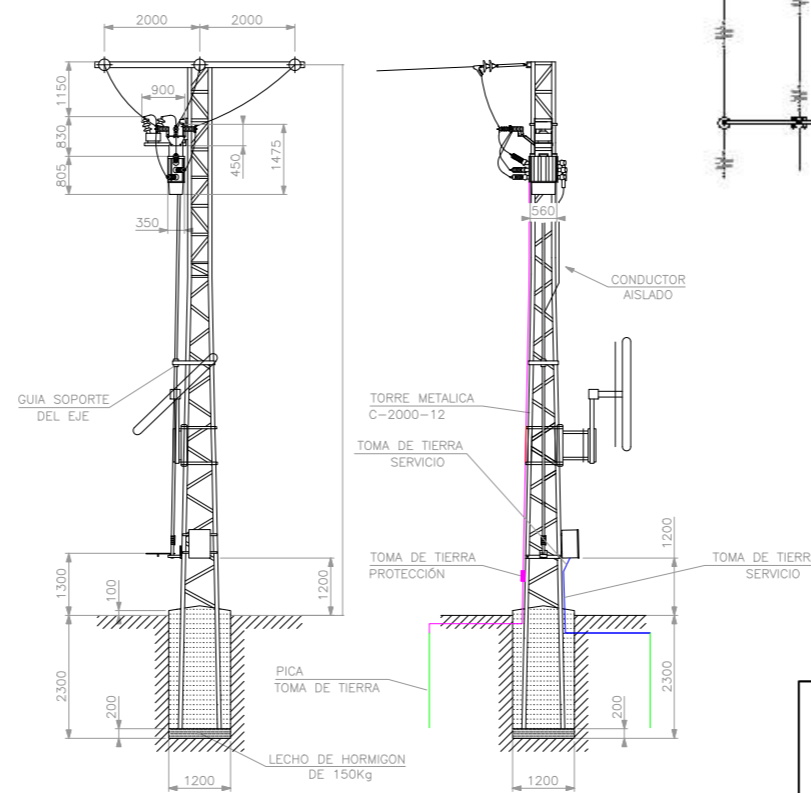
DETALLE CIMENTACIONES S/E



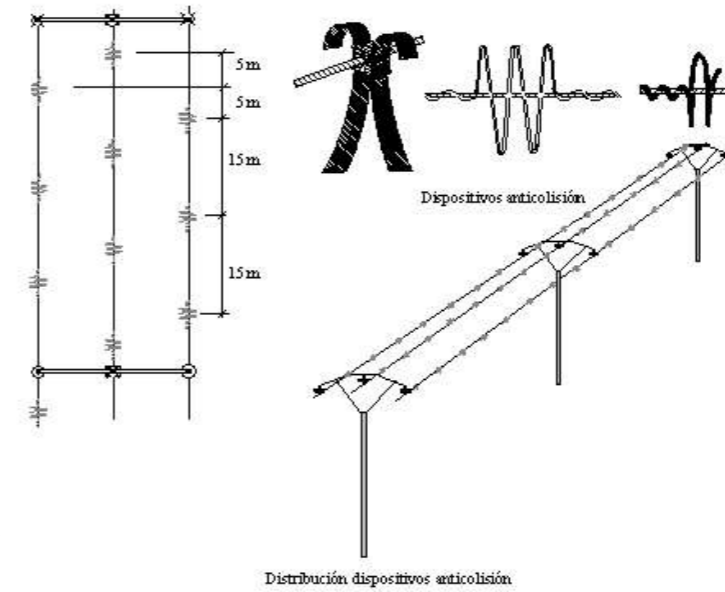
DETALLE DE ANTIESCALOS S/E



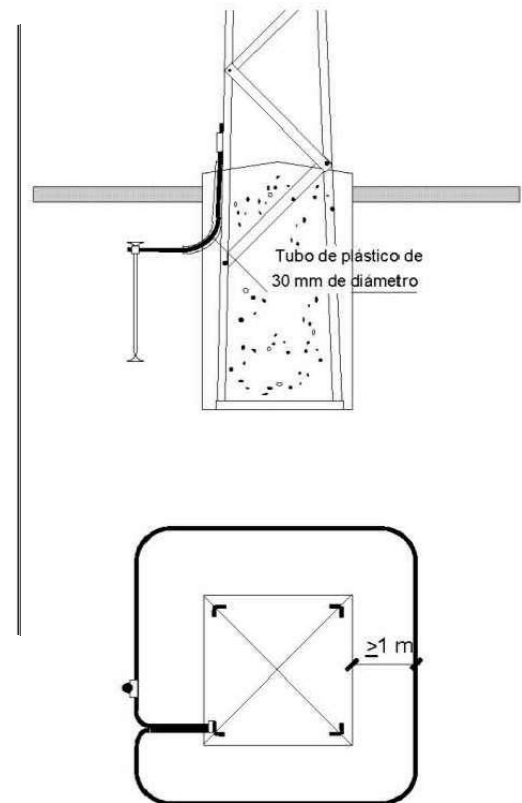
DETALLE APOYO I - S/E



PROTECCIÓN AVIFAUNA - S/E



DETALLE DE PUESTA A TIERRA S/E



Marca	Cantidad	Denominación	Designación
1	1	Cuerpo del OCRM	OCRM-24-TT
2	1	Cruceta recta	RC-S
3	6	Pararrayos (con OCRM)	POM-P
4	1	Angular L-70.6-1895(*)	L-70.6-1895
5	3	Chapa CH-8-300	CH-8-300
6	3	Botellas terminales	TES/24
7	3	Aislador de apoyo	U70PP
8	3	Punto fijo de puesta a tierra	PFPT
9	3	Cadena de amarre	CA
10	6	Pieza L-70.6-70	L-70.6-70


 TRABAJO DE FIN DE GRADO
 15/04/2019

PROMOTOR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
 DE DETALLE DE APOYO CON OCR Y PASO AÉREO SUBTERRÁNEO

PROYECTO
 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 1.800kWp EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

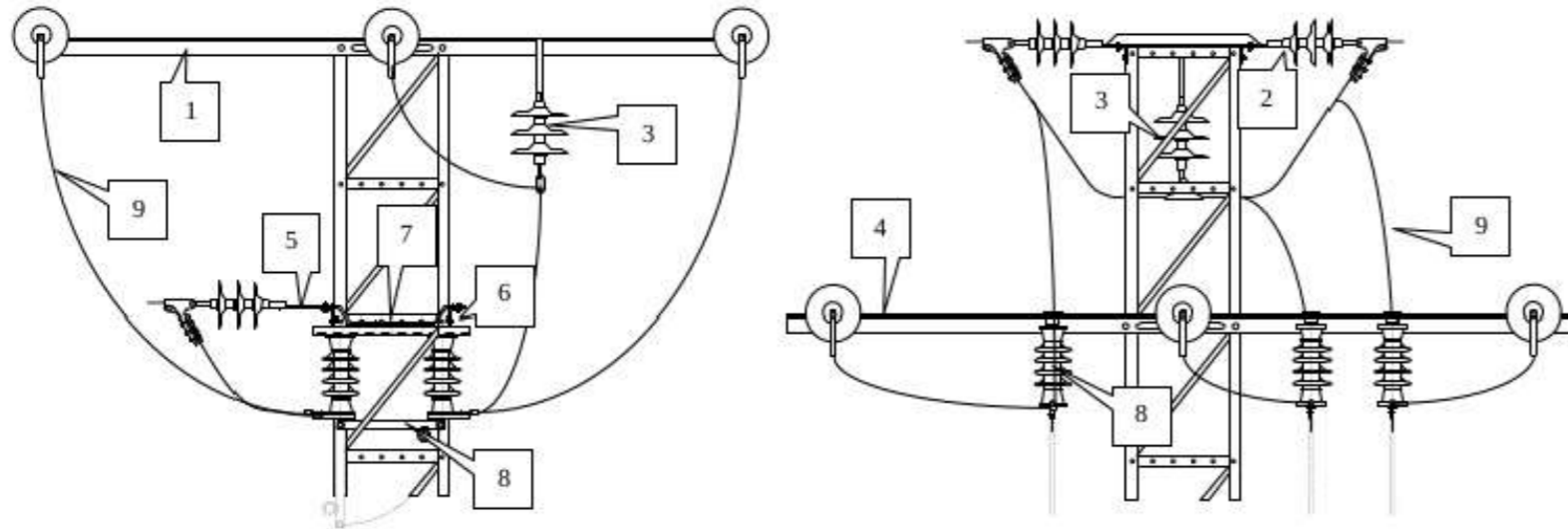
AUTOR

 Roberto Antón del Valle
 Precolegiado 557 ingenierosVA

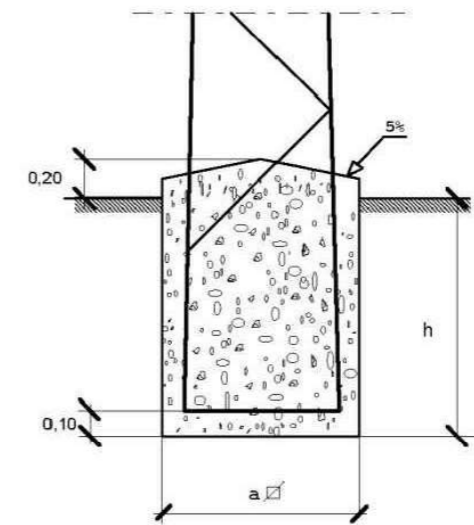
ESCALA
 S/E
 VERSIÓN
 1,0
 FECHA
 29.01.2019
 PLANO Nº
 15

Universidad de Valladolid
 Escuela de Ingenierías Industriales

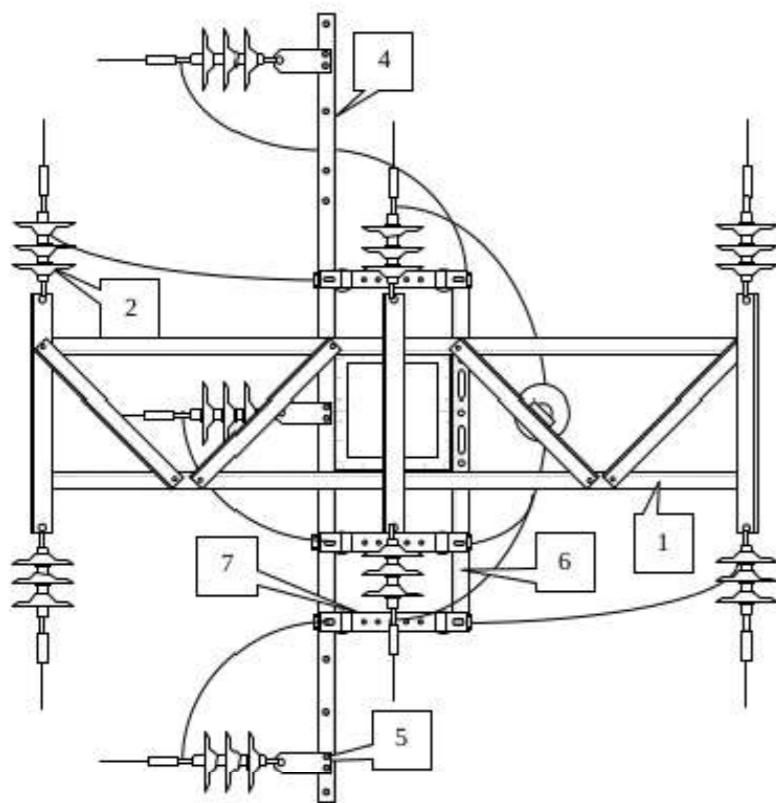
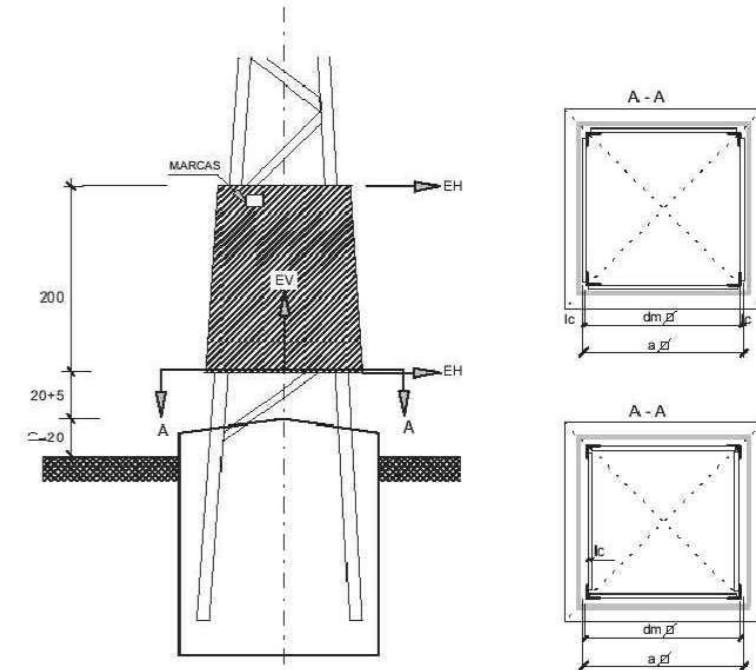
DETALLE DE NUEVO APOYO 2 ENTRONQUE S/E



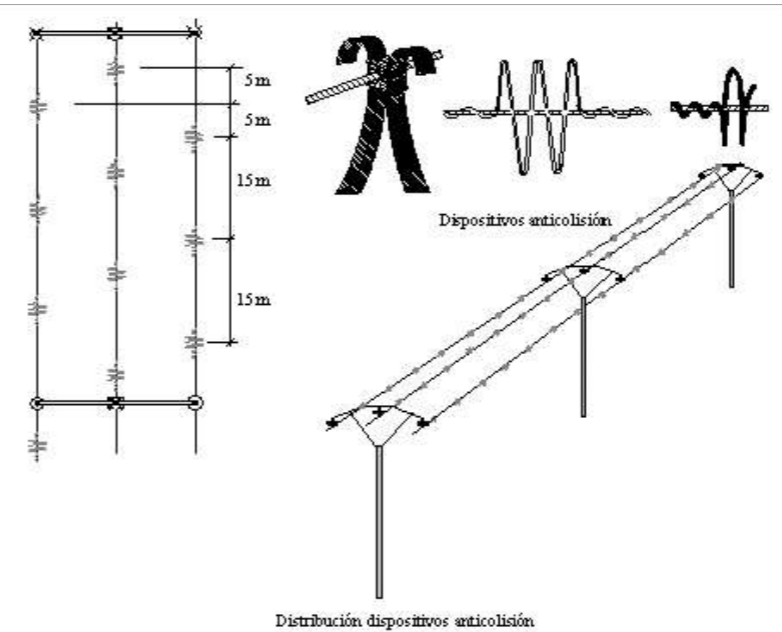
DETALLE CIMENTACIONES S/E



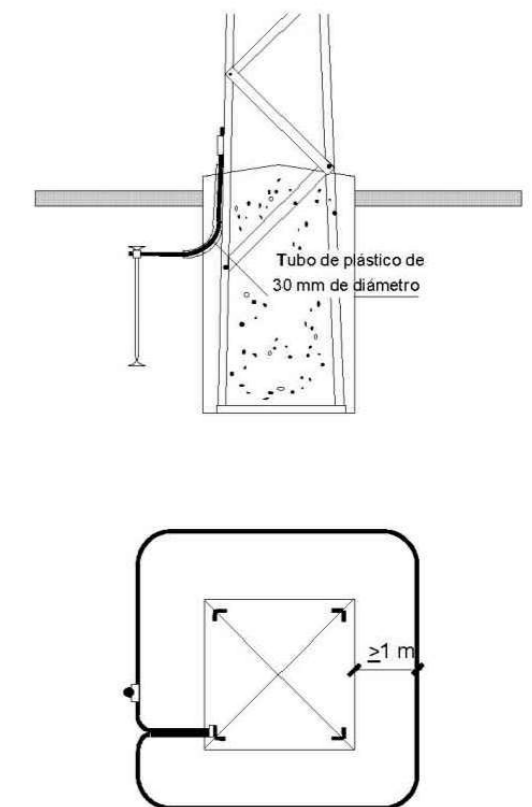
DETALLE DE ANTIESCALOS S/E



PROTECCIÓN AVIFAUNA - S/E



DETALLE DE PUESTA A TIERRA S/E



Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	1	Cruceta Recta	RC-S	NI 52.31.02
2	9	Cadena de amarre	CA	NI 48.08.01
3	1	Cadena de suspensión	CS	NI 48.08.01
4	1	Angular L-80.8-3690	L-80.8-3690	NI 52.30.24
5	3	Chapa CH-8-250	CH-8-250	NI 52.30.24
6	1	Angular L-70.7-2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
7	3	Chapa CH 8-650	CH 8-650	NI 52.30.24
8	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24	NI 74.51.01
9	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		



TRABAJO DE FIN DE GRADO
15/04/2019

PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

PLANO
DE DETALLE DE APOYO
ENTRONQUE

Universidad de Valladolid
Escuela de Ingenierías Industriales

AUTOR
Roberto Antón del Valle
Precolegiado 557 ingenierosVA

ESCALA
S/E

VERSIÓN
1,0

FECHA
29.01.2019

PLANO Nº
16



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

Uno de los objetivos de este trabajo ha sido hacer un proyecto de ejecución de una instalación solar fotovoltaica de evacuación a red con seguimiento a un eje, de forma que este quede perfectamente definido y pueda ser llevado a cabo en un ámbito profesional.

Fijándose en el apartado económico, el presupuesto de ejecución material es de 810.290,16 €, que supone un precio de 0,45016 €/Wp. Si tenemos en cuenta que para instalaciones con estructura fija el precio referencia actual es de 0,33-0,35 €/Wp y para instalaciones con seguimiento a un eje de 0,42-0,45 €/Wp, podemos asegurar que el proyecto y en concreto el presupuesto, tiene en cuenta valores actualizados y es válido para ser tenido en cuenta a nivel profesional y académico.

En el ámbito técnico, se considera que las instalaciones se han proyectado siempre buscando la seguridad para el personal y los equipos, así como una fiabilidad y regularidad del servicio, de acuerdo con la normativa vigente, teniendo en cuenta además las prescripciones técnicas de los fabricantes, siendo estos siempre de máxima calidad.

Una de las partes más importantes en el diseño de la instalación ha sido la elección de la estructura de sujeción de los módulos. Esta condiciona, entre otras cosas, la superficie de terreno ocupada, la conexión de las cadenas de paneles, el mantenimiento que se ha de realizar, inversión, etc. teniendo que contemplar en definitiva, múltiples factores en la fase de desarrollo.

Una vez realizado el diseño de la instalación, y antes de proceder a realizar la simulación que ofreciera una estimación de la producción de la planta, se han simulado parques solares reales. Con la comparativa de resultados simulados/reales, hemos podido comprobar como la herramienta de simulación empleada Pvsyst, es adecuada para extraer datos de producción. Para las plantas observadas, se han obtenido valores comparativos con errores bajos, en torno al 1 - 4,5%. Para esto, en dos instalaciones en las que se tiene constancia se encuentran en un entorno industrial desfavorable, ha sido necesario estimar y aplicar un coeficiente de pérdidas por suciedad. Una vez aplicado, los resultados de la simulación se han ajustado y se acercan a representar la realidad.

Una vez contrastados los resultados de las simulaciones, se han “empleado” para establecer como válida la simulación de la planta objeto del proyecto y los resultados de esta para el estudio de rentabilidad. Tras desarrollar y analizar varias alternativas, hemos extraído que la que emplea estructura fija sin seguimiento (TIR=8,38% - Superficie ocupada=3,74ha) es más eficiente y quizás más interesante, ya que ofrece mejores resultados de rentabilidad



económica inmediata y produce menor impacto ambiental frente a la alternativa de seguimiento a un eje (TIR=7,89% - Superficie ocupada=5,2ha).

Con todo ello, cabe concluir que a la hora de diseñar y desarrollar técnica y económicamente un proyecto de ejecución de estas características, es necesario tener en cuenta múltiples factores que hacen difícil predecir como va a resultar determinada inversión. Contemplando varios escenarios, se obtienen otros puntos de vista que pueden ser decisivos en la decisión final o al menos sirvan de ayuda en la toma de decisiones para una posible inversión.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Granados, O. (2019)**. El sol brilla más desde este año. *Periódico El País*. Recuperado el 22 de Junio de 2019 https://elpais.com/elpais/2019/05/20/actualidad/1558365184_91865.html
- [2] [Página web Braux]. (s.f.). Recuperado de <http://braux.es/es>
- [3] [Página web IDE - Gestión de Expedientes Iberdrola]. (s.f.). Recuperado de <https://www.i-de.es/gestiones-online-soporte/accesos-gestiones-online/instaladores-promotores-ingenierias>
- [4] [Página web iMEDEXSA]. (s.f.). Recuperado de <http://www.imedexsa.es/public/index.asp>
- [5] [Página web Ingeteam]. (s.f.). Recuperado de <https://www.ingeteam.com/es-es/inicio.aspx>
- [6] [Página web MVScada]. (s.f.). Recuperado de <https://mvscada.com/public/>
- [7] [Página web Ormazabal]. (s.f.). Recuperado de <https://www.ormazabal.com/es>
- [8] [Página web Prysmian Group]. (s.f.). Recuperado de <https://es.prysmiangroup.com>
- [9] [Página web Quinto Armónico]. (s.f.). Recuperado de <https://quintoarmonico.es>
- [10] [Página web REE]. (s.f.). Recuperado de <https://www.ree.es/es>
- [11] [Página web Trunsun Solar]. (s.f.). Recuperado de <https://www.trunsunsolar.com>
- [12] **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (2007)**. Thomson Editores Spain
- [13] **Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (2008)**. Ediciones Paraninfo, S.A.
- [14] **Thevenard, D. Et al.(2010)**. Uncertainty in Long-Term Photovoltaic Yield Predictions. *Natural Resources Canada*. Recuperado el 25 de Junio de 2019 http://198.103.48.154/eng/renewables/standalone_pv/publications.html?2010-122



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

ANEXO I. INFORMES DE CÁLCULO ESTIMADO DE LA ENERGÍA A PRODUCIR

Rendimiento de un sistema FV con seguimiento solar

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar

Datos proporcionados:

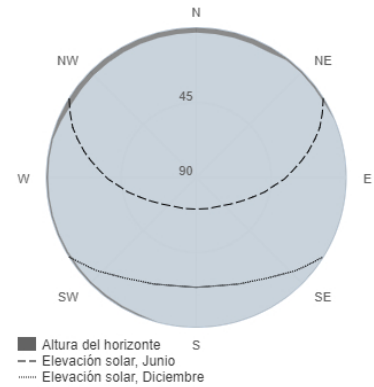
Latitud/Longitud: 42.081, -4.786
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-CMSAF
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 1800 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

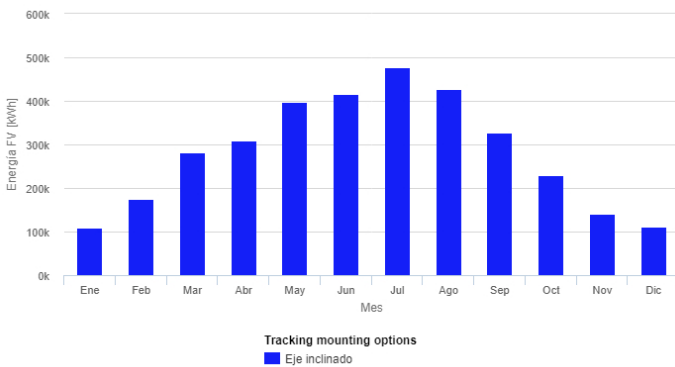
IA*
 Ángulo de inclinación [°]: 0
 Producción anual FV [kWh]: 3400000
 Irradiación anual [kWh/m²]: 2350
 Variación interanual [%]: 53200.0
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia [%]: 1.6
 Efectos espectrales [%]: 0.4
 Temp. y baja irradiancia [%]: 5.4
 Pérdidas totales [%]: 19.6

* IA: Eje inclinado

Perfil del horizonte:

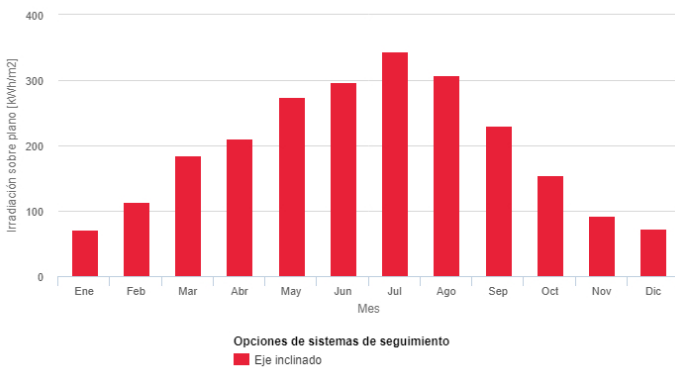


Producción eléctrica mensual de un sistema FV con seguimiento solar:



Mes	Eje inclinado	
	Em	SDm
Enero	10800070.5	15400
Febrero	174000113	31200
Marzo	281000185	41000
Abril	310000211	30200
Mayo	397000275	40600
Junio	417000297	22100
Julio	477000344	11000
Agosto	428000308	20000
Septiembre	328000230	16000
Octubre	229000154	19600
Noviembre	14100092.1	20500
Diciembre	11200072.8	11300

Irradiación mensual sobre plano de un sistema FV con seguimiento solar:



Em: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

Hm: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SDm: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Lugar geográfico	Fuentes de Nava	País	España
Ubicación	Latitud	42.08° N	Longitud -4.78° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud 759 m
	Albedo	0.20	
Datos climatológicos:	Fuentes de Nava	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis	

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-S/B

Fecha de simulación 20/06/19 20h22

Parámetros de la simulación

Plano de seguimiento, eje inclinado	Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Limitaciones de rotación	Fi mínimo	-55°	Fi máximo	55°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteororm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)		

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Sub-generador "Sub-generador #3"	Modelo	SRP-330-6MA		
Custom parameters definition	Fabricante	Seraphim		
Número de módulos FV	En serie	20 módulos	En paralelo	90 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	1800	Pnom unitaria	330 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	594 kWp	En cond. funciona.	538 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	686 V	I mpp	784 A
Sub-generador "Sub-generador #2"	Modelo	SRP-335-6MA		
Custom parameters definition	Fabricante	Seraphim		
Número de módulos FV	En serie	20 módulos	En paralelo	180 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	3600	Pnom unitaria	335 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	1206 kWp	En cond. funciona.	1093 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	691 V	I mpp	1583 A
Total	Potencia global generadores	Nominal (STC)	1800 kWp	Total
	Superficie módulos		10478 m²	5400 módulos

Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO		
Custom parameters definition	Fabricante	Ingeteam		
Características	Tensión Funciona.	570-850 V	Pnom unitaria	100 kWac
Sub-generador "Sub-generador #1"	N° de inversores	5 unidades	Potencia total	500 kWac
Sub-generador "Sub-generador #2"	N° de inversores	10 unidades	Potencia total	1000 kWac
Total	N° de inversores	15	Potencia total	1500 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	15 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	7.3 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-S/B

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cables FV	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

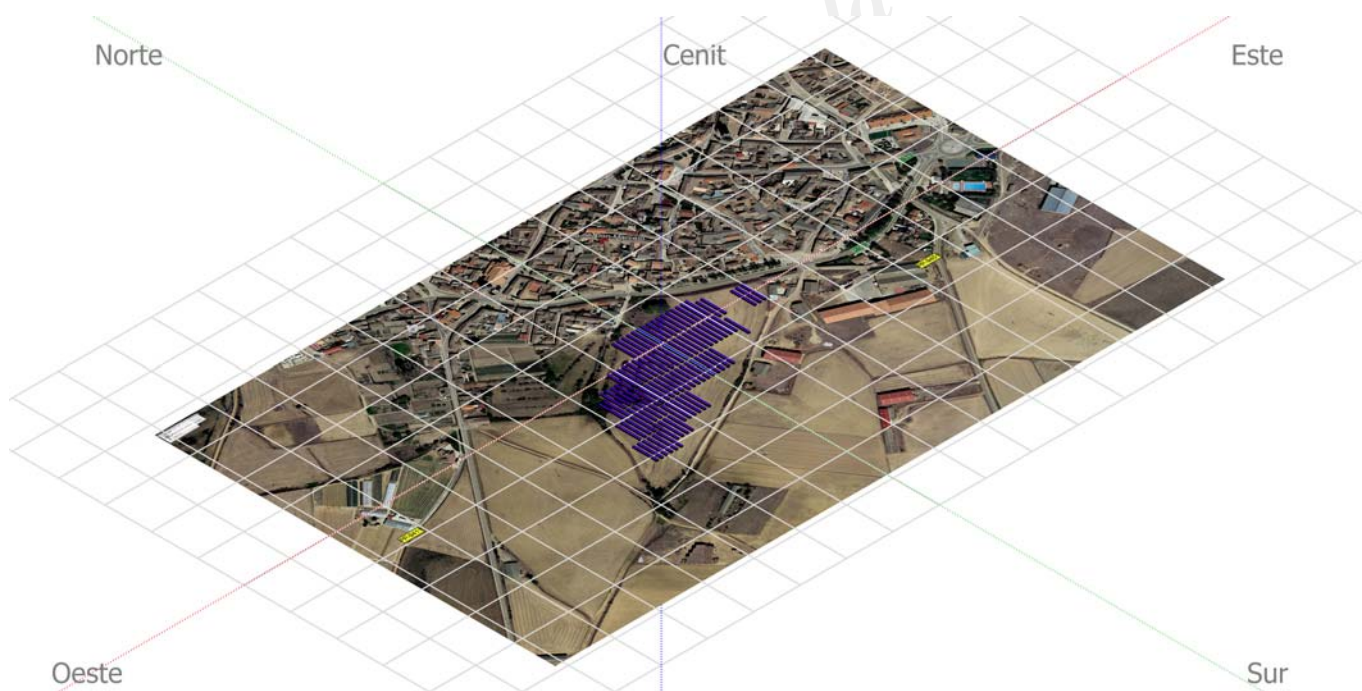
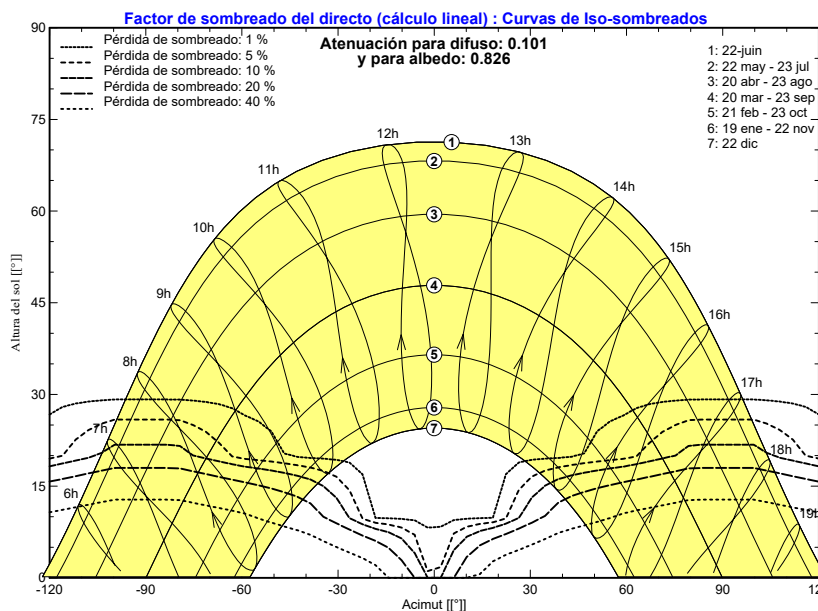


Diagrama de Iso-sombreados

FV-Fronton_Cercado-1.8MW



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-S/B

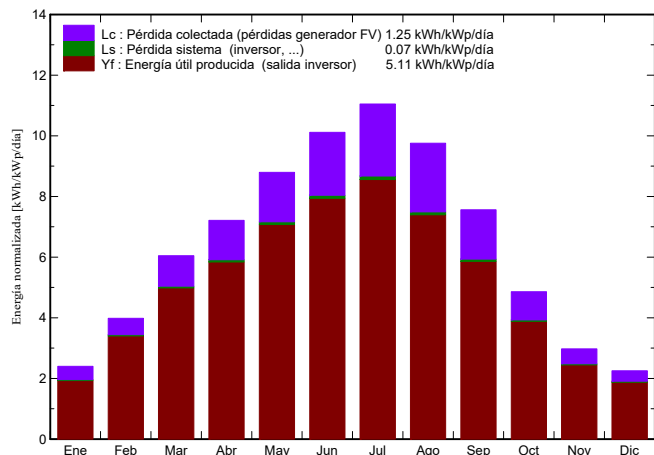
Parámetros principales del sistema Tipo de sistema **Conectado a la red**

Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cables	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

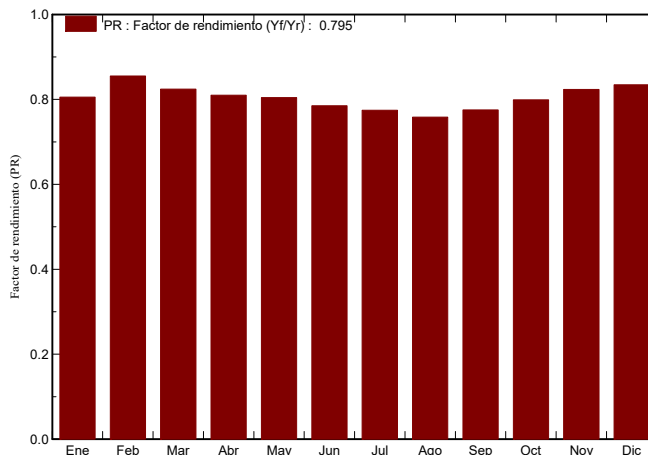
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	3357 MWh/año	Produc. específico 1865 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	79.45 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1800 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Seguimiento-1eje-S/B

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.0	28.62	4.10	74.4	64.4	109.6	107.9	0.805
Febrero	80.1	35.23	4.00	111.5	100.1	173.7	171.6	0.855
Marzo	136.7	58.78	7.40	187.5	170.3	281.6	278.1	0.824
Abril	157.5	64.57	10.60	216.3	197.0	319.5	315.4	0.810
Mayo	199.6	73.87	13.70	272.7	252.1	399.9	394.7	0.804
Junio	221.4	68.63	18.10	303.4	282.1	434.2	428.7	0.785
Julio	241.2	55.47	21.40	342.5	320.6	484.0	477.4	0.774
Agosto	209.6	52.39	21.40	302.5	278.2	417.9	412.8	0.758
Septiembre	156.3	43.76	18.00	226.8	205.8	320.6	316.5	0.775
Octubre	104.8	41.91	13.20	150.7	134.2	219.4	216.8	0.799
Noviembre	63.3	29.75	7.70	89.2	78.4	134.1	132.3	0.824
Diciembre	50.2	25.11	4.10	69.8	61.1	106.4	104.8	0.834
Año	1673.7	578.12	12.02	2347.4	2144.1	3400.9	3357.0	0.795

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

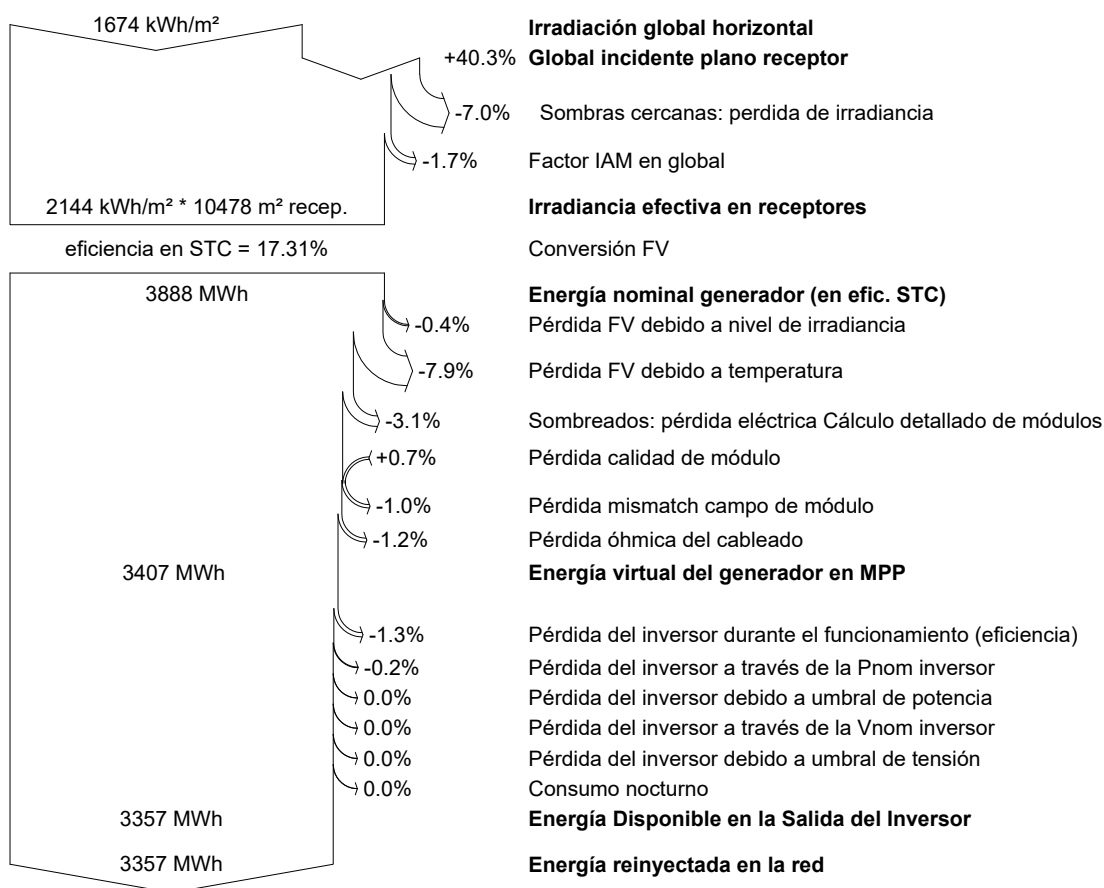
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-S/B

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cálculo FV	Seguimiento, eje inclinado, inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: P50 - P90 evaluation

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-S/B

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)		
Orientación Cables	Seguimiento, eje inclinado, Inclinción eje	0°	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom	330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom	335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total	1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO		100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total	1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

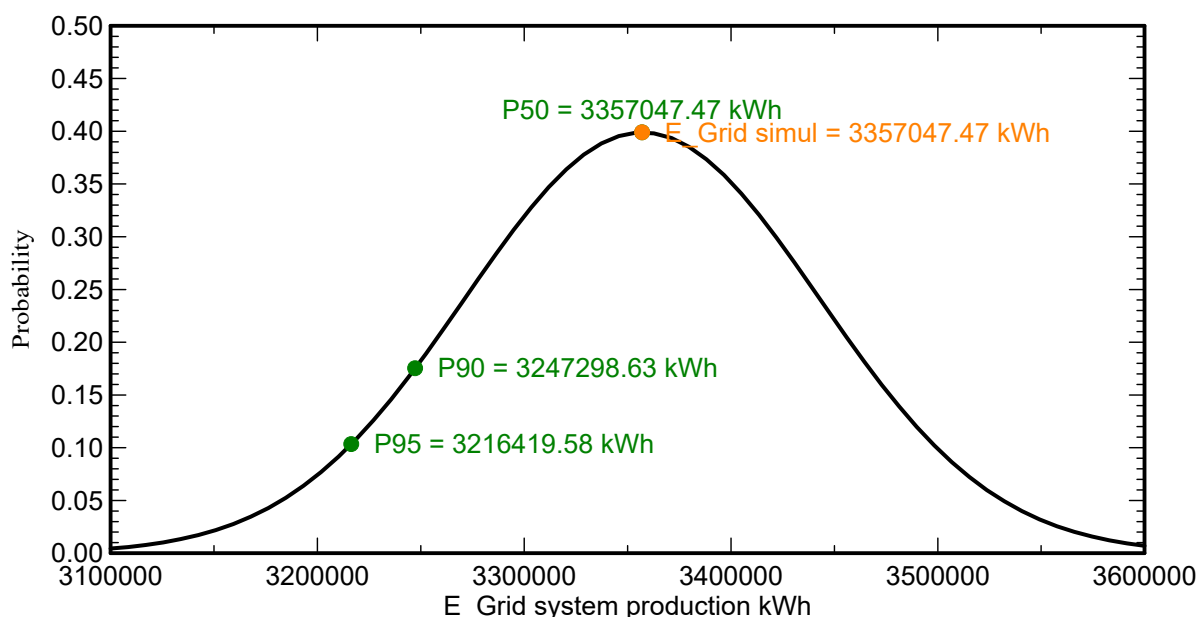
Meteo data source	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011		
Datos climatológicos	Kind	No definido	Año 1995
Specified Deviation	Year deviation from aver.	3 %	
Year-to-year variability	Variance	0.5 %	

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	2.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo + system)	Variance	2.5 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability	86 MWh
	P50	3357 MWh
	P90	3247 MWh
	P95	3216 MWh

Probability distribution



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Lugar geográfico	Fuentes de Nava	País	España
Ubicación	Latitud	42.08° N	Longitud -4.78° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud 759 m
	Albedo	0.20	
Datos climatológicos:	Fuentes de Nava	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis	

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno

Fecha de simulación 24/06/19 19h32

Parámetros de la simulación

Plano de seguimiento, eje inclinado	Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Limitaciones de rotación	Fi mínimo	-55°	Fi máximo	55°
Técnica del Retorno	Espaciamiento seguidor solar	7.90 m	Ancho receptor	3.04 m
Banda inactiva	Izquierda	0.20 m	Derecha	0.20 m
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation (acc. to module layout)			

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Sub-generador "Sub-generador #1"	1-mono	Modelo	SRP-330-6MA	
Custom parameters definition		Fabricante	Seraphim	
Número de módulos FV		En serie	20 módulos	En paralelo 90 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	1800	Pnom unitaria 330 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	594 kWp	En cond. funciona. 538 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	686 V	I mpp 784 A
Sub-generador "Sub-generador #2"	1-mono	Modelo	SRP-335-6MA	
Custom parameters definition		Fabricante	Seraphim	
Número de módulos FV		En serie	20 módulos	En paralelo 180 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	3600	Pnom unitaria 335 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	1206 kWp	En cond. funciona. 1093 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	691 V	I mpp 1583 A
Total	Potencia global generadores	Nominal (STC)	1800 kWp	Total 5400 módulos
		Superficie módulos	10478 m²	
Inversor		Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	
Custom parameters definition		Fabricante	Ingeteam	
Características		Tensión Funciona.	570-850 V	Pnom unitaria 100 kWac
Sub-generador "Sub-generador #1"	N° de inversores	5 unidades	Potencia total	500 kWac
Sub-generador "Sub-generador #2"	N° de inversores	10 unidades	Potencia total	1000 kWac
Total	N° de inversores	15	Potencia total	1500 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (viento)	0.0 W/m ² K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	15 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	7.3 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)

Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = $1 - b_o (1/\cos i - 1)$	Parám. b_o	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

PVsyst aula

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cables FV	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

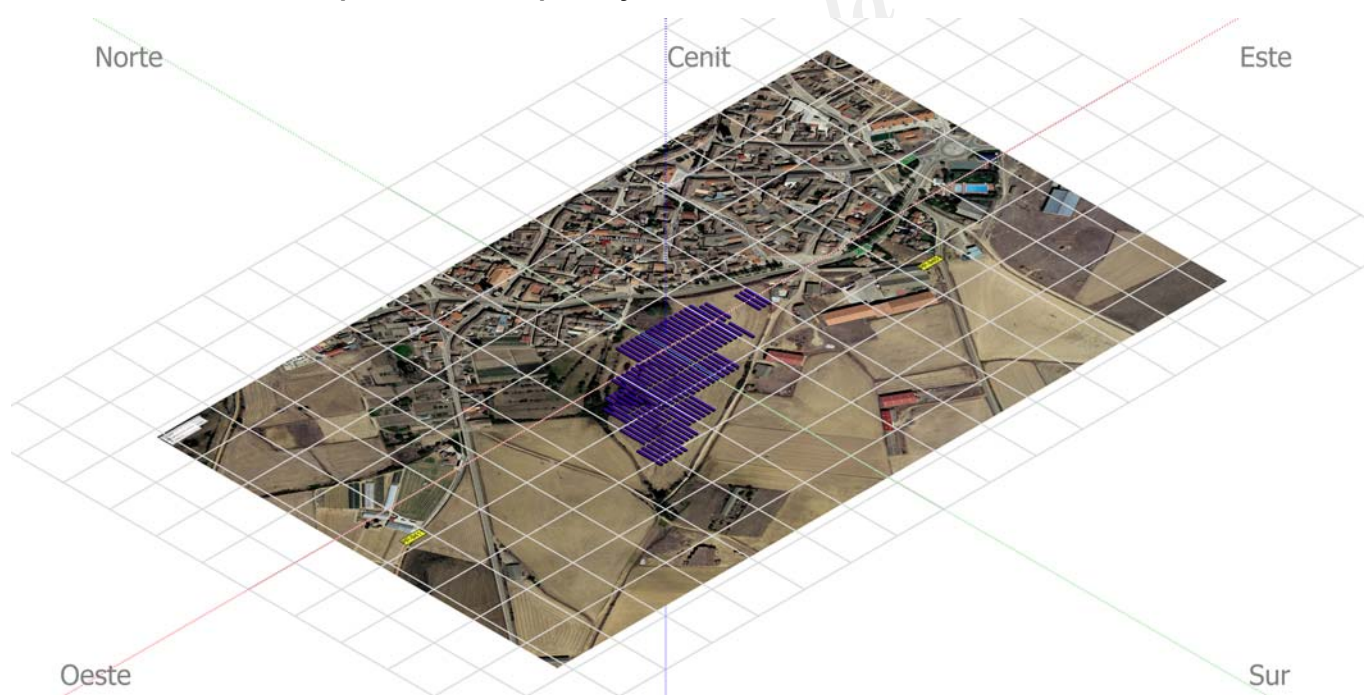
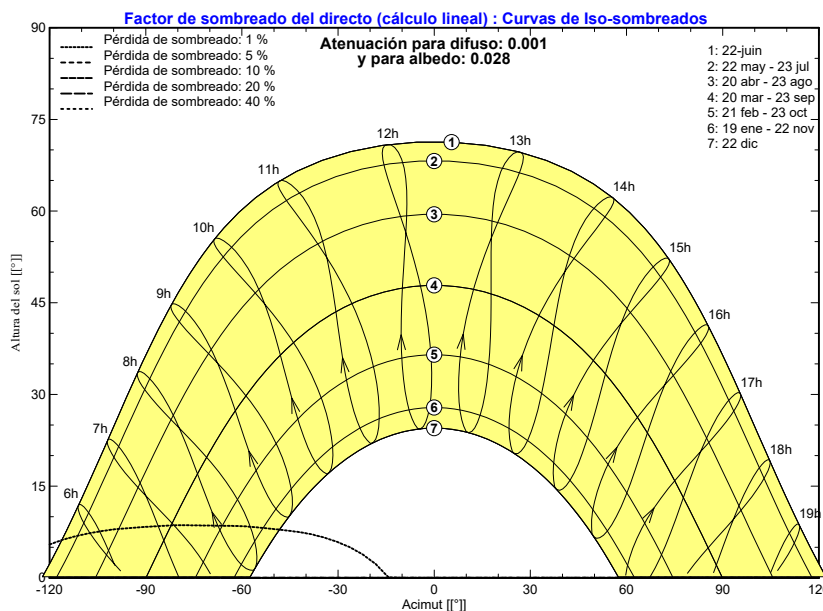


Diagrama de Iso-sombreados

FV-Fronton_Cercado-1.8MW



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno

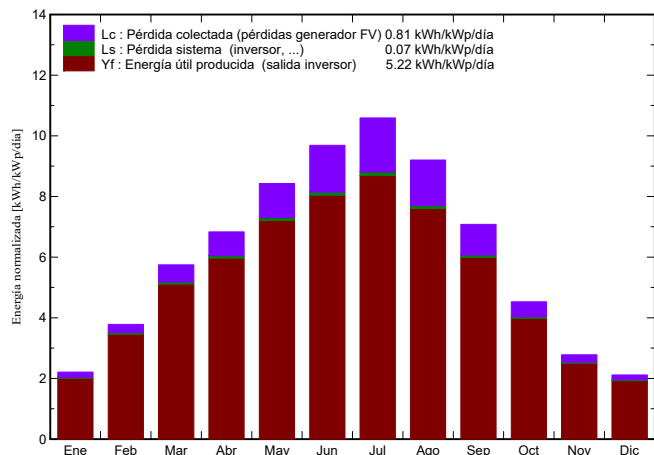
Parámetros principales del sistema Tipo de sistema **Conectado a la red**

Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cables	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

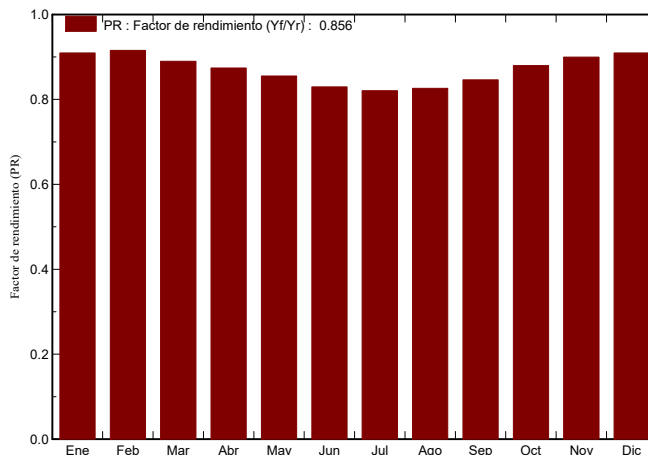
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	3428 MWh/año	Produc. específico 1904 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.60 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1800 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno
Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.0	28.62	4.10	68.5	63.2	113.9	112.1	0.909
Febrero	80.1	35.23	4.00	105.9	99.2	176.7	174.5	0.916
Marzo	136.7	58.78	7.40	178.2	168.8	289.0	285.4	0.890
Abril	157.5	64.57	10.60	204.9	195.3	326.5	322.3	0.874
Mayo	199.6	73.87	13.70	261.2	250.3	407.4	402.1	0.855
Junio	221.4	68.63	18.10	290.6	279.8	439.7	434.0	0.830
Julio	241.2	55.47	21.40	328.3	317.8	491.5	485.0	0.821
Agosto	209.6	52.39	21.40	285.3	275.3	429.5	424.2	0.826
Septiembre	156.3	43.76	18.00	212.5	203.7	327.7	323.5	0.846
Octubre	104.8	41.91	13.20	140.4	132.2	224.9	222.2	0.880
Noviembre	63.3	29.75	7.70	83.4	77.5	137.1	135.0	0.900
Diciembre	50.2	25.11	4.10	65.6	60.4	109.1	107.4	0.909
Año	1673.7	578.12	12.02	2224.7	2123.5	3473.0	3427.7	0.856

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

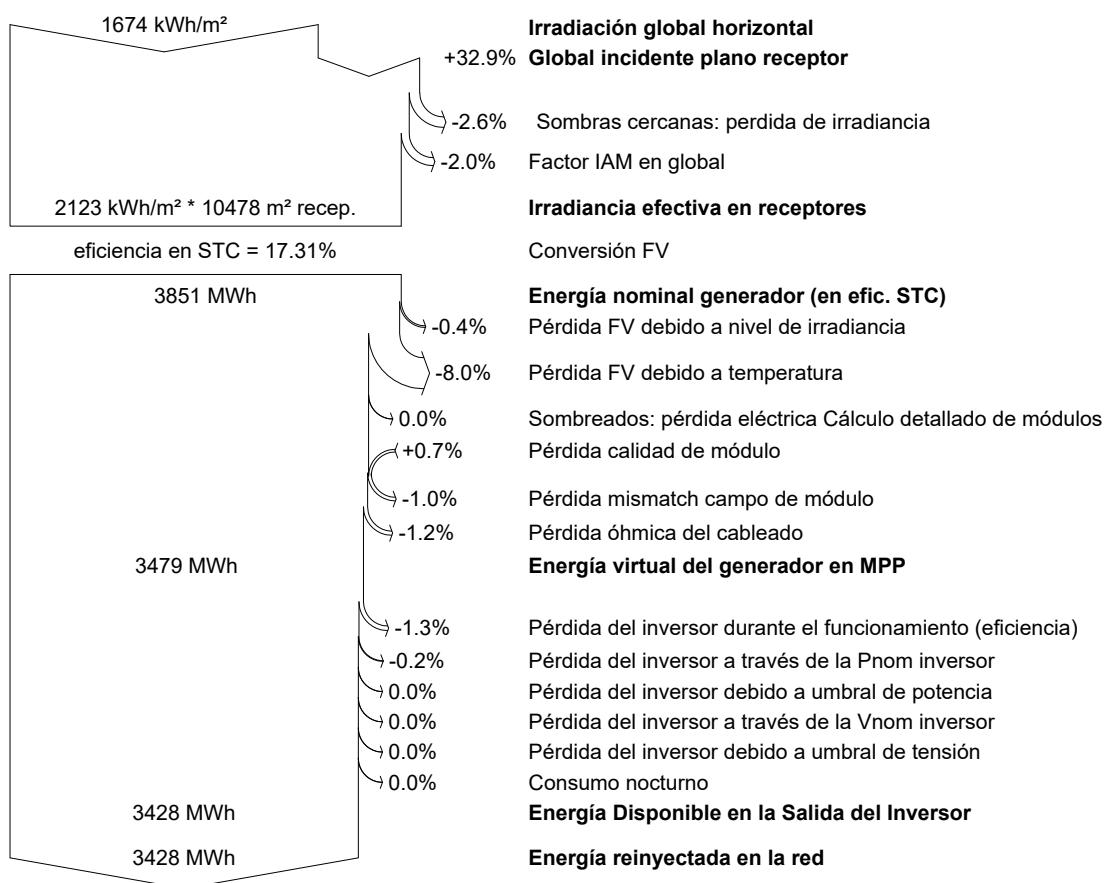
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cálculo FV	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: P50 - P90 evaluation

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Seguimiento-1eje-Backtracking-Con_Returno

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)	
Orientación Cables FV	Seguimiento, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

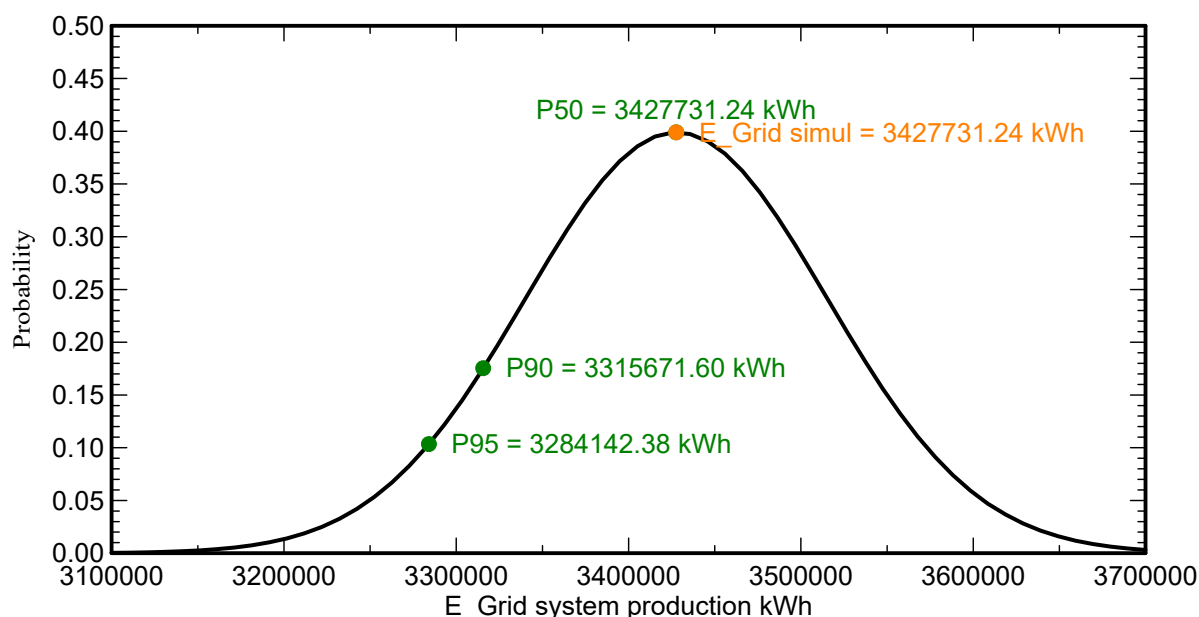
Meteo data source	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011		
Datos climatológicos	Kind	No definido	Año 1995
Specified Deviation	Year deviation from aver.	3 %	
Year-to-year variability	Variance	0.5 %	

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	2.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo + system)	Variance	2.5 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability	87 MWh
	P50	3428 MWh
	P90	3316 MWh
	P95	3284 MWh

Probability distribution



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Lugar geográfico	Fuentes de Nava	País	España
Ubicación	Latitud	42.08° N	Longitud -4.78° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud 759 m
	Albedo	0.20	
Datos climatológicos:	Fuentes de Nava	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis	

Variante de simulación : Configuración fija

Fecha de simulación 25/06/19 19h37

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación	35°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Sub-generador "Sub-generador #3"	Modelo	SRP-330-6MA		
Custom parameters definition	Fabricante	Seraphim		
Número de módulos FV	En serie	20 módulos	En paralelo	90 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	1800	Pnom unitaria	330 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	594 kWp	En cond. funciona.	538 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	686 V	I mpp	784 A
Sub-generador "Sub-generador #2"	Modelo	SRP-335-6MA		
Custom parameters definition	Fabricante	Seraphim		
Número de módulos FV	En serie	20 módulos	En paralelo	180 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	3600	Pnom unitaria	335 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	1206 kWp	En cond. funciona.	1093 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	691 V	I mpp	1583 A
Total	Potencia global generadores	Nominal (STC)	1800 kWp	Total
	Superficie módulos		10478 m²	5400 módulos
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO		
Custom parameters definition	Fabricante	Ingeteam		
Características	Tensión Funciona.	570-850 V	Pnom unitaria	100 kWac
Sub-generador "Sub-generador #1"	Nº de inversores	5 unidades	Potencia total	500 kWac
Sub-generador "Sub-generador #2"	Nº de inversores	10 unidades	Potencia total	1000 kWac
Total	Nº de inversores	15	Potencia total	1500 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	15 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	7.3 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

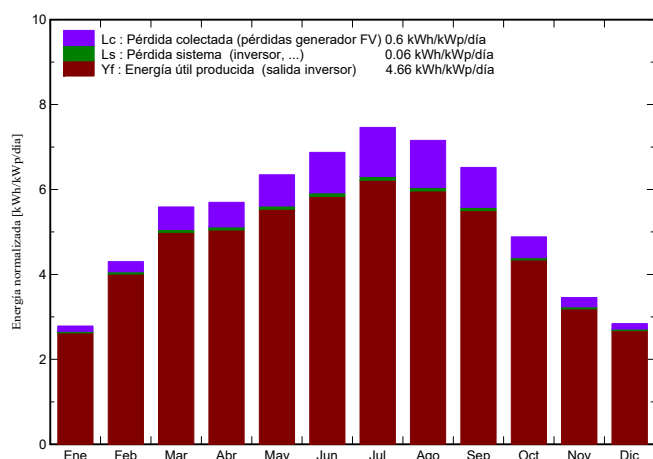
Variante de simulación : Configuración fija

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom	330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom	335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total	1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO		100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total	1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

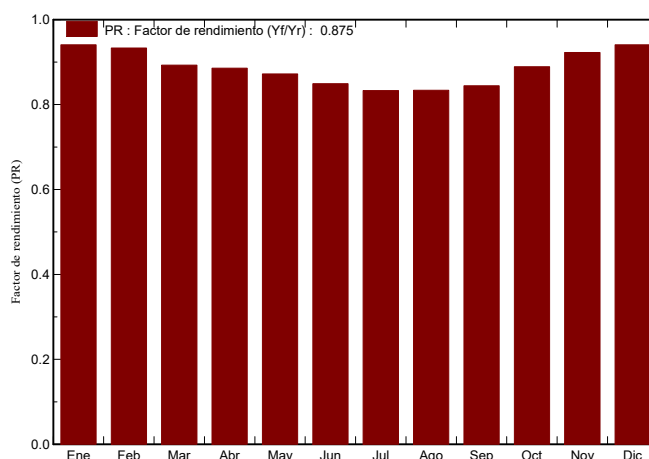
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 3065 MWh/año** Produc. específico 1703 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) **87.49 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1800 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Configuración fija

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.0	28.62	4.10	86.4	84.0	148.5	146.3	0.941
Febrero	80.1	35.23	4.00	120.4	117.4	204.9	202.2	0.933
Marzo	136.7	58.78	7.40	173.3	168.8	282.1	278.5	0.893
Abril	157.5	64.57	10.60	171.0	165.8	276.3	272.6	0.886
Mayo	199.6	73.87	13.70	196.8	190.6	313.2	308.9	0.872
Junio	221.4	68.63	18.10	206.3	199.7	319.7	315.3	0.849
Julio	241.2	55.47	21.40	231.4	224.0	351.9	346.9	0.833
Agosto	209.6	52.39	21.40	221.8	215.4	337.2	332.9	0.834
Septiembre	156.3	43.76	18.00	195.6	190.7	301.2	297.2	0.844
Octubre	104.8	41.91	13.20	151.4	147.5	245.2	242.2	0.889
Noviembre	63.3	29.75	7.70	103.7	101.0	174.7	172.2	0.923
Diciembre	50.2	25.11	4.10	88.1	85.8	151.4	149.3	0.941
Año	1673.7	578.12	12.02	1946.0	1890.9	3106.4	3064.5	0.875

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

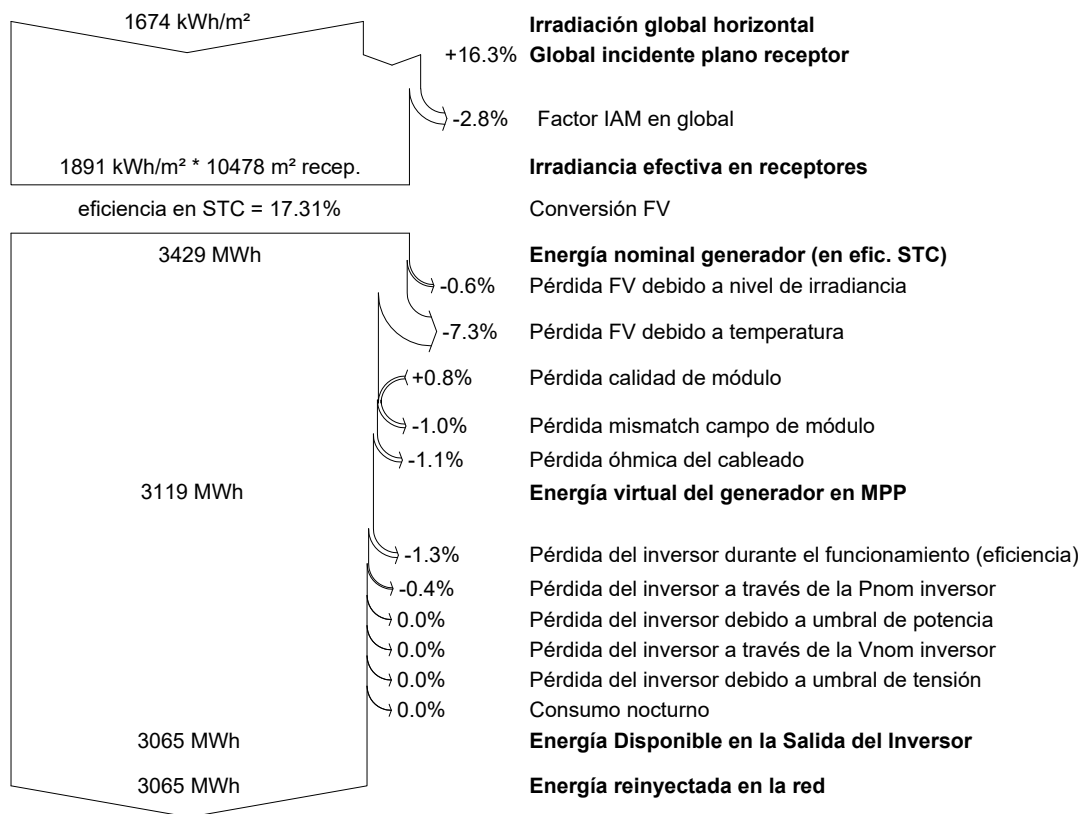
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Configuración fija

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Módulos FV	Modelo	SRP-335-6MA	Pnom 335 Wp
Generador FV	N° de módulos	5400	Pnom total 1800 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	15.0	Pnom total 1500 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Lugar geográfico	Fuentes de Nava	País	España
Ubicación	Latitud	42.08° N	Longitud -4.78° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud 759 m
	Albedo	0.20	
Datos climatológicos:	Fuentes de Nava	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis	

Variante de simulación : Fija 2.5MW

Fecha de simulación 27/06/19 22h48

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor	Inclinación	35°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			

Características generador FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	SRP-330-6MA	
Custom parameters definition		Fabricante	Seraphim	
Número de módulos FV		En serie	20 módulos	En paralelo 378 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	7560	Pnom unitaria 330 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	2495 kWp	En cond. funciona. 2260 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	686 V	I mpp 3293 A
Superficie total		Superficie módulos	14669 m²	

Inversor

Custom parameters definition	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO		
Características	Fabricante	Ingeteam		
	Tensión Funciona.	570-850 V	Pnom unitaria	100 kWac
Banco de inversores	N° de inversores	21 unidades	Potencia total	2100 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	3.5 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

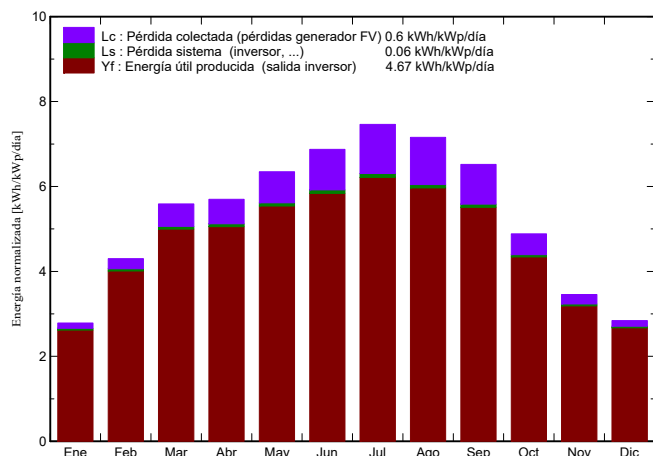
Variante de simulación : Fija 2.5MW

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Generador FV	N° de módulos	7560	Pnom total 2495 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total 2100 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

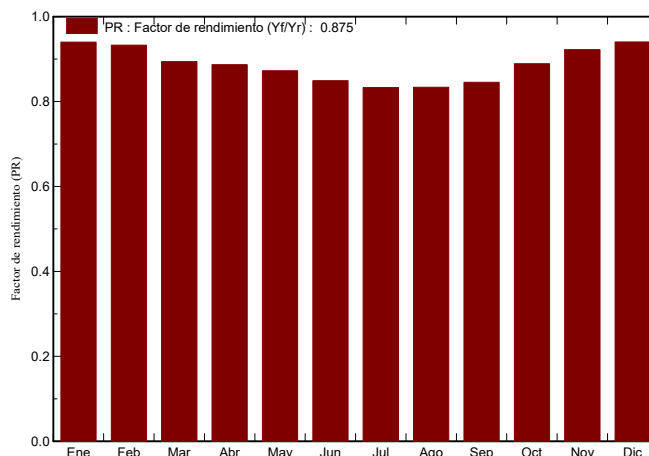
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 4248 MWh/año** Produc. específico 1703 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) 87.51 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 2495 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Fija 2.5MW

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	53.0	28.62	4.10	86.4	84.0	205.6	202.6	0.940
Febrero	80.1	35.23	4.00	120.4	117.4	283.8	280.2	0.933
Marzo	136.7	58.78	7.40	173.3	168.8	391.6	386.5	0.894
Abril	157.5	64.57	10.60	171.0	165.8	383.3	378.1	0.887
Mayo	199.6	73.87	13.70	196.8	190.6	434.3	428.4	0.873
Junio	221.4	68.63	18.10	206.3	199.7	443.1	436.9	0.849
Julio	241.2	55.47	21.40	231.4	224.0	487.6	480.7	0.833
Agosto	209.6	52.39	21.40	221.8	215.4	467.4	461.4	0.834
Septiembre	156.3	43.76	18.00	195.6	190.7	418.0	412.5	0.845
Octubre	104.8	41.91	13.20	151.4	147.5	340.0	335.8	0.889
Noviembre	63.3	29.75	7.70	103.7	101.0	242.0	238.6	0.922
Diciembre	50.2	25.11	4.10	88.1	85.8	209.7	206.7	0.940
Año	1673.7	578.12	12.02	1946.0	1890.9	4306.4	4248.4	0.875

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

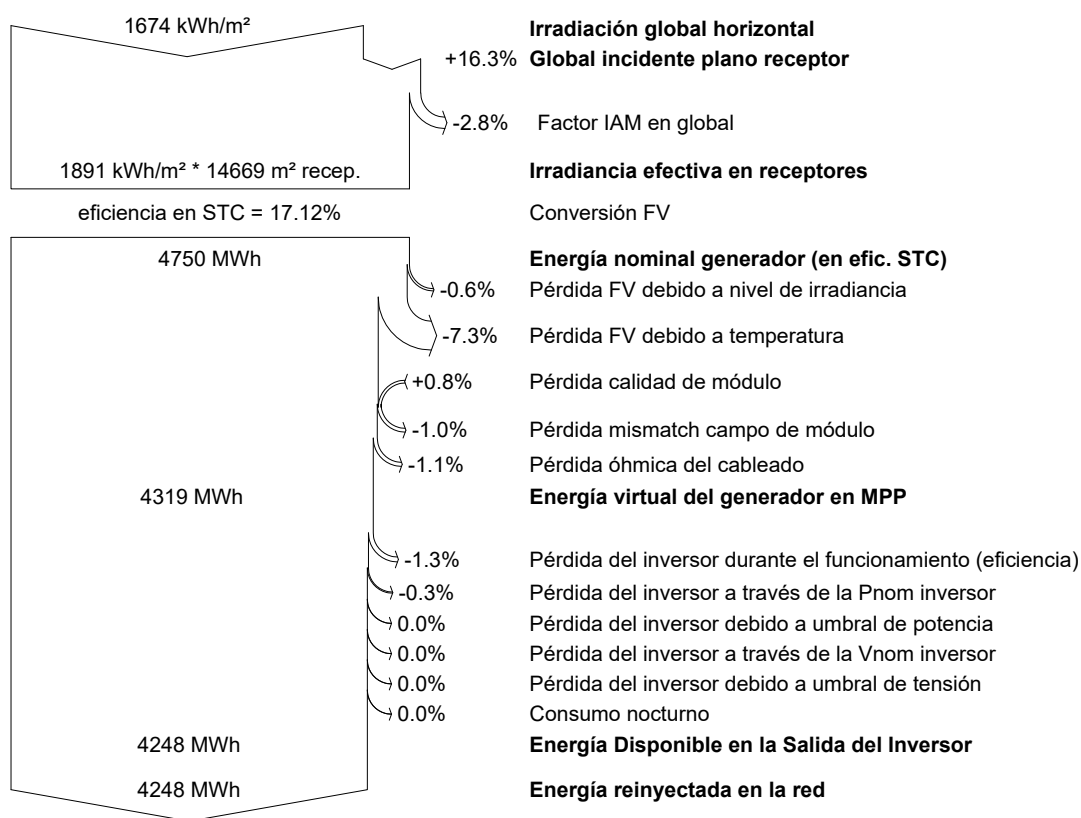
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : FV-Fronton_Cercado-1.8MW

Variante de simulación : Fija 2.5MW

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-330-6MA	Pnom 330 Wp
Generador FV	N° de módulos	7560	Pnom total 2495 kWp
Inversor	Modelo	Ingecon_Sun-3Play-100TLPRO	100 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	21.0	Pnom total 2100 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Fuentespreadas1

Lugar geográfico	Fuentespreadas	País	España	
Ubicación	Latitud	41.32° N	Longitud	-5.63° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud	770 m
	Albedo	0.20		
Datos climatológicos:	Fuentespreadas	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis		

Variante de simulación : Seguimiento a 2 ejes

Fecha de simulación 14/01/19 18h33

Parámetros de la simulación

Plano de seguimiento, dos ejes	Inclinación Mínima	0°	Inclinación Máxima	80°
Limitaciones de rotación	Acimut Mínimo	-140°	Acimut Máximo	140°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			

Características generador FV

Módulo FV	HIT	Modelo	HIP-225 HDHE1	
Original PVsyst database	Fabricante	Sanyo		
Número de módulos FV	En serie	12 módulos	En paralelo	39 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	468	Pnom unitaria	225 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	105 kWp	En cond. funciona.	97.5 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	374 V	I mpp	260 A
Superficie total	Superficie módulos	649 m²		

Inversor

Original PVsyst database	Modelo	Sunny Mini Central 8000 TL		
Características	Fabricante	SMA		
	Tensión Funciona.	333-500 V	Pnom unitaria	8.00 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	12 unidades	Potencia total	96 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	23 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Fuentespreadas1

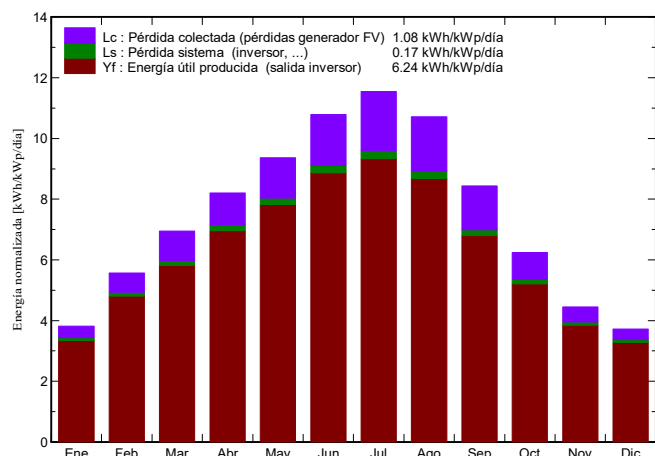
Variante de simulación : Seguimiento a 2 ejes

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	Seguimiento en dos ejes			
Módulos FV	Modelo	HIP-225 HDHE1	Pnom	225 Wp
Generador FV	N° de módulos	468	Pnom total	105 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Mini Central 8000 TL		8.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	12.0	Pnom total	96.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

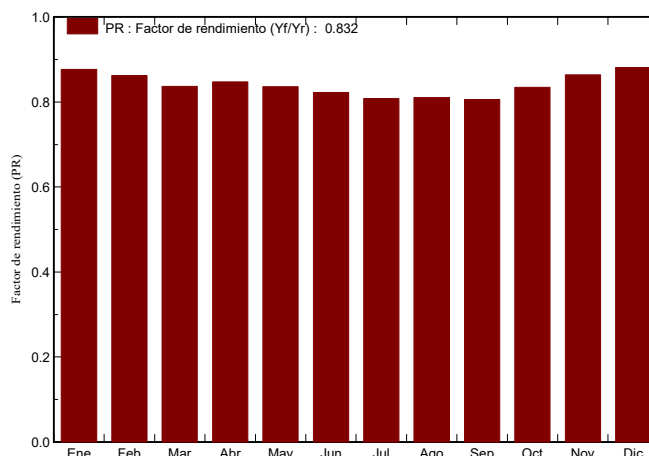
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	239.8 MWh/año	Produc. específico	2277 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	83.25 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 105 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Seguimiento a 2 ejes

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	58.6	29.88	3.90	118.2	116.6	11.21	10.91	0.877
Febrero	84.6	34.67	4.00	155.9	154.2	14.56	14.16	0.863
Marzo	140.4	60.38	7.30	215.5	212.6	19.53	19.00	0.837
Abril	161.7	64.68	10.60	246.2	243.1	22.58	21.98	0.848
Mayo	203.0	75.13	14.00	290.2	286.6	26.25	25.55	0.836
Junio	226.2	65.60	18.20	323.6	320.3	28.79	28.03	0.823
Julio	245.5	51.56	21.90	358.0	355.2	31.32	30.47	0.808
Agosto	213.9	49.20	21.60	332.1	329.4	29.12	28.34	0.810
Septiembre	156.9	43.93	17.90	253.1	250.8	22.09	21.48	0.806
Octubre	110.4	43.04	13.00	193.5	191.3	17.47	17.00	0.835
Noviembre	67.2	30.91	7.40	133.6	131.9	12.49	12.16	0.864
Diciembre	53.3	26.66	4.30	115.4	114.0	11.00	10.71	0.881
Año	1721.7	575.63	12.06	2735.3	2706.0	246.41	239.78	0.832

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

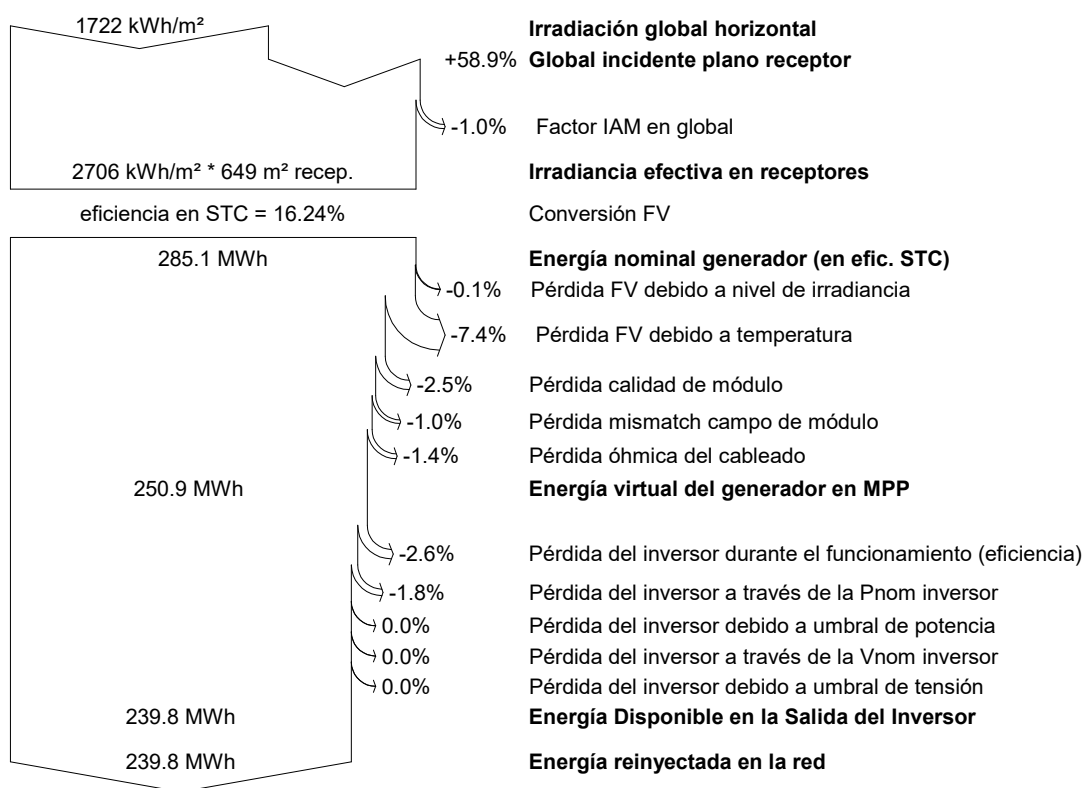
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Fuentespreadas1

Variante de simulación : Seguimiento a 2 ejes

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	Seguimiento en dos ejes				
Módulos FV	Modelo	HIP-225 HDHE1	Pnom	225 Wp	
Generador FV	Nº de módulos	468	Pnom total	105 kWp	
Inversor	Modelo	Sunny Mini Central 8000 TL		8.00 kW ac	
Banco de inversores	Nº de unidades	12.0	Pnom total	96.0 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **Campillo-5+6**

Lugar geográfico	Campillo-5-6	País	España	
Ubicación	Latitud	41.25° N	Longitud	-5.00° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud	739 m
	Albedo	0.20		
Datos climatológicos:	Campillo-5-6	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis		

Variante de simulación : **Campillo-5+6**

Fecha de simulación 04/03/19 21h01

Parámetros de la simulación

Plano de seguimiento, dos ejes	Inclinación Mínima	0°	Inclinación Máxima	80°
Limitaciones de rotación	Acimut Mínimo	-150°	Acimut Máximo	150°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			

Características generador FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	SPR-238E-WHT-D	
Original PVsyst database		Fabricante	SunPower	
Número de módulos FV		En serie	10 módulos	En paralelo 90 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	900	Pnom unitaria 238 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	214 kWp	En cond. funciona. 194 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	363 V	I mpp 535 A
Superficie total		Superficie módulos	1120 m²	Superf. célula 1003 m²

Inversor

Custom parameters definition	Modelo	SPR-7000M		
Características	Fabricante	Sunpower		
	Tensión Funciona.	335-560 V	Pnom unitaria	6.65 kWac
Banco de inversores	N° de inversores	30 unidades	Potencia total	200 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	11 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Campillo-5+6

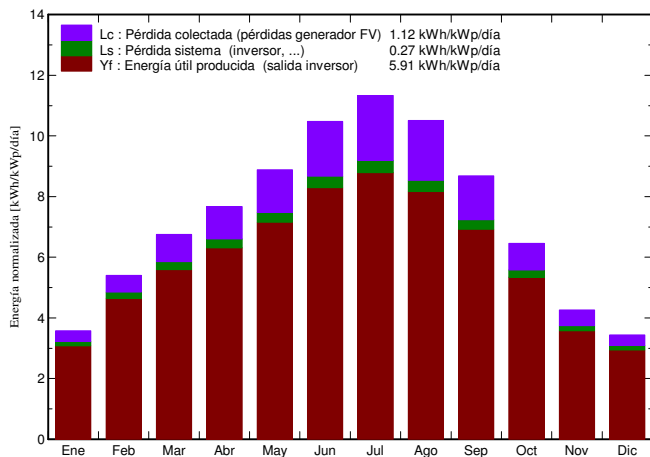
Variante de simulación : Campillo-5+6

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	Seguimiento en dos ejes			
Módulos FV	Modelo	SPR-238E-WHT-D	Pnom	238 Wp
Generador FV	N° de módulos	900	Pnom total	214 kWp
Inversor	Modelo	SPR-7000M	Pnom	6.65 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	30.0	Pnom total	200 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

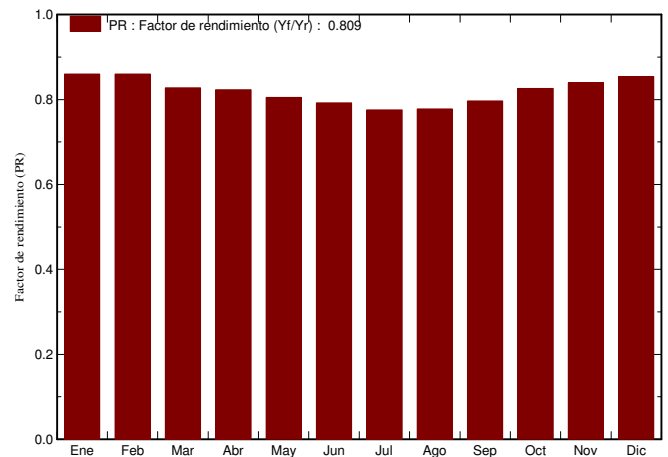
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	462.0 MWh/año	Produc. específico	2157 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	80.95 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 214 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Campillo-5+6

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	56.1	29.74	4.40	111.0	109.5	21.45	20.45	0.860
Febrero	83.2	34.93	4.70	151.2	149.3	29.09	27.84	0.860
Marzo	137.3	60.42	8.10	209.5	206.7	38.87	37.13	0.827
Abril	159.6	65.44	11.60	230.2	227.2	42.45	40.58	0.823
Mayo	199.6	73.87	15.20	275.6	272.3	49.70	47.52	0.805
Junio	222.9	66.87	19.40	314.3	311.1	55.72	53.33	0.792
Julio	242.7	53.40	23.20	351.5	348.6	61.03	58.39	0.776
Agosto	211.7	50.81	22.90	325.7	323.0	56.66	54.26	0.778
Septiembre	155.7	45.15	18.90	260.6	258.1	46.49	44.49	0.797
Octubre	109.4	41.58	13.90	200.4	198.1	37.05	35.47	0.826
Noviembre	65.7	30.88	8.30	127.7	126.2	24.09	22.98	0.840
Diciembre	51.8	26.92	4.90	106.8	105.3	20.51	19.53	0.854
Año	1695.8	580.01	13.01	2664.5	2635.5	483.13	462.00	0.809

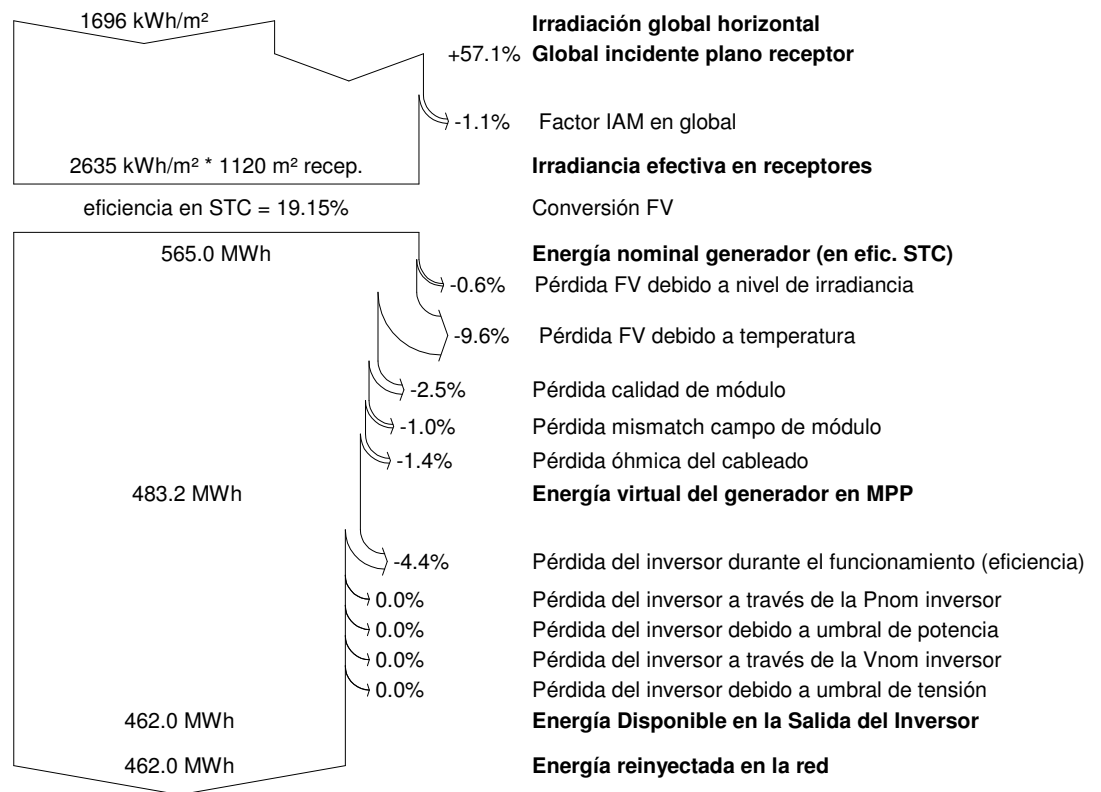
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Campillo-5+6
Variante de simulación : Campillo-5+6

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	Seguimiento en dos ejes			
Módulos FV	Modelo	SPR-238E-WHT-D	Pnom	238 Wp
Generador FV	Nº de módulos	900	Pnom total	214 kWp
Inversor	Modelo	SPR-7000M	Pnom	6.65 kW ac
Banco de inversores	Nº de unidades	30.0	Pnom total	200 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Lugar geográfico Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 País **España**

Ubicación Latitud 41.67° N Longitud -4.70° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 693 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : cabildo1

Fecha de simulación 25/06/19 22h05

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 15° Acimut -18°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV

Original PVsyst database	CdTe	Modelo	FS-275		
Número de módulos FV		Fabricante	First Solar	En paralelo	3360 cadenas
Nº total de módulos FV		En serie	9 módulos	Pnom unitaria	75 Wp
Potencia global generador		Nº módulos	30240	En cond. funciona.	2117 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		Nominal (STC)	2268 kWp	I mpp	3664 A
Superficie total		V mpp	578 V	Superf. célula	18802 m²
		Superficie módulos	21773 m²		

Inversor

Original PVsyst database		Modelo	TLX 12.5K		
Características		Fabricante	Danfoss	Pnom unitaria	12.5 kWac
Banco de inversores		Tensión Funciona.	250-800 V	Potencia total	2000 kWac
		Nº de inversores	160 unidades		

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador		2.6 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	0.8 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)		Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

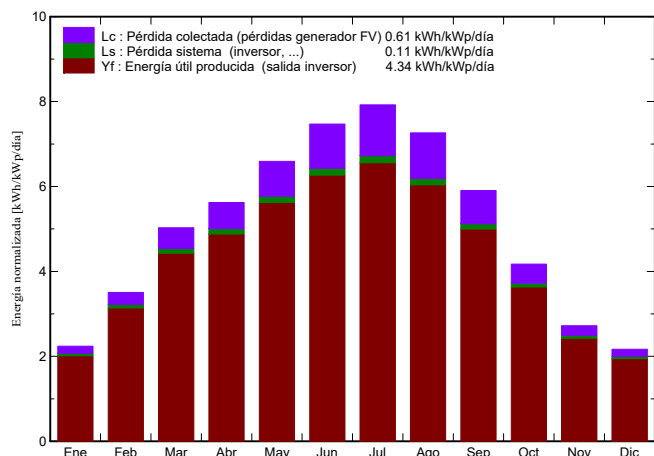
Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : cabildo1

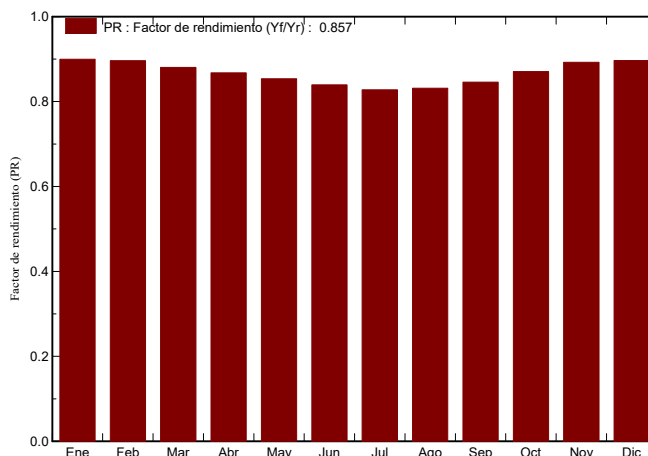
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV		inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV		Modelo	FS-275	Pnom 75 Wp
Generador FV		N° de módulos	30240	Pnom total 2268 kWp
Inversor		Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores		N° de unidades	160.0	Pnom total 2000 kW ac
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación
 Producción del Sistema **Energía producida 3589 MWh/año** Producc. específico 1583 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) 85.70 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 2268 kWp



Factor de rendimiento (PR)



cabildo1

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.9	29.67	4.30	69.4	66.3	145.7	141.6	0.900
Febrero	80.4	35.36	4.50	98.1	94.4	204.6	199.4	0.896
Marzo	135.5	58.25	7.90	155.9	150.8	319.1	311.3	0.881
Abril	157.2	66.02	11.40	168.7	163.4	340.6	332.1	0.868
Mayo	200.3	76.10	14.80	204.3	197.9	405.6	395.5	0.854
Junio	222.3	68.91	19.30	224.1	217.1	437.4	426.5	0.839
Julio	241.5	55.54	22.80	245.6	238.5	472.8	461.1	0.828
Agosto	211.1	52.78	22.60	225.1	218.7	435.0	424.4	0.831
Septiembre	156.3	45.33	18.80	177.2	171.6	348.5	340.0	0.846
Octubre	106.6	42.66	13.70	129.4	124.6	261.8	255.5	0.871
Noviembre	63.3	31.02	8.20	81.7	78.1	169.7	165.3	0.892
Diciembre	50.2	26.11	4.50	67.2	64.0	140.7	136.7	0.897
Año	1678.6	587.74	12.78	1846.6	1785.4	3681.5	3589.1	0.857

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

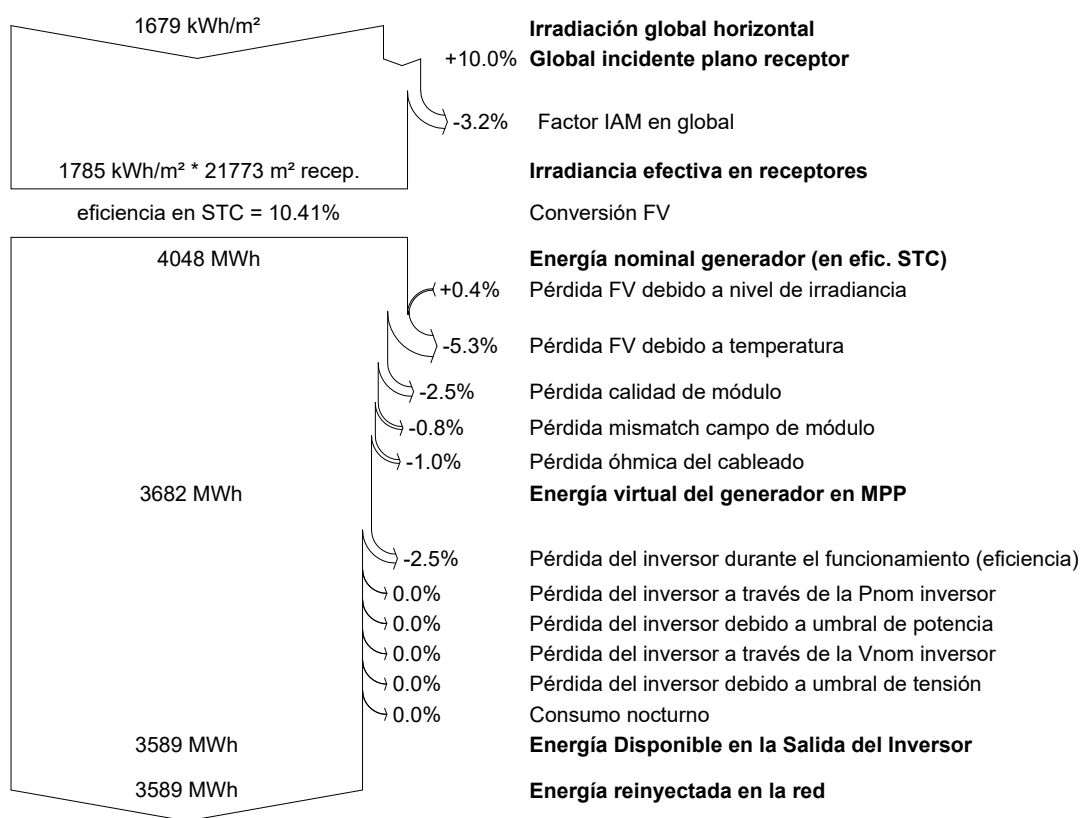
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : cabildo1

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV	Modelo	FS-275	Pnom 75 Wp
Generador FV	N° de módulos	30240	Pnom total 2268 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	160.0	Pnom total 2000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Lugar geográfico Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 País **España**

Ubicación Latitud 41.67° N Longitud -4.70° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 693 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : Cabildo2

Fecha de simulación 25/06/19 22h12

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 15° Acimut -18°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteororm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Módulo FV CdTe Modelo **FS-380**
Original PVsyst database Fabricante First Solar

Sub-generador "Sub-generador #1"

Número de módulos FV	En serie	12 módulos	En paralelo	520 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	6240	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	499 kWp	En cond. funciona.	468 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	532 V	I mpp	880 A

Sub-generador "Sub-generador #2"

Número de módulos FV	En serie	12 módulos	En paralelo	560 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	6720	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	538 kWp	En cond. funciona.	505 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	532 V	I mpp	948 A

Total Potencia global generadores	Nominal (STC)	1037 kWp	Total	12960 módulos
	Superficie módulos	9331 m²	Superf. célula	7624 m ²

Inversor Modelo **TLX 12.5K**
Original PVsyst database Fabricante Danfoss

Características Tensión Funciona. 250-800 V Pnom unitaria 12.5 kWac

Sub-generador "Sub-generador #1" N° de inversores 40 unidades Potencia total 500 kWac

Sub-generador "Sub-generador #2" N° de inversores 40 unidades Potencia total 500 kWac

Total N° de inversores 80 Potencia total 1000 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (viento)	0.0 W/m ² K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	9.7 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	9.0 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	0.8 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

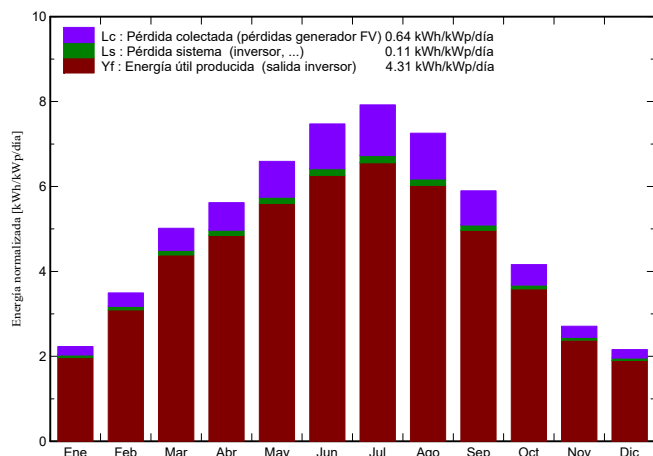
Variante de simulación : Cabildo2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV	Modelo	FS-380	Pnom 80 Wp
Generador FV	N° de módulos	12960	Pnom total 1037 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	80.0	Pnom total 1000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

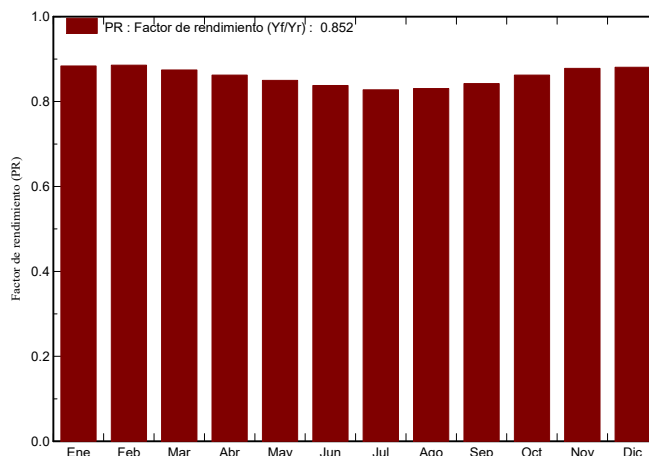
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema **Energía producida 1629 MWh/año** Produc. específico 1571 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) 85.20 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1037 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Cabildo2

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.9	29.67	4.30	69.1	66.0	65.3	63.4	0.884
Febrero	80.4	35.36	4.50	97.8	94.1	92.2	89.8	0.886
Marzo	135.5	58.25	7.90	155.6	150.5	144.6	141.0	0.874
Abril	157.2	66.02	11.40	168.6	163.2	154.7	150.8	0.862
Mayo	200.3	76.10	14.80	204.3	197.8	184.7	180.1	0.850
Junio	222.3	68.91	19.30	224.2	217.2	199.6	194.7	0.838
Julio	241.5	55.54	22.80	245.6	238.6	216.2	210.8	0.828
Agosto	211.1	52.78	22.60	225.0	218.5	198.5	193.7	0.831
Septiembre	156.3	45.33	18.80	176.9	171.3	158.4	154.5	0.842
Octubre	106.6	42.66	13.70	129.0	124.2	118.2	115.3	0.862
Noviembre	63.3	31.02	8.20	81.3	77.8	76.1	74.1	0.878
Diciembre	50.2	26.11	4.50	66.9	63.7	63.0	61.1	0.881
Año	1678.6	587.74	12.78	1844.4	1783.0	1671.5	1629.2	0.852

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

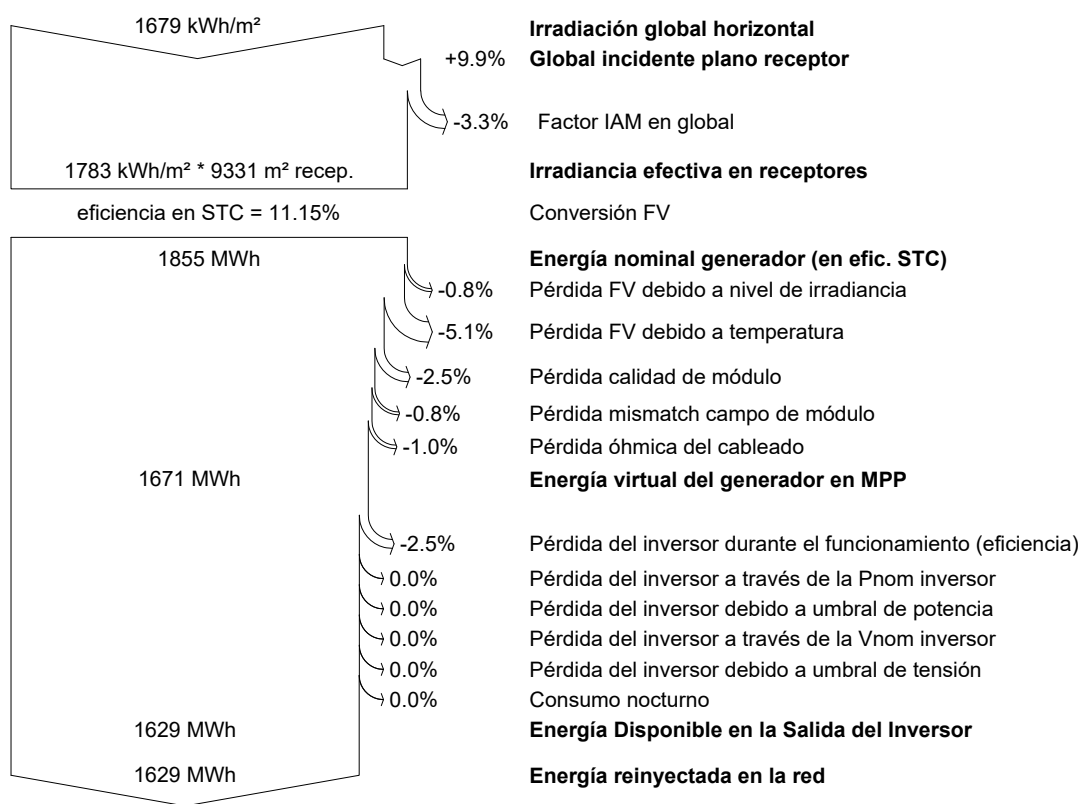
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : Cabildo2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV	Modelo	FS-380	Pnom 80 Wp
Generador FV	N° de módulos	12960	Pnom total 1037 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	80.0	Pnom total 1000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Lugar geográfico Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 País **España**

Ubicación Latitud 41.67° N Longitud -4.70° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 693 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : cabildo1-25-suciedad

Fecha de simulación 04/07/19 20h01

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 15° Acimut -18°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV

Original PVsyst database	CdTe	Modelo	FS-275		
Número de módulos FV		Fabricante	First Solar	En paralelo	3360 cadenas
Nº total de módulos FV		En serie	9 módulos	Pnom unitaria	75 Wp
Potencia global generador		Nº módulos	30240	En cond. funciona.	2117 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		Nominal (STC)	2268 kWp	I mpp	3664 A
Superficie total		V mpp	578 V	Superf. célula	18802 m²
		Superficie módulos	21773 m²		

Inversor

Original PVsyst database		Modelo	TLX 12.5K		
Características		Fabricante	Danfoss	Pnom unitaria	12.5 kWac
Banco de inversores		Tensión Funciona.	250-800 V	Potencia total	2000 kWac
		Nº de inversores	160 unidades		

Factores de pérdida Generador FV

Pérdidas por polvo y suciedad del generador		Fracción de Pérdidas	25.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	2.6 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas 2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 0.8 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo 0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

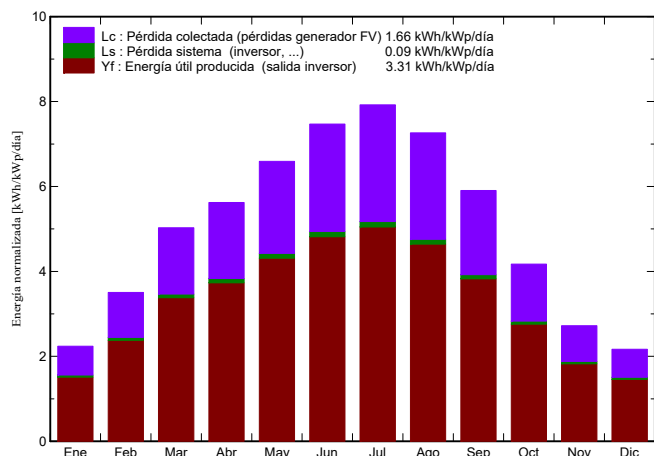
Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : cabildo1-25-suciedad

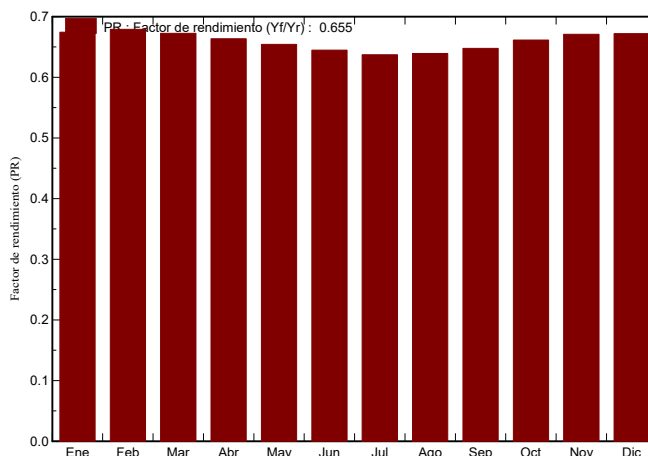
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut	-18°
Módulos FV	Modelo	FS-275	Pnom	75 Wp
Generador FV	N° de módulos	30240	Pnom total	2268 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom	12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	160.0	Pnom total	2000 kW ac
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación
 Producción del Sistema **Energía producida 2742 MWh/año** Producción específica 1209 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) 65.47 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 2268 kWp



Factor de rendimiento (PR)



cabildo1-25-suciedad Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.9	29.67	4.30	69.4	49.7	109.8	106.1	0.674
Febrero	80.4	35.36	4.50	98.1	70.8	155.3	151.1	0.679
Marzo	135.5	58.25	7.90	155.9	113.1	243.9	237.7	0.673
Abril	157.2	66.02	11.40	168.7	122.5	260.7	253.9	0.664
Mayo	200.3	76.10	14.80	204.3	148.4	311.1	303.2	0.654
Junio	222.3	68.91	19.30	224.1	162.8	336.1	327.7	0.645
Julio	241.5	55.54	22.80	245.6	178.9	363.9	354.9	0.637
Agosto	211.1	52.78	22.60	225.1	164.0	334.4	326.4	0.639
Septiembre	156.3	45.33	18.80	177.2	128.7	267.0	260.3	0.648
Octubre	106.6	42.66	13.70	129.4	93.4	199.1	194.0	0.661
Noviembre	63.3	31.02	8.20	81.7	58.6	128.1	124.2	0.671
Diciembre	50.2	26.11	4.50	67.2	48.0	106.0	102.4	0.672
Año	1678.6	587.74	12.78	1846.6	1339.0	2815.4	2742.0	0.655

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

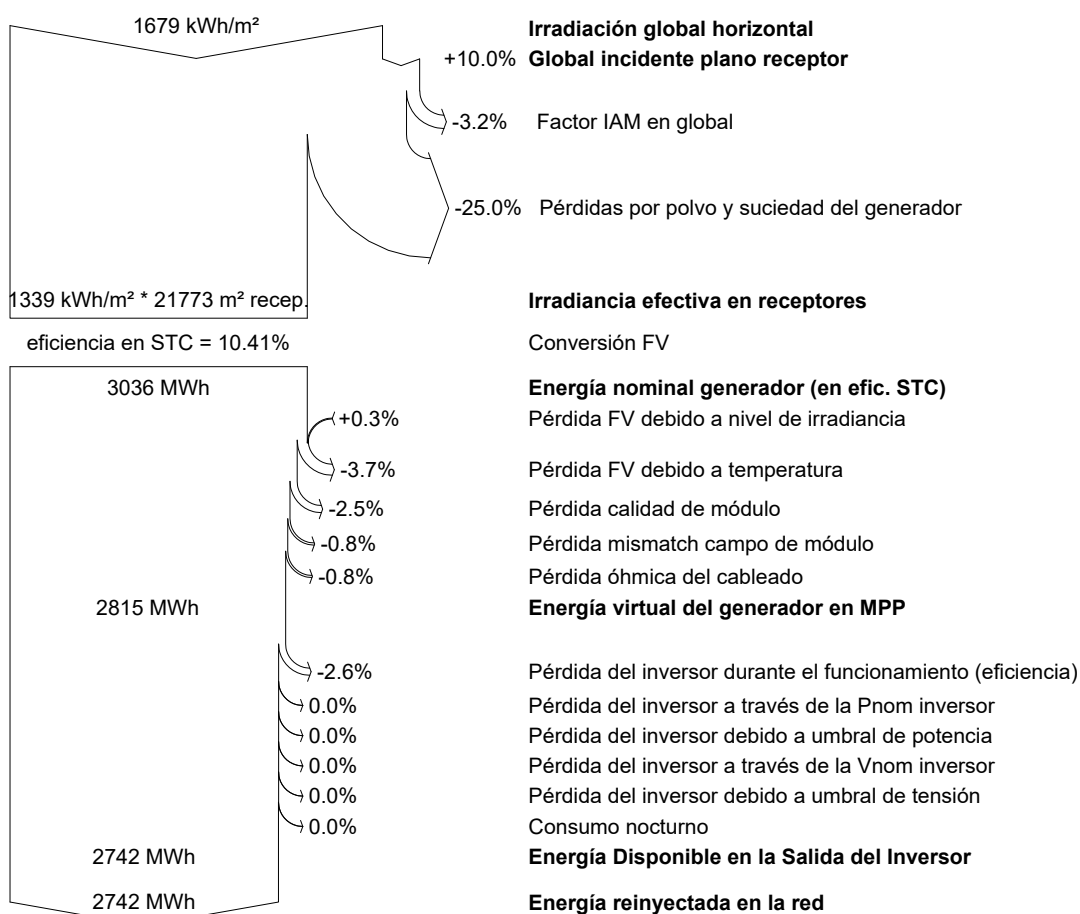
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : cabildo1-25-suciedad

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV	Modelo	FS-275	Pnom 75 Wp
Generador FV	N° de módulos	30240	Pnom total 2268 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	160.0	Pnom total 2000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Lugar geográfico Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 País **España**

Ubicación Latitud 41.67° N Longitud -4.70° W

Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 693 m

Albedo 0.20

Datos climatológicos: Cubierta_Michelin-Cabildo1y2 PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : Cabildo2-23Suciedad

Fecha de simulación 04/07/19 20h29

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 15° Acimut -18°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteororm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Módulo FV CdTe Modelo **FS-380**
Original PVsyst database Fabricante First Solar

Sub-generador "Sub-generador #1"

Número de módulos FV	En serie	12 módulos	En paralelo	520 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	6240	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	499 kWp	En cond. funciona.	468 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	532 V	I mpp	880 A

Sub-generador "Sub-generador #2"

Número de módulos FV	En serie	12 módulos	En paralelo	560 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	6720	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	538 kWp	En cond. funciona.	505 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	532 V	I mpp	948 A

Total Potencia global generadores	Nominal (STC)	1037 kWp	Total	12960 módulos
	Superficie módulos	9331 m²	Superf. célula	7624 m²

Inversor

Original PVsyst database Modelo **TLX 12.5K**
Fabricante Danfoss
Características Tensión Funciona. 250-800 V Pnom unitaria 12.5 kWac

Sub-generador "Sub-generador #1" Nº de inversores 40 unidades Potencia total 500 kWac

Sub-generador "Sub-generador #2" Nº de inversores 40 unidades Potencia total 500 kWac

Total Nº de inversores 80 Potencia total 1000 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Pérdidas por polvo y suciedad del generador		Fracción de Pérdidas	23.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const) 20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1 9.7 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2 9.0 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas	2.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas	0.8 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

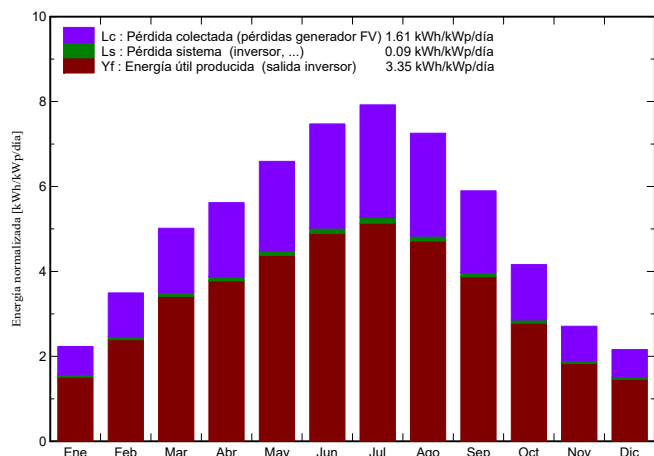
Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : Cabildo2-23Suciedad

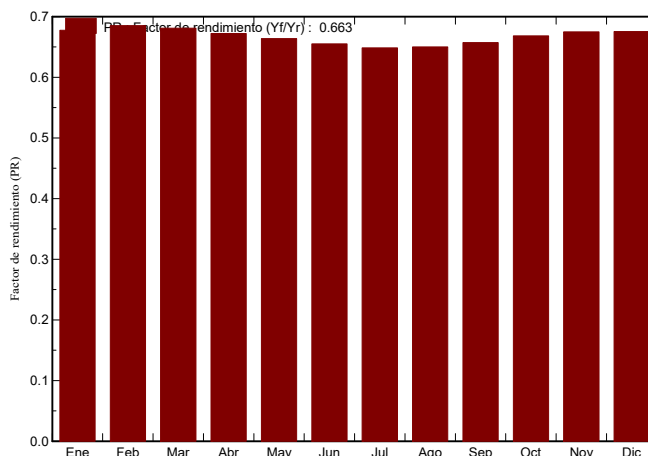
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut	-18°
Módulos FV	Modelo	FS-380	Pnom	80 Wp
Generador FV	N° de módulos	12960	Pnom total	1037 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom	12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	80.0	Pnom total	1000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación
 Producción del Sistema **Energía producida** **1269 MWh/año** Producción específica 1224 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) 66.34 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1037 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Cabildo2-23Suciedad Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	53.9	29.67	4.30	69.1	50.8	50.3	48.6	0.677
Febrero	80.4	35.36	4.50	97.8	72.5	71.5	69.5	0.685
Marzo	135.5	58.25	7.90	155.6	115.9	112.7	109.8	0.681
Abril	157.2	66.02	11.40	168.6	125.7	120.7	117.5	0.672
Mayo	200.3	76.10	14.80	204.3	152.3	144.3	140.6	0.664
Junio	222.3	68.91	19.30	224.2	167.2	156.2	152.3	0.655
Julio	241.5	55.54	22.80	245.6	183.7	169.3	165.1	0.648
Agosto	211.1	52.78	22.60	225.0	168.3	155.4	151.6	0.650
Septiembre	156.3	45.33	18.80	176.9	131.9	123.6	120.5	0.657
Octubre	106.6	42.66	13.70	129.0	95.6	91.8	89.4	0.668
Noviembre	63.3	31.02	8.20	81.3	59.9	58.8	56.9	0.675
Diciembre	50.2	26.11	4.50	66.9	49.1	48.6	46.8	0.675
Año	1678.6	587.74	12.78	1844.4	1372.9	1303.2	1268.6	0.663

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

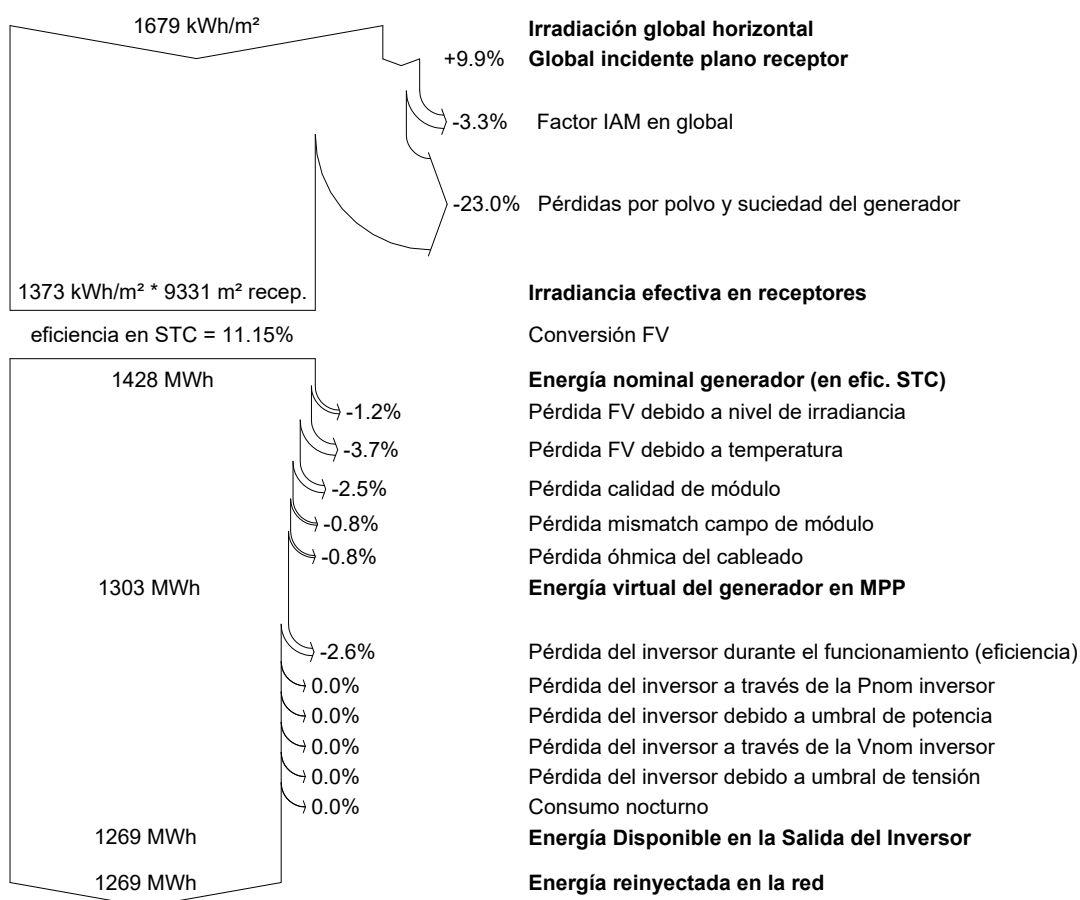
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Cabildo1y2-CubiertaMichelinVA

Variante de simulación : Cabildo2-23Suciedad

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -18°
Módulos FV	Modelo	FS-380	Pnom 80 Wp
Generador FV	N° de módulos	12960	Pnom total 1037 kWp
Inversor	Modelo	TLX 12.5K	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	80.0	Pnom total 1000 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año





Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

ANEXO II. COMPARATIVA TÉCNICO – ECONÓMICA DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS



1 - INTRODUCCIÓN

Para entrar a valorar y comparar las distintas alternativas de configuración de instalaciones solares fotovoltaicas, primero hay que ver cómo se encuentra este sector a día de hoy, puesto que el panorama actual es muy diferente al que se vivió en los últimos años de la primera década del siglo XXI.

En estos momentos no hay incentivos económicos por parte del estado para esta tecnología y todo el ingreso económico que se perciba proviene de la venta de la electricidad y garantías de origen, por tanto, se ha de intentar realizar una instalación lo más optimizada y fiable posible.

La instalación no solo ha de ser rentable en términos de producción, sino que además los gastos de mantenimiento y otros costes relacionados con la efectividad de la planta deben ser lo más bajo posibles, para que esta ofrezca una rentabilidad que incentive a invertir en esta tecnología, y así poder aumentar el porcentaje de energía eléctrica generada a través de fuentes de energía renovable.

Como se ha comentado en el párrafo anterior, una cuestión muy importante y que hay que tener en cuenta en la **fase previa** del desarrollo de un parque solar, fase en la que entre otras cosas, se estudia la posibilidad de realizar una instalación con seguimiento a dos, uno o ningún eje, es el coste de mantenimiento de la planta. Actualmente, en esta fase se descarta directamente la instalación de seguimiento a dos ejes, puesto que prima la efectividad y rentabilidad de la planta, y este tipo de instalación es cierto que arroja unos resultados de producción muy interesantes, pero a cambio, los costes de mantenimiento son mucho mayores que en otras alternativas y además, necesita de mayor superficie de terreno para implantar los seguidores y no se proyecten sombras entre sí, lo que hace a este tipo de montajes muy poco efectivos o rentables en comparación con otras configuraciones.

Por tanto, a la hora de realizar este proyecto, se ha contemplado únicamente realizar la instalación con seguimiento a uno o ningún eje, es decir con seguimiento o fija.

Antes de empezar con el análisis de la producción real de distintas instalaciones, me gustaría comentar que para la realización del proyecto de ejecución me he decantado por una instalación con seguimiento a un eje debido a su mayor complejidad técnica y por tener que tener en cuenta más factores a la hora de escoger una configuración de conexión (número de paneles en serie y paralelo limitados por el número de módulos que se pueden instalar en un mismo seguidor) y no ha influido la rentabilidad que hubiera podido tener la instalación de haberse proyectado de otra forma.

Además, a la hora de la elección, no se disponía de la suficiente información de rentabilidad de las configuraciones que se han contemplado en el trabajo.

2 - COMPARATIVA DE VALORES DE PRODUCCIÓN OBTENIDOS DE PLANTAS SOLARES FV REALES Y VALORES DE PRODUCCIÓN OBTENIDOS DE LA SIMULACIÓN DE LAS MISMAS

Antes de realizar un estudio de rentabilidad de la planta solar objeto del proyecto, procederemos a comparar varios parques solares fotovoltaicos para poder comparar los datos de producción real con los obtenidos a través de la simulación, de esta forma, poder determinar si la simulación realizada para la instalación FV objeto del proyecto y los datos de producción obtenidos son fiables y se pueden tener en cuenta a la hora de realizar un estudio de rentabilidad.

Los datos de producción real se han obtenido a través de una empresa dedicada a la supervisión, control y la adquisición de datos vía web y orientado a instalaciones de energías renovables, especialmente a fotovoltaica y eólica, llamada “MVSCADA”. Gracias a esta, se han obtenido datos de producción de varias plantas solares reales, las cuales tienen las siguientes características:

- Campillo 5 y6 (Seguimiento a dos ejes)

Características generador FV

Módulo FV	Si-mono	Modelo	SPR-238E-WHT-D	
Original PVsyst database		Fabricante	SunPower	
Número de módulos FV		En serie	10 módulos	En paralelo 90 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	900	Pnom unitaria 238 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	214 kWp	En cond. funciona. 194 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	363 V	I mpp 535 A
Superficie total		Superficie módulos	1120 m²	Superf. célula 1003 m²

Inversor

Inversor		Modelo	SPR-7000M	
Custom parameters definition		Fabricante	Sunpower	
Características		Tensión Funciona.	335-560 V	Pnom unitaria 6.65 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	30 unidades	Potencia total 200 kWac

Figura 60: Características de la instalación. Fuente: PVsyst / www.mvscada.com

- Fuentespreadas 1 (Seguimiento a dos ejes)

Características generador FV

Módulo FV	HIT	Modelo	HIP-225 HDHE1	
Original PVsyst database		Fabricante	Sanyo	
Número de módulos FV		En serie	12 módulos	En paralelo 39 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	468	Pnom unitaria 225 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	105 kWp	En cond. funciona. 97.5 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	374 V	I mpp 260 A
Superficie total		Superficie módulos	649 m²	

Inversor

Inversor		Modelo	Sunny Mini Central 8000 TL	
Original PVsyst database		Fabricante	SMA	
Características		Tensión Funciona.	333-500 V	Pnom unitaria 8.00 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	12 unidades	Potencia total 96 kWac

Figura 61: Características de la instalación. Fuente: PVsyst / www.mvscada.com

- Cabildo 1 (Fija sobre cubierta)

Características generador FV

Módulo FV	CdTe	Modelo	FS-275		
Original PVsyst database		Fabricante	First Solar		
Número de módulos FV		En serie	9 módulos	En paralelo	3360 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	30240	Pnom unitaria	75 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	2268 kWp	En cond. funciona.	2117 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	578 V	I mpp	3664 A
Superficie total		Superficie módulos	21773 m²	Superf. célula	18802 m²

Inversor		Modelo	TLX 12.5K		
Original PVsyst database		Fabricante	Danfoss		
Características		Tensión Funciona.	250-800 V	Pnom unitaria	12.5 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	160 unidades	Potencia total	2000 kWac

Figura 62: Características de la instalación. Fuente: PVsyst / www.mvscada.com

- Cabildo 2 (Fija sobre cubierta)

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Módulo FV	CdTe	Modelo	FS-380		
Original PVsyst database		Fabricante	First Solar		
Sub-generador "Sub-generador #1"					
Número de módulos FV		En serie	12 módulos	En paralelo	520 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	6240	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	499 kWp	En cond. funciona.	468 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	532 V	I mpp	880 A

Sub-generador "Sub-generador #2"					
Número de módulos FV		En serie	12 módulos	En paralelo	560 cadenas
Nº total de módulos FV		Nº módulos	6720	Pnom unitaria	80 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	538 kWp	En cond. funciona.	505 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	532 V	I mpp	948 A
Total		Potencia global generadores	1037 kWp	Total	12960 módulos
		Superficie módulos	9331 m²	Superf. célula	7624 m²

Inversor		Modelo	TLX 12.5K		
Original PVsyst database		Fabricante	Danfoss		
Características		Tensión Funciona.	250-800 V	Pnom unitaria	12.5 kWac
Sub-generador "Sub-generador #1"		Nº de inversores	40 unidades	Potencia total	500 kWac
Sub-generador "Sub-generador #2"		Nº de inversores	40 unidades	Potencia total	500 kWac
Total		Nº de inversores	80	Potencia total	1000 kWac

Figura 63: Características de la instalación. Fuente: PVsyst / www.mvscada.com

Con estos datos, se ha realizado la simulación de cada planta, obteniendo los informes incluidos en el anexo I. Adicionalmente, se han elaborado unas tablas que recogen los valores de producción real y de producción teórica o estimada, para poder compararlos y tener un índice de producción que refleje si la planta se comporta como el modelo desarrollado en la simulación. Así, tendremos los siguientes índices y tablas resumen de las instalaciones descritas anteriormente:

E_{gen_r} = Energía real generada en la planta Solar (kWh)

E_{Cons} = Energía real consumida por diversos receptores de la instalación

E_{gen_t} = Energía teórica generada. Referencia de generación



lprEst=Índice de producción. (lprEst=100%: Energía generada real igual a teórica; lprEst<100%: Energía generada real por debajo de lo estimado; lprEst>100%: Energía generada real por encima de lo estimado)

Dif_prod=Tanto por ciento de la diferencia entre energía generada real y teórica

Instalación	Fecha	Egen r (kWh)	E Cons (kWh)	Egen t (kWh)	lprEst (%)	Dif_prod(%)
Campillo 5 y 6	2014-05-01	57573	86	47520	121,16 %	21,16 %
Campillo 5 y 6	2014-06-01	58575	75	53330	109,83 %	9,83 %
Campillo 5 y 6	2014-07-01	59640	78	58390	102,14 %	2,14 %
Campillo 5 y 6	2014-08-01	58788	75	54260	108,35 %	8,35 %
Campillo 5 y 6	2014-09-01	43383	83	44490	97,51 %	-2,49 %
Campillo 5 y 6	2014-10-01	37978	95	35470	107,07 %	7,07 %
Campillo 5 y 6	2014-11-01	16041	108	22980	69,80 %	-30,20 %
Campillo 5 y 6	2014-12-01	22521	116	19530	115,31 %	15,31 %
Campillo 5 y 6	2015-01-01	23245	111	20450	113,67 %	13,67 %
Campillo 5 y 6	2015-02-01	23022	91	27840	82,69 %	-17,31 %
Campillo 5 y 6	2015-03-01	41881	90	37130	112,80 %	12,80 %
Campillo 5 y 6	2015-04-01	43077	86	40580	106,15 %	6,15 %
Campillo 5 y 6	2015-05-01	57999	75	47520	122,05 %	22,05 %
Campillo 5 y 6	2015-06-01	53326	83	53330	99,99 %	-0,01 %
Campillo 5 y 6	2015-07-01	61760	71	58390	105,77 %	5,77 %
Campillo 5 y 6	2015-08-01	54477	78	54260	100,40 %	0,40 %
Campillo 5 y 6	2015-09-01	45128	85	44490	101,43 %	1,43 %
Campillo 5 y 6	2015-10-01	31608	98	35470	89,11 %	-10,89 %
Campillo 5 y 6	2015-11-01	23629	99	22980	102,82 %	2,82 %
Campillo 5 y 6	2015-12-01	14859	102	19530	76,08 %	-23,92 %
Campillo 5 y 6	2016-01-01	12746	105	20450	62,33 %	-37,67 %
Campillo 5 y 6	2016-02-01	24243	96	27840	87,08 %	-12,92 %
Campillo 5 y 6	2016-03-01	37669	95	37130	101,45 %	1,45 %
Campillo 5 y 6	2016-04-01	41247	81	40580	101,64 %	1,64 %
Campillo 5 y 6	2016-05-01	47825	83	47520	100,64 %	0,64 %
Campillo 5 y 6	2016-06-01	59407	79	53330	111,40 %	11,40 %
Campillo 5 y 6	2016-07-01	62940	92	58390	107,79 %	7,79 %
Campillo 5 y 6	2016-08-01	60608	108	54260	111,70 %	11,70 %
Campillo 5 y 6	2016-09-01	46302	107	44490	104,07 %	4,07 %
Campillo 5 y 6	2016-10-01	36835	131	35470	103,85 %	3,85 %
Campillo 5 y 6	2016-11-01	19403	122	22980	84,43 %	-15,57 %
Campillo 5 y 6	2016-12-01	13263	129	19530	67,91 %	-32,09 %
Campillo 5 y 6	2017-01-01	27244	127	20450	133,22 %	33,22 %
Campillo 5 y 6	2017-02-01	24947	96	27840	89,61 %	-10,39 %
Campillo 5 y 6	2017-03-01	37893	92	37130	102,05 %	2,05 %
Campillo 5 y 6	2017-04-01	54079	81	40580	133,27 %	33,27 %
Campillo 5 y 6	2017-05-01	49835	83	47520	104,87 %	4,87 %
Campillo 5 y 6	2017-06-01	51225	71	53330	96,05 %	-3,95 %
Campillo 5 y 6	2017-07-01	59120	74	58390	101,25 %	1,25 %
Campillo 5 y 6	2017-08-01	54464	78	54260	100,38 %	0,38 %
Campillo 5 y 6	2017-09-01	51894	83	44490	116,64 %	16,64 %
Campillo 5 y 6	2017-10-01	41603	93	35470	117,29 %	17,29 %
Campillo 5 y 6	2017-11-01	32991	96	22980	143,56 %	43,56 %
Campillo 5 y 6	2017-12-01	18104	106	19530	92,70 %	-7,30 %
Campillo 5 y 6	2018-01-01	20179	105	20450	98,67 %	-1,33 %
Campillo 5 y 6	2018-02-01	26013	89	27840	93,44 %	-6,56 %
Campillo 5 y 6	2018-03-01	29603	84	37130	79,73 %	-20,27 %
Campillo 5 y 6	2018-04-01	39082	75	40580	96,31 %	-3,69 %
Campillo 5 y 6	2018-05-01	48026	73	47520	101,06 %	1,06 %
Campillo 5 y 6	2018-06-01	48072	68	53330	90,14 %	-9,86 %
Campillo 5 y 6	2018-07-01	57854	70	58390	99,08 %	-0,92 %
Campillo 5 y 6	2018-08-01	56976	77	54260	105,01 %	5,01 %
Campillo 5 y 6	2018-09-01	48490	79	44490	108,99 %	8,99 %
Campillo 5 y 6	2018-10-01	32457	88	35470	91,51 %	-8,49 %
Campillo 5 y 6	2018-11-01	17044	92	22980	74,17 %	-25,83 %
Campillo 5 y 6	2018-12-01	13046	97	19530	66,80 %	-33,20 %
PROMEDIO					100,43 %	0,43 %

Figura 64: Tabla comparativa de producción real y teórica. Fuente: Elaboración propia



Instalación	Fecha	Egen_r (kWh)	E_Cons (kWh)	Egen_t (kWh)	IprEst (%)	Dif_prod(%)
Fuentespreadas_1	2013-01-01	11694	29	10910	107,19 %	7,19 %
Fuentespreadas_1	2013-02-01	14680	24	14160	103,67 %	3,67 %
Fuentespreadas_1	2013-03-01	13675	25	19000	71,97 %	-28,03 %
Fuentespreadas_1	2013-04-01	19417	21	21980	88,34 %	-11,66 %
Fuentespreadas_1	2013-05-01	25297	20	25550	99,01 %	-0,99 %
Fuentespreadas_1	2013-06-01	28013	17	28030	99,94 %	-0,06 %
Fuentespreadas_1	2013-07-01	29379	20	30470	96,42 %	-3,58 %
Fuentespreadas_1	2013-08-01	29842	21	28340	105,30 %	5,30 %
Fuentespreadas_1	2013-09-01	23002	23	21480	107,09 %	7,09 %
Fuentespreadas_1	2013-10-01	16948	27	17000	99,69 %	-0,31 %
Fuentespreadas_1	2013-11-01	14370	27	12160	118,17 %	18,17 %
Fuentespreadas_1	2013-12-01	10493	30	10710	97,97 %	-2,03 %
Fuentespreadas_1	2014-01-01	9566	29	10910	87,68 %	-12,32 %
Fuentespreadas_1	2014-02-01	10750	25	14160	75,92 %	-24,08 %
Fuentespreadas_1	2014-03-01	19787	24	19000	104,14 %	4,14 %
Fuentespreadas_1	2014-04-01	20879	19	21980	94,99 %	-5,01 %
Fuentespreadas_1	2014-05-01	27470	17	25550	107,51 %	7,51 %
Fuentespreadas_1	2014-06-01	27420	16	28030	97,82 %	-2,18 %
Fuentespreadas_1	2014-07-01	29010	16	30470	95,21 %	-4,79 %
Fuentespreadas_1	2014-08-01	27864	18	28340	98,32 %	-1,68 %
Fuentespreadas_1	2014-09-01	19865	21	21480	92,48 %	-7,52 %
Fuentespreadas_1	2014-10-01	17670	23	17000	103,94 %	3,94 %
Fuentespreadas_1	2014-11-01	7610	25	12160	62,58 %	-37,42 %
Fuentespreadas_1	2014-12-01	11197	27	10710	104,55 %	4,55 %
Fuentespreadas_1	2015-01-01	12346	27	10910	113,16 %	13,16 %
Fuentespreadas_1	2015-02-01	11908	22	14160	84,10 %	-15,90 %
Fuentespreadas_1	2015-03-01	19677	22	19000	103,56 %	3,56 %
Fuentespreadas_1	2015-04-01	19869	19	21980	90,40 %	-9,60 %
Fuentespreadas_1	2015-05-01	27545	17	25550	107,81 %	7,81 %
Fuentespreadas_1	2015-06-01	24698	18	28030	88,11 %	-11,89 %
Fuentespreadas_1	2015-07-01	28800	18	30470	94,52 %	-5,48 %
Fuentespreadas_1	2015-08-01	25604	22	28340	90,35 %	-9,65 %
Fuentespreadas_1	2015-09-01	21666	48	21480	100,87 %	0,87 %
Fuentespreadas_1	2015-10-01	14227	14	17000	83,69 %	-16,31 %
Fuentespreadas_1	2015-11-01	10533	25	12160	86,62 %	-13,38 %
Fuentespreadas_1	2015-12-01	7702	31	10710	71,91 %	-28,09 %
Fuentespreadas_1	2016-01-01	6791	32	10910	62,25 %	-37,75 %
Fuentespreadas_1	2016-02-01	12720	27	14160	89,83 %	-10,17 %
Fuentespreadas_1	2016-03-01	17447	25	19000	91,83 %	-8,17 %
Fuentespreadas_1	2016-04-01	18995	25	21980	86,42 %	-13,58 %
Fuentespreadas_1	2016-05-01	22712	22	25550	88,89 %	-11,11 %
Fuentespreadas_1	2016-06-01	28625	18	28030	102,12 %	2,12 %
Fuentespreadas_1	2016-07-01	30240	18	30470	99,25 %	-0,75 %
Fuentespreadas_1	2016-08-01	28255	22	28340	99,70 %	-0,30 %
Fuentespreadas_1	2016-09-01	22789	25	21480	106,09 %	6,09 %
Fuentespreadas_1	2016-10-01	16572	28	17000	97,48 %	-2,52 %
Fuentespreadas_1	2016-11-01	10536	29	12160	86,64 %	-13,36 %
Fuentespreadas_1	2016-12-01	7051	31	10710	65,84 %	-34,16 %
Fuentespreadas_1	2017-01-01	14927	30	10910	136,82 %	36,82 %
Fuentespreadas_1	2017-02-01	12704	27	14160	89,72 %	-10,28 %
Fuentespreadas_1	2017-03-01	19058	26	19000	100,31 %	0,31 %
Fuentespreadas_1	2017-04-01	25557	22	21980	116,27 %	16,27 %
Fuentespreadas_1	2017-05-01	22842	20	25550	89,40 %	-10,60 %
Fuentespreadas_1	2017-06-01	24459	18	28030	87,26 %	-12,74 %
Fuentespreadas_1	2017-07-01	29146	19	30470	95,65 %	-4,35 %
Fuentespreadas_1	2017-08-01	26898	22	28340	94,91 %	-5,09 %
Fuentespreadas_1	2017-09-01	24453	22	21480	113,84 %	13,84 %
Fuentespreadas_1	2017-10-01	20733	27	17000	121,96 %	21,96 %
Fuentespreadas_1	2017-11-01	16750	29	12160	137,75 %	37,75 %
Fuentespreadas_1	2017-12-01	10730	31	10710	100,19 %	0,19 %
Fuentespreadas_1	2018-01-01	11154	30	10910	102,24 %	2,24 %
Fuentespreadas_1	2018-02-01	13731	25	14160	96,97 %	-3,03 %
Fuentespreadas_1	2018-03-01	15165	26	19000	79,82 %	-20,18 %
Fuentespreadas_1	2018-04-01	17856	23	21980	81,24 %	-18,76 %
Fuentespreadas_1	2018-05-01	23314	19	25550	91,25 %	-8,75 %
Fuentespreadas_1	2018-06-01	23454	18	28030	83,67 %	-16,33 %
Fuentespreadas_1	2018-07-01	28650	19	30470	94,03 %	-5,97 %
Fuentespreadas_1	2018-08-01	27076	20	28340	95,54 %	-4,46 %
Fuentespreadas_1	2018-09-01	23124	22	21480	107,65 %	7,65 %
Fuentespreadas_1	2018-10-01	17574	27	17000	103,38 %	3,38 %
Fuentespreadas_1	2018-11-01	9776	28	12160	80,39 %	-19,61 %
Fuentespreadas_1	2018-12-01	9649	30	10710	90,09 %	-9,91 %
PROMEDIO					95,86 %	-4,14 %

Figura 65: Tabla comparativa de producción real y teórica. Fuente: Elaboración propia



Instalación	Fecha	Egen_r (kWh)	Egen_t (kWh)	lprEst (%)	Dif_prod(%)
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-01-01	98946	141600	69,88 %	-30,12 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-02-01	140357	199400	70,39 %	-29,61 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-03-01	275426	311300	88,48 %	-11,52 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-04-01	298698	332100	89,94 %	-10,06 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-05-01	378735	395500	95,76 %	-4,24 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-06-01	342935	426500	80,41 %	-19,59 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-07-01	380128	461100	82,44 %	-17,56 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-08-01	377458	424400	88,94 %	-11,06 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-09-01	297405	340000	87,47 %	-12,53 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-10-01	222605	255500	87,13 %	-12,87 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-11-01	102826	165300	62,21 %	-37,79 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-12-01	91178	136700	66,70 %	-33,30 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-01-01	117484	141600	82,97 %	-17,03 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-02-01	158145	199400	79,31 %	-20,69 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-03-01	245166	311300	78,76 %	-21,24 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-04-01	282860	332100	85,17 %	-14,83 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-05-01	378155	395500	95,61 %	-4,39 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-06-01	360640	426500	84,56 %	-15,44 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-07-01	323695	461100	70,20 %	-29,80 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-08-01	316527	424400	74,58 %	-25,42 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-09-01	265058	340000	77,96 %	-22,04 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-10-01	203726	255500	79,74 %	-20,26 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-11-01	108803	165300	65,82 %	-34,18 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-12-01	84239	136700	61,62 %	-38,38 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-01-01	83950	141600	59,29 %	-40,71 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-02-01	149709	199400	75,08 %	-24,92 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-03-01	238706	311300	76,68 %	-23,32 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-04-01	274056	332100	82,52 %	-17,48 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-05-01	323391	395500	81,77 %	-18,23 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-06-01	378485	426500	88,74 %	-11,26 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-07-01	396367	461100	85,96 %	-14,04 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-08-01	335898	424400	79,15 %	-20,85 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-09-01	284221	340000	83,59 %	-16,41 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-10-01	211780	255500	82,89 %	-17,11 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-11-01	112534	165300	68,08 %	-31,92 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-12-01	86855	136700	63,54 %	-36,46 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-01-01	130068	141600	91,86 %	-8,14 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-02-01	146494	199400	73,47 %	-26,53 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-03-01	218805	311300	70,29 %	-29,71 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-04-01	318306	332100	95,85 %	-4,15 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-05-01	304272	395500	76,93 %	-23,07 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-06-01	323195	426500	75,78 %	-24,22 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-07-01	358480	461100	77,74 %	-22,26 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-08-01	320055	424400	75,41 %	-24,59 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-09-01	283740	340000	83,45 %	-16,55 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-10-01	215789	255500	84,46 %	-15,54 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-11-01	150460	165300	91,02 %	-8,98 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-12-01	84864	136700	62,08 %	-37,92 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-01-01	91780	141600	64,82 %	-35,18 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-02-01	139707	199400	70,06 %	-29,94 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-03-01	196263	311300	63,05 %	-36,95 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-04-01	242207	332100	72,93 %	-27,07 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-05-01	312525	395500	79,02 %	-20,98 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-06-01	302023	426500	70,81 %	-29,19 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-07-01	344929	461100	74,81 %	-25,19 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-08-01	327473	424400	77,16 %	-22,84 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-09-01	267679	340000	78,73 %	-21,27 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-10-01	186101	255500	72,84 %	-27,16 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-11-01	99209	165300	60,02 %	-39,98 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-12-01	70983	136700	51,93 %	-48,07 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-01	104886	141600	74,07 %	-25,93 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-02	165600	199400	83,05 %	-16,95 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-03	237486	311300	76,29 %	-23,71 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-04	229308	332100	69,05 %	-30,95 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-05	326272	395500	82,50 %	-17,50 %
PROMEDIO				77,13 %	-22,87 %

Figura 66: Tabla comparativa de producción real y teórica. Fuente: Elaboración propia



Instalación	Fecha	Egen_r (kWh)	Egen_t (kWh)	lprEst (%)	Dif_prod(%)
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-01-01	45542	63400	71,83 %	-28,17 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-02-01	62544	89800	69,65 %	-30,35 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-03-01	126684	141000	89,85 %	-10,15 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-04-01	137240	150800	91,01 %	-8,99 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-05-01	179065	180100	99,43 %	-0,57 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-06-01	139653	194700	71,73 %	-28,27 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-07-01	174681	210800	82,87 %	-17,13 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-08-01	170774	193700	88,16 %	-11,84 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-09-01	136465	154500	88,33 %	-11,67 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-10-01	103731	115300	89,97 %	-10,03 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-11-01	48502	74100	65,45 %	-34,55 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-12-01	42638	61100	69,78 %	-30,22 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-01-01	57617	63400	90,88 %	-9,12 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-02-01	73500	89800	81,85 %	-18,15 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-03-01	113098	141000	80,21 %	-19,79 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-04-01	131019	150800	86,88 %	-13,12 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-05-01	176244	180100	97,86 %	-2,14 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-06-01	166312	194700	85,42 %	-14,58 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-07-01	143773	210800	68,20 %	-31,80 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-08-01	165752	193700	85,57 %	-14,43 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-09-01	120163	154500	77,78 %	-22,22 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-10-01	92940	115300	80,61 %	-19,39 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-11-01	53929	74100	72,78 %	-27,22 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-12-01	37622	61100	61,57 %	-38,43 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-01-01	38792	63400	61,19 %	-38,81 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-02-01	68275	89800	76,03 %	-23,97 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-03-01	108083	141000	76,65 %	-23,35 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-04-01	123813	150800	82,10 %	-17,90 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-05-01	145581	180100	80,83 %	-19,17 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-06-01	170132	194700	87,38 %	-12,62 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-07-01	178372	210800	84,62 %	-15,38 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-08-01	149810	193700	77,34 %	-22,66 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-09-01	116924	154500	75,68 %	-24,32 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-10-01	91453	115300	79,32 %	-20,68 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-11-01	50747	74100	68,48 %	-31,52 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-12-01	40266	61100	65,90 %	-34,10 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-01-01	59952	63400	94,56 %	-5,44 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-02-01	68197	89800	75,94 %	-24,06 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-03-01	103726	141000	73,56 %	-26,44 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-04-01	152943	150800	101,42 %	1,42 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-05-01	144168	180100	80,05 %	-19,95 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-06-01	156037	194700	80,14 %	-19,86 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-07-01	172652	210800	81,90 %	-18,10 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-08-01	155024	193700	80,03 %	-19,97 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-09-01	132893	154500	86,01 %	-13,99 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-10-01	104643	115300	90,76 %	-9,24 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-11-01	74657	74100	100,75 %	0,75 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-12-01	43357	61100	70,96 %	-29,04 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-01-01	45349	63400	71,53 %	-28,47 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-02-01	68926	89800	76,76 %	-23,24 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-03-01	95314	141000	67,60 %	-32,40 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-04-01	116513	150800	77,26 %	-22,74 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-05-01	151063	180100	83,88 %	-16,12 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-06-01	147277	194700	75,64 %	-24,36 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-07-01	168898	210800	80,12 %	-19,88 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-08-01	158497	193700	81,83 %	-18,17 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-09-01	124091	154500	80,32 %	-19,68 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-10-01	92666	115300	80,37 %	-19,63 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-11-01	50572	74100	68,25 %	-31,75 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-12-01	37305	61100	61,06 %	-38,94 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-01	52223	63400	82,37 %	-17,63 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-02	84159	89800	93,72 %	-6,28 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-03	118390	141000	83,96 %	-16,04 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-04	114211	150800	75,74 %	-24,26 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-05	155135	180100	86,14 %	-13,86 %
MEDIAS				79,73 %	-20,27 %

Figura 67: Tabla comparativa de producción real y teórica. Fuente: Elaboración propia



Con estos resultados, podemos hacernos una idea de cuan fiable es la simulación ofrecida por el programa de cálculo Pvsyst, a pesar de tener únicamente una muestra de cuatro instalaciones.

Para las instalaciones con seguimiento a dos ejes se ha obtenido de la comparación un error entre la producción teórica y real del 4,14% y 0,43% respectivamente, lo que hace pensar que los resultados que arrojan las simulaciones son más que aceptables y aptos para ser tenidos en cuenta para un estudio de rentabilidad.

No sucede lo mismo con las instalaciones fijas sobre cubierta para las que se ha realizado la simulación, que tienen una diferencia de resultados en torno al 20 - 23% entre producción real y teórica. A priori, este resultado hace pensar que la simulación no es fiel a la realidad, pero antes de esto se debería tener en cuenta que la instalación sometida a estudio puede estar dando unos datos de producción más bajos de lo esperado por alguna razón relacionada con un mal mantenimiento de la misma o simplemente exista suciedad en la superficie de captación.

Según la información que se ha podido obtener a través de “MVSCADA”, estas instalaciones que dan un bajo nivel de producción respecto a la producción que deberían de ofrecer, están ubicadas en cubiertas de naves en ambientes industriales poco favorables y no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado. Los paneles, debido a este inadecuado mantenimiento, tienen bastante suciedad y no producen lo que deberían.

Se ha procedido a realizar la simulación de la planta teniendo en cuenta un coeficiente de suciedad, que ofrece valores más bajos de producción, ajustado al ambiente en el que se encuentra la instalación.

Según Marion et al. (2005), el coeficiente de suciedad que se puede aplicar a las instalaciones que se encuentran en estas zonas, es del 2-25%, siendo el menor valor para condiciones con poca suciedad y el mayor para entornos considerablemente desfavorables. En este caso, teniendo en cuenta el entorno y además, el polvo y la nula limpieza de la instalación, podríamos establecer un coeficiente de suciedad del 25%.

Se han vuelto a simular las instalaciones Cabildo 1 y Cabildo 2 empleando como factor de suciedad 25 y 23%, respectivamente. A continuación se muestran las tablas comparativas de ambas instalaciones, quedando ajustadas a la características actuales.



Instalación	Fecha	Egen_r (kWh)	Egen_t (kWh)	lprEst (%)	Dif_prod(%)
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-01-01	98946	106100	93,26 %	-6,74 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-02-01	140357	151100	92,89 %	-7,11 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-03-01	275426	237700	115,87 %	15,87 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-04-01	298698	253900	117,64 %	17,64 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-05-01	378735	303200	124,91 %	24,91 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-06-01	342935	327700	104,65 %	4,65 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-07-01	380128	354900	107,11 %	7,11 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-08-01	377458	326400	115,64 %	15,64 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-09-01	297405	260300	114,25 %	14,25 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-10-01	222605	194000	114,74 %	14,74 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-11-01	102826	124200	82,79 %	-17,21 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2014-12-01	91178	102400	89,04 %	-10,96 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-01-01	117484	106100	110,73 %	10,73 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-02-01	158145	151100	104,66 %	4,66 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-03-01	245166	237700	103,14 %	3,14 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-04-01	282860	253900	111,41 %	11,41 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-05-01	378155	303200	124,72 %	24,72 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-06-01	360640	327700	110,05 %	10,05 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-07-01	323695	354900	91,21 %	-8,79 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-08-01	316527	326400	96,98 %	-3,02 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-09-01	265058	260300	101,83 %	1,83 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-10-01	203726	194000	105,01 %	5,01 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-11-01	108803	124200	87,60 %	-12,40 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2015-12-01	84239	102400	82,26 %	-17,74 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-01-01	83950	106100	79,12 %	-20,88 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-02-01	149709	151100	99,08 %	-0,92 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-03-01	238706	237700	100,42 %	0,42 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-04-01	274056	253900	107,94 %	7,94 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-05-01	323391	303200	106,66 %	6,66 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-06-01	378485	327700	115,50 %	15,50 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-07-01	396367	354900	111,68 %	11,68 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-08-01	335898	326400	102,91 %	2,91 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-09-01	284221	260300	109,19 %	9,19 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-10-01	211780	194000	109,16 %	9,16 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-11-01	112534	124200	90,61 %	-9,39 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2016-12-01	86855	102400	84,82 %	-15,18 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-01-01	130068	106100	122,59 %	22,59 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-02-01	146494	151100	96,95 %	-3,05 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-03-01	218805	237700	92,05 %	-7,95 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-04-01	318306	253900	125,37 %	25,37 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-05-01	304272	303200	100,35 %	0,35 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-06-01	323195	327700	98,63 %	-1,37 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-07-01	358480	354900	101,01 %	1,01 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-08-01	320055	326400	98,06 %	-1,94 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-09-01	283740	260300	109,00 %	9,00 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-10-01	215789	194000	111,23 %	11,23 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-11-01	150460	124200	121,14 %	21,14 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2017-12-01	84864	102400	82,88 %	-17,13 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-01-01	91780	106100	86,50 %	-13,50 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-02-01	139707	151100	92,46 %	-7,54 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-03-01	196263	237700	82,57 %	-17,43 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-04-01	242207	253900	95,39 %	-4,61 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-05-01	312525	303200	103,08 %	3,08 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-06-01	302023	327700	92,16 %	-7,84 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-07-01	344929	354900	97,19 %	-2,81 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-08-01	327473	326400	100,33 %	0,33 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-09-01	267679	260300	102,83 %	2,83 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-10-01	186101	194000	95,93 %	-4,07 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-11-01	99209	124200	79,88 %	-20,12 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2018-12-01	70983	102400	69,32 %	-30,68 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-01	104886	106100	98,86 %	-1,14 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-02	165600	151100	109,60 %	9,60 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-03	237486	237700	99,91 %	-0,09 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-04	229308	253900	90,31 %	-9,69 %
Cabildo 1 – Cubierta Michelin VA	2019-01-05	326272	303200	107,61 %	7,61 %
PROMEDIO				101,27 %	1,27 %

Figura 68: Tabla comparativa de producción real y teórica reajustada. Fuente: Elaboración propia



Instalación	Fecha	Egen_r (kWh)	Egen_t (kWh)	lprEst (%)	Dif_prod(%)
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-01-01	45542	48600	93,71 %	-6,29 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-02-01	62544	69500	89,99 %	-10,01 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-03-01	126684	109800	115,38 %	15,38 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-04-01	137240	117500	116,80 %	16,80 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-05-01	179065	140600	127,36 %	27,36 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-06-01	139653	152300	91,70 %	-8,30 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-07-01	174681	165100	105,80 %	5,80 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-08-01	170774	151600	112,65 %	12,65 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-09-01	136465	120500	113,25 %	13,25 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-10-01	103731	89400	116,03 %	16,03 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-11-01	48502	56900	85,24 %	-14,76 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2014-12-01	42638	46800	91,11 %	-8,89 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-01-01	57617	48600	118,55 %	18,55 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-02-01	73500	69500	105,76 %	5,76 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-03-01	113098	109800	103,00 %	3,00 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-04-01	131019	117500	111,51 %	11,51 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-05-01	176244	140600	125,35 %	25,35 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-06-01	166312	152300	109,20 %	9,20 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-07-01	143773	165100	87,08 %	-12,92 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-08-01	165752	151600	109,34 %	9,34 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-09-01	120163	120500	99,72 %	-0,28 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-10-01	92940	89400	103,96 %	3,96 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-11-01	53929	56900	94,78 %	-5,22 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2015-12-01	37622	46800	80,39 %	-19,61 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-01-01	38792	48600	79,82 %	-20,18 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-02-01	68275	69500	98,24 %	-1,76 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-03-01	108083	109800	98,44 %	-1,56 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-04-01	123813	117500	105,37 %	5,37 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-05-01	145581	140600	103,54 %	3,54 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-06-01	170132	152300	111,71 %	11,71 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-07-01	178372	165100	108,04 %	8,04 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-08-01	149810	151600	98,82 %	-1,18 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-09-01	116924	120500	97,03 %	-2,97 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-10-01	91453	89400	102,30 %	2,30 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-11-01	50747	56900	89,19 %	-10,81 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2016-12-01	40266	46800	86,04 %	-13,96 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-01-01	59952	48600	123,36 %	23,36 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-02-01	68197	69500	98,13 %	-1,87 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-03-01	103726	109800	94,47 %	-5,53 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-04-01	152943	117500	130,16 %	30,16 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-05-01	144168	140600	102,54 %	2,54 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-06-01	156037	152300	102,45 %	2,45 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-07-01	172652	165100	104,57 %	4,57 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-08-01	155024	151600	102,26 %	2,26 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-09-01	132893	120500	110,28 %	10,28 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-10-01	104643	89400	117,05 %	17,05 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-11-01	74657	56900	131,21 %	31,21 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2017-12-01	43357	46800	92,64 %	-7,36 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-01-01	45349	48600	93,31 %	-6,69 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-02-01	68926	69500	99,17 %	-0,83 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-03-01	95314	109800	86,81 %	-13,19 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-04-01	116513	117500	99,16 %	-0,84 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-05-01	151063	140600	107,44 %	7,44 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-06-01	147277	152300	96,70 %	-3,30 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-07-01	168898	165100	102,30 %	2,30 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-08-01	158497	151600	104,55 %	4,55 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-09-01	124091	120500	102,98 %	2,98 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-10-01	92666	89400	103,65 %	3,65 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-11-01	50572	56900	88,88 %	-11,12 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2018-12-01	37305	46800	79,71 %	-20,29 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-01	52223	48600	107,45 %	7,45 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-02	84159	69500	121,09 %	21,09 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-03	118390	109800	107,82 %	7,82 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-04	114211	117500	97,20 %	-2,80 %
Cabilo 2 – Cubierta Michelin VA	2019-01-05	155135	140600	110,34 %	10,34 %
MEDIAS				102,67 %	2,67 %

Figura 69: Tabla comparativa de producción real y teórica reajustada. Fuente: Elaboración propia



A pesar de haber encontrado una instalación con menos producción de lo esperado, se ha tratado de averiguar el porqué de este comportamiento. Analizando y realizando la simulación empleando el factor necesario de pérdidas, se obtienen resultados muy próximos a los reales, por lo que podemos dar como buenas las simulaciones realizadas para la instalación objeto del proyecto.

3 - ESTUDIO BÁSICO DE RENTABILIDAD DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON SEGUIMIENTO A UN EJE DE 1,8 MW, FIJA DE 1,8 MW Y FIJA DE 2,5MW

A la hora de realizar una inversión en este tipo de instalaciones, el primer paso a dar es conseguir un punto de conexión en la red de distribución. Para ello, el inversor ha de plantearse donde quiere realizar la instalación y saber que cantidad quiere invertir, de esta forma, pedir cierta potencia para el punto de conexión.

Una vez obtenida la aceptabilidad de la empresa distribuidora, se debe pasar a negociar el alquiler de la parcela si esta no es de su propiedad.

Si se tiene una potencia de conexión concedida, en el estudio previo y anteproyecto únicamente se tiene que tener en cuenta esta potencia, pero si la fase previa se realiza antes de tener el punto de conexión, surgen múltiples vías de estudio.

En este caso, puesto que no se tiene punto de conexión, se han tenido en cuenta tres rutas.

La primera ha sido buscar una parcela que pueda albergar la potencia que se tiene en mente instalar. El proyecto se decidió desarrollarlo desde un principio con seguidores a 1 eje, por lo que se ha intentado introducir la máxima potencia instalada posible en la parcela objeto con estos seguidores (1,8MW), teniendo en cuenta que el panel a utilizar iba a ser el de 330/335 Wp, en estos momentos el más económico. A partir de ahí surgen las siguientes configuraciones.

La segunda de ellas fue adoptar esta potencia de 1,8MW e instalarlo en estructura fija, de esta forma ver que diferencia de producción existe y averiguar que superficie de terreno se ocupa con esta alternativa.

Y la tercera opción ha sido emplear estructura fija también como soporte de los paneles para descubrir, en este caso, que potencia máxima se puede instalar en la parcela si se ocupa totalmente.

De esta forma, se tienen tres alternativas para las que se han valorado prácticamente todos los gastos existentes. Para esto se han tenido en cuenta diferentes factores en función del tipo de estructura empleada,

mantenimiento que estas requieren, terreno ocupado por cada alternativa, etc., para así poder realizar un estudio básico de rentabilidad de cada una de ellas y que pueda servir, en un futuro cercano, como ayuda a una posible inversión.

Los datos iniciales para conocer la producción de cada alternativa son:

Producción Energética en FUENTES DE NAVA (PALENCIA)			
DATOS			
Lugar Geográfico [Lat/Lon]:	42,08N ; -4,78W		
Altitud	759m		
Base de Datos	PVGIS-CMSAF		
	SEGUIDOR 1 EJE 1,8 MW	ESTRUCTURA FUA 1,8 MW	ESTRUCTURA FUA 2,5 MW
Ángulo de inclinación [°]:	0	34 (opt)	35 (opt)
Acimut [°]:	0	0	0
Potencia Instalada [kWp]:	1800	1800	2495
Superficie Ocupada [ha]:	5,2	3,74	5,2
Irradiación Global Horizontal [kWh/m ²]:	1674	1674	1674
Irradiación Global Incidente en el plano receptor [%]:	32,9	16,3	16,3
Factor Global de pérdidas [%]:	16,7	14,5	14,4
Producción Energética Anual FV [MWh]:	3428	3065	4248
Horas equivalentes [h]:	1904	1703	1703
Factor de Rendimiento [%]:	85,6	87,49	87,51

Figura 70: Datos iniciales del cálculo de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia

Para calcular los costes se han tenido en cuenta, en algunos casos, los precios del presupuesto realizado en el proyecto, concretamente en apartados en los que son semejantes para las tres alternativas. En situaciones en las que los costes son diferentes, se ha optado por emplear precios base de mercado, con el único objetivo de no “beneficiar” a alguna de las tres opciones.

La tabla de costes es la siguiente:

		Potencia	1,8 MW	1,8 MW	2,5 MW
		Tipo Estructura	Seguidor 1E	Fija	Fija
		Instalación	FV Frontón	FV Frontón	FV Frontón
		Precio Unitario	Importe	Importe	Importe
1	FASE INICIAL	-	101.438,86 €	101.438,86 €	140.942,86 €
1.1	Coste del Aval (Constitución+Notario+12Meses)	-	1.938,86 €	1.938,86 €	2.692,86 €
1.2	Trámites para compra y obtención del punto de conexión	-	49.500,00 €	49.500,00 €	68.750,00 €
1.3	Ingeniería + topografía + Estudio impacto ambiental + ensayos del terreno + visados + tasas de administraciones	-	50.000,00 €	50.000,00 €	69.500,00 €
2	ACTUACIONES PREVIAS	-	27.192,35 €	22.569,65 €	31.346,74 €
2.1	Limpieza y preparación del terreno	4.133,33 €/MW	7.440,00 €	6.175,20 €	8.576,67 €
2.2	Vallado Perimetral	2.473,53 €/MW	4.452,35 €	3.695,45 €	5.132,57 €
2.3	Vías de acceso y caminos interiores	8.500,00 €/MW	15.300,00 €	12.699,00 €	17.637,50 €
3	CAMPO SOLAR + EVACUACIÓN	-	1.230.372,09 €	1.063.870,14 €	1.477.597,42 €
3.1	Obra Civil	6.456,93 €/MW	11.622,47 €	11.622,47 €	16.142,33 €
3.2	Estructura (seguidor o fijo según)	184.000,00 €/MW	331.200,00 €	165.600,00 €	230.000,00 €
3.3	Módulos Solares	280.000,00 €/MW	504.000,00 €	504.000,00 €	700.000,00 €
3.4	Inversores	66.700,00 €/MW	120.060,00 €	120.060,00 €	166.750,00 €
3.5	Montaje y Conexión	18.000,00 €/MW	32.400,00 €	32.400,00 €	45.000,00 €
3.6	Instalación eléctrica (Conductores+Protecciones+Varios)	72.267,00 €/MW	130.080,60 €	130.080,60 €	180.667,50 €
3.7	Centro de Transformación	40.642,78 €/MW	73.157,00 €	73.157,00 €	101.606,95 €
3.8	Evacuación	12.525,80 €/MW	22.546,44 €	22.546,44 €	31.314,50 €
3.9	Instalaciones de seguridad anti intrusión	2.947,54 €/MW	5.305,57 €	4.403,62 €	6.116,15 €
3.10	Scada Power plant	1.500,00 €/MW	2.700,00 €	2.700,00 €	3.750,00 €
6	MEDIDAS MEDIO AMBIENTALES	4.397,55 €/MW	7.915,59 €	7.915,59 €	10.993,88 €
7	GESTIÓN DE RESIDUOS	9.483,00 €/MW	17.069,40 €	14.167,60 €	19.677,23 €
8	SEGURIDAD Y SALUD	2.694,44 €/MW	4.849,99 €	4.849,99 €	6.736,10 €
9	PRUEBAS Y ENSAYOS	840,00 €/MW	1.512,00 €	1.512,00 €	2.100,00 €
10	DIRECCIÓN DE OBRA Y TRÁMITES FINALES	9.500,00 €/MW	17.100,00 €	17.100,00 €	23.750,00 €
11	INGENIERÍA Y DERECHOS	55.000,00 €/MW	99.000,00 €	99.000,00 €	137.500,00 €
12	LICENCIAS Y TASAS	12.000,00 €/MW	21.600,00 €	17.928,00 €	24.900,00 €
13	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	533,33 €/MW	959,99 €	959,99 €	1.333,33 €
SUBTOTAL. BASE IMPONIBLE			1.529.010,28 €	1.351.311,83 €	1.876.877,55 €
IVA (21%)			321.092,16 €	283.775,49 €	394.144,28 €
TOTAL INVERSIÓN			1.850.102,44 €	1.635.087,32 €	2.271.021,83 €

Figura 71: Tabla de costes de inversión. Fuente: Elaboración propia

En ella se pueden apreciar tres fases: Fase inicial, fase de construcción y fase final o de explotación. En la fase inicial no influye ningún factor que influya únicamente a un tipo de instalación. Es en la fase de construcción donde aparecen distintos factores a aplicar a cada alternativa, en función del tipo de estructura empleada y el terreno que ocupa cada instalación. En aquellos apartados que tienen como finalidad acondicionar el terreno, existirá un factor que penalice a la instalación con seguidores, puesto que estos, para una

misma potencia instalada, necesitan de mayor superficie de terreno para su implantación dentro de la parcela.

Uno de los mayores puntos a tener en cuenta es el precio del seguidor comparado con la estructura de soporte fija. Los seguidores tienen un precio por panel prácticamente del doble de lo que cuesta la estructura fija. Otro punto a tener en cuenta, es el coste anual de mantenimiento de la instalación una vez puesta en marcha. En este caso, el mantenimiento que se realiza a las instalaciones con seguimiento a 1 eje, es mucho mayor que el mantenimiento efectuado en las que utilizan estructura fija. Esto hace que el precio sea de prácticamente el doble.

Llegado el momento de observar la rentabilidad de una instalación, se debe de tener en cuenta el precio de venta de la electricidad y garantías de origen. Es bastante complicado hacer una estimación del precio de venta de electricidad de los próximos 10 o 20 años. Será conveniente tener en cuenta varios escenarios. En este caso se tendrán en cuenta dos: **pesimista / realista** y **optimista / realista**.

En el primero de los casos, se ha optado por emplear un precio venta de electricidad medio/bajo, que asegure que al menos en la mayoría de los años que se contemplan en el estudio, se venda la energía por un precio que no depare sorpresas.

En el segundo de los escenarios, se ha optado por elegir un precio de venta de energía más elevado pero menos variable o con menos crecimiento que en el anterior caso, de esta forma se pueden ver diferencias de comportamiento de la rentabilidad entre las tres alternativas, ya que la rentabilidad depende más de la producción.

Los precios que se van a emplear son los obtenidos de las páginas omip y exx, siendo estos a día de 29/06/2019 los siguientes:

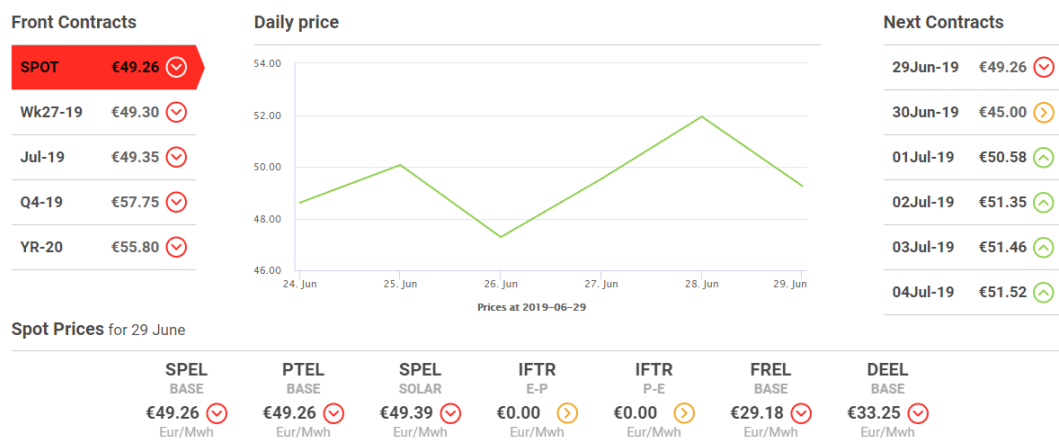


Figura 72: Precios de mercado de energía eléctrica. Fuente: omip.pt

2019-06-30 Day Weekend Week Month Quarter Year

Baseload

Name	Last Price	Last Volume	Settlement Price	Volume Exchange	Volume Trade Registration	Open Interest
Cal-20	-	-	55,93	-	-	2.365
Cal-21	52,25	8.760	52,18	8.760	8.760	611
Cal-22	-	-	49,35	-	-	323
Cal-23	-	-	48,20	-	-	300
Cal-24	-	-	47,20	-	-	295
Cal-25	-	-	46,70	-	-	12

Figura 73: Precios de mercado de energía eléctrica. Fuente: eex.com

Por tanto, en las siguientes páginas se mostrará una tabla resumen del análisis de las tres alternativas y la estimación del flujo de caja, habiéndose obviado el IVA, teniendo en cuenta su pago y devolución, quedando este neutralizado.

Así pues, comenzaremos por ver el primero de los escenarios. Para este se ha empleado un precio medio del mercado mayorista de la electricidad de 49,35 €/MWh, una previsión **realista-pesimista** ya que el mercado OMIP de futuros, a día de hoy, ofrece 57,75€/MWh para el cuarto trimestre del 2019 y 55,80 €/MWh para el año 2020. Para este caso, se ha considerado un aumento interanual del gasto del 1,3% y 0,9% para los ingresos.

La tabla resumen del primer escenario es la siguiente:

	SEG.1 EJE - 1,8 MW	FJA - 1,8 MW	FJA - 2,5 MW
INGRESOS			
Energía producida en un año [MWh]:	3.428,00	3.065,00	4.248,00
Precio de Venta de Electricidad [€/MWh]:	49,35	49,35	49,35
Garantía de Origen [€/MWh]:	1.714,00 €	1.532,50 €	2.124,00 €
TOTAL INGRESOS ANUALES	170.885,80 €	152.790,25 €	211.762,80 €
COSTES			
Coste construcción de la planta	1.529.010,28 €	1.351.311,83 €	1.876.877,55 €
Impuesto especial electricidad [7%]:	11.842,03 €	10.588,04 €	14.674,72 €
Coste del alquiler anual	4.680,00 €	3.366,00 €	4.680,00 €
Coste de mantenimiento Anual	9.000,00 €	5.400,00 €	7.485,00 €
Coste de representación + IBI + BICE	4.680,00 €	4.680,00 €	6.487,00 €
TOTAL COSTES INICIAL	1.529.010,28 €	1.351.311,83 €	1.876.877,55 €
TOTAL COSTES ANUAL	18.360,00 €	13.446,00 €	18.652,00 €
RESULTADOS			
Beneficios Anuales	140.683,77 €	128.756,21 €	178.436,08 €
RENTABILIDAD DIRECTA DEL PROYECTO	9,20 %	9,53 %	9,51 %
RENTABILIDAD DEL PROYECTO (en 25 años)	152,50 %	161,80 %	161,22 %
Valor Neto Actual (VAN)	4.076.402,60 €	3.787.443,90 €	5.244.593,04 €
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9,46 %	8,38 %	8,35 %
Rentabilidad Financiera Total	266,60 %	280,28 %	279,43 %
Payback (años)	11	11	11

Figura 74: Tabla resumen de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran también los flujos de caja de las tres alternativas:

FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON SEGUIMIENTO A 1 EJE Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 1,8 MW						
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado	
0	2019	1.529.010,28 €	0,00 €	-1.529.010,28 €	-1.529.010,28 €	-1.529.010,28 €
1	2020	30.202,03 €	170.885,80 €	140.683,77 €	140.683,77 €	-1.388.326,51 €
2	2021	30.594,65 €	172.423,77 €	141.829,12 €	141.829,12 €	-1.246.497,39 €
3	2022	30.987,28 €	173.961,74 €	142.974,47 €	142.974,47 €	-1.103.522,92 €
4	2023	31.379,91 €	175.499,72 €	144.119,81 €	144.119,81 €	-959.403,11 €
5	2024	31.772,53 €	177.037,69 €	145.265,16 €	145.265,16 €	-814.137,95 €
6	2025	32.165,16 €	178.575,66 €	146.410,50 €	146.410,50 €	-667.727,45 €
7	2026	32.557,78 €	180.113,63 €	147.555,85 €	147.555,85 €	-520.171,60 €
8	2027	32.950,41 €	181.651,61 €	148.701,20 €	148.701,20 €	-371.470,40 €
9	2028	33.343,04 €	183.189,58 €	149.846,54 €	149.846,54 €	-221.623,86 €
10	2029	33.735,66 €	184.727,55 €	150.991,89 €	150.991,89 €	-70.631,98 €
11	2030	34.128,29 €	186.265,52 €	152.137,23 €	152.137,23 €	81.505,26 €
12	2031	34.520,92 €	187.803,49 €	153.282,58 €	153.282,58 €	234.787,83 €
13	2032	34.913,54 €	189.341,47 €	154.427,92 €	154.427,92 €	389.215,76 €
14	2033	35.306,17 €	190.879,44 €	155.573,27 €	155.573,27 €	544.789,03 €
15	2034	35.698,79 €	192.417,41 €	156.718,62 €	156.718,62 €	701.507,65 €
16	2035	36.091,42 €	193.955,38 €	157.863,96 €	157.863,96 €	859.371,61 €
17	2036	36.484,05 €	195.493,36 €	159.009,31 €	159.009,31 €	1.018.380,92 €
18	2037	36.876,67 €	197.031,33 €	160.154,65 €	160.154,65 €	1.178.535,57 €
19	2038	37.269,30 €	198.569,30 €	161.300,00 €	161.300,00 €	1.339.835,57 €
20	2039	37.661,93 €	200.107,27 €	162.445,35 €	162.445,35 €	1.502.280,91 €
21	2040	38.054,55 €	201.645,24 €	163.590,69 €	163.590,69 €	1.665.871,61 €
22	2041	38.447,18 €	203.183,22 €	164.736,04 €	164.736,04 €	1.830.607,64 €
23	2042	38.839,81 €	204.721,19 €	165.881,38 €	165.881,38 €	1.996.489,03 €
24	2043	39.232,43 €	206.259,16 €	167.026,73 €	167.026,73 €	2.163.515,75 €
25	2044	39.625,06 €	207.797,13 €	168.172,07 €	168.172,07 €	2.331.687,83 €
26	2045	40.017,68 €	209.335,11 €	169.317,42 €	169.317,42 €	2.501.005,25 €
27	2046	40.410,31 €	210.873,08 €	170.462,77 €	170.462,77 €	2.671.468,02 €
28	2047	40.802,94 €	212.411,05 €	171.608,11 €	171.608,11 €	2.843.076,13 €
29	2048	41.195,56 €	213.949,02 €	172.753,46 €	172.753,46 €	3.015.829,59 €
30	2049	41.588,19 €	215.486,99 €	173.898,80 €	173.898,80 €	3.189.728,39 €
31	2050	41.980,82 €	217.024,97 €	175.044,15 €	175.044,15 €	3.364.772,54 €
32	2051	42.373,44 €	218.562,94 €	176.189,50 €	176.189,50 €	3.540.962,04 €
33	2052	42.766,07 €	220.100,91 €	177.334,84 €	177.334,84 €	3.718.296,88 €
34	2053	43.158,70 €	221.638,88 €	178.480,19 €	178.480,19 €	3.896.777,06 €
35	2054	43.551,32 €	223.176,85 €	179.625,53 €	179.625,53 €	4.076.402,60 €

Figura 75: Flujo de caja para instalación de seguimiento a 1 eje de 1,8MW. Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON ESTRUCTURA FIJA Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 1,8 MW						
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado	
0	2019	1.351.311,83 €	0,00 €	-1.351.311,83 €	-1.351.311,83 €	-1.351.311,83 €
1	2020	24.034,04 €	152.790,25 €	128.756,21 €	128.756,21 €	-1.222.555,63 €
2	2021	24.346,49 €	154.165,36 €	129.818,88 €	129.818,88 €	-1.092.736,75 €
3	2022	24.658,93 €	155.540,47 €	130.881,55 €	130.881,55 €	-961.855,20 €
4	2023	24.971,37 €	156.915,59 €	131.944,22 €	131.944,22 €	-829.910,99 €
5	2024	25.283,81 €	158.290,70 €	133.006,89 €	133.006,89 €	-696.904,10 €
6	2025	25.596,26 €	159.665,81 €	134.069,56 €	134.069,56 €	-562.834,54 €
7	2026	25.908,70 €	161.040,92 €	135.132,23 €	135.132,23 €	-427.702,32 €
8	2027	26.221,14 €	162.416,04 €	136.194,90 €	136.194,90 €	-291.507,42 €
9	2028	26.533,58 €	163.791,15 €	137.257,57 €	137.257,57 €	-154.249,86 €
10	2029	26.846,03 €	165.166,26 €	138.320,23 €	138.320,23 €	-15.929,62 €
11	2030	27.158,47 €	166.541,37 €	139.382,90 €	139.382,90 €	123.453,28 €
12	2031	27.470,91 €	167.916,48 €	140.445,57 €	140.445,57 €	263.898,86 €
13	2032	27.783,35 €	169.291,60 €	141.508,24 €	141.508,24 €	405.407,10 €
14	2033	28.095,80 €	170.666,71 €	142.570,91 €	142.570,91 €	547.978,01 €
15	2034	28.408,24 €	172.041,82 €	143.633,58 €	143.633,58 €	691.611,60 €
16	2035	28.720,68 €	173.416,93 €	144.696,25 €	144.696,25 €	836.307,85 €
17	2036	29.033,12 €	174.792,05 €	145.758,92 €	145.758,92 €	982.066,77 €
18	2037	29.345,57 €	176.167,16 €	146.821,59 €	146.821,59 €	1.128.888,36 €
19	2038	29.658,01 €	177.542,27 €	147.884,26 €	147.884,26 €	1.276.772,63 €
20	2039	29.970,45 €	178.917,38 €	148.946,93 €	148.946,93 €	1.425.719,56 €
21	2040	30.282,89 €	180.292,50 €	150.009,60 €	150.009,60 €	1.575.729,16 €
22	2041	30.595,34 €	181.667,61 €	151.072,27 €	151.072,27 €	1.726.801,43 €
23	2042	30.907,78 €	183.042,72 €	152.134,94 €	152.134,94 €	1.878.936,37 €
24	2043	31.220,22 €	184.417,83 €	153.197,61 €	153.197,61 €	2.032.133,98 €
25	2044	31.532,66 €	185.792,94 €	154.260,28 €	154.260,28 €	2.186.394,26 €
26	2045	31.845,11 €	187.168,06 €	155.322,95 €	155.322,95 €	2.341.717,21 €
27	2046	32.157,55 €	188.543,17 €	156.385,62 €	156.385,62 €	2.498.102,83 €
28	2047	32.469,99 €	189.918,28 €	157.448,29 €	157.448,29 €	2.655.551,12 €
29	2048	32.782,43 €	191.293,39 €	158.510,96 €	158.510,96 €	2.814.062,08 €
30	2049	33.094,88 €	192.668,51 €	159.573,63 €	159.573,63 €	2.973.635,71 €
31	2050	33.407,32 €	194.043,62 €	160.636,30 €	160.636,30 €	3.134.272,01 €
32	2051	33.719,76 €	195.418,73 €	161.698,97 €	161.698,97 €	3.295.970,98 €
33	2052	34.032,20 €	196.793,84 €	162.761,64 €	162.761,64 €	3.458.732,61 €
34	2053	34.344,65 €	198.168,95 €	163.824,31 €	163.824,31 €	3.622.556,92 €
35	2054	34.657,09 €	199.544,07 €	164.886,98 €	164.886,98 €	3.787.443,90 €

Figura 76: Flujo de caja para instalación con estructura fija de 1,8MW. Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON ESTRUCTURA FUA Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 2,5 MW						
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado	
0	2019	1.876.877,55 €	0,00 €	-1.876.877,55 €	-1.876.877,55 €	-1.876.877,55 €
1	2020	33.326,72 €	211.762,80 €	178.436,08 €	178.436,08 €	-1.698.441,46 €
2	2021	33.759,96 €	213.668,67 €	179.908,70 €	179.908,70 €	-1.518.532,76 €
3	2022	34.193,21 €	215.574,53 €	181.381,32 €	181.381,32 €	-1.337.151,44 €
4	2023	34.626,46 €	217.480,40 €	182.853,94 €	182.853,94 €	-1.154.297,50 €
5	2024	35.059,71 €	219.386,26 €	184.326,56 €	184.326,56 €	-969.970,95 €
6	2025	35.492,95 €	221.292,13 €	185.799,17 €	185.799,17 €	-784.171,77 €
7	2026	35.926,20 €	223.197,99 €	187.271,79 €	187.271,79 €	-596.899,98 €
8	2027	36.359,45 €	225.103,86 €	188.744,41 €	188.744,41 €	-408.155,57 €
9	2028	36.792,69 €	227.009,72 €	190.217,03 €	190.217,03 €	-217.938,55 €
10	2029	37.225,94 €	228.915,59 €	191.689,65 €	191.689,65 €	-26.248,90 €
11	2030	37.659,19 €	230.821,45 €	193.162,26 €	193.162,26 €	166.913,36 €
12	2031	38.092,44 €	232.727,32 €	194.634,88 €	194.634,88 €	361.548,24 €
13	2032	38.525,68 €	234.633,18 €	196.107,50 €	196.107,50 €	557.655,74 €
14	2033	38.958,93 €	236.539,05 €	197.580,12 €	197.580,12 €	755.235,86 €
15	2034	39.392,18 €	238.444,91 €	199.052,73 €	199.052,73 €	954.288,59 €
16	2035	39.825,43 €	240.350,78 €	200.525,35 €	200.525,35 €	1.154.813,94 €
17	2036	40.258,67 €	242.256,64 €	201.997,97 €	201.997,97 €	1.356.811,91 €
18	2037	40.691,92 €	244.162,51 €	203.470,59 €	203.470,59 €	1.560.282,50 €
19	2038	41.125,17 €	246.068,37 €	204.943,21 €	204.943,21 €	1.765.225,71 €
20	2039	41.558,41 €	247.974,24 €	206.415,82 €	206.415,82 €	1.971.641,53 €
21	2040	41.991,66 €	249.880,10 €	207.888,44 €	207.888,44 €	2.179.529,97 €
22	2041	42.424,91 €	251.785,97 €	209.361,06 €	209.361,06 €	2.388.891,03 €
23	2042	42.858,16 €	253.691,83 €	210.833,68 €	210.833,68 €	2.599.724,71 €
24	2043	43.291,40 €	255.597,70 €	212.306,30 €	212.306,30 €	2.812.031,01 €
25	2044	43.724,65 €	257.503,56 €	213.778,91 €	213.778,91 €	3.025.809,92 €
26	2045	44.157,90 €	259.409,43 €	215.251,53 €	215.251,53 €	3.241.061,45 €
27	2046	44.591,15 €	261.315,30 €	216.724,15 €	216.724,15 €	3.457.785,60 €
28	2047	45.024,39 €	263.221,16 €	218.196,77 €	218.196,77 €	3.675.982,37 €
29	2048	45.457,64 €	265.127,03 €	219.669,38 €	219.669,38 €	3.895.651,75 €
30	2049	45.890,89 €	267.032,89 €	221.142,00 €	221.142,00 €	4.116.793,76 €
31	2050	46.324,14 €	268.938,76 €	222.614,62 €	222.614,62 €	4.339.408,38 €
32	2051	46.757,38 €	270.844,62 €	224.087,24 €	224.087,24 €	4.563.495,62 €
33	2052	47.190,63 €	272.750,49 €	225.559,86 €	225.559,86 €	4.789.055,47 €
34	2053	47.623,88 €	274.656,35 €	227.032,47 €	227.032,47 €	5.016.087,95 €
35	2054	48.057,12 €	276.562,22 €	228.505,09 €	228.505,09 €	5.244.593,04 €

Figura 77: Flujo de caja para instalación con estructura fija de 2,5MW. Fuente: Elaboración propia

Por último, antes de pasar a ver el segundo escenario, se adjunta un gráfico que muestra la evolución de las tres alternativas.

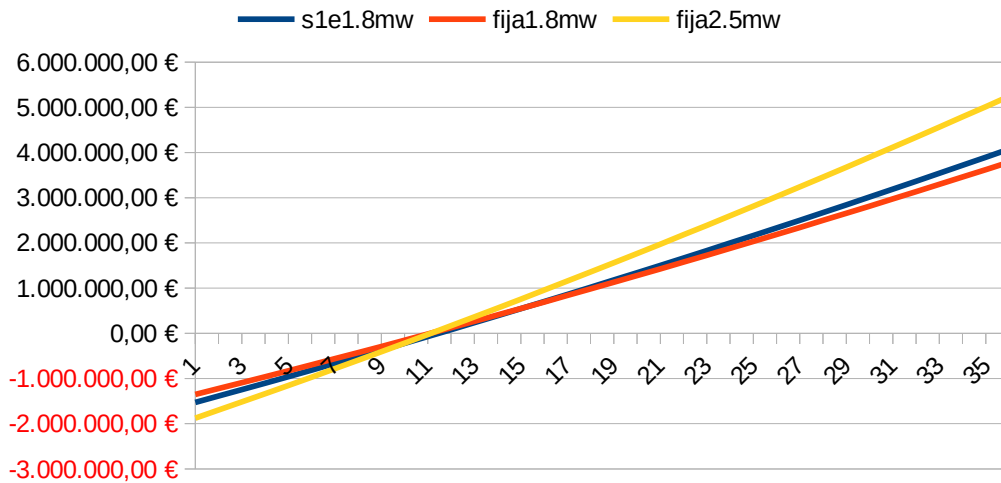


Figura 78: Gráfico comparativo de la evolución del rendimiento económico bruto. Fuente: Elaboración propia

Continuamos con el segundo caso. Se ha empleado un precio medio del mercado mayorista de la electricidad de 55,93 €/MWh, precio que se puede cerrar en eex.com para el próximo año 2020. Es un estimación **optimista-realista** ya que, como hemos visto antes, a día de hoy se ofrece 57,75€/MWh para el cuarto trimestre del 2019 y 55,80 €/MWh para el año 2020, siendo un tanto más elevado el precio escogido que lo marcado por el mercado de OMIP. Para este caso, se ha considerado también un aumento interanual del gasto del 1,3% y 0,9% para los ingresos. La tabla resumen del segundo escenario es la siguiente:

	SEG.1 EJE - 1,8 MW	FUA - 1,8 MW	FUA - 2,5 MW
INGRESOS			
Energía producida en un año [MWh]:	3.428,00	3.065,00	4.248,00
Precio de Venta de Electricidad [€/MWh]:	55,93	55,93	55,93
Garantía de Origen [€/MWh]:	1.714,00 €	1.532,50 €	2.124,00 €
TOTAL INGRESOS ANUALES	193.442,04 €	172.957,95 €	239.714,64 €
COSTES			
Coste construcción de la planta	1.529.010,28 €	1.351.311,83 €	1.876.877,55 €
Impuesto especial electricidad [7%]:	13.420,96 €	11.999,78 €	16.631,34 €
Coste del alquiler anual	4.680,00 €	3.366,00 €	4.680,00 €
Coste de mantenimiento Anual	9.000,00 €	5.400,00 €	7.485,00 €
Coste de representación + IBI + BICE	4.680,00 €	4.680,00 €	6.487,00 €
TOTAL COSTES INICIAL	1.529.010,28 €	1.351.311,83 €	1.876.877,55 €
TOTAL COSTES ANUAL	18.360,00 €	13.446,00 €	18.652,00 €
RESULTADOS			
Beneficios Anuales	161.661,08 €	147.512,17 €	204.431,30 €
RENTABILIDAD DIRECTA DEL PROYECTO	10,57 %	10,92 %	10,89 %
RENTABILIDAD DEL PROYECTO (en 25 años)	190,38 %	200,12 %	199,46 %
Valor Neto Actual (VAN)	4.919.183,80 €	4.540.980,77 €	6.288.973,01 €
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9,83 %	10,30 %	10,26 %
Rentabilidad Financiera Total	321,72 %	336,04 %	335,08 %
Payback (años)	10	9	9

Figura 79: Tabla resumen de rentabilidad. Fuente: Elaboración propia

A continuación, los flujos de caja para las tres configuraciones:

FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON SEGUIMIENTO A 1 EJE Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 1,8 MW						
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado	
0	2019	1.529.010,28 €	0,00 €	-1.529.010,28 €	-1.529.010,28 €	-1.529.010,28 €
1	2020	31.780,96 €	193.442,04 €	161.661,08 €	161.661,08 €	-1.367.349,20 €
2	2021	32.194,12 €	195.183,02 €	162.988,90 €	162.988,90 €	-1.204.360,30 €
3	2022	32.607,27 €	196.924,00 €	164.316,73 €	164.316,73 €	-1.040.043,57 €
4	2023	33.020,42 €	198.664,98 €	165.644,55 €	165.644,55 €	-874.399,02 €
5	2024	33.433,57 €	200.405,95 €	166.972,38 €	166.972,38 €	-707.426,64 €
6	2025	33.846,73 €	202.146,93 €	168.300,21 €	168.300,21 €	-539.126,43 €
7	2026	34.259,88 €	203.887,91 €	169.628,03 €	169.628,03 €	-369.498,40 €
8	2027	34.673,03 €	205.628,89 €	170.955,86 €	170.955,86 €	-198.542,54 €
9	2028	35.086,18 €	207.369,87 €	172.283,68 €	172.283,68 €	-26.258,85 €
10	2029	35.499,34 €	209.110,85 €	173.611,51 €	173.611,51 €	147.352,65 €
11	2030	35.912,49 €	210.851,82 €	174.939,34 €	174.939,34 €	322.291,99 €
12	2031	36.325,64 €	212.592,80 €	176.267,16 €	176.267,16 €	498.559,15 €
13	2032	36.738,79 €	214.333,78 €	177.594,99 €	177.594,99 €	676.154,14 €
14	2033	37.151,95 €	216.074,76 €	178.922,81 €	178.922,81 €	855.076,95 €
15	2034	37.565,10 €	217.815,74 €	180.250,64 €	180.250,64 €	1.035.327,59 €
16	2035	37.978,25 €	219.556,72 €	181.578,46 €	181.578,46 €	1.216.906,06 €
17	2036	38.391,40 €	221.297,69 €	182.906,29 €	182.906,29 €	1.399.812,35 €
18	2037	38.804,56 €	223.038,67 €	184.234,12 €	184.234,12 €	1.584.046,46 €
19	2038	39.217,71 €	224.779,65 €	185.561,94 €	185.561,94 €	1.769.608,41 €
20	2039	39.630,86 €	226.520,63 €	186.889,77 €	186.889,77 €	1.956.498,17 €
21	2040	40.044,01 €	228.261,61 €	188.217,59 €	188.217,59 €	2.144.715,77 €
22	2041	40.457,17 €	230.002,59 €	189.545,42 €	189.545,42 €	2.334.261,19 €
23	2042	40.870,32 €	231.743,56 €	190.873,25 €	190.873,25 €	2.525.134,43 €
24	2043	41.283,47 €	233.484,54 €	192.201,07 €	192.201,07 €	2.717.335,51 €
25	2044	41.696,62 €	235.225,52 €	193.528,90 €	193.528,90 €	2.910.864,40 €
26	2045	42.109,78 €	236.966,50 €	194.856,72 €	194.856,72 €	3.105.721,13 €
27	2046	42.522,93 €	238.707,48 €	196.184,55 €	196.184,55 €	3.301.905,68 €
28	2047	42.936,08 €	240.448,46 €	197.512,37 €	197.512,37 €	3.499.418,05 €
29	2048	43.349,23 €	242.189,43 €	198.840,20 €	198.840,20 €	3.698.258,25 €
30	2049	43.762,39 €	243.930,41 €	200.168,03 €	200.168,03 €	3.898.426,28 €
31	2050	44.175,54 €	245.671,39 €	201.495,85 €	201.495,85 €	4.099.922,13 €
32	2051	44.588,69 €	247.412,37 €	202.823,68 €	202.823,68 €	4.302.745,81 €
33	2052	45.001,84 €	249.153,35 €	204.151,50 €	204.151,50 €	4.506.897,31 €
34	2053	45.415,00 €	250.894,33 €	205.479,33 €	205.479,33 €	4.712.376,64 €
35	2054	45.828,15 €	252.635,30 €	206.807,16 €	206.807,16 €	4.919.183,80 €

Figura 80: Flujo de caja para instalación con seguimiento a un eje de 1,8MW. Fuente: Elaboración propia



FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON ESTRUCTURA FIJA Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 1,8 MW						
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado	
0	2019	1.351.311,83 €	0,00 €	-1.351.311,83 €	-1.351.311,83 €	-1.351.311,83 €
1	2020	25.445,78 €	172.957,95 €	147.512,17 €	147.512,17 €	-1.203.799,67 €
2	2021	25.776,58 €	174.514,57 €	148.737,99 €	148.737,99 €	-1.055.061,67 €
3	2022	26.107,37 €	176.071,19 €	149.963,82 €	149.963,82 €	-905.097,85 €
4	2023	26.438,17 €	177.627,81 €	151.189,65 €	151.189,65 €	-753.908,20 €
5	2024	26.768,96 €	179.184,44 €	152.415,47 €	152.415,47 €	-601.492,73 €
6	2025	27.099,76 €	180.741,06 €	153.641,30 €	153.641,30 €	-447.851,43 €
7	2026	27.430,55 €	182.297,68 €	154.867,13 €	154.867,13 €	-292.984,30 €
8	2027	27.761,35 €	183.854,30 €	156.092,95 €	156.092,95 €	-136.891,35 €
9	2028	28.092,14 €	185.410,92 €	157.318,78 €	157.318,78 €	20.427,43 €
10	2029	28.422,94 €	186.967,54 €	158.544,61 €	158.544,61 €	178.972,04 €
11	2030	28.753,73 €	188.524,17 €	159.770,43 €	159.770,43 €	338.742,47 €
12	2031	29.084,53 €	190.080,79 €	160.996,26 €	160.996,26 €	499.738,73 €
13	2032	29.415,32 €	191.637,41 €	162.222,09 €	162.222,09 €	661.960,81 €
14	2033	29.746,12 €	193.194,03 €	163.447,91 €	163.447,91 €	825.408,73 €
15	2034	30.076,91 €	194.750,65 €	164.673,74 €	164.673,74 €	990.082,46 €
16	2035	30.407,71 €	196.307,27 €	165.899,56 €	165.899,56 €	1.155.982,03 €
17	2036	30.738,50 €	197.863,89 €	167.125,39 €	167.125,39 €	1.323.107,42 €
18	2037	31.069,30 €	199.420,52 €	168.351,22 €	168.351,22 €	1.491.458,64 €
19	2038	31.400,09 €	200.977,14 €	169.577,04 €	169.577,04 €	1.661.035,68 €
20	2039	31.730,89 €	202.533,76 €	170.802,87 €	170.802,87 €	1.831.838,55 €
21	2040	32.061,68 €	204.090,38 €	172.028,70 €	172.028,70 €	2.003.867,25 €
22	2041	32.392,48 €	205.647,00 €	173.254,52 €	173.254,52 €	2.177.121,77 €
23	2042	32.723,28 €	207.203,62 €	174.480,35 €	174.480,35 €	2.351.602,12 €
24	2043	33.054,07 €	208.760,25 €	175.706,18 €	175.706,18 €	2.527.308,29 €
25	2044	33.384,87 €	210.316,87 €	176.932,00 €	176.932,00 €	2.704.240,30 €
26	2045	33.715,66 €	211.873,49 €	178.157,83 €	178.157,83 €	2.882.398,12 €
27	2046	34.046,46 €	213.430,11 €	179.383,65 €	179.383,65 €	3.061.781,78 €
28	2047	34.377,25 €	214.986,73 €	180.609,48 €	180.609,48 €	3.242.391,26 €
29	2048	34.708,05 €	216.543,35 €	181.835,31 €	181.835,31 €	3.424.226,57 €
30	2049	35.038,84 €	218.099,97 €	183.061,13 €	183.061,13 €	3.607.287,70 €
31	2050	35.369,64 €	219.656,60 €	184.286,96 €	184.286,96 €	3.791.574,66 €
32	2051	35.700,43 €	221.213,22 €	185.512,79 €	185.512,79 €	3.977.087,45 €
33	2052	36.031,23 €	222.769,84 €	186.738,61 €	186.738,61 €	4.163.826,06 €
34	2053	36.362,02 €	224.326,46 €	187.964,44 €	187.964,44 €	4.351.790,50 €
35	2054	36.692,82 €	225.883,08 €	189.190,27 €	189.190,27 €	4.540.980,77 €

Figura 81: Flujo de caja para instalación con estructura fija de 1,8MW. Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE CAJA DE INSTALACIÓN CON ESTRUCTURA FUA Y UNA POTENCIA INSTALADA DE 2,5 MW					
Año	Gastos	Ingresos	Beneficio	Beneficio no actual.	Acumulado
0	2019	1.876.877,55 €	0,00 €	-1.876.877,55 €	-1.876.877,55 €
1	2020	35.283,34 €	239.714,64 €	204.431,30 €	204.431,30 €
2	2021	35.742,03 €	241.872,07 €	206.130,04 €	206.130,04 €
3	2022	36.200,71 €	244.029,50 €	207.828,79 €	207.828,79 €
4	2023	36.659,40 €	246.186,94 €	209.527,54 €	209.527,54 €
5	2024	37.118,08 €	248.344,37 €	211.226,29 €	211.226,29 €
6	2025	37.576,76 €	250.501,80 €	212.925,04 €	212.925,04 €
7	2026	38.035,45 €	252.659,23 €	214.623,78 €	214.623,78 €
8	2027	38.494,13 €	254.816,66 €	216.322,53 €	216.322,53 €
9	2028	38.952,81 €	256.974,09 €	218.021,28 €	218.021,28 €
10	2029	39.411,50 €	259.131,53 €	219.720,03 €	219.720,03 €
11	2030	39.870,18 €	261.288,96 €	221.418,78 €	221.418,78 €
12	2031	40.328,86 €	263.446,39 €	223.117,53 €	223.117,53 €
13	2032	40.787,55 €	265.603,82 €	224.816,27 €	224.816,27 €
14	2033	41.246,23 €	267.761,25 €	226.515,02 €	226.515,02 €
15	2034	41.704,91 €	269.918,68 €	228.213,77 €	228.213,77 €
16	2035	42.163,60 €	272.076,12 €	229.912,52 €	229.912,52 €
17	2036	42.622,28 €	274.233,55 €	231.611,27 €	231.611,27 €
18	2037	43.080,96 €	276.390,98 €	233.310,02 €	233.310,02 €
19	2038	43.539,65 €	278.548,41 €	235.008,76 €	235.008,76 €
20	2039	43.998,33 €	280.705,84 €	236.707,51 €	236.707,51 €
21	2040	44.457,01 €	282.863,28 €	238.406,26 €	238.406,26 €
22	2041	44.915,70 €	285.020,71 €	240.105,01 €	240.105,01 €
23	2042	45.374,38 €	287.178,14 €	241.803,76 €	241.803,76 €
24	2043	45.833,06 €	289.335,57 €	243.502,51 €	243.502,51 €
25	2044	46.291,75 €	291.493,00 €	245.201,25 €	245.201,25 €
26	2045	46.750,43 €	293.650,43 €	246.900,00 €	246.900,00 €
27	2046	47.209,12 €	295.807,87 €	248.598,75 €	248.598,75 €
28	2047	47.667,80 €	297.965,30 €	250.297,50 €	250.297,50 €
29	2048	48.126,48 €	300.122,73 €	251.996,25 €	251.996,25 €
30	2049	48.585,17 €	302.280,16 €	253.695,00 €	253.695,00 €
31	2050	49.043,85 €	304.437,59 €	255.393,74 €	255.393,74 €
32	2051	49.502,53 €	306.595,02 €	257.092,49 €	257.092,49 €
33	2052	49.961,22 €	308.752,46 €	258.791,24 €	258.791,24 €
34	2053	50.419,90 €	310.909,89 €	260.489,99 €	260.489,99 €
35	2054	50.878,58 €	313.067,32 €	262.188,74 €	262.188,74 €

Figura 82: Flujo de caja para instalación con estructura fija de 2,5MW. Fuente: Elaboración propia

Y el gráfico que muestra la evolución de las tres alternativas:

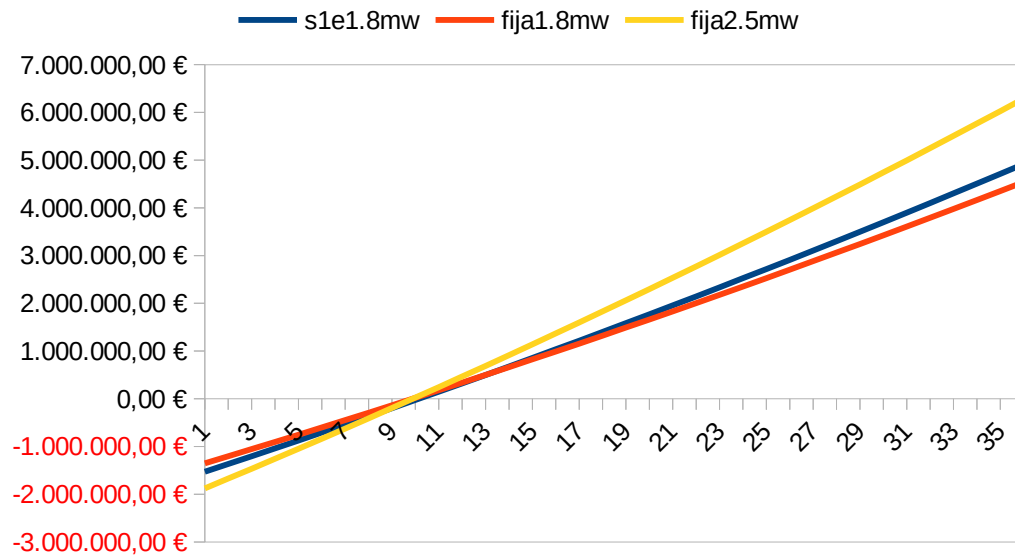


Figura 83: Gráfico comparativo de la evolución del rendimiento económico bruto. Fuente: Elaboración propia

A modo de conclusión del análisis, se pueden deducir una serie de cuestiones, no sin antes aclarar que este estudio es una mera estimación de algo en lo que influyen demasiados condicionantes, que hacen difícil saber cómo va a resultar determinada inversión. Más aún teniendo en cuenta que se ha querido contemplar un periodo de 35 años. Por tanto, antes de nada, decir que se han estudiado dos posibles escenarios de los infinitos que pueden existir.

De la primera parte del análisis, podemos extraer que los datos proporcionados por la herramienta de simulación son más que aceptables para ser tenidos en cuenta en un estudio de la producción energética de un parque solar.

Esta primera objeción nos ha llevado a desarrollar un estudio básico de rentabilidad de tres alternativas, mostrándose los costes y rendimientos que ofrece cada una de ellas. Si se utiliza la alternativa que utiliza estructuras de seguimiento a un eje como referencia, se pueden destacar, al menos, las siguientes afirmaciones:

1. La primera es que utilizar estructura fija conlleva realizar una inversión inicial de en torno un 11,26% menos que la realizada con seguidores.
2. Las horas equivalentes proporcionadas por la alternativa con seguimiento a un eje son un 10,56% mayor que las otras, lo que equilibra la balanza en cuanto a que tipo de estructura es rentable.



3. Comparando un índice que evalué los gastos e ingresos anuales, de forma que nos permita ver que rendimiento anual proporciona cada alternativa (teniendo en cuenta la inversión inicial asumida en 11 años, el payback del peor de los escenarios planteados), observamos que las que emplean estructura fija son un 19-20% más eficientes en términos de rentabilidad inmediata.

Esta rentabilidad es referida a los primeros 11 años, momento en que se recupera la inversión. Esto no quiere decir que la rentabilidad sea un 20% mayor, pero puede servir de ayuda. Por una parte nos dice que con la cantidad de dinero invertida vamos a obtener un rendimiento más inmediato, y a esto hay que añadir que se hace con un menor consumo de recursos, tanto de materiales como de terreno, lo que hace de estas alternativas un tanto más atractiva.

Por tanto, si de mi dependiera elegir el tipo de estructura para esta planta en concreto, elegiría la fija, a pesar de haber escogido la del seguimiento para desarrollar en el proyecto de ejecución.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

ANEXO III. PLANO DE RED NATURA 2000 EN LAS INMEDIACIONES

RED NATURA 2000 (ZEPa Y LIC) DE LA PROVINCIA DE PALENCIA

Regiones biogeográficas en Europa

- Alpiña
- Arctica
- Atlántica
- Atlántica (T)
- Mar Negro
- Báltica
- Continental
- Macroeuroasiática
- Mediooriental (T)
- Panártica
- Esteparia
- Presencia en Castilla y León

Dirección General del Medio Natural
C/ Rigoberto Cortés, 14. CP 47014 Valladolid.
Tel: 983 41 99 88
www.jcyl.es | espacios.naturales@jcyl.es

Servicio Territorial de Medio Ambiente de Palencia
Avda. Casado del Alisal, 27. CP 34001 Palencia.
Tel: 979 715 515

Edici3n: JUNTA DE CASTILLA Y LE3N. Corporaci3n de Medio Ambiente. 3 2006.
Cartografi3n y an3lisis de datos: Educci3n y Proyectos L3nea S.L. (Info@linea-s.com)
Maquetaci3n: N3vate Estudio (www.nvate.es)
Fotograf3a: Carlos S3nchez y otros

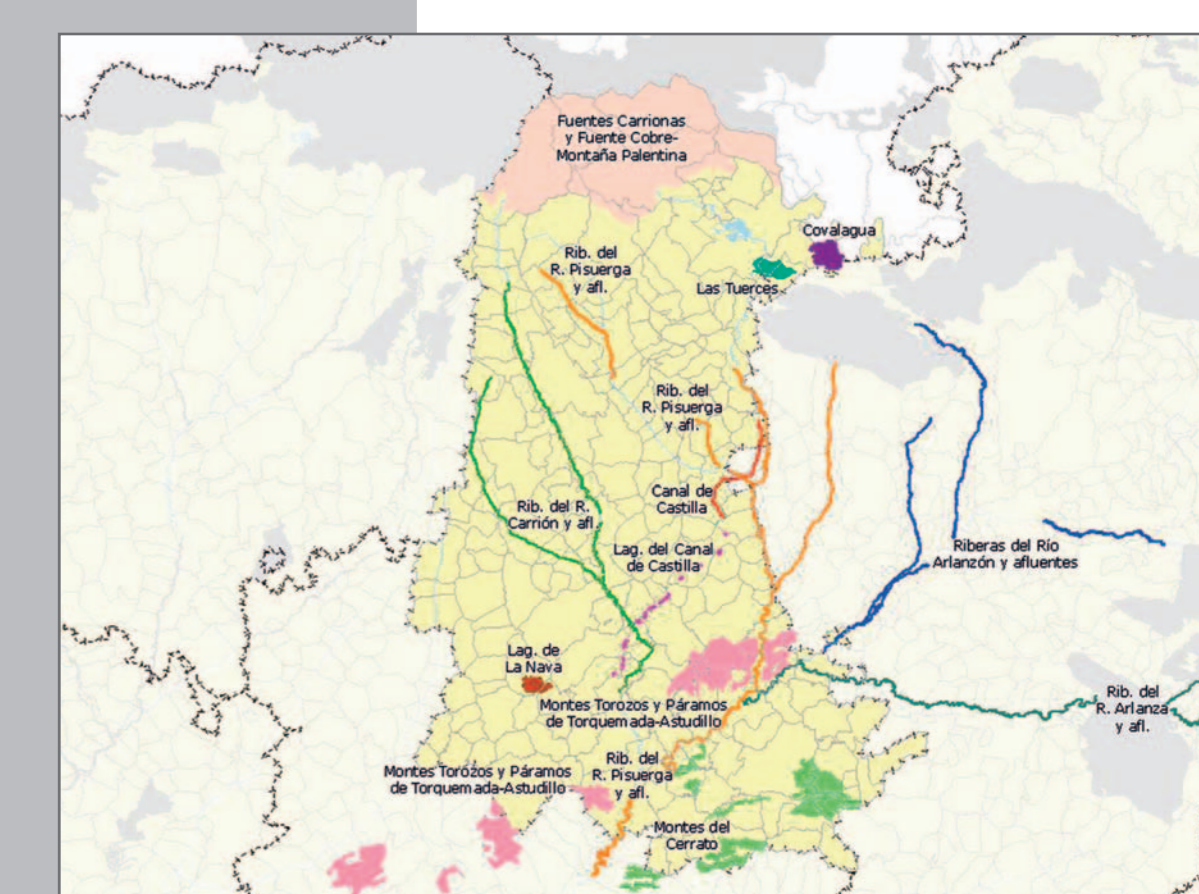


RED NATURA 2000 DE CASTILLA Y LE3N

RED NATURA 2000
Zona de Especial Protecci3n para las Aves (ZEPa)
Lugar de Importancia Comunitaria (LIC)
PALENCIA

red de Espacios Naturales de Castilla y Le3n

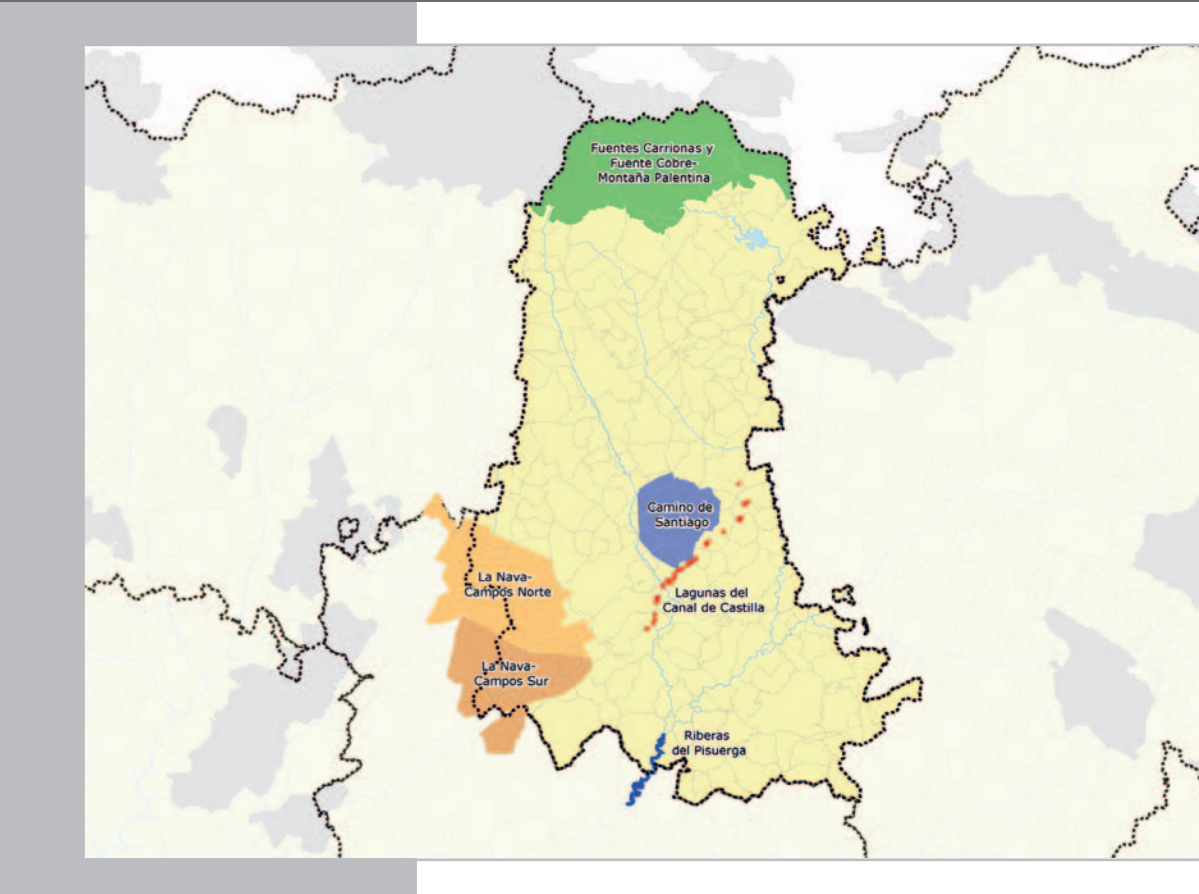
Junta de Castilla y Le3n



Red de LIC
(Lugares de Importancia Comunitaria, futuras ZEC -Zonas de Especial Conservaci3n- de la provincia de Palencia)

Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservaci3n de los habitats naturales y de la fauna y flora silvestres. (Trasposici3n de la Directiva 92/43/CEE)

CODIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)	% en la provincia
ES4140080	CANAL DE CASTILLA	121,62	61
ES4140027	COVALAGUA	2368,18	100
ES4140011	FUENTES CARRION Y FUENTE COBRE-MONTAÑA PALENCIANA	781,76	100
ES4140136	LAGUNA DE LA NAVA	101,27	100
ES3000205	LAGUNAS DEL CANAL DE CASTILLA	71,34	100
ES4140026	LAS TUERCES	1602,42	100
ES4140053	MONTES DEL CERRATO	12234,94	86
ES4140129	MONTES TOROZOS Y PARAMOS DE TORQUEMADA-ASTUDILLO	22962,12	58
ES4120071	RIEBERAS DEL RIO ARLANZ3N Y AFLUENTES	998,26	19
ES4120072	RIEBERAS DEL RIO ARLANZ3N Y AFLUENTES	973,19	4
ES4140077	RIEBERAS DEL RIO CARRI3N Y AFLUENTES	678,39	100
ES4140082	RIEBERAS DEL RIO PISUERGA Y AFLUENTES	1745,88	56



Red de ZEPa
(Zonas de Especial Protecci3n para las Aves) de la provincia de Palencia

Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservaci3n de las aves silvestres.

CODIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)	% en la provincia
ES3000201	CAMINO DE SANTIAGO	22092,1	100
ES4140011	FUENTES CARRION Y FUENTE COBRE-MONTAÑA PALENCIANA	781,76	100
ES4140036	LA NAVA-CAMPOS NORTE	54935,88	64
ES3000216	LA NAVA-CAMPOS SUR	32099,87	54
ES3000205	LAGUNAS DEL CANAL DE CASTILLA	68,79	100
ES3000220	RIEBERAS DEL PISUERGA	625,99	38

Estadística general

	Nº	Superficie (ha)	% de superficie provincial
ZEPa	6	157.331	19,54
LIC	12	1.08.650	13,49
NATURA 2000		186.683	23,18

RED NATURA 2000

ZEPa y LIC

- ZEPa
- LIC
- ZEPa y/o LIC de otras Comunidades (Fuente: MIMAM 10/2003)

Núcleos de poblaci3n

PALENCIA

- Venta de Baños: Núcleo de 20.000 a 5.000 hab.
- Sablat3n: Núcleo de 5.000 a 1.000 hab.
- Maz3n: Núcleo de 1.000 a 500 hab.
- Morag3n: Núcleo menor de 500 hab.

Vías de comunicaci3n

- Autopistas, Autovías
- Red de Interés del Estado
- Red Regional
- Red Diputaci3n
- Otras Redes Locales
- Ferrocarril

Límites administrativos

- Límite provincial
- Límite municipal

Hidrografía

- Embalses y lagunas
- Ríos principales

Escala: 1/200.000
Proyecci3n UTM. Datum ED 1950. Huso 30
Año de edici3n: 2006



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE EVACUACIÓN A RED EN FUENTES DE NAVA (PALENCIA)

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR:

Roberto Antolín del Valle

TUTOR:

Julián Manuel Pérez García

ANEXO IV. HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipos de seguidor	Seguidor fotovoltaico multihilera de un eje horizontal norte sur
Ángulo de giro	Hasta $\pm 55^\circ$
Tipo de cementación	En función del terreno: hincado directo/ perforado e hincado/ micropilotes
Módulos fotovoltaicos	Estructura adaptable a los principales fabricantes: 72 células / 60 células / dual glass
Tolerancia de pendiente	5% de inclinación en dirección Norte - Sur, 3% de inclinación en dirección Este-Oeste
Ocupación del suelo	1,8 - 2,6 hectáreas/MWp según configuración y potencia de placa utilizada

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Agrupación eléctrica	1.000 V - 1.500 V
Motores por MWp	3 - 7 motores/MW según configuración y potencia de panel utilizado
Potencia motor	1,5 - 2,2 KW según configuración y potencia de panel utilizado
Consumos	160-295 Wh/día según configuración
Algoritmo de control	Mediante PLC programado con cálculo astronómico
Control de movimiento	Inclinómetro analógico
Comunicaciones	Wireless ZigBee mesh network (sin cable) - TCP/IP (por cable)

CONTACTO

INGENIERÍA Y LOGÍSTICA

García Barbón N°30 1° Dcha.
Vigo, Pontevedra (ESPAÑA)

ADMÓN Y COMERCIAL

Paseo Arco del Ladrillo N°88
1° Edificio "Centro Madrid"
Valladolid (ESPAÑA)

FABRICACIÓN EMEA

Parque empresarial Arbo
Parcela 7, Naves 1 y 2
Arbo, Pontevedra (ESPAÑA)




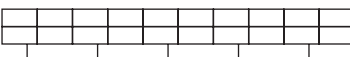

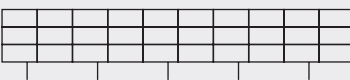
FABRICACIÓN LATAM

Avda. Santa Isabel 585 Nave 1
Lampa - Santiago (CHILE)

SEGURIDAD Y GARANTÍAS

Viento máximo de funcionamiento	Hasta 22 m/s
Resistencia al viento	Hasta 35 m/s (dimensiones más resistentes bajo pedido)
Vida útil estructura	25 años
Códigos y normas	ISO 9001/ ISO 14001/ Eurocódigo/ Normas locales

CONFIGURACIÓN DISPONIBLE

1V	<p>Dimensión larga</p>  <p>Dimensión corta</p>	Desde 30 hasta 90 columnas Hasta 16 hileras	
2H	<p>Dimensión corta</p>  <p>Dimensión larga</p>	Desde 20 hasta 40 columnas Hasta 20 hileras	
3H	<p>Dimensión corta</p>  <p>Dimensión larga</p>	Desde 20 hasta 30 columnas Hasta 14 hileras	

CONTACTO

INGENIERÍA Y LOGÍSTICA

García Barbón N°30 1º Dcha.
Vigo, Pontevedra (ESPAÑA)

ADMÓN Y COMERCIAL

Paseo Arco del Ladrillo N°88
1º Edificio "Centro Madrid"
Valladolid (ESPAÑA)

FABRICACIÓN EMEA

Parque empresarial Arbo
Parcela 7, Naves 1 y 2
Arbo, Pontevedra (ESPAÑA)

FABRICACIÓN LATAM

Avda. Santa Isabel 585 Nave 1
Lampa - Santiago (CHILE)

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipos de seguidor	Seguidor fotovoltaico mono hilera de un eje horizontal norte sur
Ángulo de giro	Hasta $\pm 55^\circ$
Tipo de cementación	En función del terreno: hincado directo/ perforado e hincado/ micropilotes
Módulos fotovoltaicos	Estructura adaptable a los principales fabricantes: 72 células / 60 células / dual glass
Tolerancia de pendiente	6% de inclinación del terreno en dirección Norte - Sur, y este-oeste inclinación ilimitada
Ocupación del suelo	2,1 - 2,6 hectáreas/MWp según configuración y potencia de placa utilizada

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Agrupación eléctrica	1.000 V - 1.500 V
Motores por MWp	35 - 56 motores/MW según configuración y potencia de panel utilizado
Potencia motor	0,12 - 0,36 KW según configuración y potencia de panel utilizado
Consumos	Autoalimentado: 0Wh/día No autoalimentado: 16-48 Wh/día según configuración
Algoritmo de control	Mediante microcontrolador programado con cálculo astronómico
Control de movimiento	Inclinómetro analógico
Comunicaciones	Wireless ZizBee mesh network (sin cable) - TCP/IP (por cable)

CONTACTO

INGENIERÍA Y LOGÍSTICA

García Barbón N°30 1° Dcha.
Vigo, Pontevedra (ESPAÑA)

ADMÓN Y COMERCIAL

Paseo Arco del Ladrillo N°88
1° Edificio "Centro Madrid"
Valladolid (ESPAÑA)

FABRICACIÓN EMEA

Parque empresarial Arbo
Parcela 7, Naves 1 y 2
Arbo, Pontevedra (ESPAÑA)

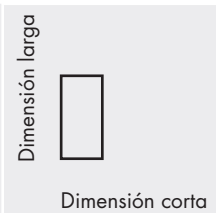
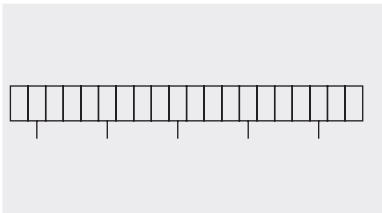
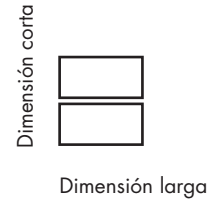
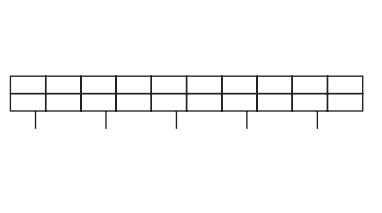
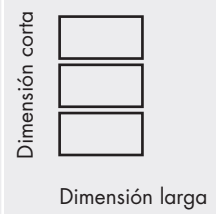
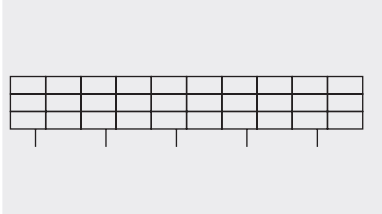
FABRICACIÓN LATAM

Avda. Santa Isabel 585 Nave 1
Lampa - Santiago (CHILE)

SEGURIDAD Y GARANTÍAS

Viento máximo de funcionamiento	Hasta 22 m/s
Resistencia al viento	Hasta 35 m/s (dimensiones más resistentes bajo pedido)
Vida útil estructura	25 años
Códigos y normas	ISO 9001/ ISO 14001/ Eurocódigo/ Normas locales

CONFIGURACIÓN DISPONIBLE

1V		Desde 30 hasta 90 columnas	
2H		Desde 20 hasta 80 columnas	
3H		3 filas x 20 - 30 columnas	

CONTACTO

INGENIERÍA Y LOGÍSTICA

García Barbón N°30 1º Dcha.
Vigo, Pontevedra (ESPAÑA)

ADMÓN Y COMERCIAL

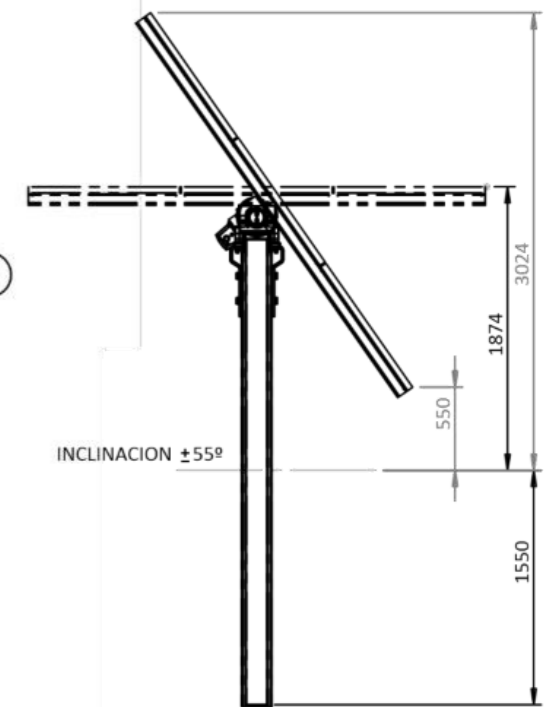
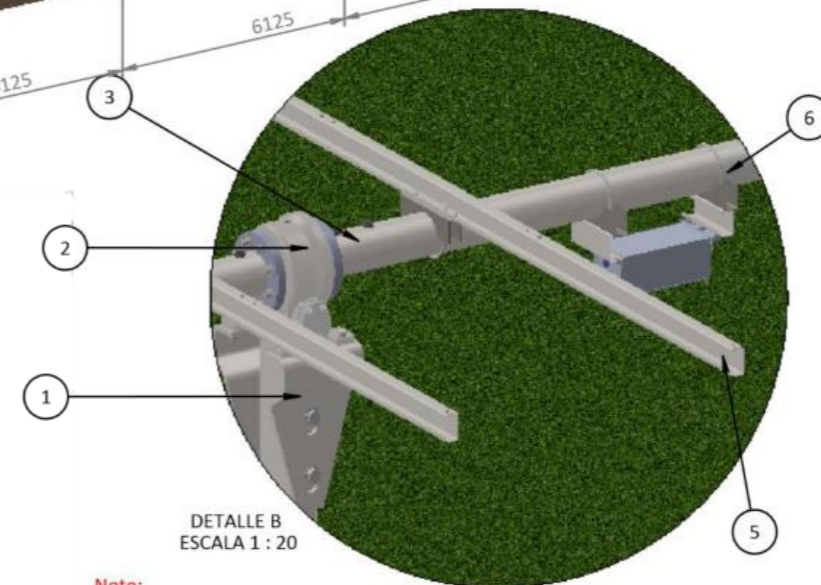
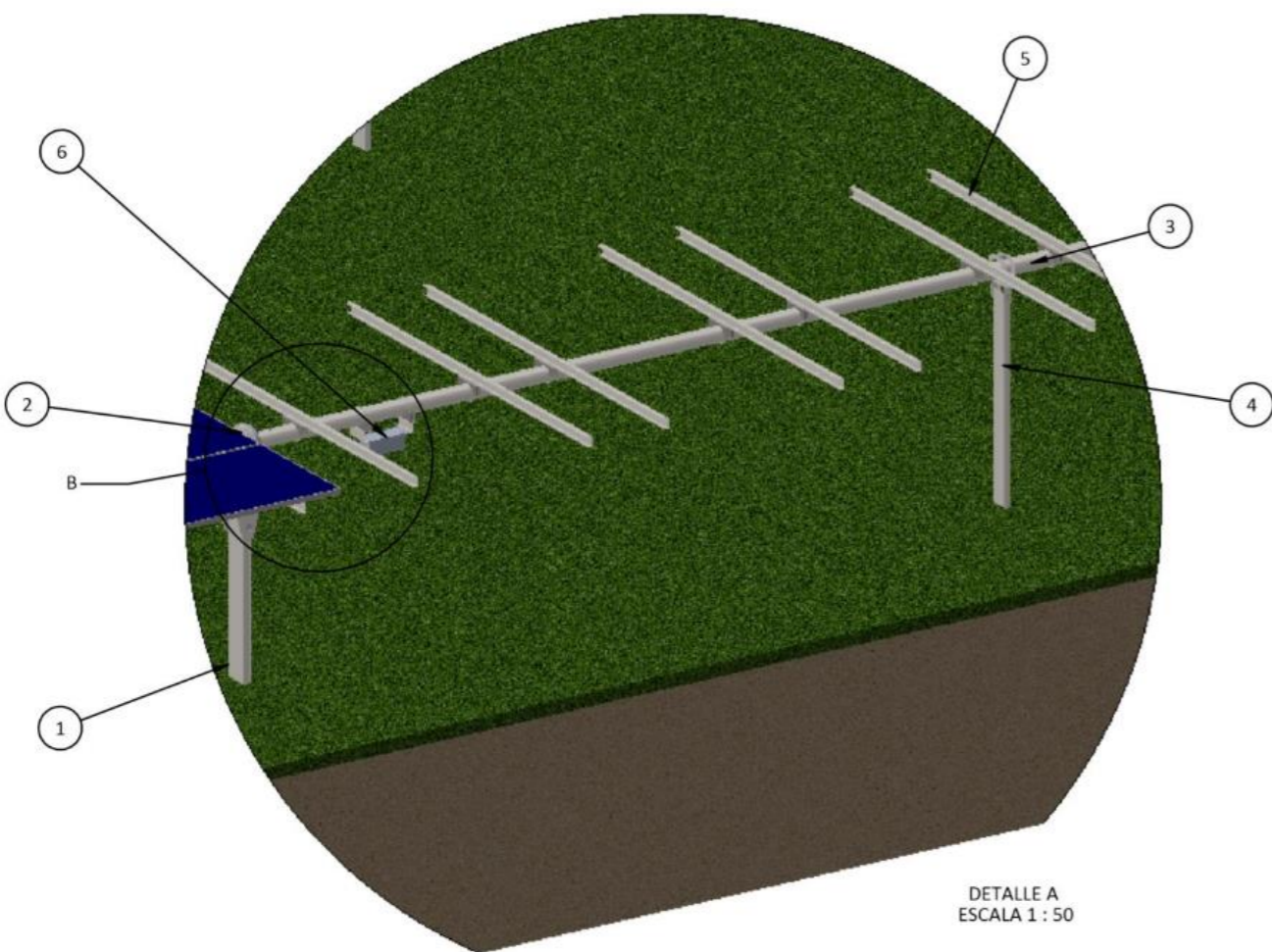
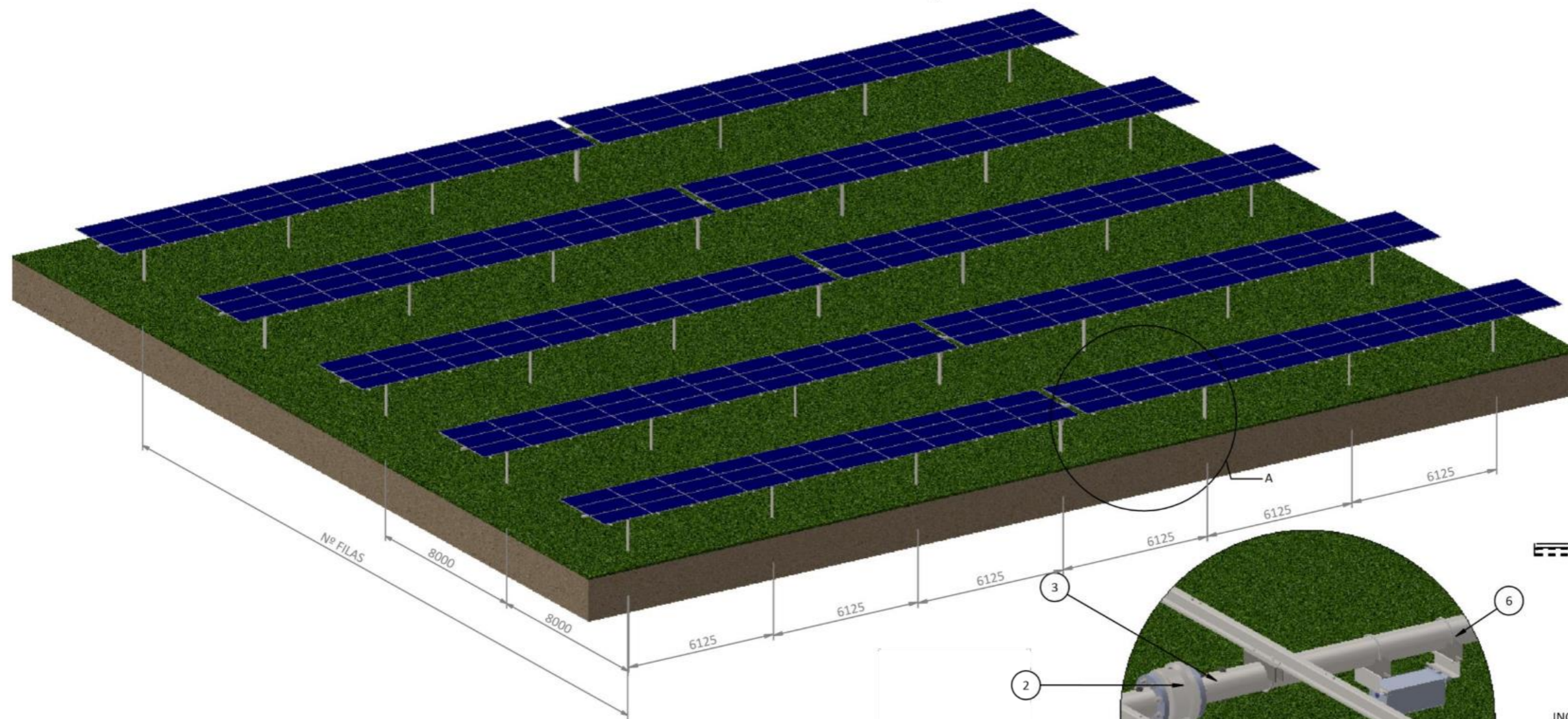
Paseo Arco del Ladrillo N°88
1º Edificio "Centro Madrid"
Valladolid (ESPAÑA)

FABRICACIÓN EMEA

Parque empresarial Arbo
Parcela 7, Naves 1 y 2
Arbo, Pontevedra (ESPAÑA)

FABRICACIÓN LATAM

Avda. Santa Isabel 585 Nave 1
Lampa - Santiago (CHILE)

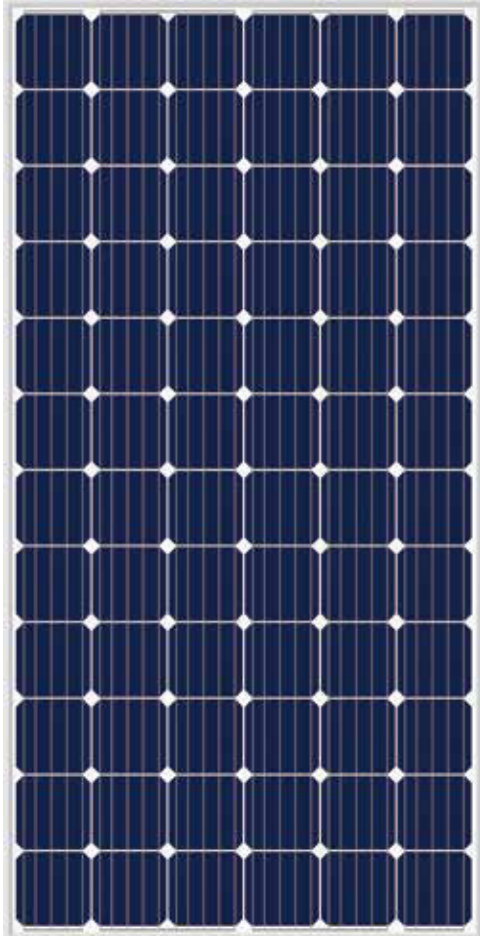


Note: Los distintos componentes del seguidor podran ser sustituidos sin previo aviso por otros de similares características. Las dimensiones deberan ser adaptadas en funcion del proyecto. Los pesos indicados son aproximados.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCION	MATERIAL	PESO Kg	CANTIDAD
1	XX_YYY_PCE_CF200_000_R00	CONJUNTO HINCA CENTRAL	Segun elemento		
2	XX_YYY_UNI_CF200_000_R00	UNIDAD ROTACION	Segun elemento		
3	XX_YYY_EJE_D120_000_R00	EJE ROTACION TR120	Segun elemento		
4	XX_YYY_PLE_CF150_000_R00	CONJUNTO HINCA LATERAL	Segun elemento		
5	XX_YYY_COR_CF 80_000_R00	CORREA INTERMEDIA	Segun elemento		
6	XX_YYY_TCU_000_R00	TRACKER CONTROL UNIT			

NAME: E.R.C	SIGNATURE:	DATE: 17/03/2017	QUANTITY:	TITLE: XX_YYY_CON_3H20_000_R00
CHECKED: X.M.P			DIMENSIONS WITHOUT TOLERANCE:	
CLIENT:			SMOOTH EDGES:	
			TREATMENT:	
			MATERIAL:	DRAWING IN: XX_YYY_CON_3H20_000_R00
MADE BY: braux			ESCALA: 1:100	A3
				CANCEL TO : 00
				EDITION Nº: 03
				CANCELLED BY:
				PAGE 1 DE 1

335-350_w



MANAGEMENT SYSTEM

ISO 9001: Quality management system

ISO 14001: Standard for environmental management system

OHSAS 18001: International standard for occupational health and safety assessment system

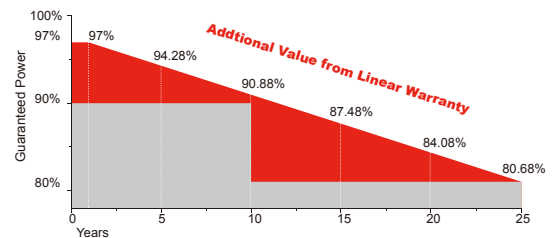
PRODUCT CERTIFICATES



INSURANCE



WARRANTY



10 YEARS Guarantee on product material and workmanship **25 YEARS** linear power output warranty

Safety



Safety for salt mist corrosion (IEC61701, tested in TÜV SÜD)



Safety for ammonia corrosion (IEC62716, tested in TÜV SÜD)



Safety for fire risk (Class C, tested in TÜV SÜD and Rheinland)

Reliability



PID free products, passing TÜV SÜD system voltage durability test



World 1st company to pass "Thresher Test" and "On-site Power Measurement Validation" certificate



Bankable products

Performance



Outstanding power output capability at low irradiance



Triple 100% Electroluminescence (EL) tests minimize breakage rate



Top rank in Photon yield measurement

SRP-6MA SERIES 6 INCH 72 CELLS



*BLACK FRAME / BLACK BACK-SHEET PRODUCTS ARE AVAILABLE UPON REQUEST.

Electrical Characteristics(STC)

Module Type	SRP-335-6MA	SRP-340-6MA	SRP-345-6MA	SRP-350-6MA
Maximum Power at STC - P_{mp} (W)	335	340	345	350
Open Circuit Voltage - V_{oc} (V)	46.4	46.6	46.8	47
Short Circuit Current - I_{sc} (A)	9.23	9.32	9.43	9.51
Maximum Power Voltage - V_{mp} (V)	37.5	37.7	37.9	38.1
Maximum Power Current - I_{mp} (A)	8.94	9.02	9.11	9.19
Module Efficiency STC- η_m (%)	17.26	17.52	17.78	18.04

STC: Irradiance 1000 W/m² module temperature 25°C AM=1.5

Power measurement tolerance: +/-3%

Electrical Characteristics(NOCT)

Module Type	SRP-335-6MA	SRP-340-6MA	SRP-345-6MA	SRP-350-6MA
Maximum Power at NOCT - P_{mp} (W)	249	252	256	260
Open Circuit Voltage - V_{oc} (V)	42.8	43	43.2	43.4
Short Circuit Current - I_{sc} (A)	7.53	7.59	7.64	7.68
Maximum Power Voltage - V_{mp} (V)	35.3	35.5	35.6	35.8
Maximum Power Current - I_{mp} (A)	7.05	7.10	7.19	7.27

NOCT: Irradiance 800 W/m² ambient temperature 20°C wind speed :1m/s

Power measurement tolerance: +/-3%

Power Tolerance (W)	(0,+4.99)
Maximum System Voltage (V)	1000 (TÜV)
Maximum Series Fuse Rating (A)	20

Temperature Characteristics

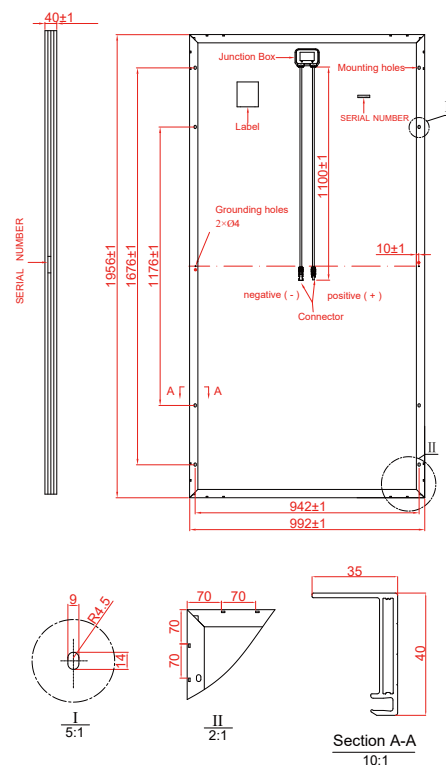
Pmax Temperature Coefficient	-0.40 %/°C
Voc Temperature Coefficient	-0.32 %/°C
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C
Operating Temperature	-40~+85 °C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2 °C

Packing Configuration

	1956 x 992 x 40mm	
Container	20'GP	40'GP
Pieces per Pallet	27	27
Pallets per Container	10	22
Pieces per Container	270	594

Mechanical Specifications

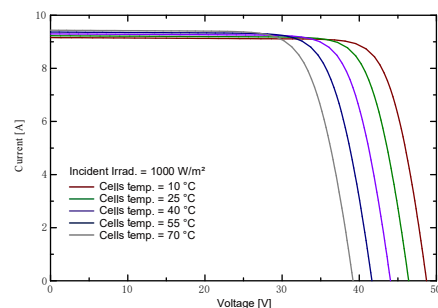
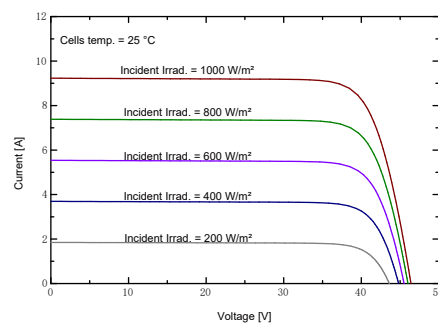
External Dimensions	1956 x 992 x 40 mm
Weight	21.5 kg
Solar Cells	Mono crystalline 156.75 x 156.75 mm (72pcs)
Front Glass	3.2 mm tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP67
Output Cables	4.0 mm ² ,cable length:1100 mm
Connector	MC4 Compatible
Mechanical Load	5400 Pa



* All Dimensions in mm

* The above drawing is a graphical representation of the product. For engineering quality drawings please contact SERAPHIM.

I-V Curve(SRP-335-6MA)



Specifications are subject to change without further notification SRP-DS-EN-2018V2.0 © Copyright 2018Seraphim

INVERSOR DE STRING TRIFÁSICO SIN TRANSFORMADOR Y CON LA MÁXIMA DENSIDAD DE POTENCIA

100TL

Familia de inversores trifásicos para plantas fotovoltaicas comerciales, industriales y de gran escala.

Mayor competitividad

Gracias a su mayor potencia de salida (hasta 110 kW si el equipo se conecta a una red de 440 Vac), el nuevo INGECON® SUN 100TL permite una drástica reducción del número de inversores requeridos para el diseño de una planta fotovoltaica. Así, minimiza el gasto en mano de obra y cableado total. Es más, gracias a este equipo se puede ahorrar hasta un 20% en cableado AC, ya que no requiere cable de neutro.

Además, este inversor no necesita cajas de conexiones ni en DC ni en AC. Todo ello garantiza los menores gastos de capital o CAPEX (Capital Expenditures).

Menores costes operacionales

Gracias a la red de comunicación inalámbrica que se puede establecer con el INGECON® SUN 100TL, la planta FV puede ser puesta

en marcha, monitorizada y controlada sin cables. Además, su filosofía de inversor de string permite una fácil y rápida sustitución que no precisa de técnicos cualificados.

Mayor flexibilidad y densidad de potencia

La mayor flexibilidad es posible gracias a sus elevados índices de tensión DC máxima (1.100 V) y a su amplio rango de tensión MPP (570-850 V). Gran densidad de potencia, con hasta 105 kW en un inversor de tan sólo 75 kg.

Diseño duradero y robusto

Envoltorio de aluminio, especialmente concebida para instalaciones de interior y exterior (IP65). El diseño de la familia INGECON® SUN 3Play garantiza la máxima durabilidad en el tiempo y las mejores prestaciones, incluso ante temperaturas extremas.

Ethernet y Wi-Fi de serie

Este inversor FV presenta comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie. Estas comunicaciones, junto con el webserver que integra el equipo, permiten una rápida y fiable puesta en marcha usando un teléfono móvil, una Tablet o un PC portátil. Además, es compatible con Cloud Connect externo.

Garantía estándar de 5 años, ampliable hasta 25 años



100TL

Diferentes versiones para elegir

Ingeteam ha creado dos versiones distintas para poder satisfacer todas las necesidades de sus clientes:

- Versión STD
- Versión PRO

Versiones disponibles

Versiones disponibles	Versión STD	Versión PRO
Bornas DC	✓	
Conectores fotovoltaicos ⁽¹⁾		✓
Seccionador DC	✓	✓
Descargadores DC, tipo 2	✓	✓
Descargadores AC, tipo 2	✓	✓
Fusibles DC		✓ ⁽²⁾
Kit de medida de corrientes		✓

Notas: ⁽¹⁾ No necesita herramientas de crimpado ⁽²⁾ Fusibles de 1.500 V, sólo para el polo positivo.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Capacidad para soportar huecos de tensión.
- Capacidad para inyectar potencia reactiva.
- Compatible con Cloud Connect externo.
- Eficiencia máxima del 99,1%.
- Comunicaciones Ethernet y Wi-Fi de serie.
- Webserver integrado.
- Software de monitorización INGECON® SUN Monitor.
- Apto para instalaciones de interior y exterior (IP65).
- Alto rendimiento a altas temperaturas.
- Distintas versiones para ajustarse a todo tipo de proyectos.
- Compatible fuentes de alimentación nocturna.
- 4 entradas digitales y 2 salidas digitales.
- Apto para DRMO (para mercado australiano).

PROTECCIONES

- Polaridad inversa.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Fallo de aislamiento.
- Sobretensiones AC con descargadores tipo 2.
- Sobretensiones DC con descargadores tipo 2.

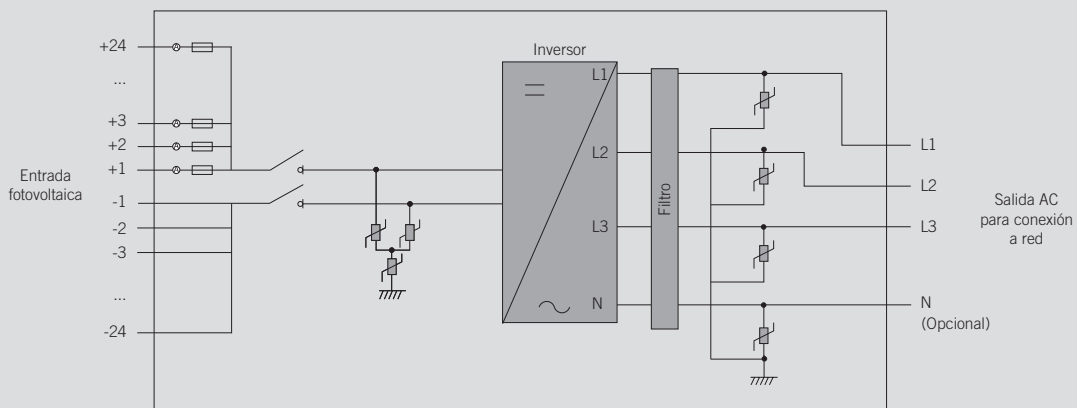
ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit de autoconsumo.
- Comunicación RS-485.
- Fusibles DC para el polo negativo.

BENEFICIOS

- Mayor densidad de potencia.
- Mayor competitividad gracias a la reducción del gasto en cableado.
- Alta disponibilidad comparada con inversores centrales.
- Elevados índices de eficiencia.
- Fácil mantenimiento.

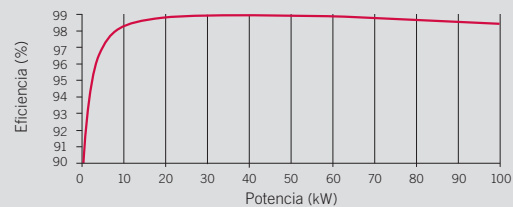
3Play TL versión PRO



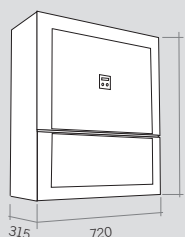
100TL						
Valores de Entrada (DC)						
Rango pot. campo FV recomendado	56 - 80,2 kWp	91,1 - 130,5 kWp	96,2 - 137,8 kWp	101,2 - 145 kWp	106,3 - 152,3 kWp	111,3 - 159,5 kWp
Rango de tensión MPP ⁽¹⁾	513 - 850 V	513 - 850 V	541,5 - 850 V	570 - 850 V	598,5 - 850 V	627 - 850 V
Tensión máxima ⁽²⁾	1.100 V					
Corriente máxima ⁽³⁾	185 A					
Corriente de cortocircuito	240 A					
Entradas (STD / PRO)	1 / 24					
MPPT	1					
Valores de Salida (AC)						
Potencia nominal	55,3 kW	90 kW	95 kW	100 kW	105 kW	110 kW
Máx. temperatura a potencia nominal ⁽⁴⁾	50 °C					
Corriente máxima	145 A					
Tensión nominal	220 V	360 V	380 V	400 V	420 V	440 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz					
Tipo de red ⁽⁵⁾	TT / TN					
Factor de Potencia	1					
Factor de Potencia ajustable ⁽⁶⁾	Sí. Smáx=55,3 kVA Qmáx=33,2 kVAR	Sí. Smáx=90 kVA Qmáx=54 kVAR	Sí. Smáx=95 kVA Qmáx=57 kVAR	Sí. Smáx=100 kVA Qmáx=60 kVAR	Sí. Smáx=105 kVA Qmáx=63 kVAR	Sí. Smáx=110 kVA Qmáx=66 kVAR
THD	<3%					
Rendimiento						
Eficiencia máxima	99,1%					
Euroeficiencia	98,5%					
Datos Generales						
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada					
Caudal de aire	570 m ³ /h					
Consumo en stand-by	20 W					
Consumo nocturno	1 W					
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C					
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100%					
Grado de protección	IP65 / NEMA 4					
Interruptor diferencial	1.000 mA					
Altitud máxima ⁽⁷⁾	3.000 m					
Conexión	AC: Máxima sección: 240 mm ² (un cable) Conexión DC (STD): Máxima sección: 300 mm ² (un cable) Conexión DC (PRO): 6 mm ² (24 pares de conectores PV-Stick) Permitido el cableado en cobre y aluminio, tanto en DC como en AC					
Marcado	CE					
Normativa EMC y de seguridad	IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 62109-1, IEC 62109-2, IEC 62103, IEC 61000-3-12, EN50178, FCC Part 15, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-68, IEC 60529					
Normativa de conexión a red	DIN V VDE V 0126-1-1, Arrêté du 23 avril 2008, EN 50438, EN 50439, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16 VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/3, P.O.12.3, AS4777.2, BDEW, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, Brazilian Grid Code, South African Grid Code, Chilean Grid Code, DEWA 2.0, Jordanian Grid Code, Thailand MEA & PEA requirements					

Notas: ⁽¹⁾ V_{mpp,min} es para condiciones nominales (V_{ac}=1 p.u. y Factor de potencia=1). V_{mpp,min} dependerá de la tensión de red (V_{ac}), de acuerdo con esta relación: V_{mpp,min}=1.425*V_{ac}. ⁽²⁾ El inversor no entra en funcionamiento hasta que V_{dc} < 1.000 V. Si se han instalado los fusibles de DC para el polo negativo, la tensión máxima DC es de 1.000 V. ⁽³⁾ La corriente máxima por conector FV es 11 A para la versión PRO. ⁽⁴⁾ Por cada °C de aumento, la potencia de salida se reducirá un 2,3%. ⁽⁵⁾ Estas unidades deberán conectarse a una red trifásica en estrella con neutro aterrado. No pueden ser conectadas a redes IT o redes delta aterradas en una de sus líneas. ⁽⁶⁾ Q=0 fuera del rango de tensión MPP. ⁽⁷⁾ Por encima de 1.000 m, la temperatura máxima para entregar potencia nominal se reduce a razón de 5,5°C por cada 1.000 m adicionales.

Rendimiento INGECON® SUN 100TL V_{dc} = 570 V



Dimensiones y peso (mm)



100TL STD
75 kg.

100TL PRO
78 kg.

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

Un marco legislativo favorable está facilitando enormemente el desarrollo de instalaciones solares fotovoltaicas, las cuales presentan ciertas particularidades. En Prysmian tenemos todos los cables necesarios para la canalización de la energía eléctrica desde el panel solar hasta el punto de vertido en MT o BT.

Conexión de paneles y BT en continua

La solución idónea para la conexión entre paneles y para la red de BT en continua es el cable Tecsun de Prysmian, de especiales propiedades, teniendo en cuenta todos los parámetros de una instalación solar fotovoltaica: el periodo de amortización, la resistencia a la intemperie, las altas y las bajas temperaturas, la movilidad de los cables en algunos casos, el comportamiento frente al fuego...

El cable Tecsun ha sido específicamente diseñado por Prysmian para soportar las más exigentes condiciones. Sus excelentes propiedades hacen de él el mejor cable para toda la instalación de BT:

- Tiene una vida útil de 30 años a 90 °C, pudiendo soportar temperaturas permanentes de hasta 120 °C.

Valores superiores a 90 °C son frecuentes en instalaciones sobre tejado. Los cables tipo RV-K o RZ1-K están diseñados para temperaturas máximas de 90 °C en el conductor y ambientes sensiblemente inferiores.

Está demostrado en ensayos que el cable Tecsun presenta alta resistencia a la corrosión atmos-

férica, a la abrasión y a los agentes químicos.

- Su intensidad admisible es superior a iguales secciones de cables tipo RV-K o RZ1-K.

Su aislamiento de etileno propileno de alto gradiente (HEPR) permite llegar a temperaturas de hasta 120 °C en el conductor, lo que supone incrementos interesantes de intensidades admisibles respecto a iguales secciones de cables convencionales.

- Es un cable libre de halógenos, no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Supera los ensayos de no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases tóxicos y corrosivos, lo que,

además de aminorar los efectos colaterales de los incendios sobre las personas, también preserva los valiosos equipos eléctricos de las instalaciones solares por su alta ignifugación y por la baja corrosividad de los gases emanados. Y, en el caso de los parques solares, cumple las exigencias del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004).

- Apto para servicios móviles.

Es frecuente la utilización de seguidores para maximizar el aprovechamiento de la radiación solar. No hay que olvidar que en estos casos los cables de conexión entre las estructuras móviles y las partes fijas están sometidos a movimiento y los cables convencionales (-K) pueden ser utilizados sólo en insta-



En las instalaciones sobre tejado se alcanza temperaturas superiores a 90 °C con frecuencia. El cable Tecsun está diseñado para soportar estas temperaturas



Los seguidores precisan cable para servicios móviles

laciones fijas. El Tecsun presenta muy buenas propiedades mecánicas a baja temperatura.

- Más cómodo de instalar por su extraordinaria flexibilidad y su menor diámetro exterior.

El cable está formado por un conductor de cobre estañado flexible de clase 5, aislamiento de etileno propileno de alto gradiente (HEPR) y doble cubierta de etilvinil acetato (EVA).

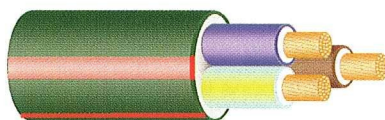
Su reducido diámetro exterior hace que el cable sea más manejable y ocupe menos espacio en las canalizaciones.

- Ecológico. En congruencia con el espíritu de las energías renovables, son cables con bajo coste de reciclaje y gran ahorro de energía en su producción. Libres de halógenos y agentes contaminantes.

Cables para la red de BT en alterna

Con el cable Tecsun de Prysmian cubriríamos nuestras necesidades hasta la entrada del inversor. A la salida de éste, comienza la red de BT en corriente alterna para llegar hasta el punto de conexión a red en BT o hasta el transformador, en el caso de conexión a red en MT. Esta

canalización de BT en alterna suele ser enterrada bajo tubo en parques solares, aunque cabe la posibilidad de otros sistemas de instalación. El cable que habría que utilizar sería el Afumex 1000 V (AS) con el objetivo de dotar al parque de las exigencias del R.D. 2267/2004. No obstante, y



Afumex 1000 V (AS)

donde no se llegue a tal extremo por interpretación de los textos de la citada ley o por no percibir las venta-

jas intrínsecas de los cables Afumex (AS) como un importante elemento para la instalación (no olvidemos que también protege los equipos en caso de incendio por la baja corrosividad de sus humos), cabría la posibilidad de utilizar cable Retenax Flex.

Al proyectista le conviene valorar la incidencia de la acción de los roedores en su instalación. En este caso, conviene sopesar la posibilidad de realizar el tendido con cables Afumex (AS) o Retenax armados.

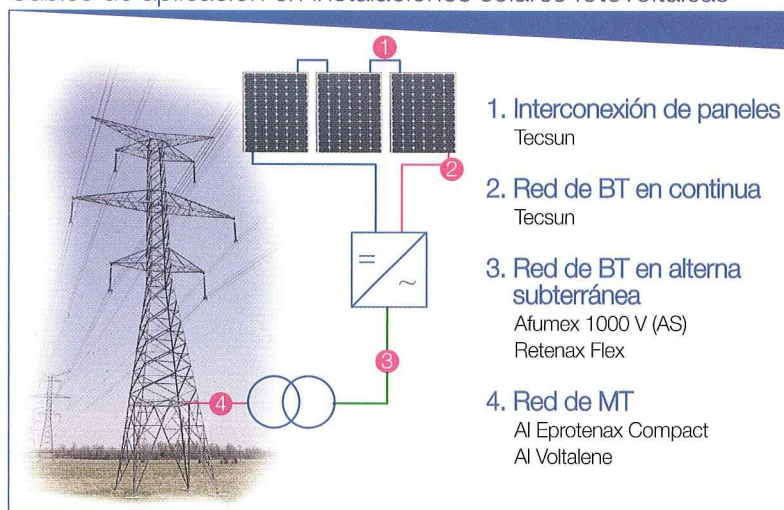
Las hojas técnicas de los cables Afumex 1000 V (AS) y de los Retenax Flex están en las páginas 69 y 93 respectivamente del catálogo de BT de Prysmian (www.prysmian.es).

Cables para vertido a red en MT

Se pueden distinguir dos grandes familias de cables: los que llevan aislamiento de etileno propileno de alto gradiente (HEPR) –tipo Eprotenax Compact– y los que van aislados con polietileno reticulado (XLPE) –tipo Voltalene–. Ambos, con posibilidad de fabricación en tensiones de 1,8/3; 3,6/6; 6/10; 8,7/15; 12/20; 15/25 y 18/30 kV (se recomienda consultar disponibilidades en stock).

Cabe destacar que nuestros cables Eprotenax y Voltalene tienen su

Cables de aplicación en instalaciones solares fotovoltaicas



capa semiconductor externa separable en frío, cualidad muy apreciada por los instaladores, dado que su fácil extracción es un factor crítico a la hora de preparar correctamente una punta de cable para la confección de algún accesorio y, además, supone un notable ahorro de tiempo.

Los cables tipo Eprotenax Compact (utilizados por Iberdrola) con su

aislamiento de goma de HEPR pueden soportar temperaturas de funcionamiento continuo de 105 °C y presentan muy buena resistencia al envejecimiento térmico y a las descargas parciales.

Los cables Voltalene, con su aislamiento de XLPE, se caracterizan por una buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y alta resistencia de aislamiento.

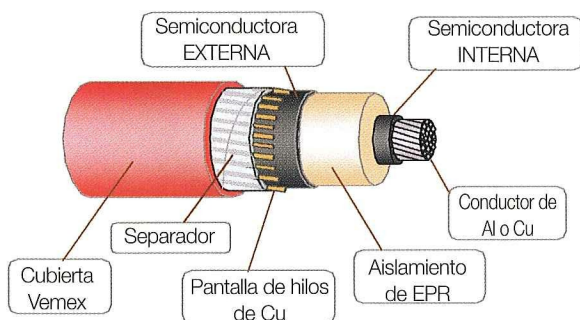
Compañías como Endesa o Unión Fenosa tienen homologado este tipo de cables con sus respectivas particularidades de diseño. En ambos casos, el cable presenta además unos cordones hin-

chantes en la pantalla que impiden la propagación longitudinal de la humedad en caso de perforación de la cubierta. El cable Voltalene de Fenosa, además, lleva dicha obturación longitudinal también en el conductor.

En Prysmian disponemos asimismo de una gama completa de accesorios de alta calidad homologados por compañías eléctricas □

NOTA: se recomienda consultar el sistema de instalación aceptado para intemperies.

Más información sobre los cables y accesorios en el catálogo de Prysmian MT (www.prysmian.es).



Ficha técnica

Características

Designación genérica: S1ZZ-F
 Tensión nominal: 0,6/1 kV (máximo en corriente alterna 0,7/1,2 kV; máximo en corriente continua: 0,9/1,8 kV)
 Conductor: cobre estañado, flexible, clase 5
 Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente (HEPR)
 Cubierta: doble capa de etil vinil acetato (EVA)
 Colores: negro, rojo o azul

Ensayos

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: EN 50265-2-1
- No propagación del incendio: EN 50266-2-4
- Baja emisión de humos opacos: EN 50268
- Baja toxicidad: EN 50305, ITC<3
- Baja corrosividad: EN 50264-1

Resistencia a los aceites: según EN 60811-2-1

Resistencia a ácidos y bases: similar a EN 50264-1

Resistencia al amoníaco: test interno en atmósfera saturada de amoníaco al 25% (4 semanas)

Resistencia a las condiciones climatológicas:

- Resistencia al ozono según HD 22.2 test tipo B
- Resistencia a los rayos ultravioleta según UL 1581
- Resistencia a la absorción de agua según EN 60811-1-3

Todas las características del Tecsun

están homologadas por TÜV, ente homologador alemán reconocido en todo el mundo.

Aplicaciones

Cable libre de halógenos, no propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida, especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas (parques solares, instalaciones sobre tejado, etc.).

NOTA: se recomienda consultar el sistema de instalación aceptado para intemperies.



TECSUN (PV) PV1-F

Cables for Photovoltaics



A brand of the

Prysmian
Group

Technical Data - TECSUN (PV) PV1-F

Trademark	TECSUN (PV)	
Type designation	PV1-F	
Approvals	Requirements for cables for PV systems, DKE/VDE AK 411.2.3 VDE-Reg.No. 7985 TÜV 2 PFG 1169/08.2007 Cert.-No. R 60013989	
Application	PRYSMIAN TECSUN (PV)PV1-F PV-Wire is intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems: Indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields. They are suitable for applications in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing) and may be installed as well as fixed or freely suspended or free movable. Installation in cable trays, conduits, on and in walls is available.	
PRYSMIAN	Internal Testing TECSUN (PV) PV1-F PV-Wire is permitted for direct burial.	
Electrical Parameters	Rated voltage	(U ₀ /U) 600/1000 V AC
	Maximum PV-System voltage	DC up to 2000 V possible
	Maximum permissible operating voltage in AC systems	700/1200 V
	Maximum Permissible operating voltage in DC systems	900/1800 V
	Test voltage	6500 V AC / 15000 V / 5 min.
	Ampacity	Meets requirements for PV-Wire per TÜV 2 PFG 1169/08.2007
	Tests -TÜV 2PFG 1169/08.2007	Meets VDE 0282 Section 2, HD 22.2 and EN 50395 Conductor Resistance, Test Voltages AC and DC, Electric Strength, Surface Resistance, Spark Test on Insulation, EN 50305 Part 6 DC stability (10 days, 85° C, salt water, 1500 V DC), Insulation Resistance at 20° C and 90° C in Water.
	PRYSMIAN Internal Testing	Insulation Resistance at 120° C in Air.
Thermal Parameters	Ambient Temperature	From -40° C up to +90° C (-40° F up to +194° F) for fixed and flexible installation
	Maximum Permissible Conductor Operating Temperature	+120° C (+248° F) per IEC 60216 permanent temperature 120° C for 20.000 h (= 2.3 years), at max. 90° C permanent temperature (= 30 years)
	Short-circuit temperature -TÜV 2 PFG 1169/08.2007 -PRYSMIAN Internal Testing	+200° C (392° F) at the conductor max. 5 sec. +250° C (482° F) at the conductor max. 5 sec.
	Resistance to cold	Cold Bend Test at -40° C temperature per DIN EN 60811-1-4 Impact Test -40° C temperature similar to DIN EN 50305
	Damp-Heat Test	Meets TÜV 2 PFG 1169/08.2007 1.000 h at 90° C and 85% humidity and per EN 60068-2-78



Technical Data

Mechanical Parameters	Tensile Rating	15 N/mm ² in operation, 50 N/mm ² during installation per HD 516 DIN VDE 0298 Section 3 § 7.1 and Section 300 § 5.4.1
	Minimum bending Radius	min. 4 x D (D=Overall Cable Diameter)
	Abrasion -PRYSMIAN Internal Testing	Meets DIN EN 53516: against abrasive paper, Sheath against sheath, Sheath against metal, Sheath against plastics
	Shrinkage Test	Meets TÜV 2PFG 1169/08.2007 <2% per EN 60811-1-3
	Pressure Test at High Temperature	Meets TÜV 2PFG 1169/08.2007 <50% per EN 60811-3-1
	Dynamic Penetration Test	Meets requirements for PV-Wire per TÜV 2 PFG 1169/08.2007
	Shore-Hardness A	85 per DIN EN 53505 (PRYSMIAN Internal Testing)
	Gnawer resistance	Safety can be optimized by utilizing protective hoses and cables with spinning or braid metallic coatings
Chemical Parameters	Mineral Oil Resistance	Meets VDE 0473-811-2-1, DIN EN 60811-2-1 24h, 100° C
	Acid and Alkaline Resistance	Meets TÜV 2 PFG 1169/08.2007 7 days, 23° C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) per EN 60811-2-1
	Ammonia Resistance	30 days in Saturated Ammonia Atmosphere (PRYSMIAN Internal Testing)
	Weather resistance -TÜV 2PFG 1169/08.2007	Ozone resistance per DIN EN 50396 Test Type B, HD 22.2 Test Type B UV-Resistance per UL 1581 (Xeno-Test), ISO 4892-2 (Method A) and HD506/A1-2.4.20
	-PRYSMIAN Internal Testing	Absorption of Water (Gravimetric) per DIN EN 60811-1-3
	Fire Behaviour -TÜV 2 PFG 1169/08.2007	Flame propagation: Single Cable Flame Test per IEC 60332-1-2, DIN EN 60332-1-2 Halogen-free per IEC 60754-1 No Corrosivity per IEC 60754-2
	-PRYSMIAN Internal Testing	Multiple Cable Flame Test per DIN EN 50305-9 Low Smoke Emission per IEC 61034, EN 61034 (Light Transmittance > 70%) Low Toxicity per DIN EN 50305, ITC < 3
	Environmentally Friendly	TECSUN (PV) PV-Wire complies with RoHS directives 2002/95/EG, 2005/69/EG and 2006/122/EG of the European Union
Direct Burial	Installation Conditions	Installation Conditions per VDE 0800 Section 174 § 5.4.2 and VDE 0891 Section 6 § 4.2 ratings



TECSUN (PV) PV1-F



Design features

Type designation	TECSUN (PV) PV1-F
Conductor	Electrolytic tinned copper, Class 5 in accordance with IEC 60228 (VDE 0295)
Insulation	HEPR 120° C similar to IEC 60502-1 (compound type EI6 / EI8)
Core identification	Natural colour - White
Sheath	Cross-linked EVA rubber 120 ° C based on DIN EN 50563-2-1 (compound type EM4 / EM8) Insulation and sheath are connected solidly (Two-layer-insulation)
Sheath-colours	black, blue, red
Marking	(rhombus) PRYSMIAN TECSUN (PV) PV1-F (cross-section) 0.6/1 kV (VDE-REG. / TÜV)



Selection and ordering data

Nominal cross-section and colour	Order No.	Conductor diameter	Overall diameter of cable		Approx. net weight	Minimum bending radius	Maximum permissible tensile load	Current carrying capacity at 60° C ambient temperature (free air)	Permissible short circuit current (1s)
			Min.value	Max.value					
		[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]	[mm]	[N]	[A]	[kA]
1.5 mm ² black	5DH93011	1.6	4.4	4.8	29	14.4	23	29	0.19
1.5 mm ² blue	5DH93012	1.6	4.4	4.8	29	14.4	23	29	0.19
1.5 mm ² red	5DH93013	1.6	4.4	4.8	29	14.4	23	29	0.19
2.5 mm ² black	5DH93012	1.9	4.7	5.1	43	15.3	38	41	0.32
2.5 mm ² blue	5DH93022	1.9	4.7	5.1	43	15.3	38	41	0.32
2.5 mm ² red	5DH93023	1.9	4.7	5.1	43	15.3	38	41	0.32
4.0 mm ² black	5DH93031	2.4	5.2	5.6	58	16.8	60	55	0.50
4.0 mm ² blue	5DH93032	2.4	5.2	5.6	58	16.8	60	55	0.50
4.0 mm ² red	5DH93033	2.4	5.2	5.6	58	16.8	60	55	0.50
6.0 mm ² black	5DH93041	2.9	5.7	6.1	76	18.3	90	70	0.76
6.0 mm ² blue	5DH93042	2.9	5.7	6.1	76	18.3	90	70	0.76
6.0 mm ² red	5DH93043	2.9	5.7	6.1	76	18.3	90	70	0.76
10 mm ² black	5DH93051	4.0	6.8	7.2	120	21.6	150	98	1.26
16 mm ² black	5DH93061	5.5	8.3	9.0	178	36	240	132	2.01
25 mm ² black	5DH93071	6.4	10.0	10.7	273	43	375	176	3.15
35 mm ² black	5DH93081	7.5	11.1	11.8	364	47	525	218	4.41
50 mm ² black	5DH93091	9.0	12.6	13.3	500	53	750	276	6.30
70 mm ² black	5DH93101	10.8	14.4	15.2	686	61	1050	347	8.82
95 mm ² black	5DH93111	12.6	16.2	17.0	899	68	1425	416	12.0
120 mm ² black	5DH93121	14.3	17.7	18.7	1131	75	1800	488	15.1
150 mm ² black	5DH93131	15.9	19.7	20.7	1382	83	2250	566	18.9
185 mm ² black	5DH93141	17.5	21.3	22.3	1669	89	2775	644	23.3
240 mm ² black	5DH93151	20.5	24.2	25.5	2208	102	3600	775	30.4



NORMAS:

CONSTRUCCIÓN

HD 603-5X

REACCIÓN AL FUEGO

IEC 60332-1-2	IEC 60754-2
EN 60332-1-2	EN 60754-2
IEC 60754-1	IEC 61034
EN 60754-1	EN 61034



CONSTRUCCIÓN:

1. CONDUCTOR

Aluminio, clase 2 según IEC 60228.

2. AISLAMIENTO

Polietileno reticulado, tipo XLPE.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Poliolefina termoplástica libre de halógenos.

APLICACIONES:

Cables de distribución de energía de baja tensión especialmente concebido para instalaciones interiores, exteriores, entubadas y/o directamente enterradas. Cable de seguridad con características de no propagación de la llama, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Resistencia a la intemperie, al desgarró y a la abrasión.

Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código de General Cable	Sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Intensidad máx. admisible al aire 30 °C *	Intensidad máx. admisible enterrad. 20°C **	Caída de tensión cos $\mu= 0,8$ (V/A.km)
1690111	1x16	8,5	90	35	100	75	3,498
1690112	1x25	10,1	130	40	135	96	2,234
1690113	1x35	11,4	165	45	169	115	1,639
1690114	1x50	12,3	205	50	207	135	1,233
1690115	1x70	13,8	270	55	268	167	0,876
1690116	1x95	15,7	355	65	328	197	0,654
1690117	1x120	17,6	435	70	383	223	0,534
1690118	1x150	19,2	530	80	444	251	0,449
1690119	1x185	21,1	655	85	510	281	0,373
1690120	1x240	24,1	840	100	607	324	0,303
1690121	1x300	26,5	1.025	135	703	365	0,257
1690122	1x400	29,6	1.325	150	823	-	0,217

* Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.12, método de instalación E.

** Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.5, método de instalación D1.

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

VULPREN (IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO) HEPRZ1 AI H-16

TENSIÓN: 12/20 kV



NORMAS

IBERDROLA NI 56.43.01- Norma constructiva y de ensayos
HD 620-9E - Norma constructiva y de ensayos
UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR)

PANTALLA:

Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:

Polioléfina termoplástica libre de halógenos

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, entubados, enterrados.

Aislamiento de HEPR de alto gradiente permite una reducción del espesor de aislamiento, reduciendo el diámetro y peso del cable.

Cubierta de poliolefina resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de deslizamiento.

Temperatura máxima en régimen permanente 105 °C. Permite mayores ampacidades que los cables convencionales con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Proceso de reticulación en atmósfera inerte (nitrógeno) de las capas extruidas semiconductoras y del aislamiento de forma simultánea, garantizando la máxima calidad.









Cable libre de halógenos.



**VULPREN (IBERDROLA E
HIDROCANTÁBRICO)
HEPRZ1 AI H-16**



TENSIÓN: 12/20 kV

									
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
1310114	50	17,5	25,4	725	385	180	145	0,138	0,213
1310115	70	19,2	28,1	865	425	225	180	0,13	0,242
1310116	95	20,7	29,7	975	445	275	215	0,123	0,269
1310117	120	22,5	31,5	1095	475	320	245	0,118	0,3
1310118	150	23,7	32,7	1200	490	360	275	0,114	0,32
1310119	185	25,1	34,1	1370	515	415	315	0,11	0,344
1310120	240	27,8	36,8	1570	555	495	365	0,105	0,39
1310121	300	29,9	38,9	1780	585	565	410	0,101	0,426
1310122	400	32,6	41,6	2110	625	660	470	0,097	0,472
1310123	500	36,3	45,3	2520	680	780	540	0,094	0,535
1310124	630	40,3	49,3	3070	740	920	620	0,091	0,602



Centros de Transformación MT/BT
para Soluciones de Redes de Distribución

pfu

Envolvente de hormigón para
Centros de Transformación

Hasta 40.5 kV, 1000 kVA

Normas IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

Prólogo

Tras décadas de producción de diferentes tipos de centros de transformación, en 1991 **Ormazabal** desarrolló el **pfu**, su primera envolvente monobloque de hormigón para centros de transformación.

Desde entonces el **pfu** ha evolucionado hacia una gama más amplia con configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de MT y con una gran variedad de acabados superficiales

Los edificios **pfu** consisten en una envolvente monobloque industrializada para **Centros de Transformación Ormazabal** de superficie y maniobra interior hasta 40,5 kV.

El **pfu** se usa en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, Smart grids...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas). En la actualidad más de 22.000 **pfus** han sido instalados en más de 15 países.

Seguridad

- » Misma superficie equipotencial en toda la estructura: pared, suelo y cubierta.
- » Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad
- » Fosos de recogida de dieléctrico líquido
- » Puerta frontal individual para cada transformador
- » Separación física opcional entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente
- » Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros
- » Opcional: Ensayos de arco interno y sísmicos

Fiabilidad

- » Calidad uniforme industrializada
- » Totalmente montado y ensayado en fábrica, bajo procesos controlados
- » Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
- » Protección contra fuertes impactos externos

Eficiencia

- » Aparamiento instalable desde fábrica
- » Ventilación: circulación natural de aire (clase 10)
- » Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base (frontal-lateral)
- » Entrada auxiliar de acometida de BT en fachada

Sostenibilidad

- » Larga vida útil frente a condiciones ambientales agresivas
- » Reducción en consumo de energía y emisiones durante la fabricación
- » Investigación en las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón

Innovación continua

- » Ensayos y modelización de ventilación optimizada con transformadores Ormazabal.
- » Gran capacidad de integración estética en el entorno
- » Soluciones prefabricadas disponibles según EN 62271-202
- » Compatible con el resto de la amplia gama de centros **Ormazabal**

Datos técnicos

Centros de transformación Ormazabal en envolventes **pfu**:

- » Envolvente monobloque **pfu** (base y paredes) más cubierta amovible
- » Aparamiento de MT con aislamiento integral en gas: Sistema **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y sistema **cg.m.3** (hasta 40,5 kV)
- » Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 40,5 kV y 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria
- » Aparamiento de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro
- » Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**
- » Interconexiones directas por cable MT y BT
- » Circuito de puesta a tierra
- » Circuito de alumbrado y servicios auxiliares

⁽¹⁾ Para otros valores, por favor, consultar a **Ormazabal**

Configuraciones eléctricas tipo

pfu.3	2l+ 1p + 1 transformador + 1cbt
pfu.4	3l + 1v + 1 transformador + 1cbt
pfu.5	2l + 1S + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	2l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 1r + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	1l + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2cbt
pfu.7	6l + 2p + 2 tr + 2 cbt (24 kv)
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2 cbt
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 1 tr + 1cbt

Nota: Para otras configuraciones, consultar Ormazabal

Donde:

l = Función de Línea
 p = Función de Protección con Fusibles
 v = Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
 s = Función de Interruptor Pasante
 r = Función de remonte
 m = Función de Medida
 cbt = Cuadro de Baja Tensión
 tr = Transformador

Dimensiones exteriores y pesos

		pfu.3	pfu.4	pfu.5	pfu.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

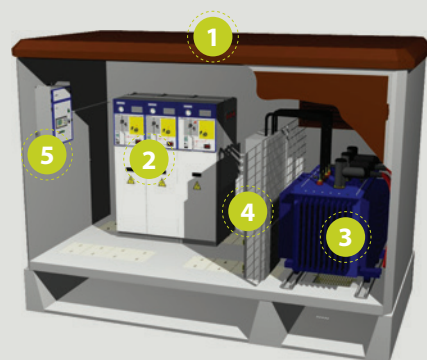
Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV

(Altura estándar +195 mm), no aplicable a **pfu.7**

Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm

Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

Diseño



- 1** Envolvente **pfu**
- 2** Aparamiento de MT:
- 2a** **cgmcosmos** hasta 24 kV
- 2b** **cg.m.3** hasta 40.5 kV
- 3** Transformador(es): Hasta 2 x1000 kVA
- 4** Cuadro de baja tensión
- 5** Unidades de protección, control y medida

Familia

pfu.3



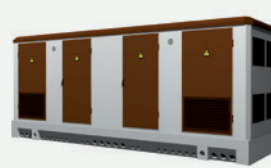
pfu.4



pfu.5



pfu.7



Características principales

Seguridad

Protección para las personas, el medio ambiente y sus instalaciones eléctricas.

Se presta especial atención a la **seguridad personal** de los operarios y el público en general, incluso en **condiciones de falta**.

Arco interno

Las celdas **cgmcosmos** han sido diseñadas para soportar los efectos de un arco interno. Bajo petición, se pueden suministrar celdas **cgmcosmos** de acuerdo con la clasificación IAC de CEI 62271-200 o la clase 1D-S equivalente de la norma IEEE C37.20.7.

Estanqueidad hermética

Todos los componentes bajo tensión se encuentran dentro de una **cuba de gas** de acero inoxidable sellada herméticamente durante toda la vida del producto. Esto proporciona una resistencia apropiada en condiciones de **servicio normales para aparos en interiores** de acuerdo con la norma IEC 62271-1.



Enclavamientos

Las celdas **cgmcosmos** cuentan de **serie con enclavamientos** mecánicos y eléctricos conforme a IEC 62271-200, los cuales permiten un funcionamiento seguro y fiable.

Los enclavamientos evitan las maniobras no seguras:

- Hacen imposible el cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra al mismo tiempo.
- Permiten la apertura de la tapa de acceso a los cables de media tensión cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado.

Se dispone opcionalmente de candados, enclavamientos con llave y eléctricos basados en las especificaciones del cliente.

Indicadores

Seguridad adicional mediante el uso de:

- **Banderolas de señalización de la aparos** de conexión: **Indicación visual en el mímico, validada mediante el ensayo de cadena** cinemática conforme a las normas actuales (IEC 62271-102).
- **Indicadores capacitivos de tensión:**
ekor.vpis: un indicador autoalimentado que muestra la presencia de tensión en las fases mediante tres señales luminosas permanentes (IEC 62271-206).
ekor.ivds: indicador de presencia / ausencia de tensión mediante señales luminosas (IEC 61243-5)
- **Alarma acústica:**
ekor.sas alarma que advierte contra la puesta a tierra cuando los cables de MT se encuentran bajo tensión. Funciona asociada a **ekor.vpis / ekor.ivds**
- **Comparador de fases:** **ekor.spc**



Fiabilidad

Ayuda a mantener la continuidad de suministro de su red eléctrica

Aislamiento estanco de por vida

El aislamiento dentro de una cuba de gas de acero inoxidable proporciona una vida útil prolongada (como mínimo, 30 años) y ausencia de mantenimiento de las partes activas.

Sostenibilidad medioambiental

Resistencia de acuerdo con las condiciones medioambientales especificadas en la norma IEC 62271-1*.

➡ (*) Para otras condiciones particulares consultar a **Ormazabal**.

Sometido a ensayo de inmersión durante 24 horas

El sistema **cgmcosmos** supera el ensayo de inmersión a una presión de 3 m de columna de agua durante 24 horas a tensión nominal y el ensayo de aislamiento a frecuencia industrial.

Ensayos de rutina 100 %

Toda la aparos se somete 100 % a ensayos eléctricos y mecánicos de rutina conforme a las normas relevantes. También se realizan ensayos de estanqueidad al 100 % de nuestra aparos como ensayos de rutina con el fin de garantizar la fiabilidad a lo largo de su vida útil.

- Ensayo de estanqueidad
- Ensayo a frecuencia industrial
- Medida de la resistencia del circuito principal
- Ensayo de endurancia mecánica
- Medida de las descargas parciales (opcional)

Eficiencia

Características de gran valor que le facilitan sus tareas.

Modularidad

El diseño **cgmcosmos** es completamente modular. Ofrece flexibilidad de configuración de esquemas, extensibilidad sencilla a ambos lados y ocupación de superficie mínima.

Además, estos equipos pueden adaptarse a la evolución de la red.

Extensibilidad y sustitución

El conjunto de unión **ormalink** permite realizar sin esfuerzo una conexión mecánica y eléctrica entre dos celdas sin necesidad de manipular el gas y con la posibilidad de extensibilidad futura.

La posibilidad de sustitución de los mecanismos de maniobra y la motorización de los mismos sin interrumpir el suministro ayudan a mejorar la calidad del suministro eléctrico.

Preparado para redes inteligentes (Smart Grid)

El sistema **cgmcosmos** ha sido integrado en numerosas aplicaciones de redes inteligentes.

Ormazabal proporciona instalaciones completas de media tensión que incluyen protección, control, automatización y funciones de gestión de medida avanzada conforme a las exigencias más estrictas de las redes inteligentes.

Ergonomía

cgmcosmos proporciona las siguientes características de fácil uso:

- Acceso frontal para fusibles y cables de media tensión
- Conexión y prueba de cables sencillas
- Interfaz óptima con los operarios
- Portafusibles horizontales
- Sencillez de operación de los mecanismos de maniobra
- Pequeño y ligero

Sostenibilidad

Esfuerzos continuos para reducir la emisión de gas.

Compromiso con el medio ambiente:

- Disminución continua del uso de gases de efecto invernadero
- Emisión de SF₆ despreciable durante los procesos de fabricación
- Reducción de la tasa de fugas de gas en la apararata
- No utilización de gas SF₆ durante la instalación
- Medidas continuas para reducir nuestra huella medioambiental
- Gestión del ciclo de vida
- Utilización de materiales con un alto grado de reciclabilidad
- Inversión continua en investigación sobre materiales alternativos y en tecnología propia
- Proporcionar relés autoalimentados y dispositivos que eviten un consumo extra de energía



Innovación continua

Ayuda a mantener la continuidad de suministro de su red eléctrica

Un equipo de profesionales enfocado y dedicado a la innovación aporta una oferta constante de nuevos desarrollos y actualizaciones tales como:

- Innovadora celda con interruptor automático y mecanismo de tres posiciones
- Funcionamiento de los módulos a - 30 °C
- Celdas de medida sometidas a ensayo conforme a IEC 62271-200, incluidos los requisitos IAC
- Evolución en los mecanismos de maniobra
- Integración encelda de unidades propias de protección y automatización
- Sistema preparado para redes inteligentes (Smart Grid)
- Sensores de tensión e intensidad
- Diagnóstico preventivo de falta en cables
- Detección de descargas parciales (DP) para el diagnóstico de la red



Detalles técnicos

Familia

Celdas modulares

Función de línea	Función de protección con fusibles	Función de protección con interruptor automático	Función de interruptor pasante Puesta a tierra opcional s-pt	Alimentación de servicios auxiliares	Función de remonte de barras Puesta a tierra opcional rb-pt	Función de remonte de cables Versión doble cable: r2c	Función de medida

Celdas compactas

			Otras opciones	
Funciones de protección con fusibles y línea				
Funciones de protección con fusibles, línea y remonte de barras	Funciones de protección con interruptor automático y línea			

Normas eléctricas aplicables

IEC	
IEC 62271-1	Estipulaciones comunes para la aparata de alta tensión
IEC 62271-200	Aparata bajo envoltente metálica de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
IEC 62271-103	Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV
IEC 62271-102	Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
IEC 62271-105	Combinaciones interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión
IEC 62271-100	Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión
IEC 60255	Relés eléctricos
IEC 60529	Grados de protección para envoltentes
IEC 62271-206	Sistemas indicadores de presencia de tensión (vpris)
IEC 61243-5	Sistemas de detección de tensión(vds)
IEEE/ANSI	
IEEE C37.74	Requisitos de la norma IEEE para aparata con interruptor en carga y con interruptor en carga con fusibles semienterrada, subterránea y bajo poste para sistemas de corriente alterna de hasta 38 kV
IEEE C37.20.3	Norma IEEE para aparata de interruptor bajo envoltente metálica
IEEE 1247	Norma de interruptores para corriente alterna en el rango por encima de 1000 voltios
IEEE C37.123	Guía IEEE de especificaciones para equipos de subestaciones de energía eléctrica, aislados en gas
Norma IEEE C37.20.4	Norma IEEE para interruptores CA en interiores (1 kV – 38 kV) para utilización en aparata bajo envoltente metálica
IEEE C37.04	Estructura de valores asignados de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA
IEEE C37.06	Interruptores automáticos de alto voltaje de CA clasificados sobre la base de una corriente simétrica: clasificaciones recomendadas y capacidades necesarias relacionadas
Norma IEEE C37.09	Procedimiento de ensayos de la norma IEEE para interruptores automáticos de alta tensión CA con valores asignados en base a una corriente simétrica
Norma IEEE C37.20.7	Guía IEEE para ensayos de arco interno en aparata de media tensión bajo envoltente metálica.

(*): Otros: SANS, HN, GB, SDMS...

Datos técnicos

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	U _d	[kV]	12	24	15.5	27
Frecuencia asignada	f _r	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada	I _r					
Barras e interconexión de celdas		[A]	400/630		600	
Línea		[A]	400/630		600	
Bajante de transformador		[A]	200		200	
Corriente soportada nominal de corta duración						
Con t _k = (x) s	I _k	[kA]	16/20 ¹⁾ (1/3 s)/25 (1 s)		20 ¹⁾ (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I _p	[kA]	40/52 ¹⁾ /62.5	40/52 ¹⁾ /62.5	52 ¹⁾ /62.5	
Nivel de aislamiento asignado						
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial [1 min]	U _d	[kV]	28/32	50/60	35/60	
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	U _p	[kV]	75/85	125/145	95/125	
Clasificación de arco interno conforme a IEC 62271-200	IAC		AF/AFL 16 kA 1 s/20 ¹⁾ kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R] 20 ¹⁾ kA 1 s		AFL ²⁾ 20 ¹⁾ kA 1 s/25 kA 1 s	
Grado de protección: Cuba de gas					IPX7	
Grado de protección: Envolverte externa					IP 2XD	
Color del equipo		RAL			Gris 7035 / azul 5005	
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC			LSC2	
Clase de compartimentación					PM	

¹⁾ Ensayos realizados a 21 kA/52.5 kA (50 Hz) - 54.6 kA (60 Hz)

²⁾ Equivalente a IEEE C37.20.7 para 1D-S

Mecanismo de maniobra	Interruptor seccionador de tres posiciones						Interruptor automático de corte en vacío					
	B	BM ¹⁾	BR	AR	ARM	AV3	AMV3	AV	AMV	RAV	RAMV	
Circuitos auxiliares												
Aislamiento interno	[kV]	2	2	10	10	2						2
Bobina de disparo												
Tensión asignada	[V]	n/a	n/a	24 ²⁾ /48/110 ²⁾ V _{cc} /230 V _{ca}			24/48/60/110/220 V _{cc} 110/230 V _{ca}					
Consumo máx.	[W]	n/a	n/a	80			60		56			
Motorizaciones												
Tensión asignada	[V]	n/a	³⁾	n/a	n/a	³⁾	n/a	⁴⁾	n/a	⁴⁾	n/a	⁴⁾
Tiempo de maniobra del motor	[s]	n/a	< 7	n/a	n/a	< 7	n/a	< 15	n/a	< 15	n/a	< 15
Corriente asignada	[A]	n/a	< 4	n/a	n/a	< 4	n/a	< 4	n/a	-	n/a	-
Corriente de cresta	[A]	n/a	< 12 ³⁾	n/a	n/a	< 12	n/a	< 15	n/a	< 8	n/a	< 8
Contactos de señalización												
Interruptor Puesta a tierra		2NA + 2NC 1NA + 1NC					n/a	2NA + 2NC	2NA + 2NC 1NA + 1NC			
Interruptor automático		n/a					4NA + 4NC	9 NA + 9 NC				
Tensión asignada	[V]	250					250	250				
Corriente asignada	[A]	16					10	10				

¹⁾ Consultar disponibilidad para I_k = 25 kA ²⁾ Consultar disponibilidad para ARM ³⁾ 24/48/110/125 V_{cc} 220 V_{ca} ⁴⁾ 24/48/60/110/220 V_{cc} 110/230 V_{ca} ⁵⁾ 21 A (24 V_{cc})

Condiciones del servicio conformes a las condiciones de servicio normal de IEC 62271-1	IEC	ANSI/IEEE
Tipo de apararmenta	Interior	
Temperatura ambiente		
Mínima Máxima	- 5/- 15/- 30 °C* + 40 °C**	23/5/- 22 °F* 104 °F**
Temperatura ambiente media máxima, medida en un periodo de 24 h	+ 35 °C	95 °F
Temperatura mínima de almacenamiento	- 40 °C	- 40 °F
Humedad relativa		
Humedad relativa media máxima, medida en un periodo de 24 h 1 mes	< 95 % < 90 %	
Presión de vapor		
Presión de vapor media máxima, medida en un periodo de 24 h 1 mes	22 mbar 18 mbar	
Altitud máxima sobre el nivel del mar	2000 m**	6500 feet**
Radiación solar	Despreciable	
Contaminación del aire (polvo, humo, gases corrosivos y/o inflamables, vapores o sal)	No significativa	
Vibraciones provocadas por causas ajenas a la apararmenta o los terremotos	Despreciable**	

* Consultar disponibilidad y otros valores

** Si existen altitudes, condiciones especiales, consultar a **Ormazabal**

Características principales

Seguridad

Nuestros transformadores son sometidos a los ensayos descritos en la serie de normas IEC 60076.

Para ello disponemos de laboratorios propios, equipados con aparatos y sistemas de medida modernos y precisos, certificados y calibrados de acuerdo a las directrices de la norma ISO 9001, con el fin de obtener productos con los más exigentes estándares de calidad.

Ensayos individuales o de rutina

Todos los transformadores fabricados son sometidos a los siguientes ensayos de rutina según IEC 60076-1:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga
- Medida de las pérdidas y la corriente en vacío
- Ensayos dieléctricos individuales:
 - Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial
 - Ensayo de tensión inducida

Ensayos de tipo

En común acuerdo con nuestro cliente, se realizan los siguientes ensayos, siguiendo la normativa internacional vigente:

- Ensayo de calentamiento
- Ensayos de dieléctricos de tipo:
 - Ensayo impulso tipo rayo u onda de choque

Ensayo impulso tipo rayo u onda de choque

	MV				LV	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento).						
[kV]	12	17,5	24	36	1,1	3,6
Tensión soportada asignada de Impulso tipo rayo (1,2 / 50 μs).						
[kV]	75	95	125	170	20	20

Ensayo de tension aplicada a frecuencia industrial

	MV				LV	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento).						
[kV]	12	17,5	24	36	1,1	3,6
Tensión aplicada a frecuencia industrial (50 Hz durante 1 minuto).						
[kV]	28	38	50	70	3	10



Ensayos especiales

Ensayos especiales por petición expresa del cliente:

- Ensayos dieléctricos especiales
- Medida de las descargas parciales
- Determinación de las capacidades devanados – tierra y entre devanados
- Medida de la impedancia homopolar (en transformadores trifásicos)
- **Ensayo de aptitud para soportar cortocircuitos** (IEC 60076-5), realizado en laboratorios acreditados, tanto externos como interno (HPL)
- Determinación del nivel de ruido (IEC 60076-10)
- Medida de los armónicos de la intensidad de vacío
- Medida de la resistencia de aislamiento y/o medición del factor de disipación (tangente delta) de las capacidades de los aislamientos

Ensayos adicionales

Ensayos sobre Aceite dieléctrico

La vida útil del transformador está en gran medida relacionada con la calidad del líquido dieléctrico.

Aseguramos los más elevados estándares de calidad a través de exigentes procesos de calificación y auditoría de producto, así como por la aplicación de las tecnologías más avanzadas en su proceso de tratamiento.

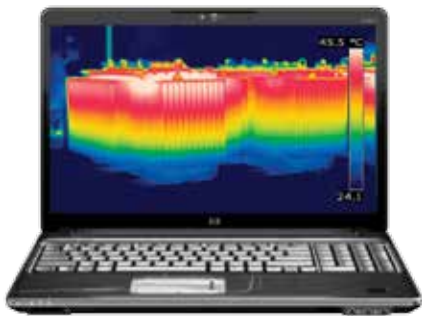
- Densidad a 20°C
- Viscosidad a 40°C
- Contenido de agua
- Tensión de ruptura
- Factor de disipación
- Tensión interfacial
- Acidez
- Punto de inflamación

Ensayos sobre cubas

- Ensayo de Fatiga EN 50464-4

Ensayos de pintura

- Medida espesor
- Ensayo adherencia
- Ensayo de dureza
- Ensayo de plegado
- Ensayo de impacto
- Ensayo de embutición
- Ensayo de niebla salina



Fiabilidad

La calidad y fiabilidad de nuestros productos quedan demostradas mediante el ensayo y la certificación de nuestros transformadores en laboratorios independientes de reconocimiento internacional.

Además, el desarrollo tecnológico y el afán innovador que nos caracteriza desde nuestros orígenes, queda reforzado al disponer de un Laboratorio Electrotécnico de Potencia (HPL) con capacidad de hasta 2500 MVA.

Se trata de unas instalaciones propias que facilitan la utilización permanente de medios de ensayo, que combinados con unos equipos humanos altamente cualificados certifican aún más nuestra independencia tecnológica.

Por otra parte, participamos en campañas de control de mercados con estamentos externos y organismos oficiales para la verificación de nuestros productos.



Eficacia

Transformador hermético de llenado integral

- Cubas herméticamente selladas:
 - No necesitan depósito de expansión
 - Cantidad menor de dieléctrico líquido que en otros tipos de transformadores
- Ausencia de contacto entre el líquido dieléctrico y agentes externos (aire, humedad, contaminación, etc.)
 - Evita la degradación de las características del dieléctrico
 - Reducción del mantenimiento
- Baja posibilidad de fugas:
 - Robustez de la cuba (altas características de los materiales)
 - Procesos de soldadura realizados por personal cualificado
 - Ensayos de estanqueidad realizados en todos los transformadores

Mínimo impacto ambiental

- Respeto al medio ambiente:
 - Uso de materiales con un alto grado de reciclabilidad
 - Racionalización en el uso de materias primas
 - Dimensiones optimizadas de los transformadores
- Óptimo consumo de materias primas:
 - Selección de materiales
 - Aprovechamiento máximo de sus características
- Bajo consumo de energía eléctrica:
 - Tecnología avanzada en diseño, fabricación y ensayo
 - Transformadores de pérdidas reducidas
 - Productos fiables y seguros
- Certificación ISO 14001

Bajo nivel de ruido

- Un óptimo diseño y montaje del núcleo ferromagnético, nos posibilita reducir drásticamente el nivel de ruido generado por el transformador
- Existen dos componentes que identifican el nivel de ruido producido por un transformador:
 $L_{wA} = L_{pA} + K_s$
Where:
 - L_{wA} : Potencia Acústica (causa)
 - L_{pA} : Presión Acústica (efecto)
 - K_s factor (>0) que depende del tamaño del transformador

Para definir un transformador se recomienda el uso de la Potencia Acústica L_{wA} , por ser un valor independiente del entorno, y por lo tanto, tratarse de la mejor magnitud para evaluar la emisividad acústica de un transformador.



Sin PCBs

- Nuestros transformadores están fabricados usando solamente componentes nuevos y exentos de PCBs, en estricto cumplimiento de la normativa vigente



Compatibilidad electromagnética

Nuestros transformadores son máquinas de comportamiento neutro desde el punto de vista de la compatibilidad electromagnética. Es decir, funcionan satisfactoriamente sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para equipos de su entorno, y soportan las producidas por otros dispositivos.

- Las corrientes que circulan por los conductores conectados a los transformadores, en particular las de Baja Tensión, pueden generar campos electromagnéticos significativos. El diseñador de la instalación debe asegurarse de que el tendido de estos cables se realice de modo que los campos se minimicen o, en su caso, se adopten medidas para atenuar sus efectos.

Sostenibilidad

Sostenibilidad, entendida como el mejor compromiso entre la satisfacción de las demandas sociales, el cuidado del medio ambiente y la economía.

Demandas sociales

- Seguridad de personas y bienes
- Continuidad en el servicio

Economía

- Óptimo uso de materias primas
- Mayor vida, durabilidad y robustez de los equipos
- Equipos adaptables a la evolución de la red
- Durabilidad de los equipos

Cuidado del medio ambiente

- Reducción del volumen del líquido dieléctrico
- Mínimas dimensiones.
- Pérdidas reducidas en el transformador
- Bajo riesgo de vertidos de los aislantes a la vía pública
- No agresión al entorno.
- Reciclabilidad

Ecodiseño

Ormazabal cumple con los requisitos de la directiva de Ecodiseño de la Comisión Europea (reglamento N° 548/2014) que define las directrices para un diseño respetuoso con el medio ambiente de los transformadores en Europa.

Este reglamento aplica a todos los transformadores comercializados o puestos en servicio desde julio de 2015 en toda la Unión Europea y no afecta a los productos exportados fuera de Europa. Cuando se suministran estos equipos dentro de la UE, llevarán el marcaje CE como prueba de cumplimiento con las directivas de la Unión Europea.

Los transformadores de distribución y potencia de **Ormazabal** se desarrollan para contribuir al compromiso de esta directiva, es decir, para mejorar la eficiencia energética y el comportamiento medioambiental.

Innovación continua






La apuesta por la **innovación** nos sitúa a la vanguardia tecnológica de Europa, que da como resultado unos productos acreditados en laboratorios de reconocimiento internacional, que satisfacen los **requisitos internacionales más exigentes**.

Recientemente hemos extendido nuestra gama de producto hasta potencias de 5 MVA y también hemos desarrollado nuevos transformadores para diferentes aplicaciones: **transforma.fine** para generación eólica, transformadores con regulador de tomas, transformadores para puertos verdes, etc, así como transformadores con una gran variedad de menores pérdidas.



Detalles técnicos

Familia

transforma Transformadores de distribución	Convencional	No convencional		
		transforma.tpc	transforma.fine	Gama extendida de soluciones
U _r (max.)	24 kV / 36 kV	24 kV / 36 kV	36 kV	<ul style="list-style-type: none"> - Otros valores técnicos (>36 kV, >5000 kVA...) - OLTC (Regulación de tomas en carga) - Generadores en contenedor - Aplicaciones fotovoltaicas - Servicios auxiliares en centrales nucleares - Puertos verdes - Prestaciones extendidas
Normas	IEC-HN	HN	IEC	
Potencia (max.)	25 - 5000 kVA	50 - 630 kVA	5 MVA	
Pérdidas	A ₀ B _k /A ₀ C _k /D ₀ C _k /C ₀ C _k /C ₀ B _k /E ₀ D _k / B ₀₃₆ B _{k36} /A ₀₃₆ A _{k36}	Consultar disponibilidad	Consultar disponibilidad	
Aceite	Transformadores herméticos de llenado integral sumergidos en dieléctrico líquido 	Transformador autoprotegido 	Transformadores de dimensiones reducidas de gran resistencia a altas temperaturas 	 (*) Otras soluciones bajo consulta
Líquido dieléctrico biodegradable	>> organic Transformador con líquido dieléctrico natural biodegradable			

Normas eléctricas aplicables

IEC	
EN 50464	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV
IEC 60076-1	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
IEC 60076-3	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire
Directiva EU	
Reglamento N° 548/2014	Implementación de la guía Ecodiseño 2009/125/EG relativa a transformadores

Datos técnicos

- Transformadores trifásicos para instalación en interior o exterior
- Herméticos de llenado integral, sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma IEC 60296
- Refrigeración ONAN
- Color azul oscuro (otros colores bajo consulta)
- Transformadores convencionales:
 - De 25 a 5000 kVA
 - Nivel de aislamiento: 24 y 36 kV

Los datos y valores mostrados corresponden a las condiciones normales de Funcionamiento referenciadas en la norma IEC 60076-1.

➔ Para otras configuraciones consultar a **Ormazabal**.



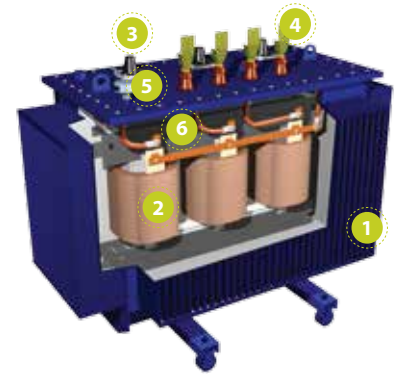
Estructura constructiva

Parte activa

es el sistema de transformación de energía, compuesto por el núcleo ferromagnético, los arrollamientos y las conexiones de Media Tensión y de Baja Tensión.

Envolvente y dielectrico

La envolvente metálica del transformador y el dieléctrico líquido aportan el aislamiento y la refrigeración necesarios.



- 1 Cuba y líquido dieléctrico
- 2 Arrollamientos de MT y BT
- 3 Pasatapas enchufables de MT
- 4 Terminales BT
- 5 Vaina para termómetro
- 6 Núcleo ferromagnético

Arrollamientos	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Arrollamientos concéntricos • Aislamiento entre capas: Celulosa con resina epoxi que compacta las bobinas, una vez curada • Fabricación de las bobinas con técnicas y maquinaria de última generación • Conocimiento experto de la refrigeración de bobinas • Cuidada ejecución de las bobinas y los canales de refrigeración • Utilización de materiales celulósicos de calidad contrastada • Manipulación y almacenaje óptimo para mantener las propiedades de los aislamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización del comportamiento frente a esfuerzos de cortocircuito • Mejora de la disipación del calor de los devanados • Aislamiento asegurado
Conexiones y conmutador	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Terminales de MT y BT • Conmutador de regulación, maniobrable sin tensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión del transformador con el exterior • Permite ajustar la tensión del secundario de forma precisa
Envolvente y dieléctrico	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Envolvente metálica, tipo elástica, con aletas de refrigeración • Cuba de llenado integral, herméticamente sellada • Sumergido en dieléctrico líquido • Tratamiento superficial y Pintura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la superficie de disipación de calor • Absorción de variaciones en volumen del dieléctrico líquido originados por los cambios de temperatura en el mismo • Protección mecánica y eléctrica • No degradación del dieléctrico líquido al no estar en contacto con el aire • Mantenimiento reducido • Reducción de tamaño • Sin depósito de expansión o desecador • Menor peso • Apantallamiento de campos electromagnéticos • Reducción del nivel de ruido • Mejora del comportamiento frente a sobrecargas y armónicos • Protección contra corrosión, agentes atmosféricos, insolación e impactos

Líquidos dieléctricos

- Aceite mineral aislante no inhibido según norma IEC 60296
- **Bioelectra®**: Éster natural biodegradable para aplicación en transformadores **organic**. Clase K con punto de combustión superior a 300 °C
- Silicona líquida dieléctrica según norma IEC 60836, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C
- Ester sintético biodegradable para aplicación en transformadores eléctricos según norma IEC 61099

Transformadores **organic**

Ormazabal ofrece dentro de su gama de transformadores herméticos de llenado integral los transformadores **organic**, que se caracterizan por utilizar como **dieléctrico** líquido un **éster natural biodegradable**.

Este éster natural Bioelectra® es un fluido refrigerante dieléctrico obtenido a partir de aceites vegetales y formulado sin aditivos antioxidantes.

Su excelente capacidad antioxidante se basa en su especial composición y en un proceso de refinado específico que le permite conservar los antioxidantes naturales.

Características del éster natural

- **Excelentes propiedades dieléctricas:**
Presenta un punto de saturación de agua elevado, lo que le permite mantener altos valores de rigidez dieléctrica con un alto contenido en agua
- **Elevada resistencia al fuego:**
Altos puntos de inflamación (>300 °C) y combustión (>350 °C), muy superiores a los de los aceites minerales
Está catalogado como líquido clase K ($T_{\text{combustión}}^a > 300 \text{ °C}$) según la norma IEC 61100
Mejor comportamiento frente al fuego que los transformadores de aceite mineral
- Elevada **biodegradabilidad** en suelos y aguas debido a su composición de origen natural
- **No es ecotóxico**
- **Larga vida útil:**
Prolonga la vida de los aislamientos celulósicos gracias a su gran capacidad para retener agua
- **Reciclable y reutilizable** al final de vida útil en otros productos medioambientalmente favorables (biodiesel)
- Las **características** eléctricas y las dimensiones del **transformador** no se ven **afectadas**



Ventajas frente a otros líquidos dieléctricos

- **Propiedades dieléctricas superiores con altos contenidos en agua:**
 - Mayor rigidez dieléctrica con contenidos elevados de agua (nivel de saturación de agua mucho mayor que en los aceites minerales)
- **Mayor nivel de seguridad:**
 - Mayores puntos de combustión y de inflamación que el resto de líquidos dieléctricos
 - Producto no tóxico
 - Reciclable y reutilizable al final de la vida útil
- **Aumentan la vida útil del transformador:**
 - Incrementa la vida útil de los aislamientos celulósicos al presentar un elevado punto de saturación de agua
 - Menor generación de gases durante el estrés eléctrico al que se somete en servicio
 - Los ensayos de oxidación severa demuestran que los ácidos generados en el éster natural no disminuyen su rigidez dieléctrica ni afectan negativamente al cobre

Ventajas frente a otros tipos de transformador

Respecto a transformadores secos:

Cualquier transformador con dieléctrico líquido presenta las siguientes ventajas frente a los transformadores secos:

- **Mejor nivel de pérdidas:**

Los transformadores secos tienen unas pérdidas en vacío y en carga sustancialmente superiores a las de los transformadores en líquido dieléctrico

(Esta diferencia puede aumentar las pérdidas anuales de explotación más de un 50%)

- **Menor ruido:**

Los transformadores secos emiten un nivel de ruido muy superior a los transformadores en líquido dieléctrico (entre 10 y 15 dB de potencia acústica de diferencia)

- **Sobrecargabilidad**

- **Mayor esperanza de vida**

Mayor robustez frente a vibraciones, condiciones ambientales y fenómenos transitorios de la red eléctrica

- **Menor espacio requerido, al no ser necesario dejar un perímetro de seguridad alrededor**

Además, al ser un transformador organic se distingue por:

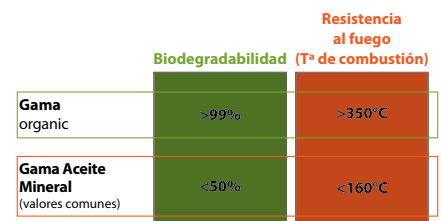
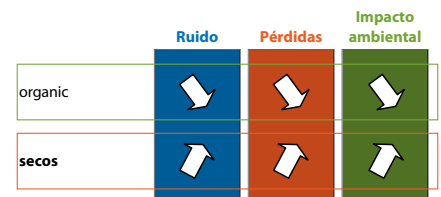
- **Semejantes niveles de seguridad frente al fuego**
- **Menor impacto ambiental al final de su vida útil en su proceso de reciclado**
- **Alternativa para su instalación en zonas naturales**

Respecto a transformadores con silicona:

- **Mayor biodegradabilidad**
- **Toxicidad nula frente a organismos acuáticos**
- **Menor impacto ambiental al final de su vida útil (reciclabilidad y reutilización del líquido dieléctrico)**

Respecto a transformadores con aceite mineral:

- **Mayor biodegradabilidad**
- **Mejor comportamiento frente al fuego**
- **Menor impacto ambiental al final de su vida útil (reciclabilidad y reutilización del líquido dieléctrico)**



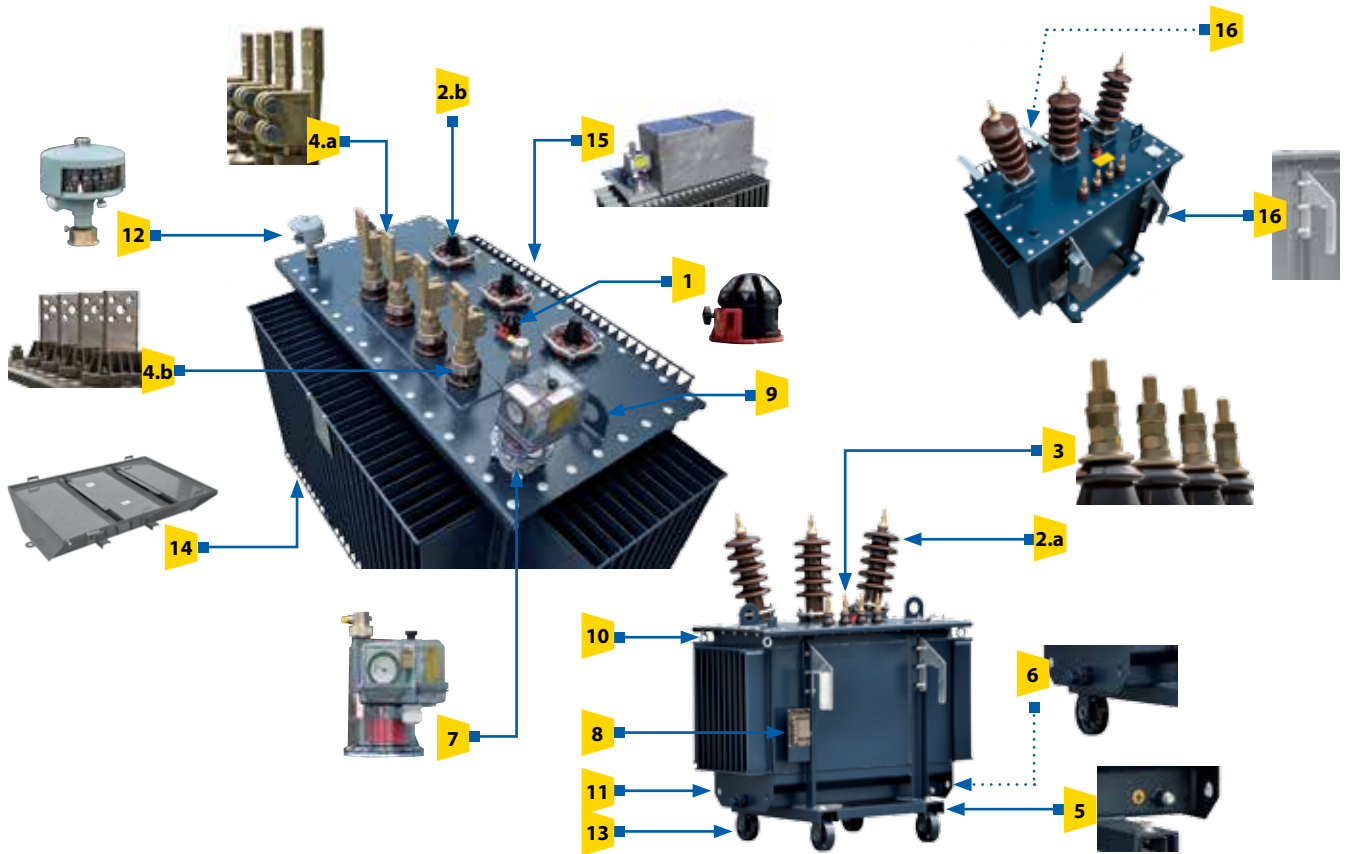
Éster natural vs otros dieléctricos

	Aceites minerales	Hidrocarburos de alto peso molecular	Aceites de silicona	Ésteres sintéticos	Ésteres naturales
Punto de combustión	160 °C	312 °C	340 °C	322 °C	360 °C
Biodegradabilidad	baja	baja	nula	alta	muy alta

Características de diseño

Equipamiento

Transformadores convencionales



		Estándar	Opcional
1	Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión)	IEC 60214	•
2.a	Pasatapas MT de porcelana	EN 50180	•
2.b	Pasatapas MT enchufables		•
3	Pasatapas BT de porcelana	EN 50386	•
4.a	Terminales planos de conexión BT (≥630 kVA)		•
4.b	Pasabarras unipolar BT	EN 50180	•
5	Terminales de tierra en la cuba	EN 50216-4	•
6	Dispositivo de vaciado y toma de muestras.	EN 50216-4	•
7	Dispositivo de llenado	EN 50464-1	•
	Relé de protección integral Funciones: Control de presión interna de la cuba, control de temperatura del líquido dieléctrico, control de nivel de aceite y detección de gases	EN 50216-3	•
8	Placa de características	EN 50464-1	•
9	2 Cáncamos de elevación	EN 50464-1	•
10	4 Cáncamos de arriostamiento	EN 50464-1	•
11	4 Dispositivos de arrastre	EN 50464-1	•
12	Dispositivo para alojamiento de termómetro	EN-50216-4	•
	Termómetro: mide la temperatura de la capa superior del líquido aislante Disponible con 2 contactos (alarma y disparo) y aguja de máxima		•
13	Ruedas (≥250 kVA)	EN-50216-4	•
14	Dispositivo de recogida del dieléctrico líquido		•
15	Cajón cubrebornas		•
16	Ganchos y soporte para autoválvulas (aplicación para poste hasta 160 kVA)		•