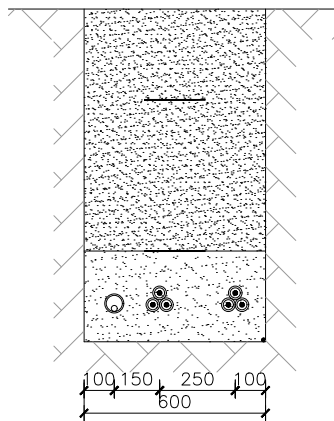
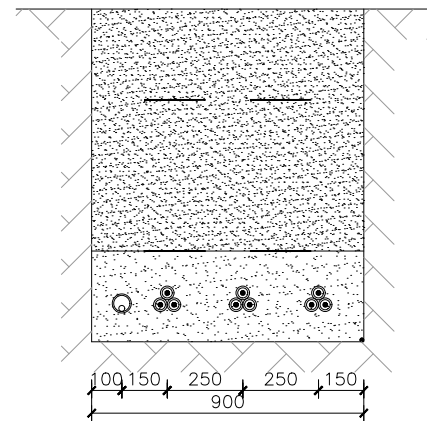




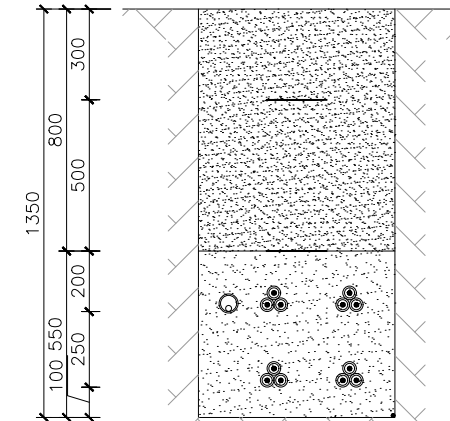
ZANJA TIPO MT 1 CIRCUITO
(BAJO TERRENO NORMAL)



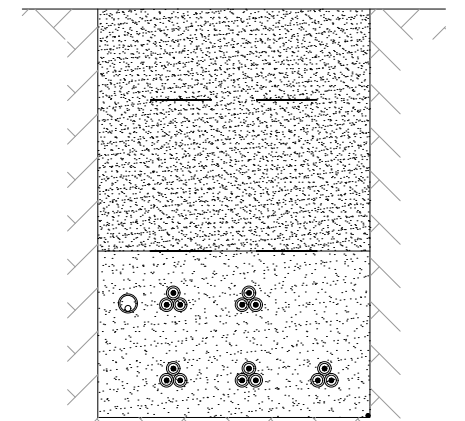
ZANJA TIPO MT 2 CIRCUITOS
(BAJO TERRENO NORMAL)



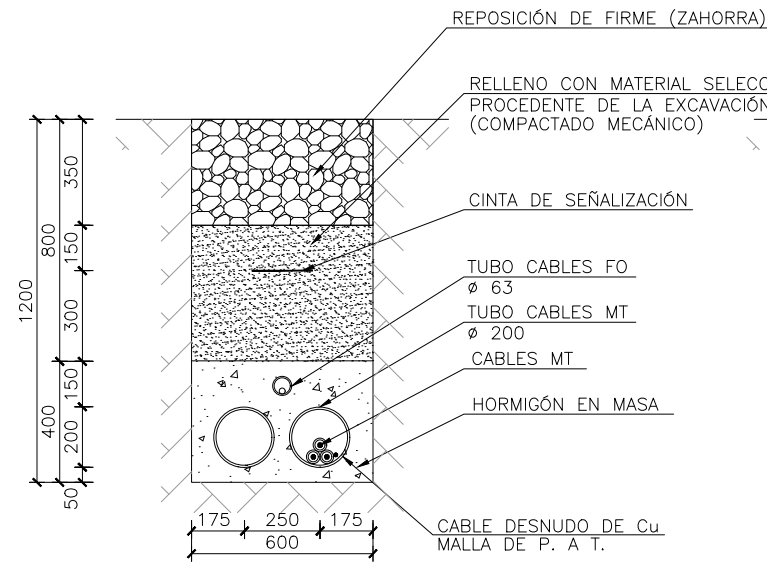
ZANJA TIPO MT 3 CIRCUITOS
(BAJO TERRENO NORMAL)



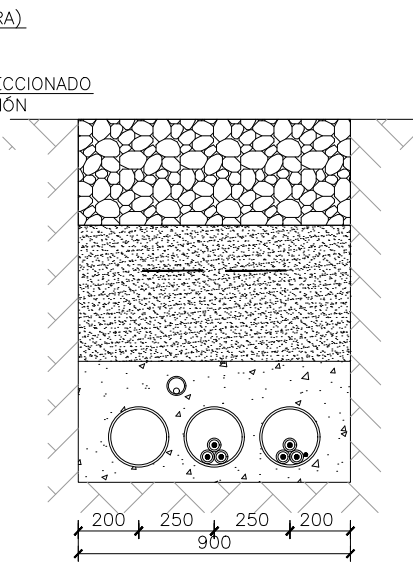
ZANJA TIPO MT 4 CIRCUITOS
(BAJO TERRENO NORMAL)



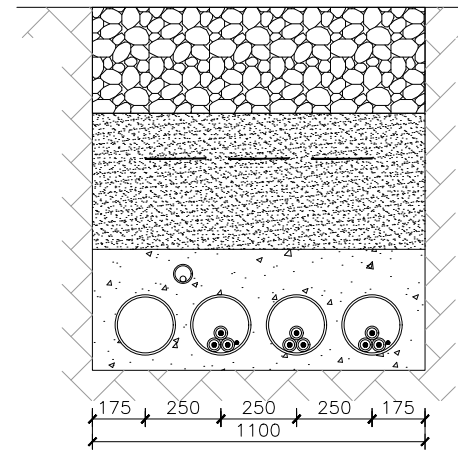
ZANJA TIPO MT 5 CIRCUITOS
(BAJO TERRENO NORMAL)



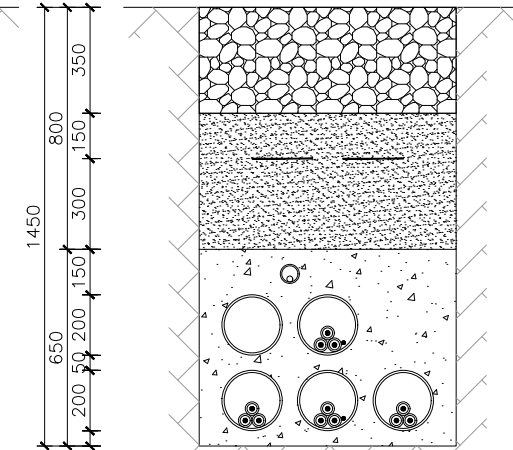
ZANJA TIPO MT 1 CIRCUITO
(PASO REFORZADO CRUZAMIENTO CAMINOS)



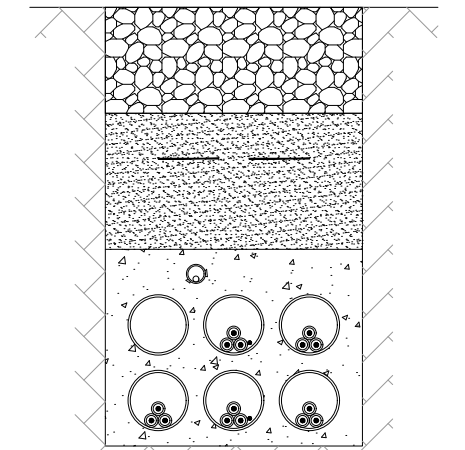
ZANJA TIPO MT 2 CIRCUITOS
(PASO REFORZADO CRUZAMIENTO CAMINOS)



ZANJA TIPO MT 3 CIRCUITOS
(PASO REFORZADO CRUZAMIENTO CAMINOS)



ZANJA TIPO MT 4 CIRCUITOS
(PASO REFORZADO CRUZAMIENTO CAMINOS)



ZANJA TIPO MT 5 CIRCUITOS
(PASO REFORZADO CRUZAMIENTO CAMINOS)

NOTAS:

1.- COTAS EN MILÍMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.



MODIFICADO DEL PROYECTO
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn
TT.MM. TUDELA Y CASTEJON (NAVARRA)

Escala: 1/20

Revisión: 00

Hoja: 05

Siguiente: -

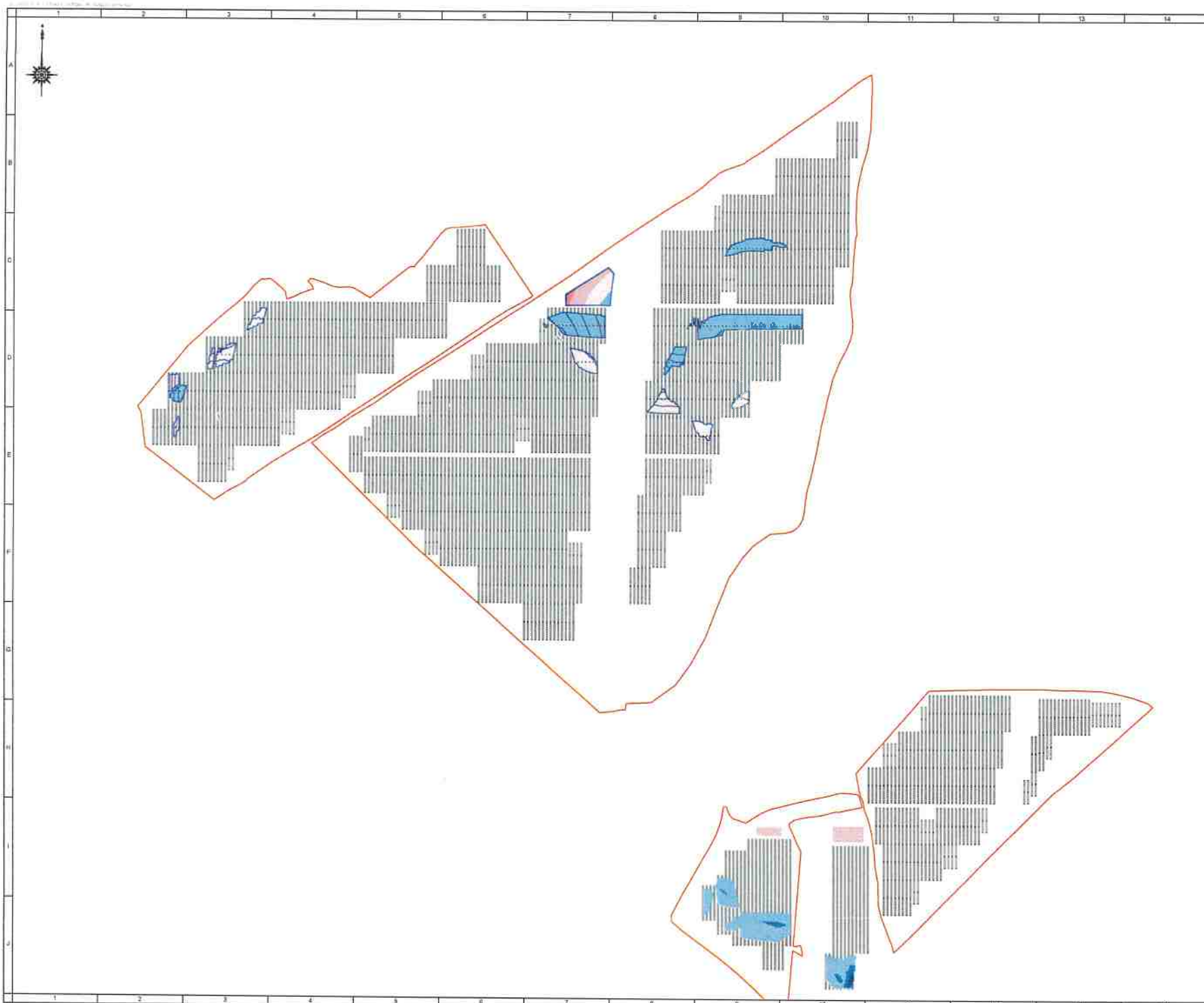
Código:

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 N° Colegiado COGITIAR: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/2022	SSR
Comprobado:	11/2022	SSR
Aprobado:	11/2022	SSR

ZANJAS TIPO BT Y MT. ZANJAS BT



LEYENDA

	LÍMITE DE PROYECTO
	VALLADO PERIMETRAL

Leyenda Especifica civil

	Contorno zona a realizar movimiento tierras
	Línea nivel cada 1.0 m
	Línea nivel cada 5.0 m

**Cálculo de Volumen
Desmonte**

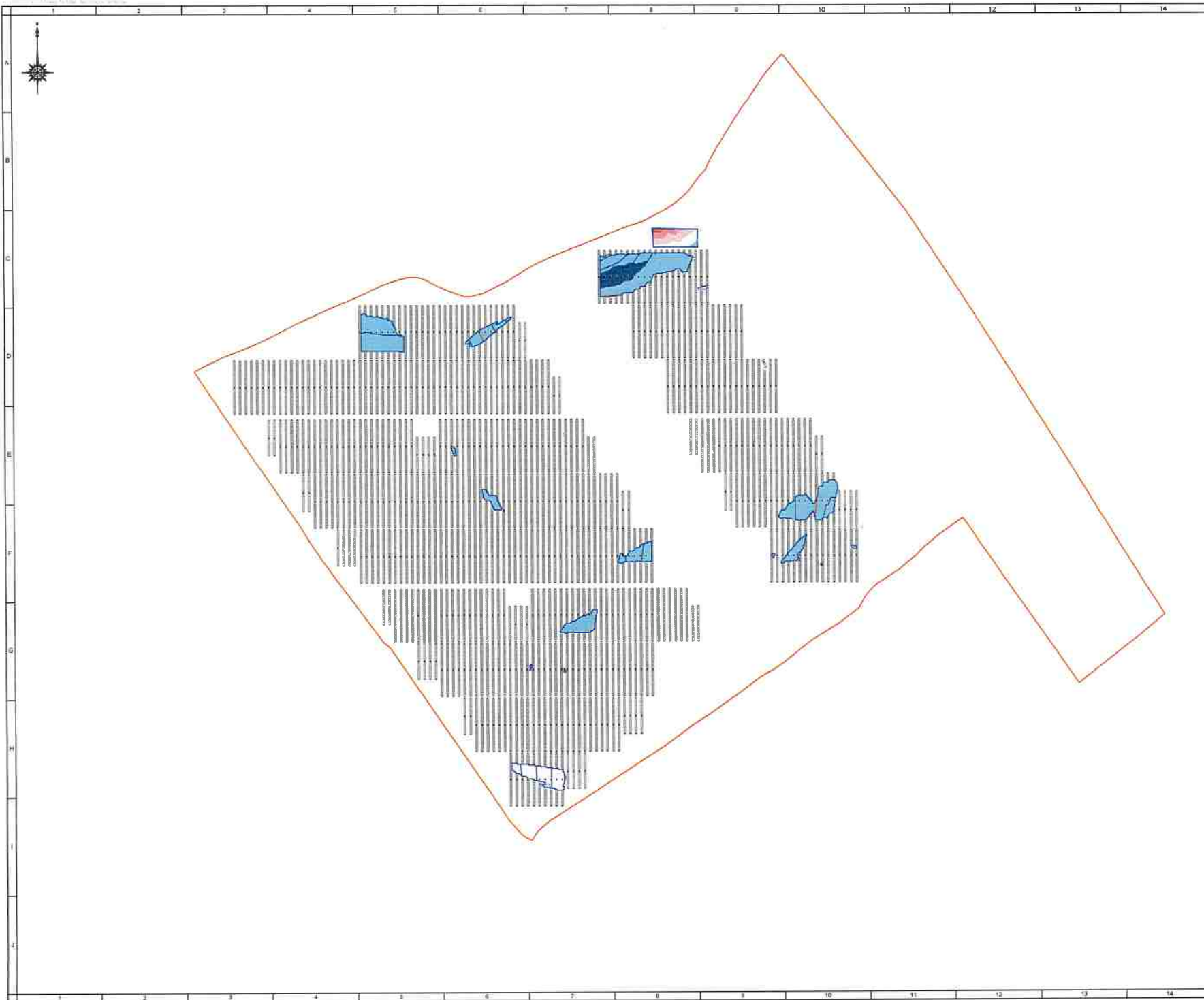
	0.50 - 0.50
	0.50 - 1.00
	1.00 - 1.50
	1.50 - 2.00
Terraplen	
	0.50 - 0.50
	0.50 - 1.20

MEDICIÓN MOV. TIERRAS

n	Desmontar (m³)	Terraplen (m³)
TOTAL	5665	5350



PROYECTO	MOVIMIENTO DE TIERRAS - ZONA 1		
CLIENTE	OnRenovables	inver	
FECHA	10/05/2024	10/05/2024	10/05/2024
PROYECTANTE	ING. J. M. TUGUELA	ING. J. M. TUGUELA	ING. J. M. TUGUELA
PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp)	PLANTA	01/000
CLIENTE	T.M. TUGUELA (INGARRR)	PROYECTO	01/000



LEYENDA	
	LIMITE DE PROYECTO
	VALLADO PERIMETRAL

Leyenda Especifica civil	
	Contorno zona a realizar movimiento tierras
	Linea nivel cada 2.5 m
	Linea nivel cada 0.5 m

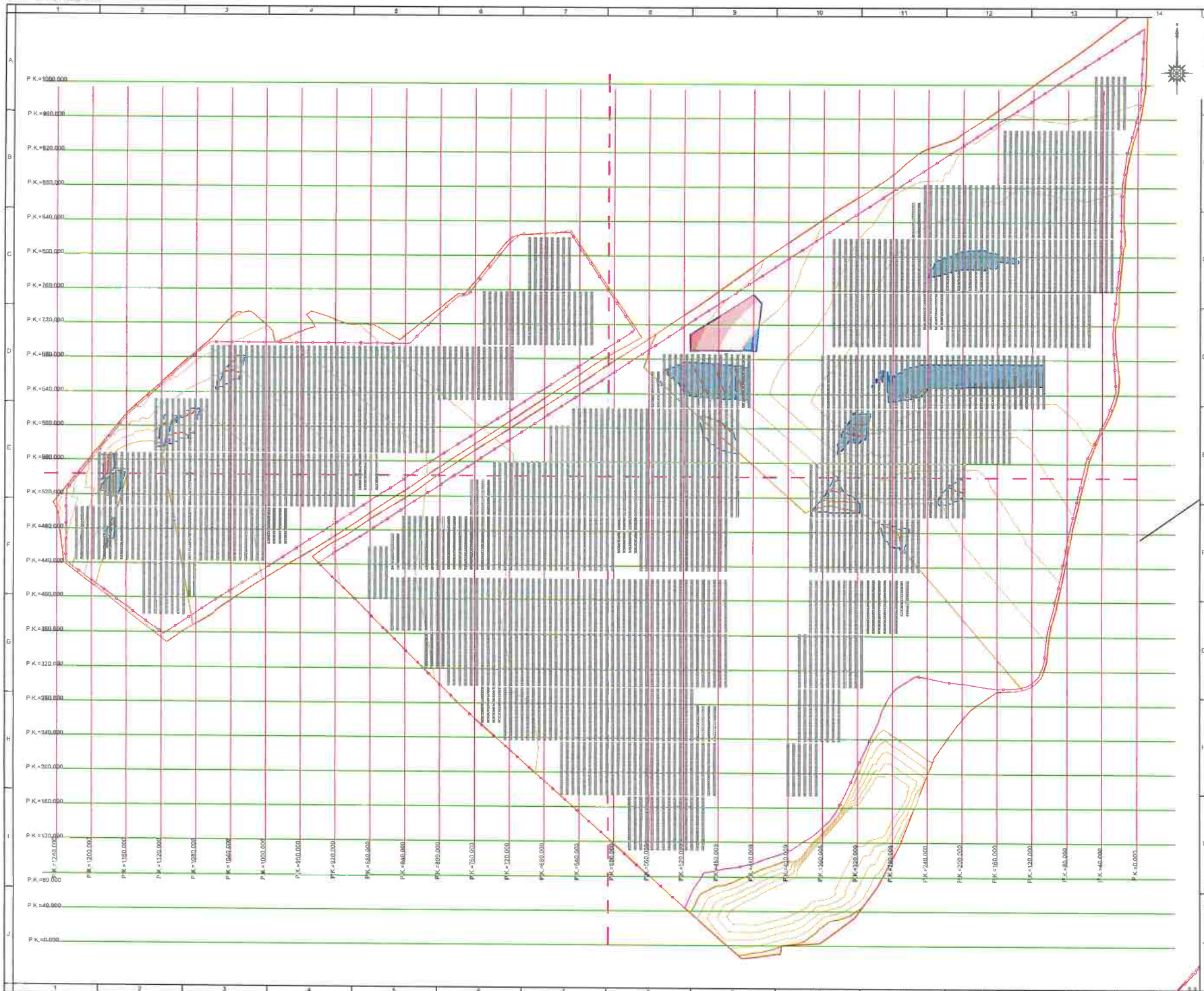
Cálculo de Volumen Desmonte

	0.00 - 0.50
	0.50 - 1.00
	1.00 - 1.50
	1.50 - 2.00
	Terraplen
	0.50 - 1.00
	1.00 - 1.50

MEDICION MOV. TIERRAS		
m	Desmonte [m ³]	Terraplen [m ³]
TOTAL	3165	3120



MOVIMIENTO DE TIERRAS - ZONA 2			
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)		ESCALA: 1/2000 FECHA: 2024/05/23	



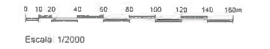
LEYENDA

- LIMITE DE PROYECTO
- VALLADO PERIMETRAL

Legenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO







REV. 10					
REV. 09	ENTREGA PRELIMINAR	03/06/2022	JFA	ITA	AT
REV. 08	DESCRIPCION				
		NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES TRANSVERSALES - ZONA 1			
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVAL" (50 MWp) T.M. TUBIELA (NAVARRA)		ESCALA 1:2000		PÁGINA 14	

PERFILES OESTE - ESTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

-  Perfiles
-  Terreno Natural
-  Terreno modificado
-  Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
				
NOMBRE DEL DIBUJO		NOMBRE DEL PROYECTO		Nº DIBUJO
PERFILES OESTE-ESTE - ZONA 1		PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)		Página 3 de 14
		ESCALA		
		H=1:1000 / V=1:100		
		FECHA		
		22/09/2022		

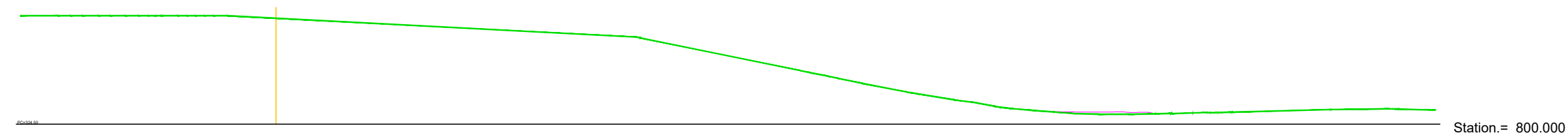
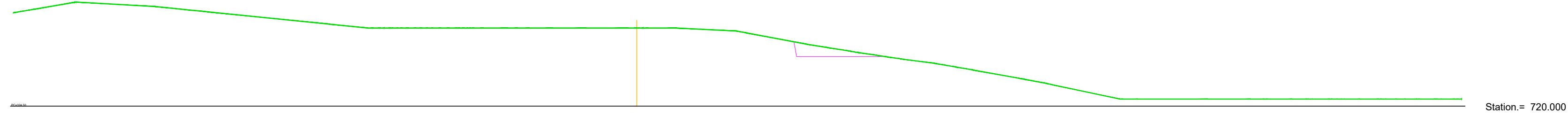
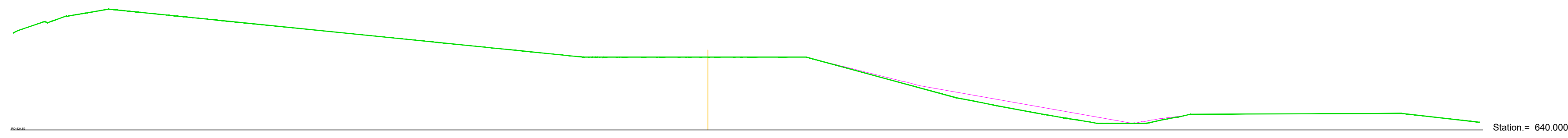
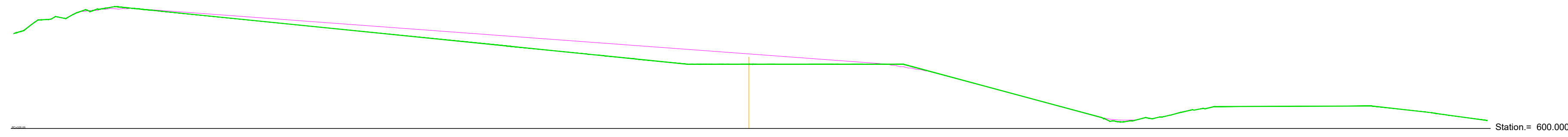
PERFILES OESTE - ESTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Legenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES OESTE-ESTE - ZONA 1				N° DIBUJO Pagina 4 de 11
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J

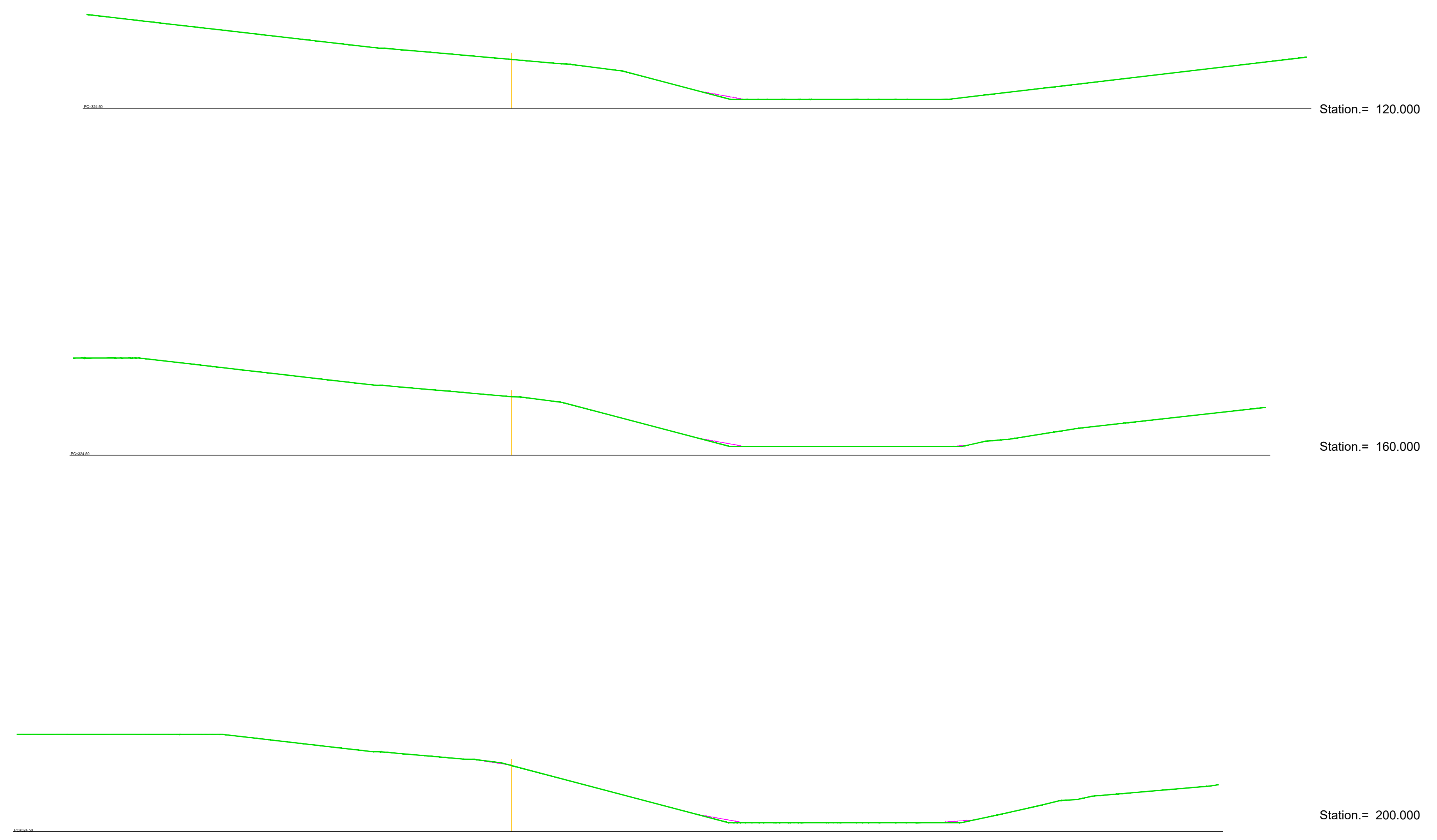
PERFILES SUR - NORTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

-  Perfiles
-  Terreno Natural
-  Terreno modificado
-  Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



REV. 03					
REV. 02					
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS	JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO	APROBADO
					
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES SUR-NORTE - ZONA 1					N° DIBUJO Pagina 5 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)					ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022

PERFILES SUR - NORTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Legenda Especifica Perfiles


- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

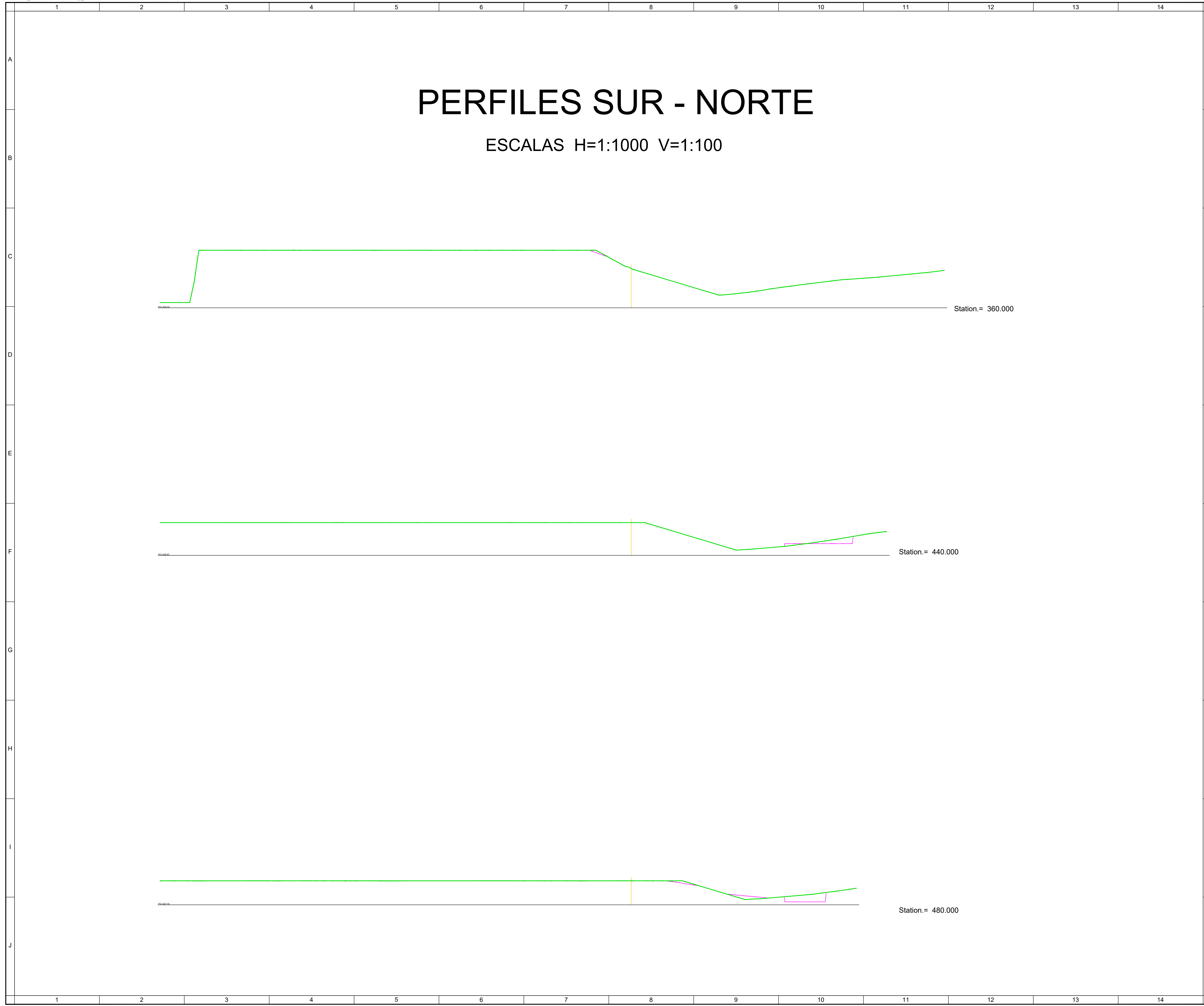
NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

Station.= 240.000

Station.= 280.000

Station.= 320.000

REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
				
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES SUR-NORTE - ZONA 1				N° DIBUJO Pagina 6 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022



PERFILES SUR - NORTE

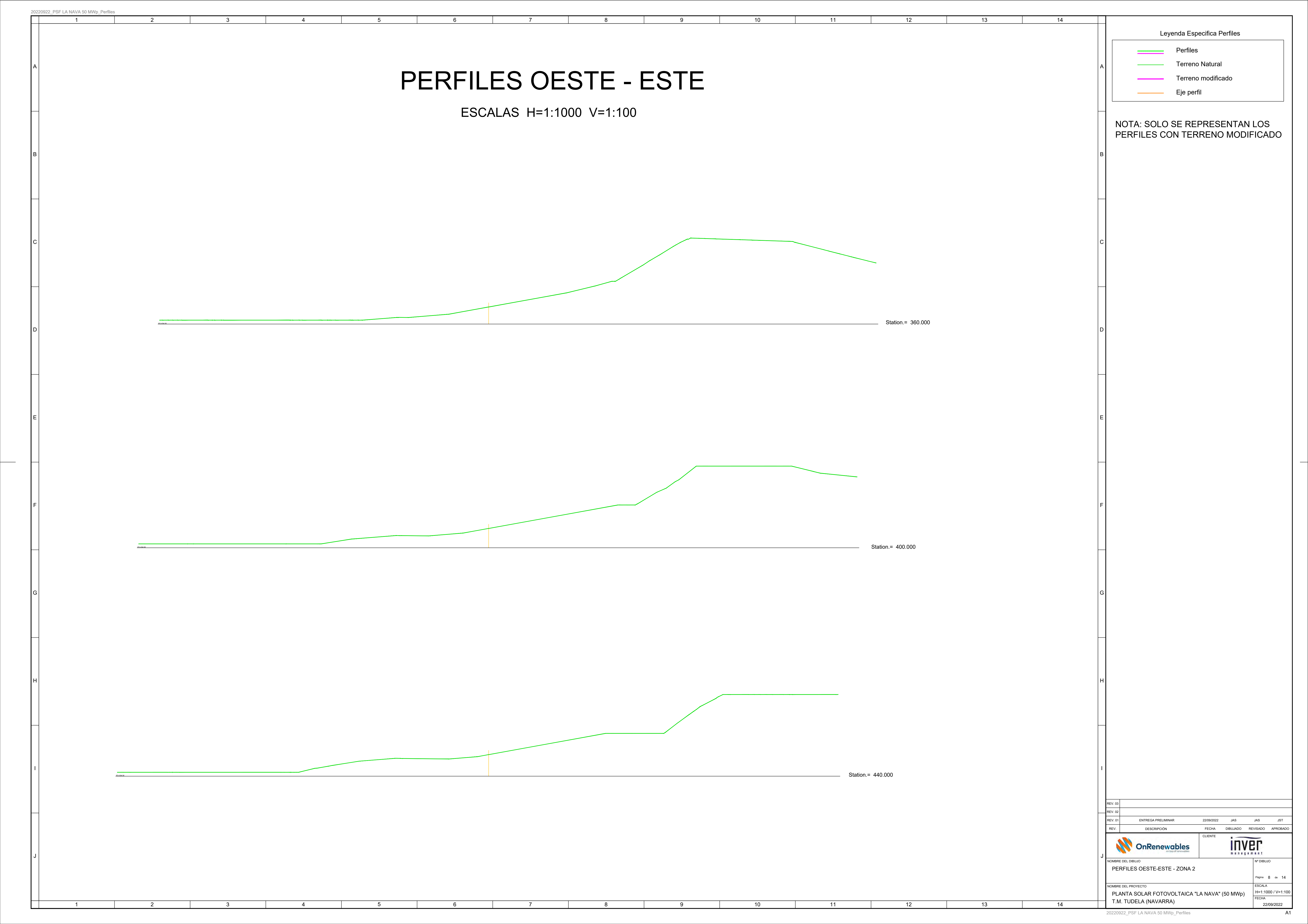
ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES SUR-NORTE - ZONA 1		N° DIBUJO Pagina 7 de 14		
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)		ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022		



PERFILES OESTE - ESTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

REV. 03					
REV. 02					
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS	JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO	APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES OESTE-ESTE - ZONA 2					N° DIBUJO Página 8 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)					ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022



PERFILES OESTE - ESTE

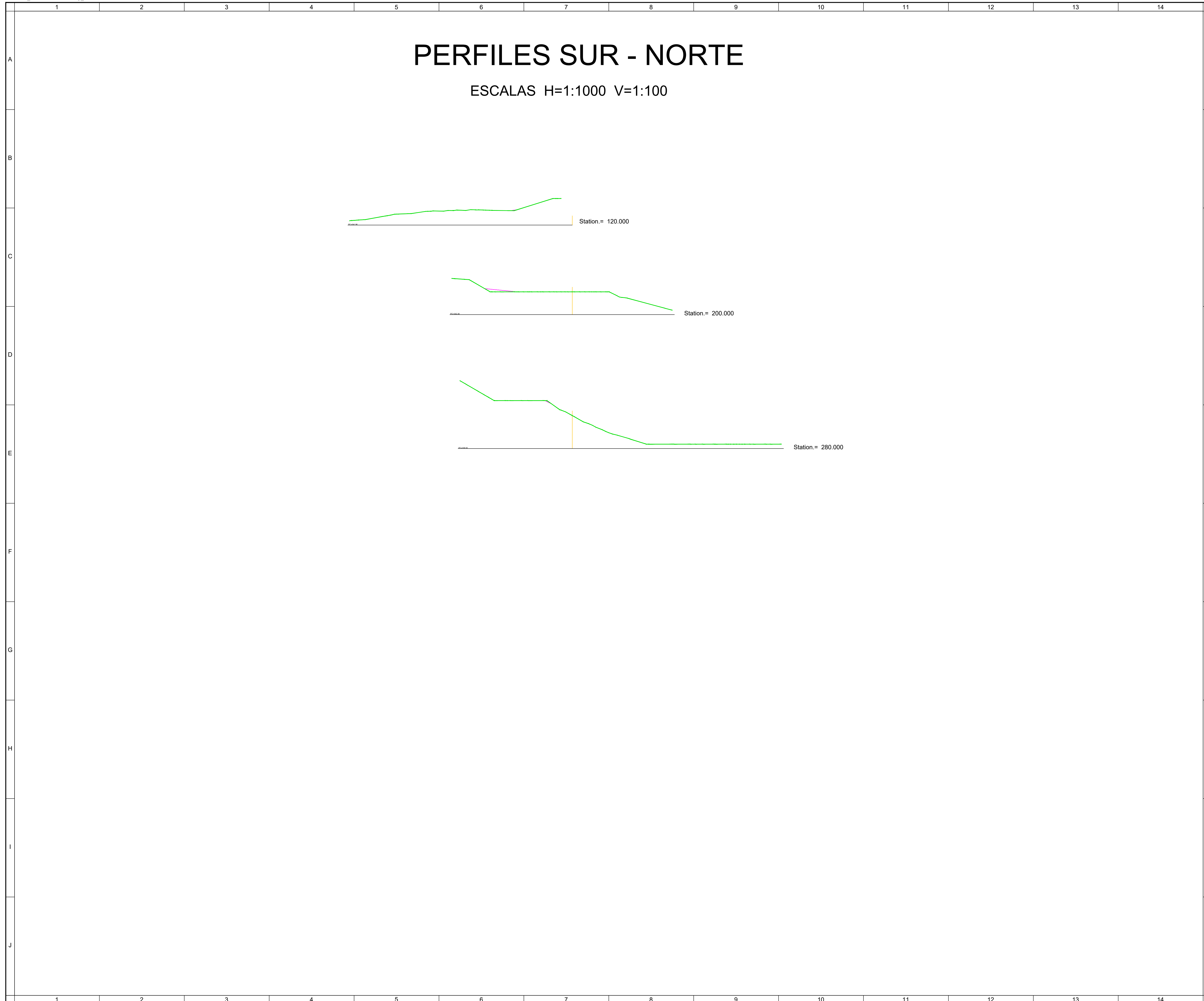
ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	CLIENTE	DIBUJADO REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES OESTE-ESTE - ZONA 2				N° DIBUJO Pagina 9 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022



PERFILES SUR - NORTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES SUR-NORTE - ZONA 2				N° DIBUJO Pagina 10 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022

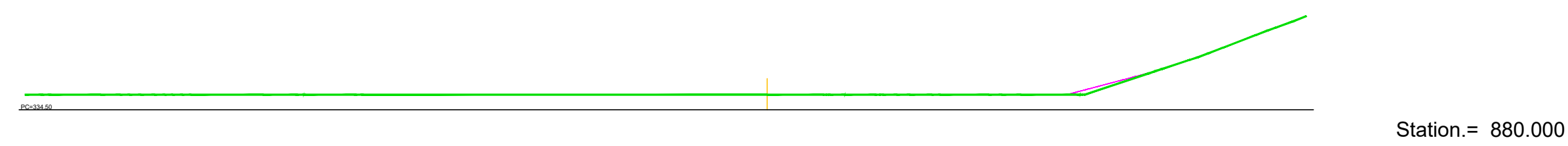
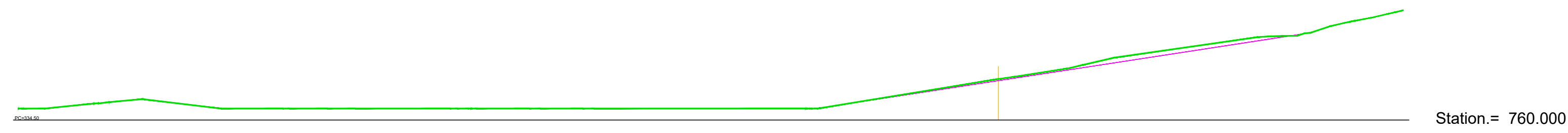
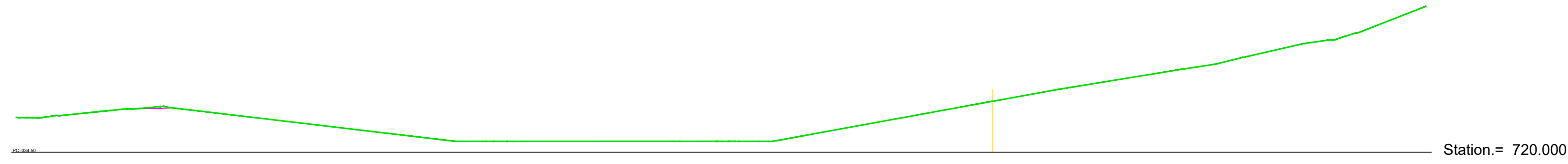
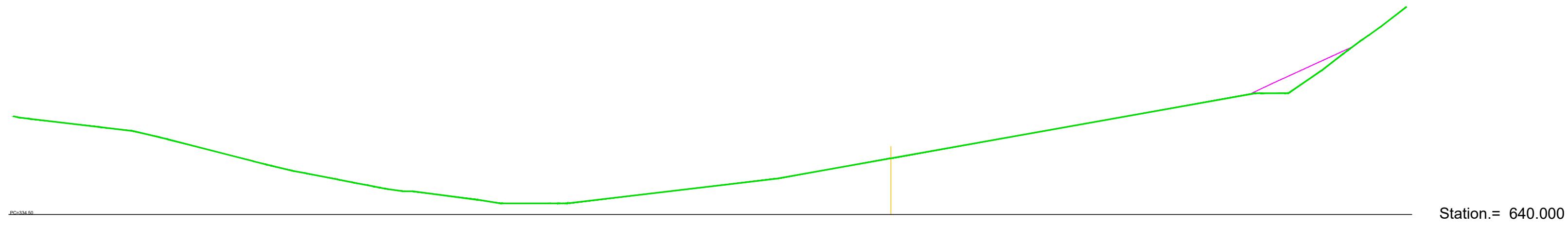
PERFILES SUR - NORTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

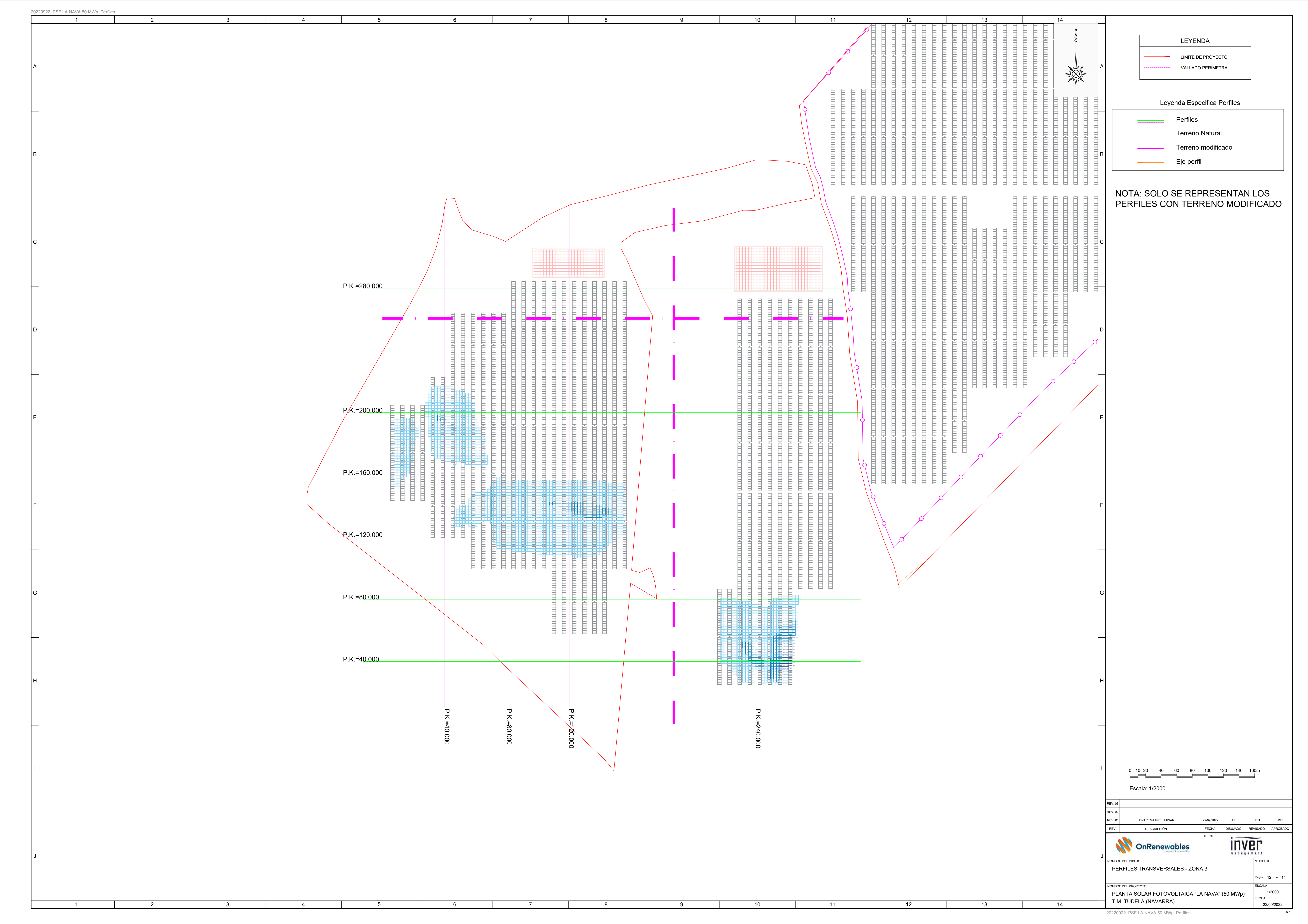
Legenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



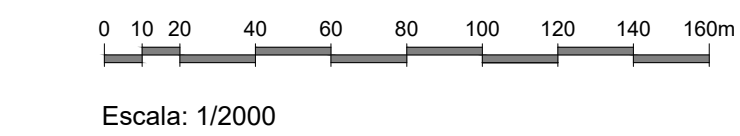
REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO
			CLIENTE	
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES SUR-NORTE - ZONA 2				N° DIBUJO Pagina 11 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022



LEYENDA	
	LIMITE DE PROYECTO
	VALLADO PERIMETRAL

Leyenda Especifica Perfiles	
	Perfiles
	Terreno Natural
	Terreno modificado
	Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JES	JES JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBUJADO	REVISADO APROBADO

NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES TRANSVERSALES - ZONA 3			N° DIBUJO Pagina 12 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)			ESCALA 1/2000 FECHA 22/09/2022

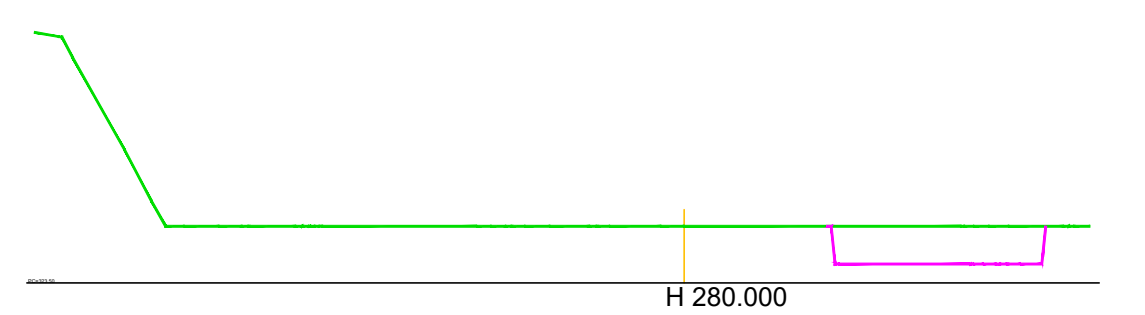
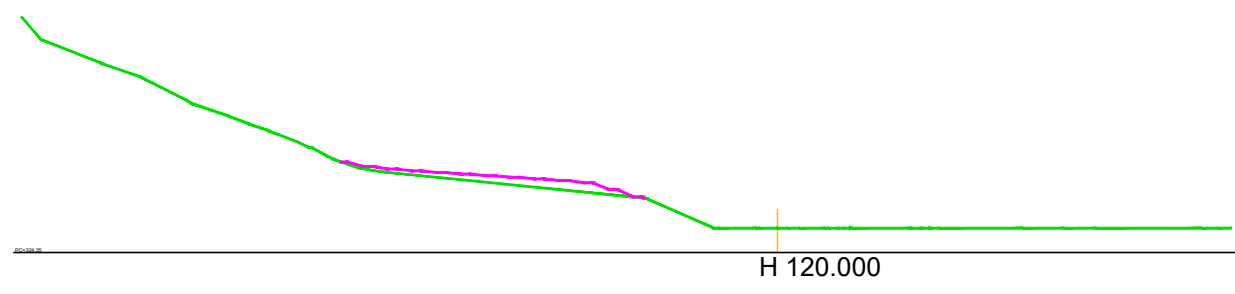
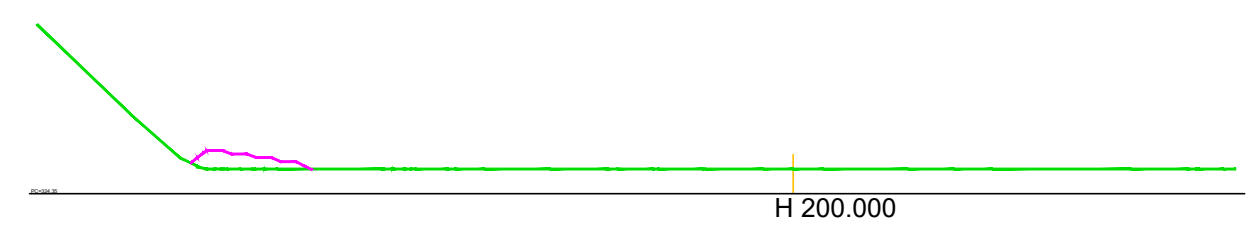
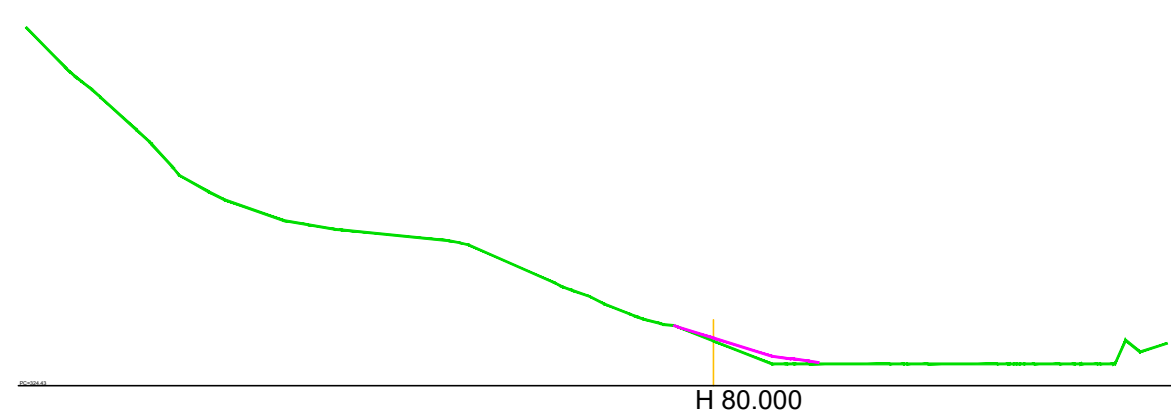
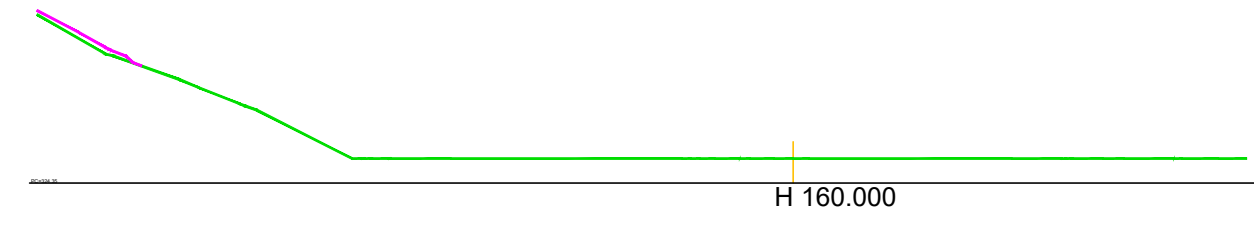
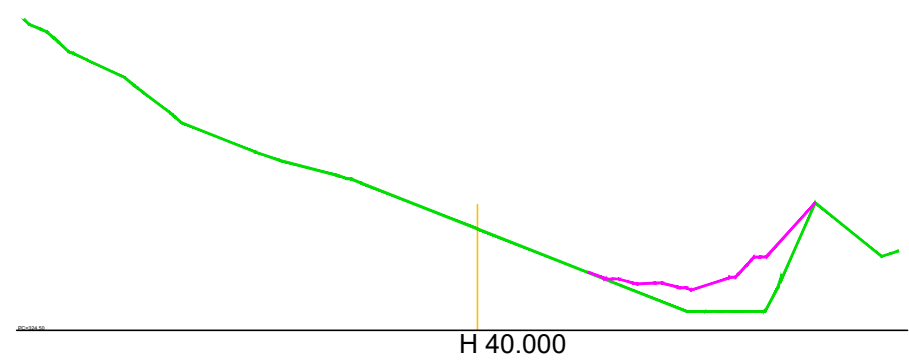
PERFILES OESTE - ESTE

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

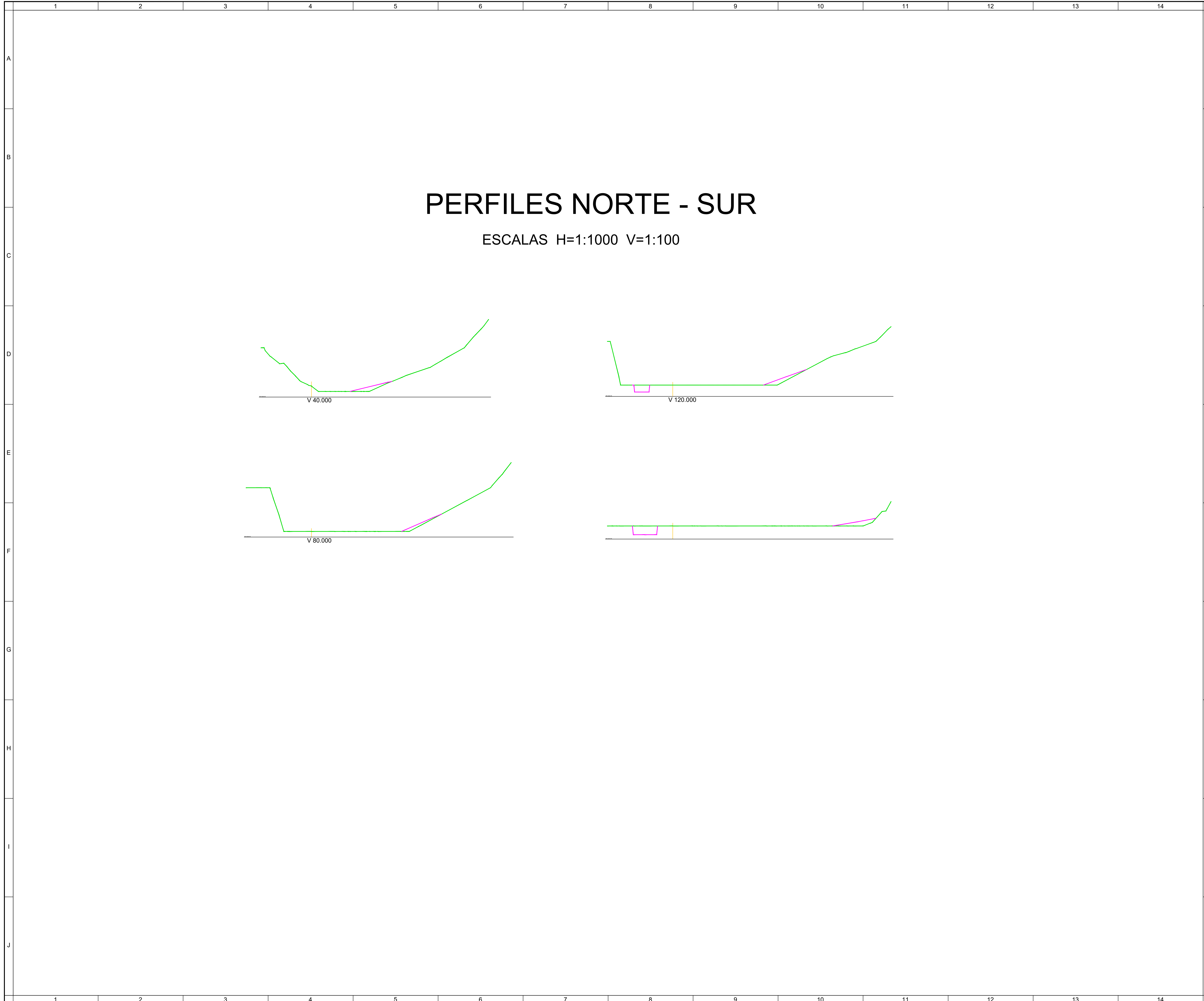
Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO



REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES OESTE-ESTE - ZONA 3				N° DIBUJO Pagina 13 de 14
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)				ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022



PERFILES NORTE - SUR

ESCALAS H=1:1000 V=1:100

Leyenda Especifica Perfiles

- Perfiles
- Terreno Natural
- Terreno modificado
- Eje perfil

NOTA: SOLO SE REPRESENTAN LOS PERFILES CON TERRENO MODIFICADO

REV. 03				
REV. 02				
REV. 01	ENTREGA PRELIMINAR	22/09/2022	JAS	JAS JST
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	REVISADO APROBADO
NOMBRE DEL DIBUJO PERFILES NORTE - SUR - ZONA 3		N° DIBUJO Pagina 14 de 14		
NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LA NAVA" (50 MWp) T.M. TUDELA (NAVARRA)		ESCALA H=1:1000 / V=1:100 FECHA 22/09/2022		

	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		


5.-ESTUDIO DE SEGURIDAD Y

SALUD



	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

ÍNDICE

1.	MEMORIA.....	4
1.1.	OBJETO.....	4
1.2.	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	4
1.2.1.	DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
1.2.2.	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES	4
1.2.3.	EMPLAZAMIENTO.....	5
1.2.4.	ACCESOS.....	5
1.2.5.	ALCANCE	6
1.3.	MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA.....	6
1.4.	MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN	7
1.5.	INSTALACIONES PARA EL PERSONAL.....	8
1.5.1.	INSTALACIONES PROVISIONALES	8
1.6.	PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA.....	11
1.7.	PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	13
1.8.	PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES	14
1.9.	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.....	14
1.10.	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	15
1.11.	PROTECCIONES PERSONALES	15
1.12.	MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO	17
1.12.1.	OBRA CIVIL	17
1.12.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.	19
1.12.3.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES....	26
1.13.	MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES.....	27
1.13.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES.....	27
1.13.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.	28
1.13.3.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES....	29
1.14.	INSTALACIONES SANITARIAS	30
1.15.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL.....	30

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.15.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	30
1.15.2.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	31
1.15.3.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD	31
1.15.4.	PROTECCIONES PERSONALES	32
1.15.5.	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	32
1.16.	MAQUINARIA	33
1.16.1.	CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA.....	33
1.16.2.	CAMIÓN GRÚA.....	33
1.16.3.	RETROEXCAVADORA.....	33
1.16.4.	HORMIGONERA.....	33
1.17.	SOLDADURA.....	34
1.17.1.	SOLDADURA ELÉCTRICA.....	34
1.17.2.	SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE.....	34
1.18.	MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER).....	35
1.19.	CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO	35
1.20.	COMPRESOR.....	35
1.21.	MARTILLO NEUMÁTICO.....	36
1.22.	VIBRADOR	36
1.23.	SIERRA CIRCULAR	36
1.24.	MEDIOS AUXILIARES.....	37
1.24.1.	ANDAMIOS DE SERVICIOS.....	37
1.24.2.	ANDAMIOS COLGADOS.....	37
1.24.3.	ANDAMIOS DE BORRIQUETAS	37
1.24.4.	ESCALERA DE MANO.....	37
1.25.	MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	37
2.	PLIEGO DE CONDICIONES	39
2.1.	OBJETO.....	39
2.1.1.	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	39
2.1.2.	CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	41
2.1.3.	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	44

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

2.1.4. PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	45
2.1.5. MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS	48
2.1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS	48
2.1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	50
2.1.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	50
2.1.9. SERVICIOS MÉDICOS	52
2.1.10. ACTIVIDADES FORMATIVAS	53
2.1.11. NORMAS REFERENTES AL PERSONAL EN OBRA.....	54
2.1.12. TRATAMIENTO DE LOS ACCIDENTES	56
2.1.13. ACCIONES A SEGUIR ANTE CASO DE ACCIDENTE LABORAL	57
2.1.14. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.....	58
2.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES.....	58
2.2.1. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	59
2.2.2. SEGUROS	60
2.2.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	60
3. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	62
3.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES	62
3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	63
3.3. PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	64
3.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	64
3.5. FORMACIÓN Y REUNIONES.....	64
3.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	65
4. PLANOS	66

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1. MEMORIA

1.1. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la 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.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto, por lo que en este apartado se recogen de forma resumida sus características principales.

1.2.1. DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Denominación del Proyecto:

PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp

El presente Estudio de Seguridad y Salud está dirigido, dentro del proyecto, a la obra civil del proceso de construcción de la planta fotovoltaica.

1.2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a la cantidad de: **24.462.136,76 € (VEINTICUATRO MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS MIL CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS).**

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

El plazo de ejecución para la realización del proyecto se ha estimado en **siete (7) meses**.

Sobre la base de los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente en el proyecto alcanzará la cifra de **treinta (30) personas**.

1.2.3. EMPLAZAMIENTO

La planta solar fotovoltaica se encontrará situada en varias parcelas de carácter rústico en el término municipal de la Tudela, en Navarra.

El recorrido subterráneo de la línea de Media Tensión se realizará por el mismo término municipal, el resto de la línea de evacuación se desarrollará en un proyecto independiente.


1.2.4. ACCESOS

La planta de 49,7 MWp de potencia instalada se extenderá en las parcelas mencionadas, limitando con otras parcelas y caminos del mismo polígono por el resto de los puntos cardinales.

El acceso a las parcelas de la planta fotovoltaica se realizará a través del “Camino del Portillo” hacia El Aeródromo “Agua Salada” desde la A-68, habiendo tomado previamente la salida 86 en las coordenadas latitud 42.118700° Norte longitud 1.678234° Oeste, o desde la carretera AP-68, en las coordenadas latitud 42,086198° Norte longitud 1,714853° Oeste.

El acceso a la parcela al norte de la autopista AP-15 se realizara desde la N-232, tomando el llamado “Camino de la Venta” que parte de las coordenadas latitud 42.135587° Norte, longitud 1.698089 Oeste.

Los caminos de acceso a cada una de las zonas que componen la planta será desde un punto del camino cercano más idóneo, para lo cual se realizará un acondicionamiento adecuado para su enlace y se deberá seguir las recomendaciones marcadas por el Ayuntamiento afectado.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.2.5. ALCANCE

Las obras a realizar pueden clasificarse en:

- Obras civiles de ejecución de:
 - Excavaciones.
 - Rellenos.
 - Cimentaciones.
 - Canalizaciones para conducciones.
 - Drenajes.
 - Centros de transformación.
- Montaje equipos e instalaciones:
 - Estructuras fijas.
 - Instalación eléctrica y de control.

El tipo de obras hace que haya que prever su ejecución con más de un contratista.

1.3. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Escaleras de mano.
- Maquinaria de movimiento de tierras. Excavadoras.
- Hormigonera eléctrica.
- Soldadora.
- Mesa sierra circular.
- Camión hormigonera.
- Motovolquete (Dumper).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Grupo de compresores y grupo electrógeno.
- Martillo.
- Camión Dumper.
- Camión grúa.
- Poleas eléctricas

1.4. MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.5. INSTALACIONES PARA EL PERSONAL

1.5.1. INSTALACIONES PROVISIONALES

A) Generalidades

El deber de protección de la seguridad y salud de los trabajadores que el artículo 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre de 1995 encomienda al empresario incluye todos los aspectos relacionados con el trabajo.

En este sentido amplio es contemplada la planificación de la prevención en el artículo 15 de la citada Ley como uno de los principios generales de la acción preventiva, que debe buscar la integración de la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Precisamente entre dichas condiciones de trabajo, el artículo 4.7º de la misma Ley enumera, en primer lugar, las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.

Las obras de construcción como centro específico de trabajo encuadrado en el marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales no podían ser ajenas a las prescripciones anteriores.

Y así, en cumplimiento del principio de integración de la actividad preventiva desde el momento mismo del proyecto empresarial, que impregna el nuevo enfoque de la prevención, el artículo 5º del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece, como parte del contenido mínimo del plan de seguridad y salud, la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En cumplimiento de las prescripciones citadas anteriormente se procede a analizar las características de estas instalaciones:

Dado el volumen de trabajadores previsto, es necesario aplicar una visión global de los problemas que plantea el movimiento concentrado y simultáneo de personas dentro de ámbitos cerrados en los que se deben desarrollar actividades cotidianas, que exigen

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

cierta intimidad o relación con otras personas. Esas circunstancias condicionan su diseño.

Al diseñarlas, se ha intentado dar un tratamiento uniforme, contrario a las prácticas que permiten la dispersión de los trabajadores en pequeños grupos repartidos descontroladamente por toda la obra, con el desorden por todos conocido y que es causa del aumento de los riesgos de difícil control, falta de limpieza de la obra en general y aseo deficiente de las personas.

Los principios de diseño han sido los que se expresan a continuación:

1. Aplicar los principios que regulan estas instalaciones según la legislación vigente, con las mejoras que exige el avance de los tiempos.
2. Dar el mismo tratamiento que se da a estas instalaciones en cualquier otra industria fija; es decir, centralizarlas metódicamente.
3. Dar a todos los trabajadores un trato igualitario de calidad y confort, independientemente de su raza y costumbres o de su pertenencia a cualquiera de las empresas: principal o subcontratadas, o se trate de personal autónomo o de esporádica concurrencia.
4. Resolver de forma ordenada y eficaz las posibles circulaciones en el interior de las instalaciones provisionales, sin graves interferencias entre los usuarios.
5. Permitir que se puedan realizar en ellas de forma digna reuniones de tipo sindical o formativo, con tan sólo retirar el mobiliario o reorganizarlo.
6. Organizar de forma segura el ingreso, estancia en su interior y salida de la obra.

B) Instalaciones provisionales para los trabajadores con módulos prefabricados metálicos comercializados:

b.1 Ubicación y montaje

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se ubicarán en el interior de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

Se montarán sobre una cimentación ligera de hormigón. Tendrán un aspecto sencillo, pero digno. Deberán retirarse al finalizar la obra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Se ha modulado cada una de las instalaciones de vestuario para **30 trabajadores**, de tal forma que den servicio a todos los trabajadores adscritos a la obra según la curva de contratación.

b.2 Cuadro informativo de dotación mínima

Superficie de vestuario aseo:	30 trabajadores x 2 m. = 60 m.
Superficie de comedor:	30 trabajadores x 2 m. = 60 m.
Nº de módulos necesarios:	60 m. / 30 (sup. mod.) = 2 unid.
Nº de retretes:	30 trabajadores / 25 (unid./trab.) = 2 unid.
Nº de lavabos:	30 trabajadores / 10 (unid./trab.) = 3 unid.
Nº de duchas:	30 trabajadores / 10 (unid./trab.) = 3 unid.

b.3 Vestuarios

El cuarto vestuario dispondrá de armarios o taquillas individuales para dejar la ropa y efectos personales; dichos armarios o taquillas estarán provistos de llave.


Los vestuarios serán de fácil acceso, tendrán las dimensiones suficientes y dispondrán de asientos e instalaciones de forma que se permita a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad, etc.), la ropa de trabajo se podrá guardar separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

b.4 Duchas y lavabos

Adosadas o próximas a los vestuarios estarán las salas de aseo dispuestas con lavabos y duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas tendrán dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene; dispondrán de agua corriente, caliente y fría.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Los lavabos contarán con agua corriente, caliente y fría.

Si las duchas y los lavabos y aseos estuvieran separados, la comunicación entre unos y otros será fácil.

Los vestuarios, duchas y lavabos estarán separados para hombres y mujeres, o se preverá una utilización por separado de los mismos.

b.5 Retretes

Los retretes estarán dispuestos en las proximidades.

Estarán separados para hombres y mujeres, o se preverá su utilización por separado.



b.6 Agua potable

Los trabajadores dispondrán en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, siendo suministrada periódicamente.

1.6. PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

A) Botiquín:

De acuerdo con el apartado 14 del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 y el apartado A del Anexo VI del Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se recoge a continuación, indicándose también los centros asistenciales más cercanos a los que trasladar los trabajadores que puedan resultar heridos:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
TIPO DE ASISTENCIA	Ubicación	DISTANCIA Y TIEMPO DE LLEGADA
Primeros auxilios	Botiquín portátil.	En obra.
Accidentes leves	Centro de Salud de Castejon	11,1 Km., 30 min.
Accidentes graves	Hospital Reina Sofia, Tudela	18,7 Km., 16 min.

Se dispondrá de un botiquín portátil de primeros auxilios en los vestuarios.

Cada botiquín contendrá: agua oxigenada, alcohol de 96º, un antiséptico, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, bolsas de goma para hielo y agua, guantes esterilizados, colirio estéril.

En el botiquín se dispondrá un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los teléfonos de los centros hospitalarios más próximos: médico, ambulancias, bomberos, policía, etc.

B) Medicina preventiva:

Con el fin de lograr evitar en la medida de lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de toxicomanías peligrosas, el Contratista adjudicatario y los subcontratistas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realizarán los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores en esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Asimismo, exigirá su cumplimiento puntualmente, al resto de las empresas que sean subcontratadas por cada uno de ellos para esta obra.

C) Emergencias:

Debe disponerse de un cartel claramente visible en el que se indiquen los centros asistenciales más próximos a la obra en caso de accidente.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Emergencias:

- Emergencias: Teléfono 112
- Información Toxicológica: 915 620 420
- Bomberos: Teléfono 112
- Policía Local: Teléfono 092
- Guardia Civil: Teléfono 062
- Policía Nacional: Teléfono 091

1.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS


Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Queda prohibida la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se tendrán los extintores en lugares próximos a los puntos de trabajo, así como en las instalaciones fijas de la obra, estando estos situados en todo momento en lugar visible y de fácil acceso a todo el personal de la obra.

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legalmente mediante concierto con una empresa autorizada.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor, en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra EXTINTOR.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

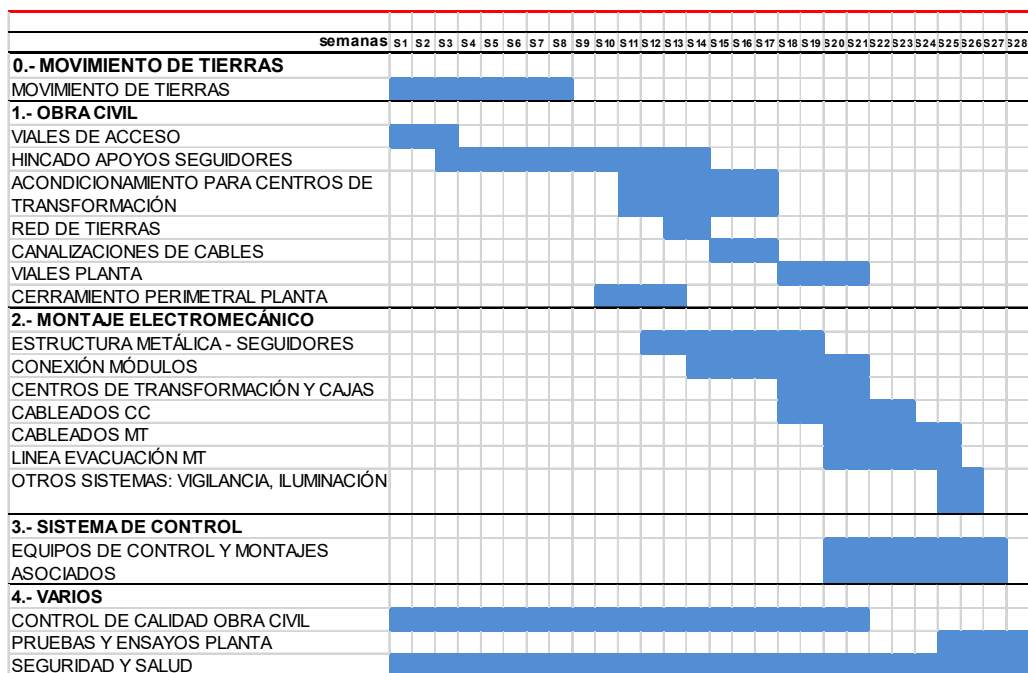
1.8. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES

Sobre la base de los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente alcanzará la cifra de **30**.

La construcción de la planta fotovoltaica se realizará durante **siete** meses, a partir de la fecha de comienzo de las obras, cuyas fases se desarrollarán de acuerdo al siguiente programa:

PLANTA FOTOVOLTAICA LA NAVA
T. M. TUDELA
(NAVARRA)

Planificación



1.9. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

La obra se ha presupuestado en un total de **35.223.030,72 €**


	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.10. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Los bordes de las excavaciones profundas quedarán protegidos mediante vallas "tipo ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde de la misma (mínimo 1 m).
- Se colocarán carteles indicativos de los distintos riesgos existentes: en los accesos a la obra, en los distintos tajos y en la maquinaria.
- Se establecerán pasarelas de madera para el paso de personal sobre las zanjas, formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeadas de barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listones intermedios y rodapiés.
- Se colocarán topes de retroceso de vertidos y descargas en los bordes de las excavaciones.
- Se instalarán señales de "Peligro indefinido" y otras que se consideren necesarias, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones por existir tráfico de camiones. Si se realizan trabajos nocturnos, estas señales quedarán debidamente iluminadas en las condiciones antes indicadas.
- Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra, en la puerta del almacén de productos inflamables si existe, al lado del cuarto eléctrico general, dentro de la caseta de vestuarios y en la oficina de obra.
- La protección eléctrica se basará en la instalación de interruptores diferenciales de media, alta y baja sensibilidad, colocados en el cuadro general, combinados con la red general de toma de tierra, en función de las tensiones de suministro.
- Se comprobará que toda la maquinaria, herramienta y medios auxiliares disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la norma vigente.

1.11. PROTECCIONES PERSONALES

Los Equipos de Protección Individual (E.P.I.) deberán utilizarse cuando los riesgos no puedan limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o métodos o procedimientos de organización de trabajo. Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos en el proyecto son las siguientes:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- **Casco de seguridad - Clase N:** cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, caída de objetos o contactos eléctricos.
- **Plantilla-soldadura de cabeza:** en trabajos de soldadura eléctrica.
- **Gafas contra proyecciones:** para trabajos con posible proyección de partículas; protege solamente ojos.
- **Gafas contra polvo:** para utilizaren ambientes pulvígenos.
- **Mascarilla contra polvo:** se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.
- **Mascarilla contra pintura y presencia de biogás:** se utilizará en aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura o presencia de biogás. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.
- **Protector auditivo de cabeza:** en aquellos trabajos en que la formación de ruido sea excesiva
- **Cinturón de seguridad:** para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio.
- **Cinturón antivibratorio:** para conductores de Dumpers y toda máquina que se mueva por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.
- **Mono de trabajo:** para todo tipo de trabajo.
- **Calzado de seguridad:** para todo tipo de trabajo.
- **Cinturón de seguridad:** cuando exista riesgo de caída desde las alturas.
- **Traje impermeable:** para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones, o embolsamiento de aguas.
- **Gautes de goma:** cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- **Guantes de cuero:** para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.
- **Guantes aislantes:** se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.
- **Guantes para soldador:** para trabajos de soldaduras, lo utilizarán tanto el oficial como el ayudante.
- **Manguitos para soldador:** en especial para la soldadura por arco eléctrico y oxicorte.
- **Polainas para soldador y Mandil de cuero:** para trabajos de soldadura y oxicorte.
- **Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión, herramientas aisladas y banquetas:** para trabajos en tensión o con elementos que hayan estado o pudieran estar en tensión.

Siempre que exista homologación M.T., las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

1.12. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

1.12.1. OBRA CIVIL

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de Obra Civil:

- Movimiento de tierras, excavaciones y rellenos.
- Excavaciones de zanjas, fosos de cimentación, etc.
- Trabajos varios en hormigón.
- Trabajos con acero (ferralla).
- Trabajos de encofrado, entibación y apuntalamiento.
- Cimentaciones, muros, pilares, vigas, forjados, solados.
- Carpintería metálica y cerrajería.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Pintura y demás obras de acabado.

1.12.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Atropello, golpes y colisiones originadas por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de maquinaria.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Dermatitis debido al contacto de la piel con cemento.
- Contacto con sustancias corrosivas, salpicaduras de pintura en ojos.
- Neumoconiosis debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caídas en altura de personas en las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado, así como en el montaje de equipos e instalaciones. Caídas y descubrimiento del personal en planos inclinados de excavación. Generación de polvo, contacto con hormigón.
- Lesiones oculares.
- Explosiones e incendios.
- Desmoronamiento de tierras, hundimientos.
- Intoxicación por desprendimiento de gases de filtración.
- Inhalación de gases tóxicos en procesos de oxicorte.
- Cortes en extremidades del cuerpo o quemaduras en procesos de oxicorte.
- Pinchazos, frecuentemente en los pies, en la fase de desencofrado.
- Incrustaciones de virutas en proceso con sierra circular.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Trabajos sobre pavimentos deslizantes, húmedos o mojados.
- Desprendimientos por mal apilado de elementos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, tenazas, destornilladores, clavos, etc.)
- Rotura de soportes de andamios, deslizamiento de escaleras inadecuadas.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Caída de tableros o piezas de madera al encofrar y desencofrar.
- Accidentes por eventual rotura de los hierros en el encofrado de los mismos.
- Caídas desde altura.
- Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.
- Electrocuciiones.

1.12.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

1.12.2.1. EXCAVACIONES Y RELLENOS


- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor.
- Las paredes de excavaciones se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Los pozos de cimentación así como de arquetas, zanjas, etc. estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- La estancia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales, estará prohibida.
- La limpieza normal del fondo de los fosos y las excavaciones manuales a más de 3 m de profundidad se realizarán por dos personas, situándose una de ellas fuera del pozo para auxiliar a la otra si fuera necesario.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de espesor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la zanja, y estarán amarrados firmemente al borde superior.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la Dirección Facultativa. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido, por la Dirección facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- Es obligatoria la entibación en zanjas con profundidad superior a 1,50 m cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.
- La desentibación a veces conlleva un peligro mayor que el entibado. Se realizará en operaciones inversas a las que se haya procedido en la entibación, siendo realizados y vigilados los trabajos por personal competente.
- Todas las excavaciones con más de 2 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar riesgo de caída en ellas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Formación y conservación de un murete, en borde de rampa, para tope de vehículos.

1.12.2.2. OTROS TRABAJOS O.C. (HORMIGÓN, FERRALLA, ENCOFRADO, ETC.)

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída a otro nivel.
- Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuñamiento de puntales, etc.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Cuando la grúa eleve materiales (equipos, ferrallas, ladrillos, etc.) el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo mediante barrido y apilado. Además se limpiará convenientemente la madera.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe de ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de las personas bajo cargas suspendidas.
- Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar encima de éstas. De idéntica manera se marcarán pasos sobre forjados antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- La maniobra de ubicación "in situ" de las armaduras de pilares y vigas suspendidas, se ejecutarán por un mínimo de tres operarios, dos guiando con sogas, en dos direcciones, el pilar o viga suspendida, mientras un tercero procede manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo acceso a él la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los montadores.
- Se establecerá un entablado perimétrico en tomo a la dobladora mecánica de ferralla, para evitar las caídas por resbalón o los contactos con la energía eléctrica.
- La carcasa de la dobladora estará conectada a tierra.
- Las borriquetas para armado serán autoestables, para garantizar que no caiga la labor en fase de montaje sobre los pies de los montadores.

1.12.2.3. *HORMIGONADO PARA VERTIDO DIRECTO (CANALETA)*

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta el cimiento, se colocarán escaleras reglamentarias.

1.12.2.4. *HORMIGONADO DE CUBOS*

- No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo.
- Se prohíbe rigurosamente a persona alguna permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
- Se obligará a los operarios en contacto con los cubos al uso de los guantes protectores.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrados a las personas.

1.12.2.5. *HORMIGONADO DE PILARES Y VIGAS*

- Mientras se está realizando el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos estarán protegidos con interruptor automático y toma a tierra a través del cuadro general.
- Cuando se esté hormigonando con cubos, se prohíbe que la capacidad del cubo sea superior a la máxima carga admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo admitido por la grúa.
- El vertido del hormigón y el vibrado se realizará desde torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios contruidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para el hormigonado serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a otro nivel inferior, éste se acordonará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos fuese sobre la zona de trabajo, ésta se protegerá con red resistente, o similar.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte resbaladizo.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.12.2.6. FORJADOS

- No se permite circular ni estacionarse bajo las cargas suspendidas o transportadas mediante la grúa. Se acotará la zona batida por cargas, en evitación de accidentes.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a otro nivel inferior, se acotará la zona para impedir el paso.
- Se asegurará la estabilidad de los elementos provisionales mediante cuerdas, puntales o dispositivos necesarios, para hacerlos seguros (encofrados, plataformas, etc.)
- El izado de elementos de tamaño reducido se hará en bandejas o jaulones que tengan los laterales fijos o abatibles. Las piezas estarán correctamente apiladas, no sobresaldrán por los laterales y estarán amarradas en evitación de derrames de la carga por movimientos indeseables.
- Las zonas de trabajo dispondrán de accesos fáciles y seguros, (escaleras reglamentarias) y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para evitar que el piso esté o resulte resbaladizo.
- Los huecos pequeños se tapanán con trozos de tablón que estén bien unidos entre sí y sujetos al suelo para evitar su deslizamiento.
- No se deberá permitir el tránsito por una planta en tanto no finalice el fraguado del hormigón. Si ello fuere necesario se tenderán tablonces transversales a las viguetas o nervios, según los tipos.
- El almacenamiento de los materiales en las plantas se realizará de forma que no se cargue en los centros de los forjados, y lo más alejados posible de los bordes y huecos.
- Durante el hormigonado se evitará la acumulación puntual de hormigón que puede poner en peligro la estabilidad del forjado en construcción. El vertido siempre se hará uniformemente repartido.
- En esta fase de la obra serán extremadas las medidas de orden y limpieza.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.12.2.7. PINTURA

- Se evitará en lo posible el contacto directo de todo tipo de pinturas con la piel.
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cemento y otros se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y formación de nubes de polvo.
- Cuando se trabaje con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, estará prohibido fumar, comer y beber mientras se manipulen. Las actividades que se han prohibido se realizarán en otro lugar aparte y previo lavado de manos.
- Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación se alejarán del trabajo las fuentes radiantes de calor, tales como trabajos de soldadura oxicorte u otras, teniendo previsto en las cercanías del tajo, un extintor adecuado de polvo químico seco.
- El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables deberán hacerse en recipientes cerrados alejados de fuentes de calor; en particular, cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos para evitar el riesgo de inflamación. El local estará perfectamente ventilado y provisto de extintores adecuados.
- El almacén de pinturas, si tuviese riesgo de ser inflamable, se señalará mediante una señal de “peligro de incendio” y un cartel con la leyenda “prohibido fumar”.
- El almacén de pintura estará protegido contra incendios mediante un extintor polivalente de polvo químico seco, ubicado junto a la puerta de acceso.

1.12.2.8. OTRAS PROTECCIONES


- Todas las máquinas accionadas eléctricamente, tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se paralizarán los trabajos de montaje, recogiendo todas las herramientas y elementos sueltos, cuando se trabaje en alturas y haya un viento superior a 50 km/h.
- Las escaleras estarán provistas de algún mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- En el Plan de Seguridad a presentar por el Contratista se especificarán las zonas de almacenamiento de las botellas que contengan los distintos gases combustibles.
- Los soldadores serán profesionales cualificados; a cada uno de ellos se le proporcionarán las reglas de seguridad para trabajos de corte y soldadura, comprobando la Dirección Facultativa su perfecto conocimiento y exigiendo su cumplimiento.

1.12.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco de seguridad homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua, guantes y botas con suela reforzada anti-clavo.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- Gafas protectoras, en trabajos de corte de chapa o elementos de maquinaria o estructurales.
- Gafas antipolvo, gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero para trabajos con ferralla y acero.
- Mascarilla antipolvo de filtro mecánico recambiable.
- Mandil y manoplas de cuero para ferrallistas.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- El operario que trabaje en perforaciones en roca estará provisto de cascos auriculares y de cinturón de seguridad para trabajos de altura.

1.13. MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de montaje de equipos y su instalación.

1.13.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Superposición de tajos.
- Interferencias con otras empresas.
- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de estructura.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Intoxicación.

1.13.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.


- Para evitar la superposición de tajos se programarán los trabajos de manera que no coincidan en la misma vertical, y si no pudiera evitarse, se emplearán protecciones apropiadas resistentes, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical. Se señalará y vigilará en los casos en que el punto anterior no se pueda cumplir.
- Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de equipos, estructuras, etc.
- Se compactará aquella superficie del solar que deba de recibir los transportes de alto tonelaje, según se señale en los planos.
- Los equipos pesados se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Los equipos se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.
- Las maniobras de ubicación “in situ” (montaje) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán la maquinaria mediante sogas sujetas a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador además amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.
- Las botellas de gases en uso en la obra permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.
- Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- Se prohíbe trepar o bajar directamente por la estructura.
- Se prohíbe desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.
- El ascenso o descenso a/de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m la altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura en exteriores se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

1.13.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de polietileno (preferiblemente con barboquejo).
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

1.14. INSTALACIONES SANITARIAS

De acuerdo con el número de personas previsto por cada Contratista, las Instalaciones Sanitarias a montar por cada Contratista consistirán en una o dos casetas, dotadas de aseos, vestuario y local para comedor.

1.15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

1.15.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Contratista se gestionará la acometida de energía eléctrica para la obra. Se encargará de situar el cuadro general de mando y protección cumpliendo con todos los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Estará dotado de interruptor general tetrapolar de corte automático, interruptores omnipolares y protecciones contra faltas a tierras, sobrecargas y cortocircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos de 20 kA de poder de corte y diferenciales de 300 mA en cabecera y en las salidas a cuadros secundarios. En caso de existir cuadros secundarios, los interruptores diferenciales de las salidas serán bien de 30 mA, o bien regulables por debajo de 300 mA, conectados a las bobinas de disparo de los correspondientes interruptores.

Del cuadro principal saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios si existen, para alimentación a máquinas, etc. Será en estos cuadros en los que se dispongan en las salidas interruptores diferenciales de 30 mA.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Todos los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión de 1000 V. No dispondrán de zonas en las cuales el conductor quede libre a la vista y sus empalmes, de haberlos, estarán perfectamente realizados según la normativa vigente y encintados de manera que no produzcan disparos de los interruptores diferenciales de salida por fugas.

1.15.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas en altura.

1.15.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Quedará terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso, estarán protegidos adecuadamente.
- Si existen tramos aéreos, el tensado de conductores se realizará con piezas especiales sobre apoyos.
- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		


- Las lámparas para alumbrado general, caso de emplearse, y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad, estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a las zonas donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección o sean causantes de disparos en las protecciones.
- Cuando por su longitud deban efectuarse empalmes en las tiradas de cable, éstas serán resistentes a tracción mecánica. El embornado y encintado será hecho de forma que se garantice el aislamiento de los conductores y se evite todo tipo de fugas.

1.15.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.
- Guantes aislantes.
- Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

1.15.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se realizará mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Los aparatos portátiles eléctricos que sean necesarios emplear, se desconectarán de la red automáticamente si están fuera de control (pulsadores en lugar de interruptores de mando en el mismo aparato).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.16. MAQUINARIA

A continuación se refieren los riesgos más frecuentes en el uso de la maquinaria:

1.16.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

1.16.2. CAMIÓN GRÚA

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutión por defecto de puesta a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

1.16.3. RETROEXCAVADORA

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas y cosas en el movimiento de giro.

1.16.4. HORMIGONERA

La práctica totalidad del hormigón que se utilizará en obra será de elaboración en central, transportándose en camión y vertido con bomba en unos casos y cubo con grúa en otros.

- Dermatitis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- Atrapamientos por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

1.17. SOLDADURA

1.17.1. SOLDADURA ELÉCTRICA

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco, y afectan no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.

1.17.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada; para evitar accidentes por confusión de los gases, las botellas se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizando herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.
- Apilar tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición “de pie”, atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

1.18. MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER)

- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Caída de personas.
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.

1.19. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

1.20. COMPRESOR

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

1.21. MARTILLO NEUMÁTICO

Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de forma que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, para evitar lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador. Las personas encargadas del manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.

Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.

Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de martillos rompedores.

Se evitará apoyarse a horcajadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.

1.22. VIBRADOR

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

1.23. SIERRA CIRCULAR

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.
- Calzado con plantilla anticlavo.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1.24. MEDIOS AUXILIARES

Los riesgos más frecuentes son:

1.24.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.

1.24.2. 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.

1.24.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablonces como tablero horizontal.

1.24.4. ESCALERA DE MANO

- Caídas a niveles inferiores, debida 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.

1.25. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, deberán observarse las siguientes disposiciones (las “cinco reglas de oro”).


- 1) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- 2) Bloquear los aparatos de corte.
- 3) Verificarla ausencia de tensión.
- 4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- 5) Delimitar y señalar la zona de trabajo.

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga.
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el interruptor de apertura de carga o del interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (p.a.t.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de restablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de p.a.t.
- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización si es que la hay.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas para la construcción de una planta fotovoltaica, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

A la hora de analizar los aspectos que puedan intervenir en la seguridad y salud de los trabajadores y adoptar las medidas preventivas pertinentes, en cuanto a las normas legales y reglamentarias y prescripciones, no se debe tener en cuenta el presente Pliego de forma aislada, ya que su interpretación va estrechamente ligada a los restantes documentos de este Estudio de Seguridad y Salud, en especial con la Memoria. En caso de darse alguna contradicción entre los diversos documentos que componen el presente Estudio de Seguridad y Salud, siempre se tomará como preferente la opción que esté de la parte de la seguridad de los trabajadores.

2.1.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, 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.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.
- 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 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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 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 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Reglamento de aparatos elevadores, Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, derogado parcialmente por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

2.1.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

En este apartado se indican una serie de normas y condiciones técnicas a cumplir por todos los medios y equipos de protección, tanto a nivel individual como colectivo. Es muy importante tener en cuenta que la protección colectiva siempre hay que adoptarla antes que la individual, ya que los medios de protección individuales se deben emplear

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

como complemento de los medios de protección colectiva y en los casos en que ésta no se pueda aplicar.

2.1.2.1. *CONSIDERACIONES GENERALES*

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda, equipo o elemento, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda, equipo o elemento de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de toda prenda, equipo o elemento de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.

En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.

Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.

No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.

Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.

Los medios personales responderán a los principios de eficacia y bienestar permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.

Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán de acreditarla para su uso. Para su recepción y, por tanto, poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.

Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.

Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.

Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificados por la Dirección Facultativa.

Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario, serán rechazados automáticamente.

Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.

Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliario y enseres.

Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas y externas (señalización), presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.

Se rechazarán aquellos productos que tras su correspondiente ensayo no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.

Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.

Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.

Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección, comprobando su estado de conservación antes de su utilización.

2.1.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

2.1.3.1. CONDICIONES GENERALES

Los dispositivos de protección colectiva deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Se verificarán previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia, desechándose o sustituyéndose los que no ofrezcan las debidas garantías.

En la Memoria se han definido los medios de protección colectiva a emplear. El Contratista adjudicatario es el responsable de que en la obra se cumplan todos ellos.

2.1.3.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición de los elementos de protección colectiva se realizará de la siguiente forma:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Señales y carteles, por unidades (ud).
- Balizamiento y vallas, por unidades (ud) o metros lineales (ml), según el caso.
- Redes protectoras, por metros cuadrados (m²).
- Otros elementos tales como escaleras de mano, extintores, interruptores, etc. por unidades (ud).

Todo ello realmente ejecutado y realizado.

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.


2.1.4. PROTECCIONES INDIVIDUALES

2.1.4.1. CONDICIONES GENERALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a lo dispuesto en el 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, y deberá reunir los requisitos establecidos en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, así como cualquier otra disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

Esto implica que todo elemento de protección personal cumplirá con los requisitos exigidos por los EPIS correspondientes, con arreglo a las Normas de la CEE; por tanto, y de forma bien visible, llevará incorporada etiqueta que garantice el haber superado los ensayos correspondientes y en la que figurará la fecha de fabricación y la norma EN a la que dé cumplimiento.

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada anteriormente, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia. Llegada la fecha de caducidad, se llevará a cabo un acopio ordenado, que será revisado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, para que se autorice su eliminación de la obra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Los equipos de protección individual en uso que estén rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Los equipos de protección individual nunca se tomarán como sustitutivos de las protecciones colectivas, es decir, que se utilizarán cuando no sea posible el empleo de las colectivas o como complemento de las mismas.

2.1.4.2. *ACTIVIDADES Y SECTORES QUE REQUIEREN LA UTILIZACIÓN DE LOS EPI'S.*

1. Protección de la cabeza (cascos protectores): Para todo el personal que se encuentre en el recinto de la obra (incluidas las posibles visitas). Los cascos deberán cumplir la Norma Técnica Reglamentaria MT-1.
2. Protección del pie:
 - Calzado de protección y de seguridad: para todo el personal que se encuentre en la obra.
 - Botas impermeables: para maquinistas de movimientos de obras, trabajos de fabricación y manipulación de pastas y morteros, y para cualquier persona que tenga que caminar por superficies embarradas, encharcadas o inundadas.
3. Protección ocular (gafas de protección): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.
4. Protección facial (pantallas): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

5. Protección respiratoria: Para trabajos en los que se pueda dar insuficiencia de oxígeno, pintura con pistola sin ventilación suficiente, trabajos en pozos y canales de alcantarillado, voladuras, soldadura. Mascarilla para trabajos en atmósferas saturadas de polvo, o con producción de polvo.

6. Protección del oído: Para trabajos con dispositivos de aire comprimido, voladuras y en general, cuando el nivel de ruido sobrepasa los 80 decibelios. Estos equipos cumplirán la Norma Técnica Reglamentaria MT-2.

7. Protección del tronco, brazos y manos:

- a) Prendas y equipos de protección para manipulación de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes, detergentes y corrosivos.
- b) Ropa de protección antiinflamable.
- c) Guantes.
- d) Faja de protección contra sobreesfuerzos y vibraciones.

8. Ropa de protección para el mal tiempo

9. Ropa y prendas de seguridad (señalización)

10. Dispositivos de presión del cuerpo y equipos de protección anticaídas: Para trabajos en andamios, montaje de piezas prefabricadas, postes, grúas, cabinas de conductor, trabajos en pozos y canalizaciones. Los cinturones de seguridad tienen que cumplir los requisitos definidos por las Normas Técnicas Reglamentarias MT-13, MT-21 y MT-22.

11. Prendas y medios de protección de la piel: Para manipulación de revestimientos con productos o sustancias que puedan afectar a la piel o penetrar a través de ella.

2.1.4.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición de los elementos de protección individual se realizará por unidades (ud.).

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.1.5. MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo de uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

2.1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

2.1.6.1. SEÑALIZACIÓN

No se podrá dar comienzo a ninguna obra que afecte a carreteras, caminos u otras vías de circulación si no se ha obtenido el permiso correspondiente de la Autoridad Competente, y si el Contratista no ha colocado las señales informativas de peligro y de limitación previstas, en cuanto a tiempos, números y modalidad de disposición de las presentes normas.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista cuidará la perfecta conservación de las señales, vallas y conos, de tal forma que se mantengan siempre en perfecta apariencia y no parezcan que tienen carácter provisional. Toda señal, valla o cono deteriorado o sucio deberá ser reparado, lavado o sustituido.

Las señales colocadas sobre la carretera no deberán permanecer allí más tiempo del necesario, siendo retiradas inmediatamente después de finalizado el trabajo.

Al descargar material de un vehículo de obras destinado a la ejecución de obras o señalización, nunca se dejará ningún objeto depositado en la calzada abierta al tráfico aunque sólo sea momentáneamente con la intención de retirarla a continuación.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que puedan representar algún peligro para el tráfico.

2.1.6.2. OTRAS AFECCIONES.

1. Vertidos:

Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto de la Junta de Residuos de la Administración Autonómica u organismo competente equivalente, que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

2. Acopios:

No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos, en los cauces naturales de vaguadas.

3. Polvo:

Está previsto el riego sistemático de los caminos de servicio para reducir la producción de polvo. Los silos contenedores de cemento disponen de filtros que admiten su conservación.

4. Humos:

Se prohibirá quemar materiales en la obra, por lo cual solo puede producirse humo, por escapes de máquinas y vehículos.

5. Ruidos:

Se cuidará que las máquinas de la obra productoras de ruido, como pueden ser compresores, grupos electrógenos, tractores, etc., mantengan sus carcasas atenuadoras en su posición, y se evitará en todo lo posible su trabajo nocturno.

6. Basuras:

La experiencia indica que no es suficiente disponer un contenedor (tipo bidón con tape), junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra será

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

necesario colocar algunos más para aquellos tajos de larga duración y donde es frecuente encontrar personas que prefieran comer al aire libre.

2.1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene.

En función del personal se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos, iluminación y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- El comedor dispondrá de mesas, asientos, pila lavavajillas, calienta comidas, calefacción y recipiente para desperdicios.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

2.1.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

2.1.8.1. SERVICIO TÉCNICO

2.1.8.1.1. TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y Salud, en régimen compartido, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron para evitar su repetición.

Las funciones a realizar por el Técnico de Seguridad son:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Seguir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Informar puntualmente del sistema de prevención desarrollado al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Controlar y dirigir, siguiendo las instrucciones del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigir y coordinar la Cuadrilla de Seguridad y Salud.
- Controlar las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el Plan de Seguridad y Salud aprobado y entregar a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizar las mediciones de las certificaciones de Seguridad y Salud, para la Jefatura de Obra.

2.1.8.1.2. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, a quien se asignarán las funciones recogidas en el artículo 9º de la O.G.S.H.T. y de entre las cuales se extractan las siguientes:

1. Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la Seguridad.
2. Comunicar por conducto jerárquico las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquiera de los puestos de trabajo, proponiendo las medidas que a su juicio deban adoptarse.
3. Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas, etc., y procesos laborales en la empresa, comunicando al Jefe de Obra la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

4. Prestar los primeros auxilios a los accidentados y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pudiera requerir.
5. Por cada "Empresa Subcontratada" con más de cinco trabajadores, se designará asimismo un Vigilante de Seguridad, que será el representante-vocal en el Comité de Seguridad y Salud de la obra.

2.1.8.1.3. CUADRILLA DE SEGURIDAD Y SALUD

Estará formada por un oficial y dos peones. El Contratista adjudicatario queda obligado a la formación de estas personas en las normas de Seguridad que se incluyen dentro del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, para garantizar, dentro de lo posible, que realicen su trabajo sin accidentes.

2.1.8.1.4. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD


Conforme se dispone en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá el Comité de Seguridad y Salud, como órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. La composición y funciones de este comité se comentan en dicha Ley.

En cualquier caso será preciso que el Contratista cuente con un Técnico de Seguridad, cuyo nombre quedará inscrito en el libro de Dirección de Obra. Dicho Técnico de Seguridad tomará las medidas didácticas oportunas para que el personal conozca las normas de seguridad y prevención mínimas.

2.1.9. SERVICIOS MÉDICOS

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado, para el reconocimiento médico de entrada, asistencia a los accidentados y en todos aquellos casos que sea necesario.

La empresa constructora instalará en una caseta de obra un botiquín que se revisará semanalmente y del cual se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo de cada botiquín será:

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de Yodo.
- Mercurocromo o cristalmina.
- Amoniaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo antialérgico.
- Antiespasmódicos y tónicos cardiacos de urgencia.
- Torniquetes antihemorrágicos.
- Bolsas de goma para agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Agujas para inyectables desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Camillas.

2.1.10. ACTIVIDADES FORMATIVAS

Todo el personal que trabaje en la obra recibirá antes del inicio del trabajo la información referente a los riesgos que entraña su puesto de trabajo, información que se recogerá de la parte del Plan de Seguridad y Salud (que se elabore a partir del presente Estudio) que le atañe, y de la entrega de ésta firmará el correspondiente “recibí”, del cual se facilitará copia al Coordinador.

Asimismo se realizarán cursos de formación al personal impartidos por personal acreditado. Se entregará la certificación correspondiente al Coordinador de las asistencias a estos cursos.

También recibirán normas específicas de su trabajo y normas de primeros auxilios, además de la información referida a los teléfonos de urgencias y demás de interés.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Al inicio de cada tajo se entregará al responsable del mismo la parte correspondiente del Plan de Seguridad y Salud que se elabore a partir del presente Estudio.

Todo personal subcontratado o trabajador autónomo deberá acreditar documentalmente la realización de esta formación básica en el momento de su incorporación a la obra.

Se colocarán en la obra carteles de propaganda referentes a seguridad en el trabajo.

2.1.11. NORMAS REFERENTES AL PERSONAL EN OBRA

Como directrices generales de seguridad y salud en la preparación de cualquier actividad:

- Planificar las actividades para no tener que improvisar.
- Planificar la organización de los tajos de manera que se minimicen las situaciones de riesgo.
- Todo el personal debe conocer el Plan de Seguridad y Salud.
- Preparar con antelación la herramienta adecuada para la realización de la obra y comprobar que está en correctas condiciones de uso.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Comprobar que se dispone de los equipos de protección individual necesarios para las actividades que se tendrán que desarrollar, y que se encuentran en correcto estado.
- Informarse sobre las posibles medidas de emergencia a adoptar, si se diera el caso.

Como directrices generales de seguridad y salud durante las actividades:

- Velar, según sus posibilidades, mediante el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud que se elabore, por su propia seguridad y salud, y por las de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional a causa de sus actos y omisiones.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

- Cooperar con la propiedad (o en quien ésta pueda delegar) y con la empresa Contratista para que pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección necesarios y solicitarlos si no se tienen.
- Comunicar al jefe de trabajo si uno no se siente capacitado para la actividad que le han encomendado. No manejar máquinas para las que no se está autorizado.
- Estar atento continuamente a los riesgos de la actividad que se realiza y del entorno.
- Evitar riesgos. No llevar a cabo acciones temerarias.
- Comunicar los riesgos que se prevean.
- No tomar fármacos u otras sustancias que produzcan estados alterados de consciencia (somnolencia, euforia, etc...).
- Preguntar hasta que se hayan aclarado todas las dudas.
- Detener la actividad si hay riesgo grave e inminente y avisar al encargado.
- De producirse accidente, poner en marcha las medidas de emergencia y aplicar los primeros auxilios.

En cada equipo o grupo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las presentes normas y en general del contenido del Plan de Seguridad y Salud que les afecte. El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras. No se autoriza el alejamiento del encargado o capataz, el cual deberá hallarse en todo momento con el grupo de trabajo, a disposición del Coordinador, Policía de Tráfico o Guardia Civil, y de los empleados de la Dirección de Obra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.1.12. TRATAMIENTO DE LOS ACCIDENTES

2.1.12.1. ESTADÍSTICAS DE LOS ACCIDENTES

Con la finalidad de efectuar el análisis comparativo y determinar la evolución de los posibles accidentes laborales, se definen, previamente, los siguientes conceptos, de acuerdo con las normas oficiales vigentes; estos parámetros deberán ser cuantificados a lo largo de la obra:

Índice de Incidencia (I.I.): es el número anual de siniestros con baja que se producen en el colectivo estudiado por cada cien trabajadores del mismo, es decir:

$$I.I. = \frac{\text{Número de siniestros con baja}}{\text{Número de trabajadores}} \times 10^2$$

Índice de Frecuencias (I.F.): es el número de accidentes anuales con baja por millón de horas trabajadas en el colectivo, o sea:

$$I.F. = \frac{\text{Número de accidentes con baja}}{\text{Número de horas trabajadas}} \times 10^6$$

Índice de Gravedad (I.G.): es el número anual de jornadas perdidas por accidente por cada mil horas trabajadas en el sector, por tanto:

$$I.G. = \frac{\text{Número de jornadas perdidas} + \text{Baremo}}{\text{Número de horas trabajadas}} \times 10^3$$

La Duración Media de Incapacidad (D.M.I.) es el número de jornadas perdidas anualmente por accidentes con baja dividido por el número de accidentes con baja, es decir:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

$$D.M.I. = \frac{N^{\circ} \text{ de jornadas perdidas por accidente}}{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}$$

2.1.13. ACCIONES A SEGUIR ANTE CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control. Por esto, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado e intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su "Plan de Seguridad y Salud" los siguientes principios de socorro:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre que pueden existir lesiones graves. En consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra.
3. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia;
4. El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "Plan de Seguridad y Salud" que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
5. El Contratista adjudicatario queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.
6. El Contratista adjudicatario queda obligado a incluir en su Plan de Seguridad y Salud, un itinerario recomendado para evacuar accidentados, con el fin de

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

evitar errores en situaciones límite que agraven las posibles lesiones del accidentado.

2.1.14. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Contratista adjudicatario queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen más adelante, y que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia. Además el Contratista adjudicatario incluirá, en su Plan de Seguridad y Salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales:

Accidentes de tipo leve y grave:

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral

Accidentes mortales:

- Al juzgado de guardia.
- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral.

2.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias y proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas, se recogen en el Artículo 11 del Real Decreto 1627/1997.

Los derechos de los trabajadores vienen reflejados en los Arts. 15 y 16, en el Capítulo III de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales y su modificación por la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Las

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

obligaciones de los trabajadores autónomos se recogen también en el Artículo 12 del Real Decreto 1627/1997. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Las funciones que el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar se establecen en el Artículo 9 del Real Decreto 1627/1997, de entre las que cabe destacar:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.


La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.2.1. LIBRO DE INCIDENCIAS

Lo suministrará a la obra la Propiedad o el Colegio Oficial que vise el Estudio de Seguridad y Salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1627/1997.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, Encargado de Seguridad, Comité de Seguridad y Salud, Inspección de Trabajo, Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas y contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Una vez efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra está obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. De la misma forma, se deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.2.2. SEGUROS

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de Responsabilidad Civil Profesional; asimismo el Contratista debe disponer de cobertura de Responsabilidad Civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el resto inherente a su actividad como Constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar Responsabilidad Civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta Responsabilidad Civil debe quedar ampliada al campo de la Responsabilidad Civil Patronal.

2.2.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella; la contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente pliego de condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y, además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección facultativa de la obra. Este informe se

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

pasará a la Dirección Facultativa, como muy tarde, dentro del siguiente día del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección Facultativa.

La contrata enviará a la Dirección facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, con los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.


Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo; todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
Septiembre 2022		
Rev.: 00		

3. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE

3.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
1.01	40	Ud.	Casco de seguridad homologado	6,01 €	240,40 €
1.02	40	Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	4,51 €	180,40 €
1.03	40	Ud.	Mascarilla antipolvo	8,41 €	336,40 €
1.04	100	Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	1,95 €	195,00 €
1.05	40	Ud.	Protector auditivo	10,22 €	408,80 €
1.06	5	Ud.	Cinturón antivibratorio	39,14 €	195,70 €
1.07	10	Ud.	Cinturón de banda ancha de cuero	18,03 €	180,30 €
1.08	40	Ud.	Cinturón con bolsa portaherramientas	9,02 €	360,80 €
1.09	40	Ud.	Mono o buzo de trabajo	15,03 €	601,20 €
1.10	40	Ud.	Impermeable	12,02 €	480,80 €
1.11	40	Ud.	Guantes dieléctricos	21,04 €	841,60 €
1.12	90	Ud.	Guantes de goma finos	1,50 €	135,00 €
1.13	40	Ud.	Guantes de cuero	2,10 €	84,00 €
1.14	40	Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	12,02 €	480,80 €
1.15	40	Ud.	Botas de seguridad de lona	16,83 €	673,20 €
1.16	40	Ud.	Botas de seguridad de cuero	19,23 €	769,20 €
1.17	40	Ud.	Botas dieléctricas	24,04 €	961,60 €
1.18	40	Ud.	Chaleco reflectante	15,03 €	601,20 €
1.19	40	Ud.	Muñequera	2,40 €	96,00 €
1.20	5	Ud.	Casco para AT homologado	2,35 €	11,75 €
1.21	2	Ud.	Pértiga para AT	71,92 €	143,84 €
1.22	2	Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	86,35 €	172,70 €
1.23	2	Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	112,50 €	225,00 €
1.24	2	Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	61,48 €	122,96 €
1.25	2	Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	5,25 €	10,50 €
1.26	2	Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	14,93 €	29,86 €
1.27	2	Ud.	Dispositivo anticaída	80,33 €	160,66 €
1.28	10	Ud.	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza	3,61 €	36,10 €
1.29	10	Ud.	Pantalla facial de seguridad contra arco eléctrico, con fijación en casco	3,61 €	36,10 €
1.30	10	Ud.	Pantalla facial contra riesgo de proyecciones o salpicaduras	2,70 €	27,00 €
1.31	10	Ud.	Mandil de cuero para soldador	4,51 €	45,10 €
1.32	10	Ud.	Par de polainas para soldador	3,01 €	30,10 €
TOTAL CAPÍTULO					8.874,07 €

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
Septiembre 2022		20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
2.01	10	Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	24,15 €	241,50 €
2.02	5000	M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	0,45 €	2.250,00 €
2.03	6500	M	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	0,06 €	390,00 €
2.04	100	Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	10,22 €	1.022,00 €
2.05	40	Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	0,90 €	36,00 €
2.06	1500	H	Camión de riego, incluido el conductor	15,72 €	23.580,00 €
2.07	1500	H	Mano de obra de señalización	6,51 €	9.765,00 €
2.08	40	H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	12,02 €	480,80 €
2.09	3	Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	360,00 €	1.080,00 €
2.10	5	Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	62,65 €	313,25 €
2.11	2	Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	332,65 €	665,30 €
2.12	3	Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	34,22 €	102,66 €
2.13	3	Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	21,21 €	63,63 €
2.14	3	Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	25,33 €	75,99 €
2.15	42	Ud.	Tapa provisional para pozos, arquetas mediante tabloncillos de madera	24,04 €	1.009,68 €
2.16	20	Ud.	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado	169,47 €	3.389,40 €
2.17	20	Ud.	Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular	72,21 €	1.444,20 €
2.18	10	Ud.	Señal de seguridad manual a dos caras: Stop/Dirección obligatoria, tipo paleta	18,93 €	189,30 €
2.19	3000	Ud.	Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,26 m de altura, incluido colocación y desmontaje	0,63 €	1.890,00 €
2.20	100	Ud.	Pasarela para paso sobre zanjas	10,82 €	1.082,00 €
2.21	15	Ud.	Conos y balizas luminosas para señalización de desvíos y cortes provisionales de tráfico en caminos de accesos a la obra y caminos propios de la obra	23,44 €	351,60 €
TOTAL CAPÍTULO					49.422,31 €

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
Septiembre 2022		
Rev.: 00		

3.3. PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
3.01	4	Ud.	Botiquín de urgencia para obra instalado	72,12 €	288,48 €
3.02	20	Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	25,39 €	507,80 €
3.03	40	Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	43,15 €	1.726,00 €
TOTAL CAPÍTULO					2.522,28 €

3.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
4.01	12	Ud.	Mes de alquiler de caseta de servicios higiénicos con fosa séptica y limpieza periódica	138,23 €	1.658,76 €
4.02	12	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	120,20 €	1.442,40 €
4.03	12	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	120,20 €	1.442,40 €
4.04	12	Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para uso de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	120,20 €	1.442,40 €
4.04	8	Ud.	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra	25,34 €	202,72 €
4.05	2	Ud.	Acometida provisional de saneamiento a caseta de obra	35,48 €	70,96 €
4.06	4	Ud.	Acometida provisional de fontanería a caseta de obra	30,21 €	120,84 €
4.07	2	Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	39,55 €	79,10 €
4.08	2	Ud.	Depósito de basuras de 800l	5,55 €	11,10 €
4.09	2	Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	25,39 €	50,78 €
4.10	120	H	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	21,15 €	2.538,00 €
4.11	25	Ud.	Taquilla metálica individual con llave	18,03 €	450,75 €
4.12	p.a.	Ud.	Transporte de caseta prefabricada a obra, hasta una distancia de 100 Km. Incluso descarga y posterior recogida	801,01 €	801,01 €
4.13	8	Ud.	Espejo para vestuarios y aseos, colocado	12,02 €	96,16 €
4.14	40	Ud.	Percha para aseos o duchas en aseos en obra	1,80 €	72,00 €
4.15	4	Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	18,68 €	74,72 €
4.16	2	Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad para diez personas, colocada	20,19 €	40,38 €
TOTAL CAPÍTULO					10.594,48 €

3.5. FORMACIÓN Y REUNIONES

CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
5.01	50	H	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por encargo	10,96 €	548,00 €
5.02	4	H	Comité de seguridad	23,39 €	93,56 €
5.03	50	H	Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra	10,97 €	548,50 €
TOTAL CAPÍTULO					1.190,06 €

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

3.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

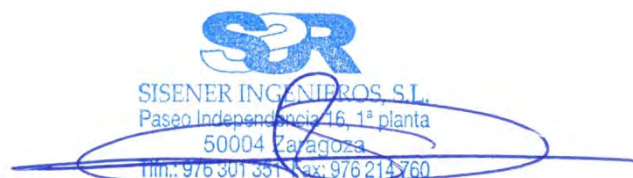
Protecciones Individuales	8.874,07 euros
Protecciones Colectivas.....	49.422,31 euros
Prevención y primeros auxilios	2.522,28 euros
Instalaciones de higiene y bienestar	10.594,48 euros
Formación y reuniones	1.190,06 euros
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	72.603,20 euros

Asciende el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto a:

“SETENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS TRES EUROS CON VEINTE CENTIMOS”.

Zaragoza, Septiembre de 2.022

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITAR

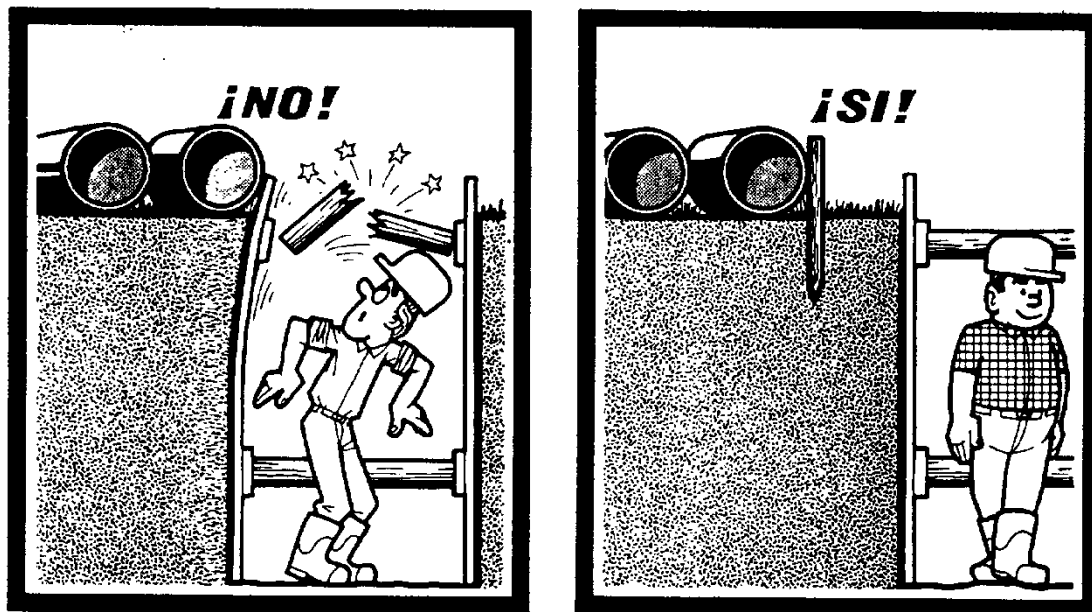
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

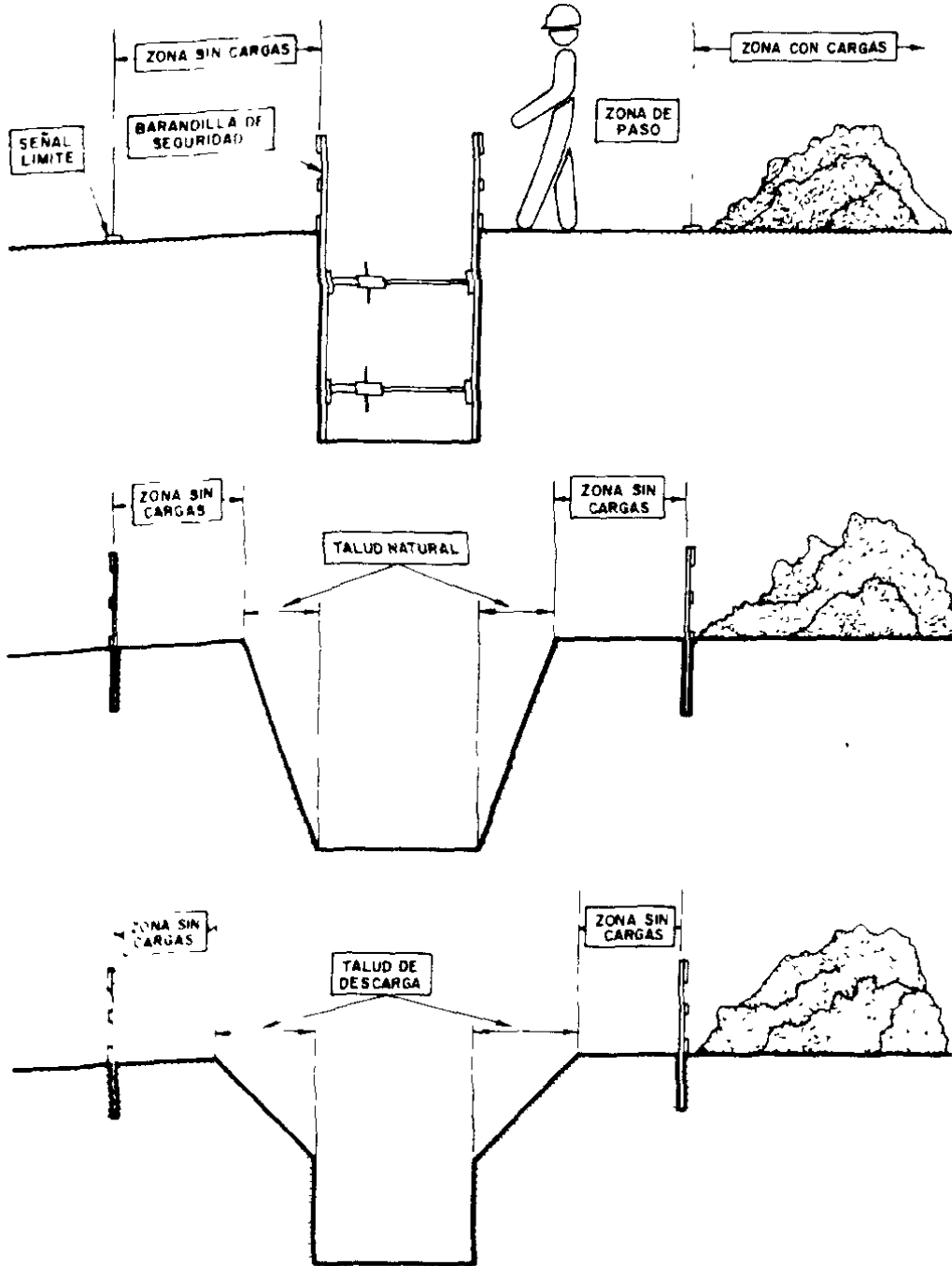
4. PLANOS

Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

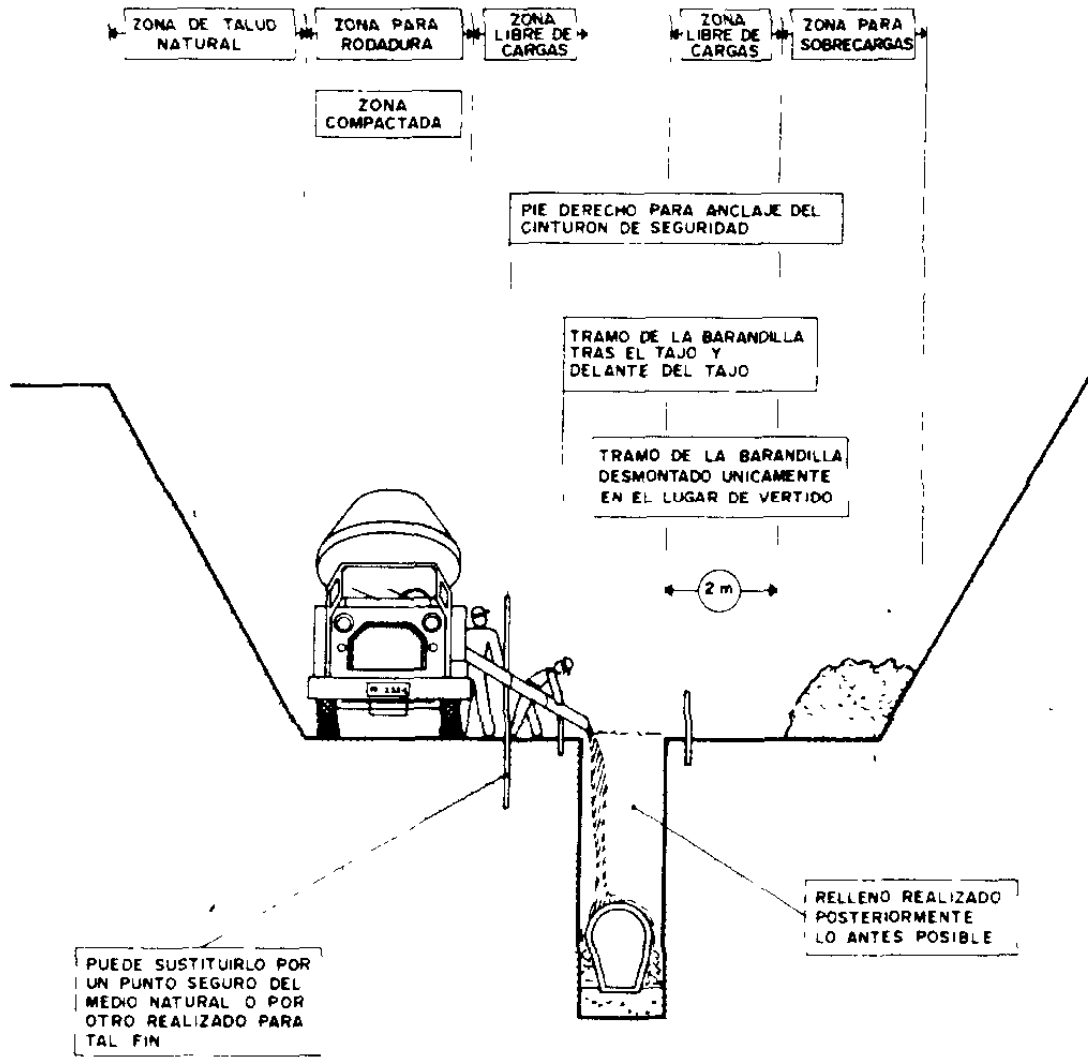
EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



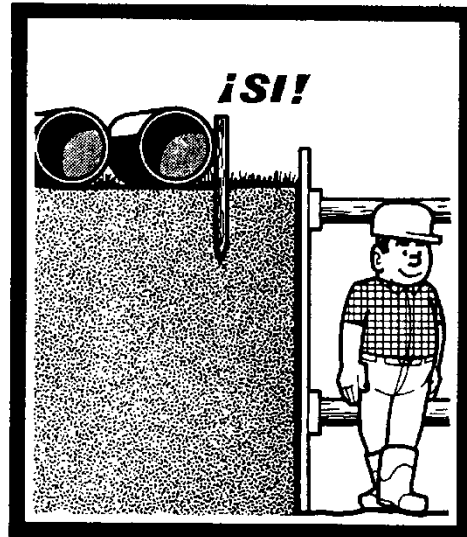
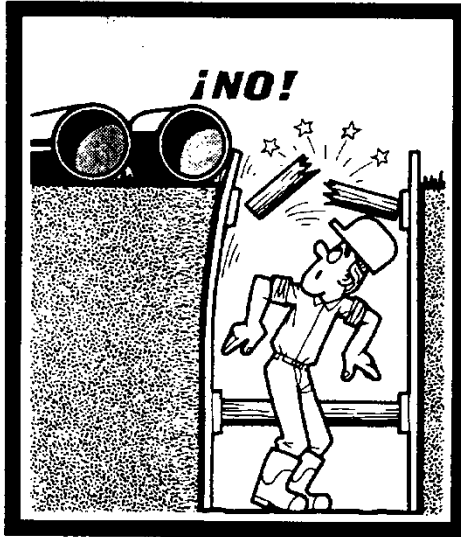
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		



	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

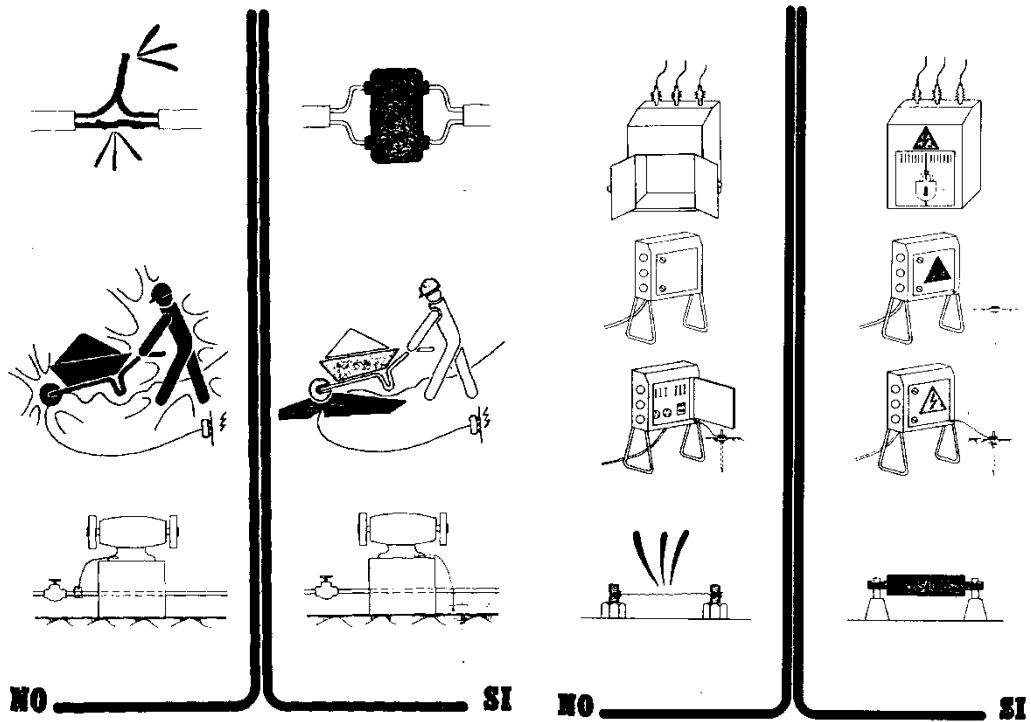
Las zanjas deben entibarse.



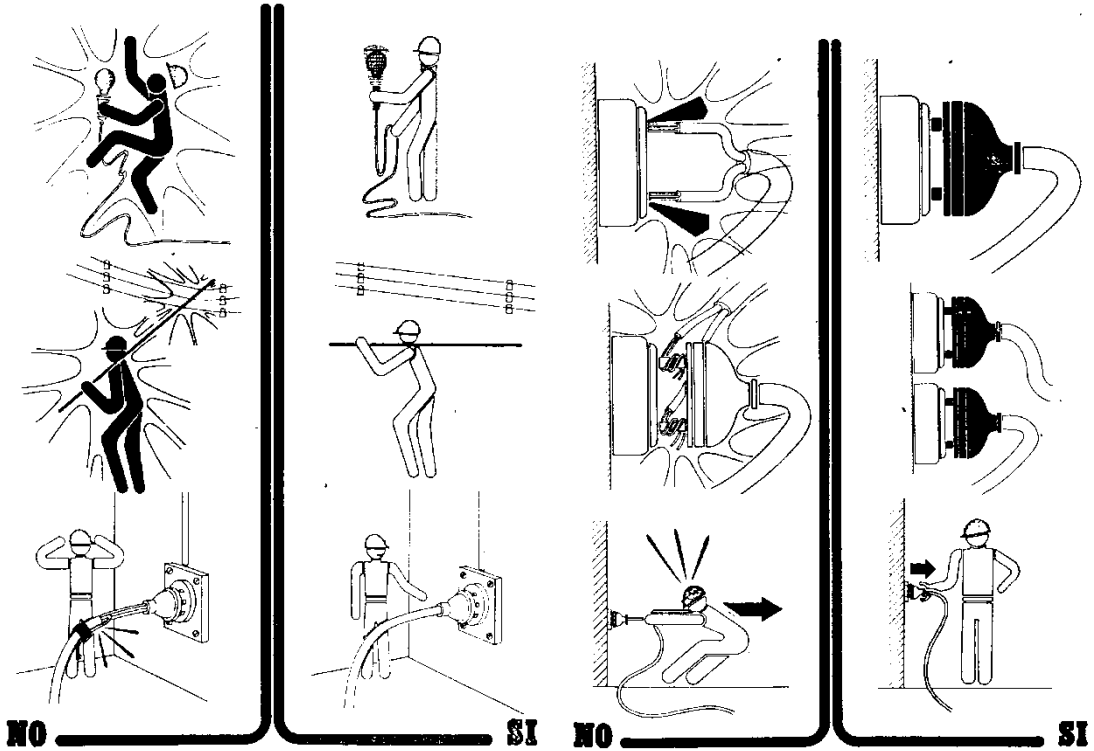
Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

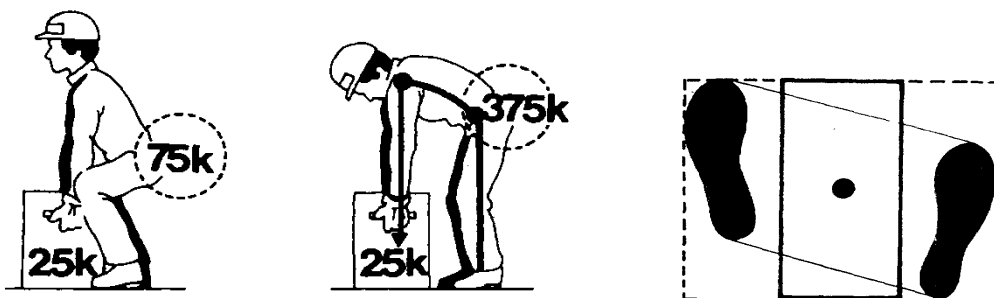
INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA




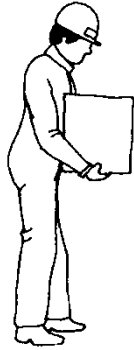
	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		



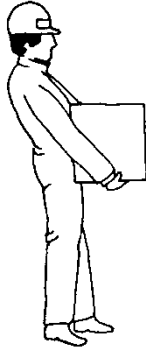
MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS



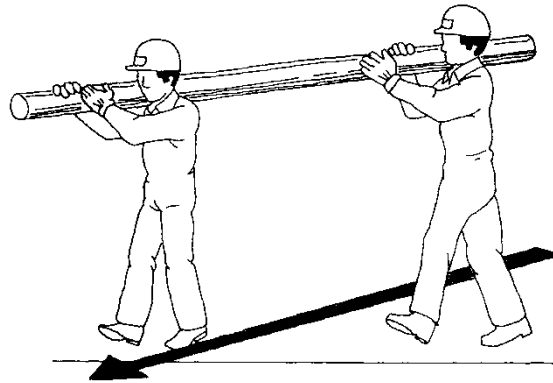
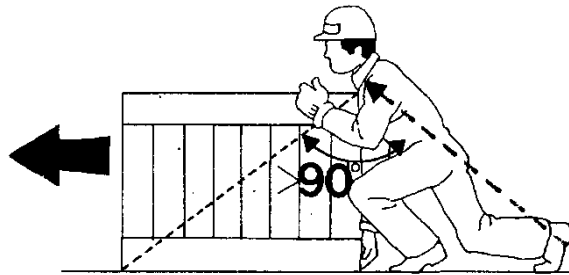
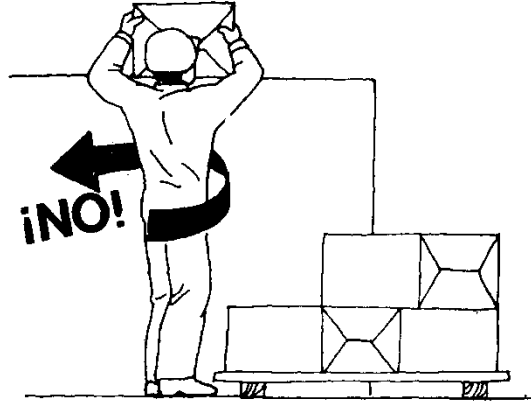
	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		




¡NO!

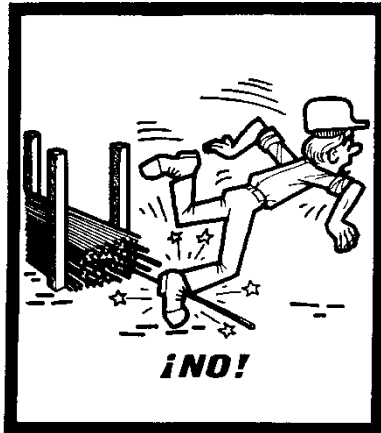


¡Si!

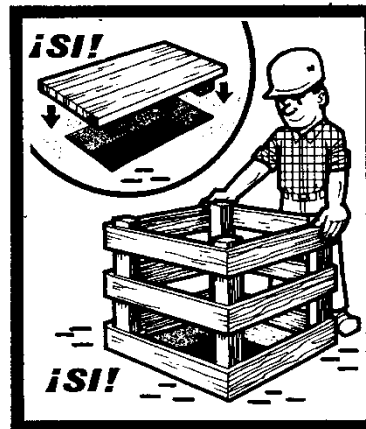
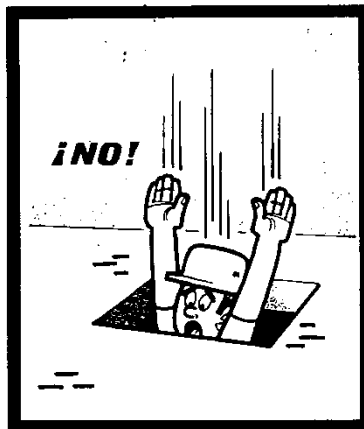


	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

ORDEN Y LIMPIEZA



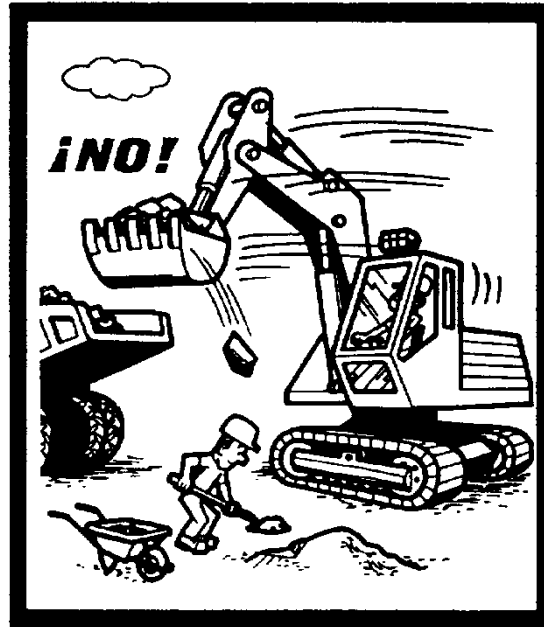
Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



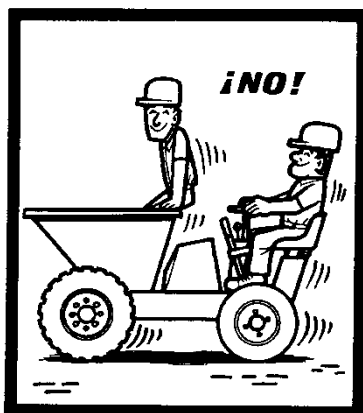
Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

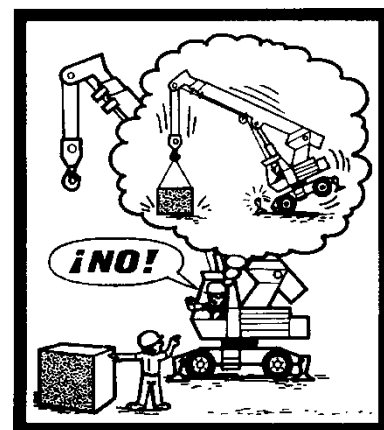
MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



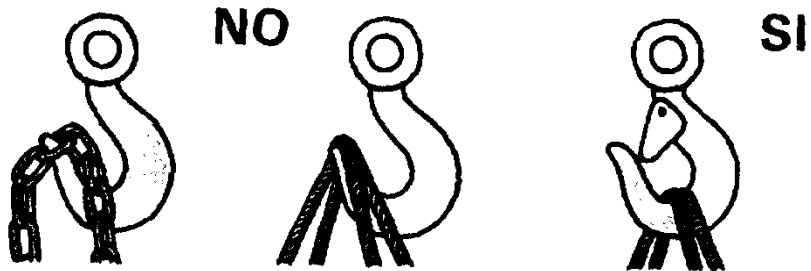
No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

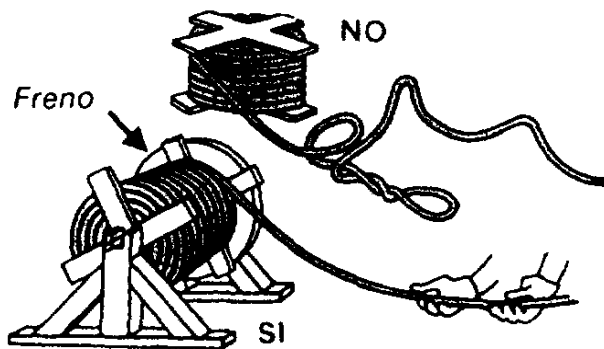
ELEMENTOS DE IZADO

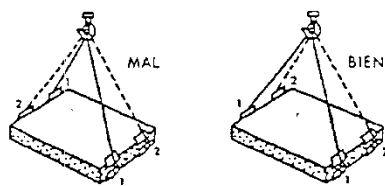
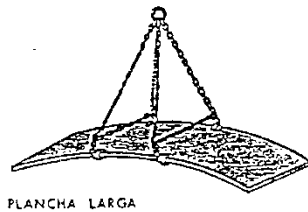
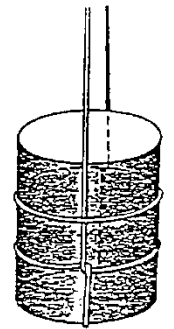
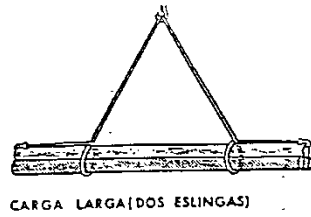
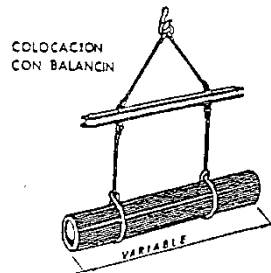
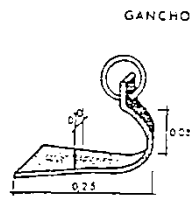
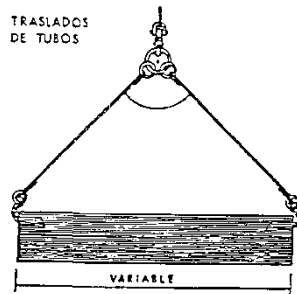
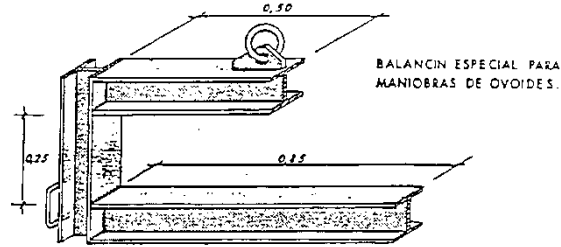


Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad



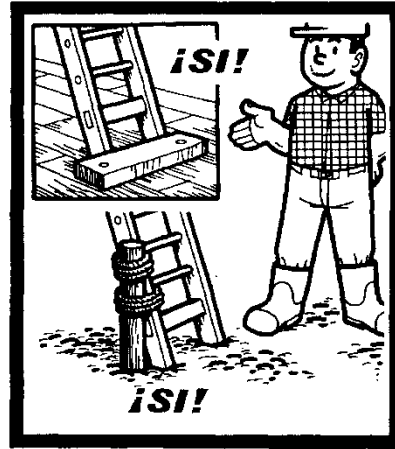
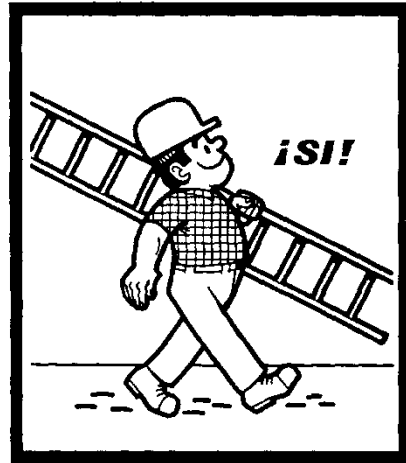
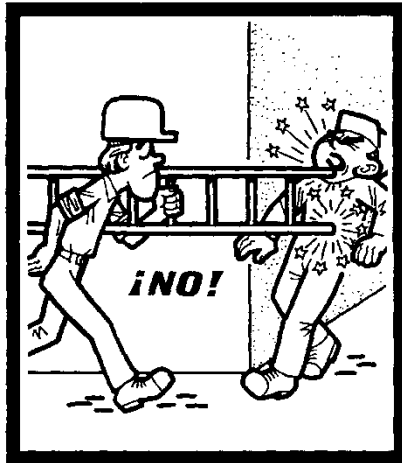


CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

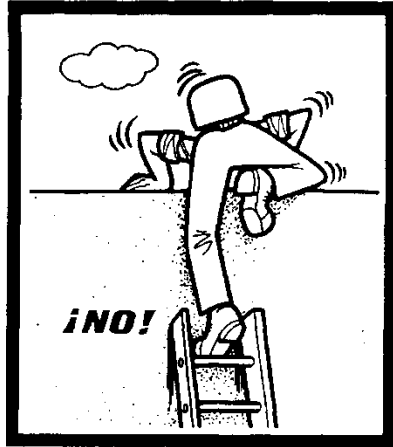
ESCALERAS



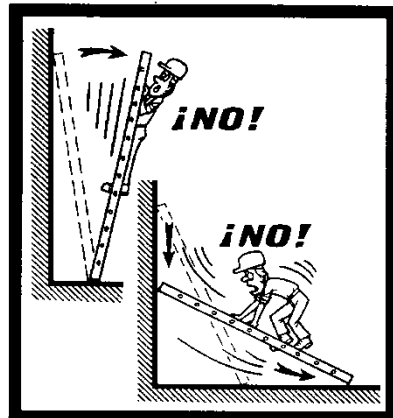
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

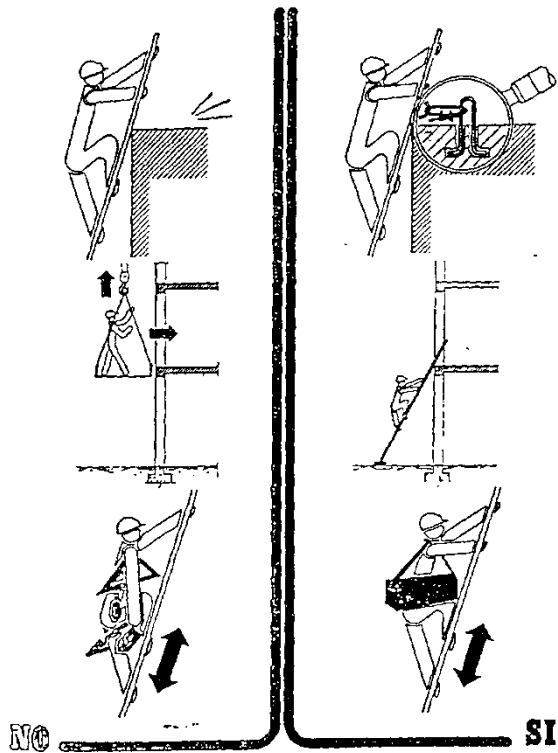
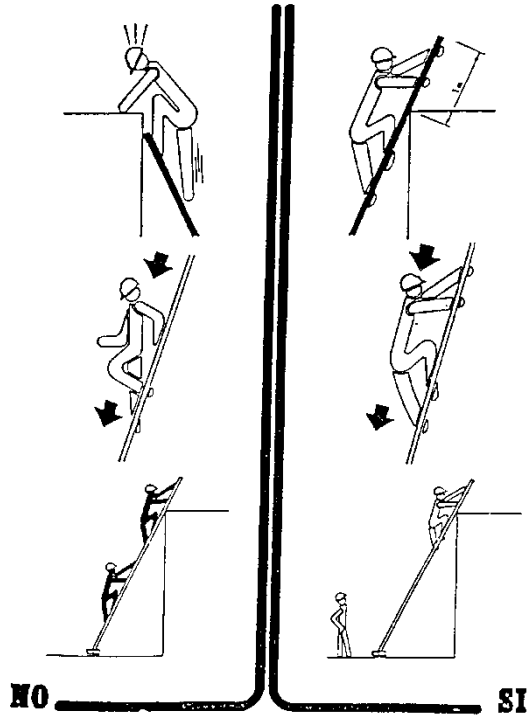
Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.




Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.

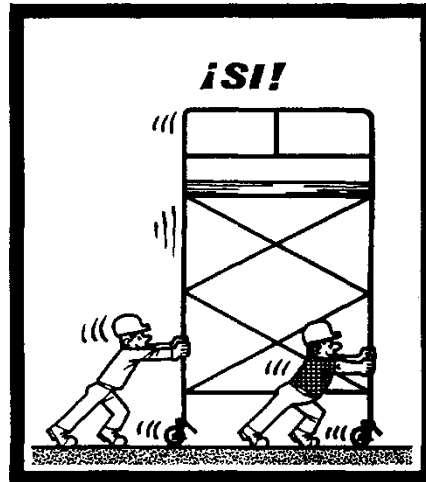
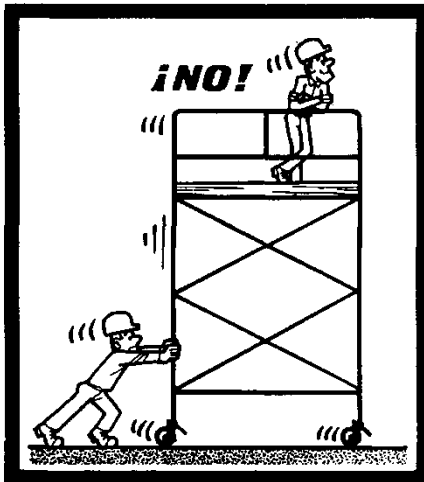


	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		



	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>20227708_D005_ESS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

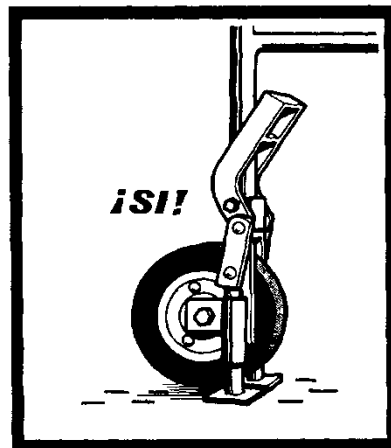
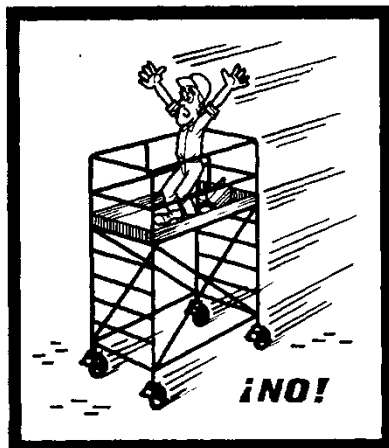
ANDAMIOS



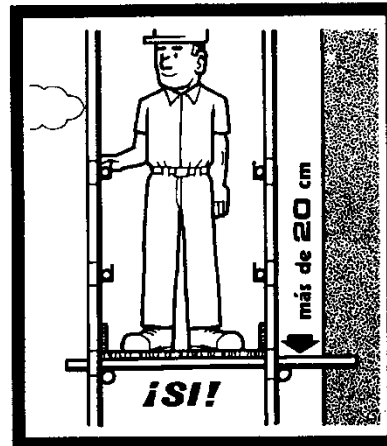
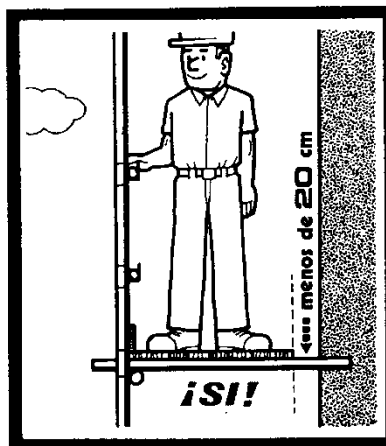
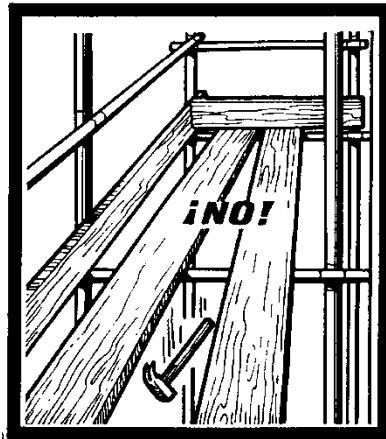
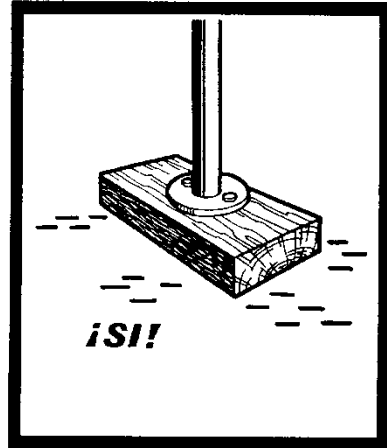
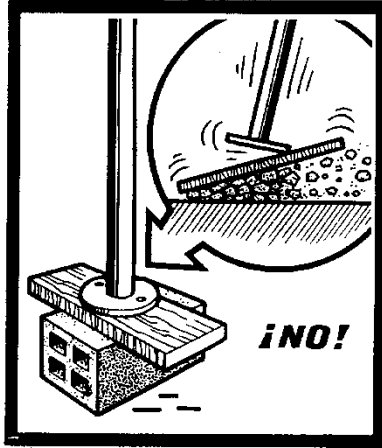
Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

6.-ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
<p>Septiembre 2022</p>	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	<p style="text-align: right; font-size: small;"> 20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx </p>
<p>Rev.: 00</p>		

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	ALCANCE.....	3
3.	NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS	4
4.	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	6
5.	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.....	13
6.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	14
7.	VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS	15
8.	CONCLUSIONES	16

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

1. OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

2. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p style="font-size: small;"> 20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx </p>
<p>Rev.: 00</p>		

3. **NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS**

Para la realización del presente estudio de gestión de residuos se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en BOE número 38, de 13 de febrero de 2008.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en BOE número 86, de 11 de abril de 2006.
- 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, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192, de 30 de julio de 1988.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, publicado en BOE número 297 de 12 de diciembre de 2015.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, publicada en BOE número 181 de 29 de julio de 2011.
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado, publicado en BOE número 83 de 7 de abril de 2015.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	
Septiembre 2022		
Rev.: 00		

4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Se analizan a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Se muestran los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos, según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones, con su codificación correspondiente; se listan sólo los capítulos de la lista relacionados con residuos procedentes de construcción y demolición. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

01	RESIDUOS DE LA PROSPECCIÓN, EXTRACCIÓN DE MINAS Y CANTERAS Y TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MINERALES.	
01 01	Residuos de la extracción de minerales.	
01 01 01	Residuos de la extracción de minerales metálicos.	
01 01 02	Residuos de la extracción de minerales no metálicos.	
01 03	Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 04*	Estériles que generan ácido procedentes de la transformación de sulfuros.	
01 03 05*	Otros estériles que contienen sustancias peligrosas.	
01 03 06	Estériles distintos de los mencionados en los códigos 01 03 04 y 01 03 05.	
01 03 07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 08	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 09	Lodos rojos de la producción de alúmina distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
01 04	Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 07*	Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	X
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 11	Residuos de la transformación de potasa y sal gema distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 12	Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales distintos de los mencionados en el código 01 04 07 y 01 04 11.	
01 04 13	Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
	01 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.	

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

01 05	Lodos y otros residuos de perforaciones.	
01 05 04	Lodos y residuos de perforaciones que contienen agua dulce.	
01 05 05*	Lodos y residuos de perforaciones que contienen hidrocarburos.	
01 05 06*	Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sustancias peligrosas	
01 05 07	Lodos y residuos de perforaciones que contienen sales de bario distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 08	Lodos y residuos de perforaciones que contienen cloruros distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
15	RESIDUOS DE ENVASES, ABSORBENTES, TRAJOS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA	
15 01	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).	
15 01 01	Envases de papel y cartón.	X
15 01 02	Envases de plástico.	X
15 01 03	Envases de madera.	X
15 01 04	Envases metálicos.	
15 01 05	Envases compuestos.	
15 01 06	Envases mezclados.	
15 01 07	Envases de vidrio.	
15 01 09	Envases textiles.	
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	X
15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (por ejemplo, amianto).	
15 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.	
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	
15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.	
17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	X
17 01 02	Ladrillos	
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	X
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (3). Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	
17 02 03	Plástico	X
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	X
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	X
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del espec. en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	X
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X
20 02	Residuos de parques y jardines (incluidos los residuos de cementerios)	
20 02 01	Residuos biodegradables	X
20 02 02	Tierra y piedras	X
20 02 03	Otros residuos no biodegradables	X

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior, por tipologías y por fases de la obra.

Se incluye a continuación una tabla con la previsión de los volúmenes de residuos que se generarán en la obra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p style="text-align: center;">20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

RESIDUOS DE OBRA NUEVA				
MATERIAL	CÓDIGO CER	TIPOLOGÍA	VOLUMEN TOTAL	PESO TOTAL
		Inerte, No especial, Especial	m ³ residuo	Tm residuo
Hormigón	170101	Inerte	16.052	22.472
Tejas y materiales cerámicos	170103	Inerte	25.085	22.577
Metales mezclados	170407	No especial	1.109	0.399
Madera	170201	No especial	8.928	2.232
Plástico	170203	No especial	6.381	0.976
Envases de papel y cartón	150101	No especial	7.318	0.512
Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 170801	170802	No especial	5.990	2.420
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 170902 y 170903	170904	No especial	0.479	0.194
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	150110*	Especial	1.347	0.068
TOTAL RESIDUOS OBRA NUEVA			72.691	51.850

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

RESIDUOS DEBIDOS A SUMINISTROS DE EQUIPOS				
MATERIAL	CÓDIGO CER	TIPOLOGÍA	VOLUMEN TOTAL	PESO TOTAL
		Inerte, No especial, Especial	m ³ residuo	Tm residuo
Metales mezclados	170407	No especial	3.144	1.131
Madera	170201	No especial	268.080	67.020
Plástico	170203	No especial	2.192	0.335
Envases de papel y cartón	150101	No especial	9.490	0.670
		TOTAL SUMINISTROS EQUIPOS	282.905	69.156
TOTALES				
		TIPOLOGÍA	VOLUMEN TOTAL	PESO TOTAL
		Inerte, No especial, Especial	m ³ residuo	Tm residuo
Totales por tipologías		Inerte - Hormigón (170101)	16.052	22.472
		Inerte - Cerámicos (170103)	25.085	22.577
		NE-cartón (150101)	10.599	1.070
		NE-madera (170201)	277.008	69.252
		NE-plástico (170203)	8.573	1.311
		NE-metal (170407)	10.462	1.643
		NE -yeso(170802)	5.990	2.420
		NE-mezcla(170904)	0.479	0.194
		Especial (150110)	1.347	0.068
		TOTAL	355.596	121.006

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

RESIDUOS DE EXCAVACIÓN				
MATERIAL	CÓDIGO CER	TIPOLOGÍA	PESO ESPECÍFICO	
			Inerte, No especial, Especial	kg / m ³ residuo real
Terrenos naturales				
Grava y arena compacta	170504 (Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código)	Inerte	2,000	1,670
Grava y arena suelta			1,700	1,410
Arcillas	010409 (Residuos de arena y arcillas)	Inerte	2,100	1,750
Rellenos				
Tierra vegetal	200202 (Tierra y piedras)	Inerte	1,700	1,410
Terraplén	170504 (Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código)	Inerte	1,700	1,410
Pedraplén		Inerte	1,800	1,500

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Se procurará, en los casos en los que sea posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación. De esta manera quedarán fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto 105/2008, según la excepción indicada en la sección 1a) del artículo 3 (*tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de manera fehaciente su destino a reutilización*).

En cuanto al resto de materiales de la obra, se prevén las siguientes operaciones de reutilización, valorización o eliminación:

X	No se prevé la reutilización en la obra. Transporte a vertedero autorizado
	Utilización como combustible y generación de energía
	Recuperación de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas, sin disolventes
	Reciclado o recuperación de metales
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Acumulación de residuos para su tratamiento según normativa
	Otros

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

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

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

7. VALORACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El presupuesto correspondiente a la Gestión de los Residuos generados en el desarrollo del proyecto aparece en la siguiente tabla y en su correspondiente apartado dentro del documento Presupuesto.

GESTIÓN DE RESIDUOS				
Ton.	Hormigón	15,34	20,29	311,20
Ton.	Ladrillos, tejas, cerámicos	23,97	20,29	486,32
Ton.	Cartón	10,60	36,11	382,56
Ton.	Madera	277,89	50,71	14.092,64
Ton.	Plástico	8,30	111,57	926,02
Ton.	Metal	10,15	13,19	133,83
Ton.	Yeso	5,73	111,57	638,73
Ton.	Mezcla	0,46	56,80	26,01
Ton.	Especial	1,29	121,71	156,76
Ton.	Tierras limpias y materiales petreos		3,55	-
CAPÍTULO 13.-GESTIÓN DE RESIDUOS				17.154,07

El presupuesto de ejecución material del capítulo de Gestión de Residuos asciende a la cantidad de:

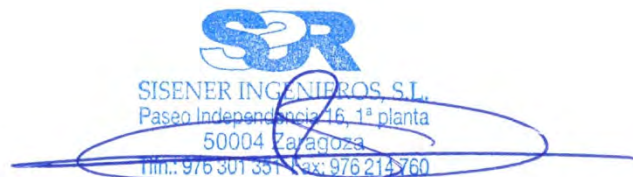
MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y DOS CENTIMOS.

	<p>PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>20227708_D006_ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

8. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y documentos adjuntos, se considera suficientemente la gestión de los residuos objeto de este estudio.

Zaragoza, Septiembre de 2022
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



SISENER INGENIEROS, S.L.
Paseo Independencia 16, 1ª planta
50004 Zaragoza
Tfn.: 976 301 351 Fax: 976 214 760



Javier Sanz Osorio
Colegiado 6.134 COGITAR
Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

 SISENER INGENIEROS, S.L.	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	 inver management
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

7.-ANEXOS



	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

A.1.-CÁLCULOS

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p>Rev.: 00</p>		

ÍNDICE



1.	OBJETO	2
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PLANTA SOLAR.....	3
2.1.	CÁLCULO CONDUCTORES.....	3
2.1.1.	CALENTAMIENTO.....	3
2.1.2.	CAÍDA DE TENSIÓN.....	4
2.1.3.	CONDUCTORES BT.....	5
2.1.4.	CONDUCTORES MT.....	6
2.1.5.	CÁLCULO DEL CALENTAMIENTO DEL CONDUCTOR.....	7
2.2.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE LA PLANTA.....	8
2.3.	SELECCIÓN DE PROTECCIONES.....	9
2.3.1.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	9
2.3.2.	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	11
2.3.3.	DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y PROTECCIONES.....	11
2.4.	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA.....	13
3.	TABLAS E INFORMES	14
3.1.	TABLA 1. CIRCUITOS DE GENERACIÓN BT.....	15
3.2.	TABLA 2. CIRCUITOS MT.....	16
3.3.	INFORME DE PRODUCCIÓN. PVSYST.....	17

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

1. OBJETO

El objeto de este Documento es establecer los cálculos necesarios que justifican la elección de los cables de las instalaciones proyectadas.

Los cálculos referentes a los tramos de línea aérea se pueden encontrar en el “Anexo 3” de este proyecto.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PLANTA SOLAR

2.1. CÁLCULO CONDUCTORES

Los cálculos eléctricos han sido realizados cumpliendo los criterios de caída de tensión y de máxima corriente según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y en especial según las instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-40.

Para los cables de MT se han cumplido los criterios del reglamento de líneas de AT y sus fundamentos técnicos.

Los conductores deben soportar la máxima corriente y no superar la caída de tensión de 1,5% en la parte de corriente continua y un 1,5% en la parte de alterna.

La justificación de los cálculos eléctricos para el dimensionado de los conductores se realizará mediante el cumplimiento de dos criterios:

- Por calentamiento.
- Por caída de tensión.

2.1.1. CALENTAMIENTO

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los distintos valores son las siguientes:

$$I = \frac{P}{V} \text{ (corriente continua)}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \text{ (c.a. monofásico)}$$



$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \text{ (c.a. trifásico)}$$

Donde:

I: intensidad circulante (A).

P: potencia total distribuida en el tramo (W).

V: tensión de alimentación del tramo (V).

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

$\cos \varphi$: factor de potencia

Por seguridad, se tomará un valor para los cálculos un 125% de la máxima intensidad del generador, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT-40 para instalaciones generadoras.

Se comprobará en la tabla I de la instrucción ITC-BT-19 del R.E.B.T. que la intensidad máxima obtenida (I) no supera la establecida por el conductor de sección elegido ($I_{MÁX}$).

2.1.2. CAÍDA DE TENSIÓN

Para el dimensionado por caída de tensión se comprobará que la caída de tensión resultante utilizando la sección obtenida por calentamiento, no supere a la máxima establecida.

Para realizar este cálculo se utilizarán estas ecuaciones:

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

Circuito Monofásico:
$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sen\phi)$$

Corriente Continua:
$$\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot R$$

donde:

ΔU : Caída de tensión en el conductor (V)

I : Intensidad circulante (A)

$\cos \varphi$: Factor de potencia

U : Tensión en voltios (V)



R : Resistencia kilométrica del conductor (Ω/km)

X : Reactancia kilométrica del conductor (Ω/km)

L : Longitud del circuito (km)

Los conductores quedan dimensionados cumpliendo los criterios de calentamiento y caída de tensión.



Se ha realizado el cálculo para las distintas plantas tipo de la instalación que se podrán asemejar a las demás plantas en su configuración.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.1.3. CONDUCTORES BT

En la tabla 1 al final del presente documento se muestra el cálculo de secciones de los conductores de generación en BT para las plantas descritas, para ello partiremos de las siguientes condiciones iniciales y sus correspondientes factores:

- Instalación directamente enterrada.
- Temperatura del terreno = 25 °C
- Resistividad térmica del terreno = 2 K·m/W
- Profundidad de instalación = 0,7 m



	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.1.4. CONDUCTORES MT

Cada centro de transformación a 30 kV incluye las celdas de entrada y salida de cables de media tensión de cada circuito, las celdas de protección de los transformadores y el propio transformador de potencia.

Los circuitos eléctricos de Media Tensión de la planta fotovoltaica se disponen en 30 kV.

El dimensionamiento de las líneas de Media Tensión calculadas queda justificado en la tabla 2 al final de este documento.

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

2.1.5. CÁLCULO DEL CALENTAMIENTO DEL CONDUCTOR

Se deberá calcular que el conductor de 50 mm² no alcanza la temperatura máxima de 200 °C durante un cortocircuito.

Según la IEEE-80, se describe la siguiente expresión, para relacionar temperaturas máximas alcanzadas, sección de conductor e intensidad admisible:

$$A_{\text{mm}^2} = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{\text{TCAP} \cdot \ln\left(1 + \frac{T - T_a}{K_0 + T_a}\right)}}$$

siendo:

α_0 : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 0°C,
0,00413. $K_0=1/\alpha_0$

α_r : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 20°C,
0,00381

T_f : temperatura de fusión del conductor, 1.084 °C

ρ_r : resistividad de conductor, 1,777 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$



TCAP: factor de capacidad térmica del conductor, 3,422 J/cm³/°C

t_c : tiempo de duración de la falta, 1 seg.

T_a : temperatura ambiente de calentamiento, 25 °C

Despejando en este caso la temperatura, se obtiene un valor de **27,16 °C**, muy por debajo de la máxima admisible, de 200 °C

Con esta sección de 50 mm², la densidad de corriente es de **20,16 A/mm²**, inferior a los 160 A/mm² máximos admisibles para el Cu.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.2. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE LA PLANTA

La puesta a tierra de la planta fotovoltaica se complementará mediante el tendido de cable desnudo de puesta a tierra de 35 y 50 mm² acompañando los circuitos de generación de BT y de distribución de MT tendido directamente en la zanja.

Para un conductor enterrado horizontalmente, considerando la longitud del electrodo de tierra y la resistividad del terreno anteriormente marcada se consiguen valores de resistencia de tierra menores incluso de 1 ohmio.

$$R_t = \left(\frac{2 \cdot \rho}{L} \right) < 1 \Omega$$

	PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

2.3. SELECCIÓN DE PROTECCIONES

2.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-22 y la norma UNE-HD 60364-4-43, todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, interrumpiendo automáticamente este circuito en el menor tiempo posible.

Estas sobreintensidades pueden estar originadas por:

- Sobrecargas en los equipos alimentados o defectos en el aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Para la correcta protección de los circuitos ante estos eventos, la citada norma UNE-HD 60364-4-43 establece unas reglas para la selección de los elementos de protección que se deberán instalar (interruptores automáticos y/o fusibles).

2.3.1.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1,45 I_z$$



Donde:

I_B : Intensidad utilizada en el circuito [A]

I_z : Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52 [A]

I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección (o la de regulación en el caso de dispositivos regulables) [A]

I_2 : Intensidad efectiva de funcionamiento del dispositivo de protección [A]

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.3.1.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Tiene por objeto la interrupción de toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

El dispositivo que tiene asignada esta función deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- 1) Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado. Se puede admitir un poder de corte inferior si existe otro aparato protector aguas arriba de características tales que la operación simultánea de ambos elementos no dejen pasar una energía superior a la soportable por dichos elementos (coordinación de protecciones).
- 2) El tiempo de corte no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible, siendo éste como máximo de 5 segundos.

Esta última condición se puede verificar si se cumplen las siguientes condiciones:



- a) Si $t_{\text{cable}} > 5 \text{ s}$: $t_{\text{protección}} \leq 5 \text{ s}$
- b) Si $0,1 \text{ s} \leq t_{\text{cable}} \leq 5 \text{ s}$: $t_{\text{protección}} \leq t_{\text{cable}} \leq 5 \text{ s}$
- c) Si $t_{\text{cable}} < 0,1 \text{ s}$: $k^2 S_{\text{cable}}^2 > I^2 t_{\text{protección}}$

donde:

t_{cable} : duración máxima del cortocircuito que puede admitir el cable hasta alcanzar la temperatura máxima [s]

$t_{\text{protección}}$: tiempo de actuación de la protección cuando la recorre dicha intensidad de cortocircuito [s].

k: factor que relaciona la intensidad máxima de cortocircuito con la temperatura máxima admisible del conductor y la duración máxima que ese conductor puede soportar dicha intensidad de cortocircuito. Se toman estos valores obtenidos de la norma:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- 115 A·s^{1/2}·mm⁻² para conductores de Cu y aislamiento PVC o Z1
- 135 A·s^{1/2}·mm⁻² para conductores de Cu y aislamiento XLPE o EPR
- 74 A·s^{1/2}·mm⁻² para conductores de Al y aislamiento PVC o Z1
- 87 A·s^{1/2}·mm⁻² para conductores de Al y aislamiento XLPE o EPR

- S: sección del conductor [mm²]
- I: intensidad eficaz de cortocircuito [A]

2.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos está asegurada mediante elementos de corte automático de la alimentación que impidan la aparición de una tensión de contacto durante un tiempo tal que pueda ser peligrosa.

Esta función la realizan los interruptores automáticos y/o los dispositivos de corriente diferencial-residual.

La selección de estos dispositivos se realiza atendiendo a las siguientes condiciones:



- Intensidad nominal.
- Poder de corte de los dispositivos.
- Tensión de contacto límite convencional admisible (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y PROTECCIONES

Se dotará a la instalación de todo un sistema de protección frente a sobrecargas mediante interruptores magnetotérmicos, sobretensiones mediante descargadores de tensión y contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales. Asimismo se dispondrá de un sistema de fusibles (uno por cada rama) e interruptores-seccionadores para las labores de mantenimiento necesarias.

COMBINER BOX

Para el cálculo del cable así como para los fusibles e interruptores-seccionadores asociados se deberá tener en cuenta el número (N) de ramas implicadas en el cálculo. Las características de funcionamiento de un fusible gPV de acuerdo a la UNE

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		



EN 60269 deben estar garantizadas por una corriente de no fusión $I_{nf} = 1,13 I_n$ y una corriente de fusión $I_f = 1,45 I_n$, además se deberá tener en cuenta el “derating” debido a la temperatura de los equipos.

Además de los correspondientes fusibles, las combiner boxes deberán incluir el siguiente equipamiento:

- Bases portafusibles.
- Interruptor-seccionador de corriente continua para maniobra de circuitos de entre 250 y 400 A según el número de strings asociado.
- Descargador de tensión.
- Bornas de conexión.

Todo el equipamiento estará preparado para una tensión de 1.500 Vcc.

En el plano unifilar de BT correspondiente aparecerán las configuraciones utilizadas.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

2.4. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

A continuación, se indican los resultados obtenidos para la producción de energía eléctrica en la planta fotovoltaica PSF La Nava con una potencia instalada de 49,72 MWp. Para ello se han realizado unos cálculos basados en la estimación del potencial solar de la zona.

Datos de partida:

Rendimiento total de la planta PR: 87,43%

Instalación de los módulos: Seguidor a un eje


Potencia instalada: 49,72 MWp.

El rendimiento total de la planta solar (Performance Ratio) incluye todas las pérdidas imputables tanto a la eficiencia de los módulos (suciedad, calentamiento, reflectancia, etc.) como de los inversores y demás equipamiento eléctrico. Se ha considerado un valor conservador del rendimiento.

Los resultados pueden verse en los informes de PVSYST anexos.

Zaragoza, Septiembre de 2.022



EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO


 SISENER INGENIEROS, S.L.
 Paseo Independencia 16, 1ª planta
 50004 Zaragoza
 tlf.: 976 301 331 Fax: 976 214 760

Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITAR



Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

3. TABLAS E INFORMES

A continuación se adjunta la siguiente información:

- Tabla 1. Circuitos de generación BT.
- Tabla 2. Circuitos MT.
- Informe de producción. PVSYST.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

3.1. TABLA 1. CIRCUITOS DE GENERACIÓN BT

TRAMO CC (COMBINER BOX - POWER STATION)

	LÍNEA	P (W)	V (V)	Vcorr(V)	I (A)	Ical (A)	I máx (A)	S (mm2)	L (m)	% CDT Tramo	% CDT Acum.	%Perd. Tramo	TIPO	SECCIÓN
String 1-1	Caja 1-1	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	121.55	0.319%	1.238%	0.335%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-2	Caja 1-2	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	186.55	0.381%	1.240%	0.400%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-3	Caja 1-3	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	400	246.25	0.457%	1.376%	0.640%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx400)
String 1-4	Caja 1-4	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	168.25	0.441%	1.360%	0.463%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-5	Caja 1-5	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	90.25	0.237%	1.156%	0.249%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-6	Caja 1-6	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	90.82	0.238%	1.098%	0.250%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-7	Caja 1-7	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	162.33	0.331%	1.250%	0.348%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-8	Caja 1-8	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	400	162.52	0.403%	1.321%	0.423%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-9	Caja 1-9	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	84.52	0.222%	1.140%	0.233%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-10	Caja 1-10	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	597.64	300	46.16	0.106%	1.079%	0.113%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-11	Caja 1-11	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	85.50	0.224%	1.125%	0.235%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-12	Caja 1-12	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	150.50	0.526%	1.386%	0.553%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 1-13	Caja 1-13	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	400	128.53	0.318%	1.238%	0.334%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-14	Caja 1-14	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	50.53	0.133%	1.052%	0.139%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-15	Caja 1-15	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	51.09	0.134%	0.994%	0.141%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-16	Caja 1-16	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	129.09	0.339%	1.198%	0.356%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-17	Caja 1-17	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	200.59	0.438%	1.358%	0.460%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-18	Caja 1-18	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	400	152.76	0.378%	1.297%	0.397%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-19	Caja 1-19	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	81.27	0.178%	1.037%	0.187%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 1-20	Caja 1-20	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	127.34	0.445%	1.305%	0.468%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 2-1	Caja 2-1	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	197.21	0.431%	1.291%	0.453%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-2	Caja 2-2	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	205.48	0.539%	1.458%	0.566%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-3	Caja 2-3	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	133.98	0.293%	1.153%	0.307%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-4	Caja 2-4	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	298.82	300	147.54	0.387%	1.306%	0.406%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 2-5	Caja 2-5	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	168.26	0.441%	1.361%	0.463%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-6	Caja 2-6	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	90.25	0.237%	1.156%	0.249%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-7	Caja 2-7	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	77.81	0.136%	0.996%	0.143%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-8	Caja 2-8	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	298.82	300	123.30	0.323%	1.243%	0.340%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 2-9	Caja 2-9	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	400	175.92	0.436%	1.358%	0.458%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-10	Caja 2-10	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	97.92	0.257%	1.179%	0.270%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-11	Caja 2-11	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	597.64	300	39.53	0.092%	1.002%	0.097%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-12	Caja 2-12	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	66.38	0.145%	1.067%	0.152%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-13	Caja 2-13	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	131.38	0.268%	1.190%	0.281%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-14	Caja 2-14	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	135.11	0.354%	1.273%	0.372%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-15	Caja 2-15	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	57.11	0.150%	1.069%	0.157%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-16	Caja 2-16	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	38.17	0.083%	1.003%	0.088%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 2-17	Caja 2-17	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	630	539.17	0.636%	1.555%	1.402%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 2-18	Caja 2-18	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	671.96	630	470.22	0.555%	1.474%	1.223%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 2-19	Caja 2-19	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	474.93	0.527%	1.442%	1.163%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 2-20	Caja 2-20	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	403.24	0.420%	1.279%	0.925%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 2-21	Caja 2-21	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	671.96	400	375.61	0.493%	1.411%	0.690%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx400)
String 2-22	Caja 2-22	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	630	323.62	0.539%	1.458%	1.188%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx630)
String 3-1	Caja 3-1	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	251.07	0.549%	1.390%	0.576%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 3-2	Caja 3-2	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	195.42	0.427%	1.328%	0.448%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 3-3	Caja 3-3	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	597.64	300	122.28	0.303%	1.204%	0.318%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 3-4	Caja 3-4	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	93.07	0.203%	1.104%	0.214%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 3-5	Caja 3-5	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	91.54	0.200%	1.042%	0.210%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 3-6	Caja 3-6	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	26.54	0.058%	0.900%	0.061%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-1	Caja 4-1	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	630	377.58	0.472%	1.331%	1.040%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 4-2	Caja 4-2	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	455.67	0.506%	1.379%	1.115%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 4-3	Caja 4-3	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	369.91	0.385%	1.232%	0.849%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 4-4	Caja 4-4	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	434.91	0.453%	1.372%	0.998%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 4-5	Caja 4-5	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	671.96	400	421.69	0.553%	1.413%	0.744%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx400)
String 4-6	Caja 4-6	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	671.96	630	480.22	0.400%	1.319%	0.882%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx630)
String 4-7	Caja 4-7	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	160.19	0.327%	1.246%	0.343%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-8	Caja 4-8	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	57.57	0.117%	0.959%	0.123%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-9	Caja 4-9	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	103.64	0.362%	1.204%	0.381%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 4-10	Caja 4-10	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	597.64	300	71.56	0.177%	1.096%	0.186%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-11	Caja 4-11	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	597.64	300	40.66	0.095%	1.002%	0.100%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-12	Caja 4-12	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	298.82	300	79.02	0.207%	1.126%	0.218%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 4-13	Caja 4-13	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	90.53	0.237%	1.157%	0.249%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-14	Caja 4-14	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	19.03	0.050%	0.910%	0.052%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-15	Caja 4-15	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	84.59	0.185%	1.104%	0.194%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-16	Caja 4-16	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	166.59	0.437%	1.356%	0.459%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-17	Caja 4-17	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	95.09	0.208%	1.068%	0.218%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-18	Caja 4-18	217.800	1137.6	1449.68	191.46	239.32	298.82	300	115.15	0.369%	1.229%	0.388%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	2x(lx300)
String 4-19	Caja 4-19	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	400	243.25	0.478%	1.398%	0.670%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx400)
String 4-20	Caja 4-20	336.600	1137.6	1449.68	295.89	369.86	597.64	300	165.25	0.409%	1.329%	0.430%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx300)
String 4-21	Caja 4-21	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	400	354.91	0.582%	1.441%	0.815%	1,5/1,5 (1.8) kV Al	4x(lx400)
String 4-22	Caja 4-22	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	630	2					

String 6-14
String 6-15
String 6-16
String 6-17
String 6-18
String 6-19
String 6-20
String 6-21
String 6-22
String 6-23
String 6-24
String 7-1
String 7-2
String 7-3
String 7-4
String 7-5
String 7-6
String 7-7
String 7-8
String 7-9
String 7-10
String 7-11
String 7-12
String 7-13
String 7-14
String 7-15
String 7-16
String 7-17
String 7-18
String 7-19
String 7-20
String 7-21
String 7-22
String 8-1
String 8-2
String 8-3
String 8-4
String 8-5
String 8-6
String 8-7
String 8-8
String 8-9
String 8-10
String 8-11
String 8-12
String 8-13
String 8-14
String 8-15
String 8-16
String 8-17
String 8-18
String 8-19
String 8-20
String 9-1
String 9-2
String 9-3
String 9-4
String 9-5
String 9-6
String 9-7
String 9-8

Caja 6-14	198.000	1137.6	1449.68	174.05	217.56	335.98	630	306.41	0.425%	1.285%	0.938%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x630)
Caja 6-15	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	83.47	0.219%	1.079%	0.230%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 6-16	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	161.46	0.423%	1.284%	0.445%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 6-17	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	400	226.45	0.594%	1.454%	0.832%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 6-18	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	335.98	400	271.95	0.535%	1.450%	0.749%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 6-19	277.200	1137.6	1449.68	243.67	304.59	597.64	300	265.09	0.541%	1.401%	0.568%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 6-20	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	400	206.59	0.542%	1.461%	0.759%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 6-21	158.400	1137.6	1449.68	139.24	174.05	298.82	300	181.37	0.423%	1.277%	0.444%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 6-22	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	135.87	0.475%	1.392%	0.499%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 6-23	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	135.81	0.475%	1.394%	0.499%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 6-24	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	298.82	300	166.83	0.438%	1.353%	0.459%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 7-1	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	183.64	0.482%	1.342%	0.506%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-2	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	597.64	300	255.11	0.558%	1.477%	0.585%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-3	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	86.07	0.226%	1.145%	0.237%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-4	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	597.64	300	33.75	0.079%	0.984%	0.083%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-5	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	85.14	0.223%	1.084%	0.234%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-6	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	163.11	0.428%	1.288%	0.449%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-7	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	400	228.11	0.598%	1.458%	0.838%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 7-8	217.800	1137.6	1449.68	191.46	239.32	597.64	300	280.12	0.449%	1.369%	0.471%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-9	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	142.64	0.374%	1.293%	0.393%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-10	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	64.65	0.170%	1.088%	0.178%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-11	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	116.09	0.304%	1.164%	0.320%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-12	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	200.59	0.526%	1.445%	0.552%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 7-13	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	335.98	400	218.70	0.574%	1.492%	0.803%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 7-14	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	298.82	300	193.23	0.507%	1.367%	0.532%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 7-15	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	512.11	0.533%	1.393%	1.175%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-16	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	577.29	0.601%	1.461%	1.325%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-17	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	437.89	0.486%	1.401%	1.072%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-18	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	461.94	0.481%	1.340%	1.060%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-19	297.000	1137.6	1449.68	261.08	326.34	671.96	630	527.13	0.549%	1.408%	1.210%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-20	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	366.11	0.406%	1.323%	0.896%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 7-21	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	671.96	400	431.25	0.566%	1.488%	0.792%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x400)
Caja 7-22	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	335.98	630	476.86	0.596%	1.461%	1.313%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x630)
Caja 8-1	198.000	1137.6	1449.68	174.05	217.56	597.64	300	350.16	0.510%	1.428%	0.536%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-2	178.200	1137.6	1449.68	156.65	195.81	597.64	300	408.64	0.536%	1.139%	0.563%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-3	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	400	253.25	0.498%	1.417%	0.697%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x400)
Caja 8-4	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	630	337.78	0.422%	1.282%	0.930%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 8-5	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	671.96	400	402.78	0.528%	1.388%	0.739%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x400)
Caja 8-6	217.800	1137.6	1449.68	191.46	239.32	335.98	630	448.25	0.684%	1.603%	1.509%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x630)
Caja 8-7	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	62.19	0.163%	0.989%	0.171%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-8	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	146.69	0.385%	1.304%	0.404%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-9	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	224.71	0.589%	1.450%	0.619%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-10	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	400	302.71	0.595%	1.455%	0.834%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x400)
Caja 8-11	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	53.08	0.139%	1.051%	0.146%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-12	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	46.01	0.121%	0.981%	0.127%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-13	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	124.01	0.325%	1.185%	0.342%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-14	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	202.00	0.530%	1.390%	0.556%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-15	257.400	1137.6	1449.68	226.27	282.83	597.64	300	273.50	0.518%	1.437%	0.544%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-16	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	156.06	0.409%	1.328%	0.430%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-17	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	109.90	0.288%	1.207%	0.303%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 8-18	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	630	370.10	0.462%	1.322%	1.019%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 8-19	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	630	448.09	0.560%	1.419%	1.234%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 8-20	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	526.09	0.584%	1.444%	1.288%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 9-1	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	164.75	0.432%	1.292%	0.454%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 9-2	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	671.96	630	334.29	0.417%	1.336%	0.921%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 9-3	316.800	1137.6	1449.68	278.48	348.10	671.96	630	339.00	0.376%	1.287%	0.830%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x630)
Caja 9-4	79.200	1137.6	1449.68	69.62	87.03	335.98	400	276.95	0.242%	1.463%	0.339%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x400)
Caja 9-5	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	124.74	0.436%	1.349%	0.458%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 9-6	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	72.74	0.254%	1.168%	0.267%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
Caja 9-7	356.400	1137.6	1449.68	313.29	391.61	597.64	300	14.12	0.037%	0.897%	0.039%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	4x(1x300)
Caja 9-8	237.600	1137.6	1449.68	208.86	261.08	298.82	300	103.42	0.362%	1.145%	0.380%	1,5/1,5 (1,8) kV Al	2x(1x300)
	49,737,600									1.238%			

CABLE	S (mm2)	Unidades
TOTAL CONECTORES DC+/DC-	6	4,430 Uds
TOTAL CONECTORES DC+/DC-	10	594 Uds
STRINGS (1,5/1,5 (1,8) kV Cu)	1x6	131,864 m
STRINGS (1,5/1,5 (1,8) kV Al)	1x10	47,851 m
CB-INVERSOR (1,5/1,5 (1,8) kV Al)	1x300	57,021 m
CB-INVERSOR (1,5/1,5 (1,8) kV Al)	1x400	11,134 m
CB-INVERSOR (1,5/1,5 (1,8) kV Al)	1x630	17,804 m

STRINGS HASTA COMBINER BOX, AL AIRE



Ft - Temperatura ambiente /	35°C	Factor corrector	0,96
- Temperatura del terreno	25°C (No aplica)		1
Fr - Resistividad térmica del terreno	No aplica		1
Fnt - Agrupación de hasta 2 circuitos	Fijados a la estructura		0,8
Fp - Profundidad de enterramiento	No aplica		1
			0,7680

STRINGS HASTA COMBINER BOX, EN TUBOS

Ft - Temperatura ambiente /	35°C (No aplica)	Factor corrector	1
- Temperatura del terreno	25°C		0,96
Fr - Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W		1,28
Fnt - Agrupación de hasta 6 circuitos	Separación d=0 entre tubos		0,6
Fp - Profundidad de enterramiento	0,7 m.		1
			0,7373

CIRCUITOS DESDE COMBINER BOX AL INVERSOR, ENTERRADO

Ft - Temperatura ambiente /	35°C (No aplica)	Factor corrector	1
- Temperatura del terreno	25°C		0,96
Fr - Resistividad térmica del terreno	1,5 K·m/W		1,28
Fnt - Agrupación de hasta 9 circuitos	Separación d=0,25m, sin tubos		0,63
Fp - Profundidad de enterramiento	0,7 m.		1
			0,7741

	<p style="text-align: center;">PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 1 - CÁLCULOS</p>	<p>20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

3.2. TABLA 2. CIRCUITOS MT

CIRCUITO 1

TRAMO 1 SUBTERRANERO

Tensión nominal 30 kV
Factor de potencia generador 1

Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
Temperatura máxima terreno 25 °C

Profundidad de instalación general 1 m
Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %

Tramo	Origen	Destino	Potencia PS kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
1	8	9	7,172	7,172	0.374	1	250	1	10	RHZ1 18/30kV 3×1×95 mm ² Al	1.00	1.00	205.00	138.03	48.52	90.0	54.5	0.358	0.132	34.11	161.95	0.54	7.65	11.23
2	9	5	1,790	8,962	0.494	1	250	1	12	RHZ1 18/30kV 3×1×240 mm ² Al	1.00	1.00	345.00	172.47	100.03	90.0	41.2	0.136	0.114	26.23	129.84	0.43	6.01	8.82
3	5	7	7,172	16,134	0.636	1	250	1	13	RHZ1 18/30kV 3×1×300 mm ² Al	1.00	1.00	390.00	310.50	25.60	90.0	66.2	0.118	0.111	55.52	103.64	0.35	21.78	31.98
4	7	6	7,172	23,306	0.301	2	250	2	13	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×300 mm ²) Al	0.83	1.00	647.40	448.52	44.34	90.0	56.2	0.057	0.1	18.64	48.13	0.16	10.39	15.26
5	6	Apoyo 00,01	7,172	30,478	0.350	2	250	2	13	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×300 mm ²) Al	0.83	1.00	647.4	586.55	10.37	90.0	78.4	0.062	0.1	29.50	29.50	0.10	22.27	32.70
Total pérdidas																						68.11	0.22	

TRAMO 1 AEREO

Tensión nominal 30 kV
Factor de potencia generador 1

Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
Temperatura máxima terreno 25 °C

Profundidad de instalación general 1 m
Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %

Tramo	Origen	Destino	Potencia kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
3	Apoyo 00,01	Apoyo 00,02	-	30,478.000	0.228	-	-	-	-	LA-280	-	-	581.22	340.17	70.86	-	-	-	-	32.23	32.23	0.11	29.01	0.12
Total pérdidas																						29.01	0.12	

TRAMO 2 SUBTERRANERO

Tensión nominal 30 kV
Factor de potencia generador 1

Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
Temperatura máxima terreno 25 °C

Profundidad de instalación general 1 m
Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %

Tramo	PS Origen	PS Destino	Potencia PS kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
1	Apoyo 00,02	4	30,478	30,478	0.280	3	250	2	14	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×400 mm ²) Al	0.74	1.00	660.83	586.55	12.66	90.0	76.2	0.049	0.053	20.49	111.59	0.37	14.10	18.88
2	4	Apoyo 00,01	7,172	37,650	1.275	3	250	2	16	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×630 mm ²) Al	0.74	1.00	853.88	724.57	17.85	90.0	71.8	0.030	0.049	91.40	91.40	0.30	60.59	81.12
Total pérdidas																						74.69	0.20	

TRAMO 2 AEREO

Tensión nominal 30 kV
Factor de potencia generador 1

Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
Temperatura máxima terreno 25 °C

Profundidad de instalación general 1 m
Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %

Tramo	Origen	Destino	Potencia kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
3	Apoyo 00,01	Apoyo 00,02	-	37,650.000	0.177	-	-	-	-	LA-280	-	-	581.22	340.17	70.86	-	-	-	-	23.17	23.17	0.08	38.61	0.14
Total pérdidas																						38.61	0.14	

TRAMO 3 SUBTERRANERO

Tensión nominal 30 kV
Factor de potencia generador 1

Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
Temperatura máxima terreno 25 °C

Profundidad de instalación general 1 m
Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %

Tramo	PS Origen	PS Destino	Potencia PS kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
1	Apoyo 00,02	SET	37,650	37,650	1.635	4	250	2	16	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×630 mm ²) Al	0.70	1.00	802.13	724.57	10.70	90.0	78.0	0.031	0.049	117.89	117.89	0.39	79.31	100.00
Total pérdidas																						79.31	0.21	

RESUMEN PÉRDIDAS CIRCUITO 1	
POTENCIA NOMINAL	37,650 kW
PÉRDIDAS TOTALES	220.86 kW
PORCENTAJE	0.59 %

CIRCUITO 2

TRAMO 1 SUBTERRANERO

Tensión nominal 30 kV
 Factor de potencia generador 1
 Resistividad térmica del terreno 1.5 K-m/W
 Temperatura máxima terreno 25 °C
 Profundidad de instalación general 1 m
 Límite de caída de tensión en circuito 1.5 %



Tramo	PS Origen	PS Destino	Potencia PS kW	Potencia Acumulada kW	Longitud Tramo km	Nº total ternas en zanja	Separac. entre ternas mm	Número ternas tramo	Cód. Cable	Descripción Cable	Factor corrección agrupam.	Factor corrección instalación	Intensidad máxima admisible A	Intensidad en tramo A	Margen seguridad %	Temp. máxima del cable °C	Temp. alcanzada en cable °C	Resist. Ω/km	React. Ω/km	Caída tensión parcial V	Caída tensión V	Caída tensión acumul. %	Potencia pérdidas kW	Potencia pérdidas en tramo %
2	3	1	1,790	1,790	0.300	3	250	1	10	RHZ1 18/30kV 3×1×95 mm² Al	0.74	1.00	152.21	34.45	341.85	90.0	28.3	0.325	0.132	6.28	56.97	0.19	0.35	2.27
3	1	2	7,172	8,962	0.632	3	250	1	12	RHZ1 18/30kV 3×1×240 mm² Al	0.74	1.00	256.16	172.47	48.52	90.0	54.5	0.143	0.114	34.53	50.92	0.17	8.07	52.78
4	2	SET	7,172	16,134	0.335	4	250	2	12	RHZ1 18/30kV 2×(3×1×240 mm²) Al	0.70	1.00	481.28	310.50	55.00	90.0	52.1	0.071	0.057	16.39	16.39	0.05	6.87	44.95
Total pérdidas																						15.28	0.09	

RESUMEN DE TERNAS DE CABLE EMPLEADAS

Cód. Cable	Descripción Cable	Longitud km
10	RHZ1 18/30kV 3×1×95 mm² Al	0.674
12	RHZ1 18/30kV 3×1×240 mm² Al	1.796
13	RHZ1 18/30kV 3×1×300 mm² Al	1.938
14	RHZ1 18/30kV 3×1×400 mm² Al	0.560
16	RHZ1 18/30kV 3×1×630 mm² Al	5.820

RESUMEN PÉRDIDAS EN EL CIRCUITO 2	
POTENCIA NOMINAL	16,134 kW
PÉRDIDAS TOTALES	15.28 kW
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS	0.09 %

RESUMEN PÉRDIDAS CIRCUITO 1	
POTENCIA NOMINAL	37,650 kW
PÉRDIDAS TOTALES	220.86 kW
PORCENTAJE	0.59 %
RESUMEN PÉRDIDAS EN EL CIRCUITO 2	
POTENCIA NOMINAL	16,134 kW
PÉRDIDAS TOTALES	15.28 kW
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS	0.09 %
RESUMEN PÉRDIDAS TOTAL	
POTENCIA NOMINAL	53,784 kW
PÉRDIDAS TOTALES	236.15 kW
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS	0.68 %

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSF LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn VERSIÓN 03 </p>	
Septiembre 2022	ANEXO 1 - CÁLCULOS	20227708_D007_ANEXO 1_CALCULOS PSF La Nava.docx
Rev.: 00		

3.3. INFORME DE PRODUCCIÓN. PVSYST

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: ENHOL - PSF LA NAVA 20-09

Variante: 20-09

Rastreadores ilimitados con retroceso

Potencia del sistema: 49.72 MWp

Castejón - Spain

Autor(a)

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)



PVsyst V7.2.17

VCO, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Castejón	Latitud 42.14 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -1.70 °W	
	Altitud 339 m	
	Zona horaria UTC+1	
Datos meteo		
Castejón		
Meteonorm 8.0 (1995-2017), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Rastreadores ilimitados con retroceso	Sombreados cercanos
Orientación campo FV	Algoritmo de rastreo	Sin sombreados
Orientación	Cálculo astronómico	
Rastreo eje horizontal	Retroceso activado	
Información del sistema		
Generador FV	Inversores	
Núm. de módulos 90396 unidades	Núm. de unidades 30 unidades	
Pnom total 49.72 MWp	Pnom total 49.11 MWca	
	Proporción Pnom 1.012	
Necesidades del usuario		
Carga ilimitada (red)		

Resumen de resultados

Energía producida	93 GWh/año	Producción específica	1865 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	87.43 %
-------------------	------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos especiales	8



PVsyst V7.2.17

VCO, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Parámetros generales

Sistema conectado a la red		Rastreadores ilimitados con retroceso	
Orientación campo FV		Algoritmo de rastreo	
Orientación		Cálculo astronómico	
Rastreo eje horizontal		Retroceso activado	
		Conjunto de retroceso	
		Núm. de rastreadores	10 unidades
		Rastreadores ilimitados	
		Tamaños	
		Espaciado de rastreador	6.50 m
		Ancho de colector	2.38 m
		Proporc. cob. suelo (GCR)	36.7 %
		Banda inactiva izquierda	0.02 m
		Banda inactiva derecha	0.02 m
		Phi mín/máx.	-/+ 60.0 °
		Estrategia de retroceso	
		Límites de phi	+/- 68.0 °
		Paso de retroceso	6.50 m
		Ancho de retroceso	2.38 m
Modelos usados			
Transposición	Perez		
Difuso	Perez, Meteonorm		
Circunsolar	separado		
Horizonte		Sombreados cercanos	
Altura promedio	0.8 °	Sin sombreados	
		Necesidades del usuario	
		Carga ilimitada (red)	

Características del generador FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante	Trina Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	TSM-550DEG19C.20	Modelo	Ingecon Sun 1640TL B630 IP54 H1000_30
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	550 Wp	Unidad Nom. Potencia	1637 kWca
Número de módulos FV	90396 unidades	Número de inversores	30 unidades
Nominal (STC)	49.72 MWp	Potencia total	49110 kWca
Módulos	2511 Cadenas x 36 En series	Voltaje de funcionamiento	894-1300 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Potencia máx. (=>30°C)	1637 kWca
Pmpp	45.32 MWp	Proporción Pnom (CC:CA)	1.01
U mpp	1029 V		
I mpp	44051 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	49718 kWp	Potencia total	49110 kWca
Total	90396 módulos	Número de inversores	30 unidades
Área del módulo	236192 m²	Proporción Pnom	1.01
Área celular	219255 m²		

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida de calidad módulo	
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	0.39 mΩ	Frac. de pérdida	-0.8 %
Uc (const)	20.0 W/m²K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
Uv (viento)	0.0 W/m²K/m/s				
Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas			
Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.1 %		



PVsyst V7.2.17

VC0, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.996	0.977	0.943	0.854	0.619	0.000



PVsyst V7.2.17

VC0, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Definición del horizonte

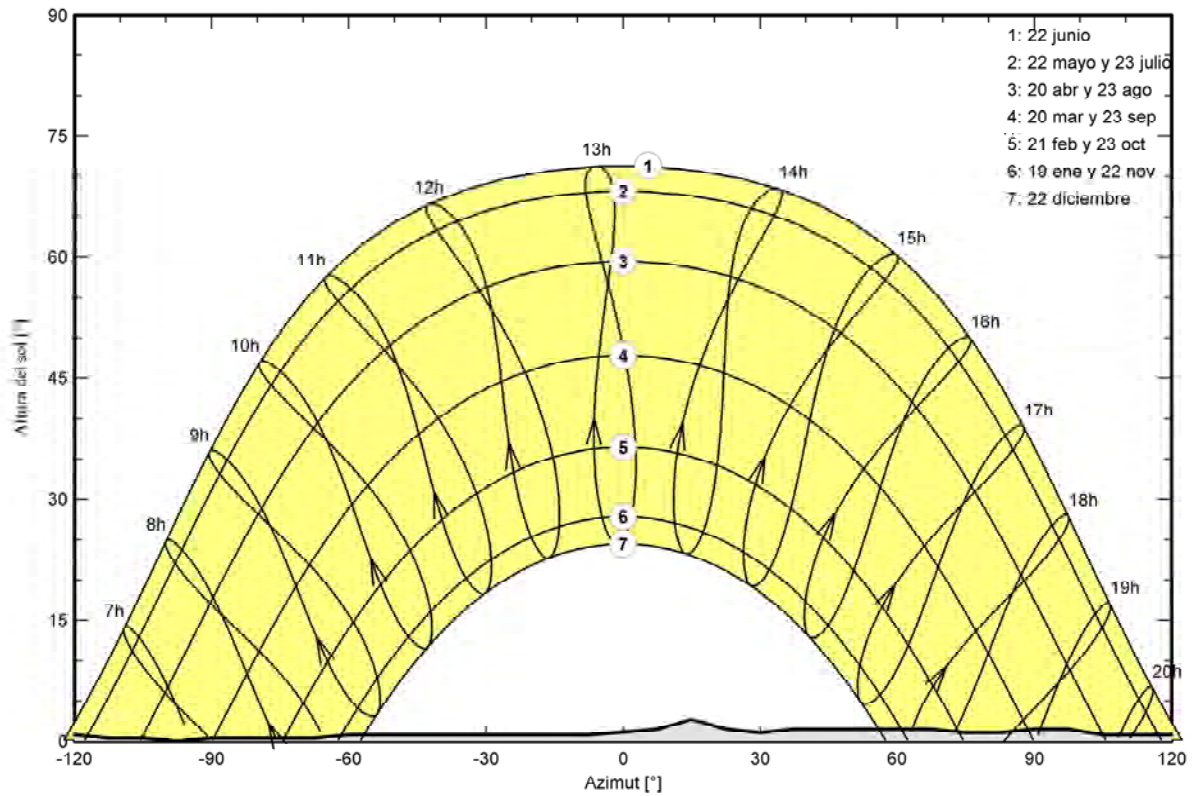
Horizon from PVGIS website API, Lat=42°8'18', Long=-1°41'55', Alt=m

Altura promedio	0.8 °	Factor Albedo	0.94
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimet [°]	-180	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-68	-60	-8	8	15
Altura [°]	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.4	0.0	0.4	0.4	0.8	0.8	1.5	2.7
Azimet [°]	23	30	38	68	75	83	90	98	105	143	150	180	
Altura [°]	1.5	1.1	1.5	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	0.8	0.8	0.4	0.4	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimet)





PVsyst V7.2.17

VC0, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

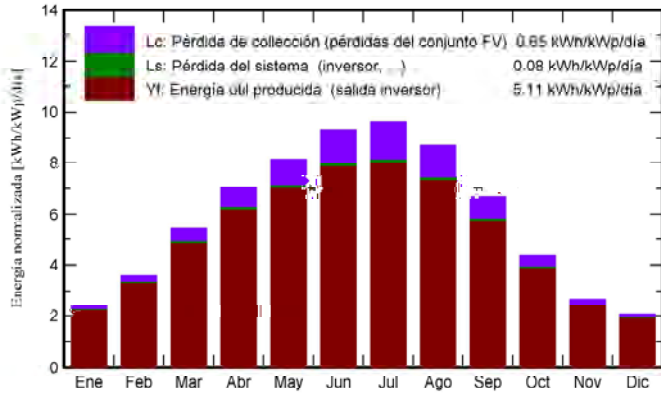
Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Resultados principales

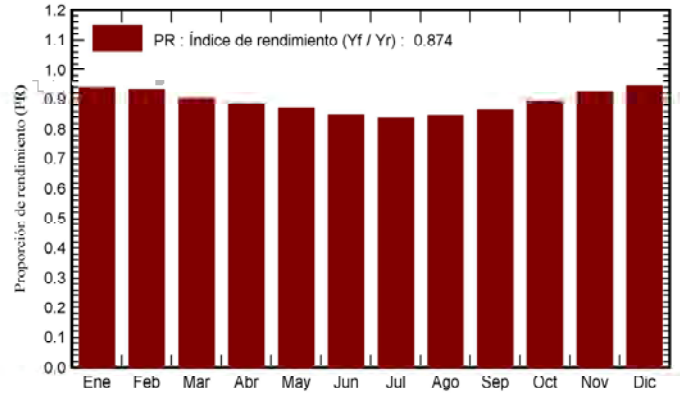
Producción del sistema

Energía producida 93 GWh/año Producción específica 1865 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento (PR) 87.43 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR proporción
Enero	55.0	25.16	5.96	74.3	72.0	3.54	3.47	0.940
Febrero	75.3	34.21	6.83	100.2	97.4	4.73	4.65	0.933
Marzo	126.3	47.21	10.12	168.5	164.5	7.68	7.55	0.901
Abril	157.5	57.83	12.56	211.2	206.4	9.45	9.30	0.886
Mayo	191.0	76.85	16.42	252.0	246.4	11.07	10.90	0.870
Junio	210.1	76.34	20.88	279.2	273.3	11.96	11.78	0.849
Julio	221.3	72.00	23.24	298.0	292.0	12.59	12.41	0.837
Agosto	198.0	65.59	23.09	269.4	264.0	11.51	11.34	0.847
Septiembre	145.9	44.95	19.15	201.2	196.9	8.78	8.64	0.864
Octubre	99.0	38.28	15.17	135.9	132.5	6.15	6.04	0.895
Noviembre	58.2	26.49	9.40	78.8	76.4	3.69	3.62	0.925
Diciembre	48.3	23.31	6.19	64.2	62.1	3.07	3.01	0.944
Año	1585.9	588.21	14.13	2132.8	2084.0	94.21	92.71	0.874

Leyendas

- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción de rendimiento

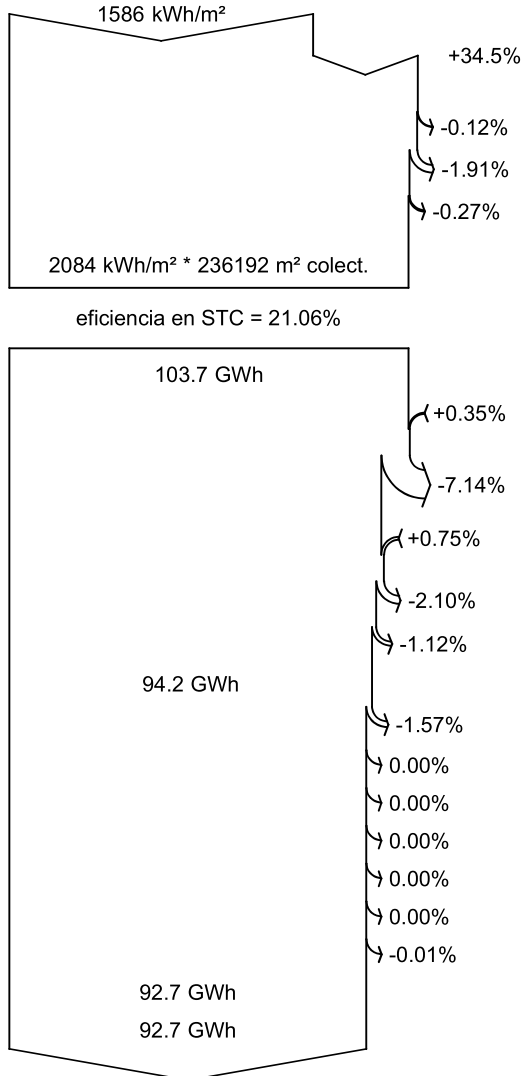


PVsyst V7.2.17

VC0, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Diagrama de pérdida



Irradiación horizontal global

Global incidente plano receptor

Sombreados lejanos / Horizonte

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

Energía disponible en la salida del inversor

Energía inyectada en la red



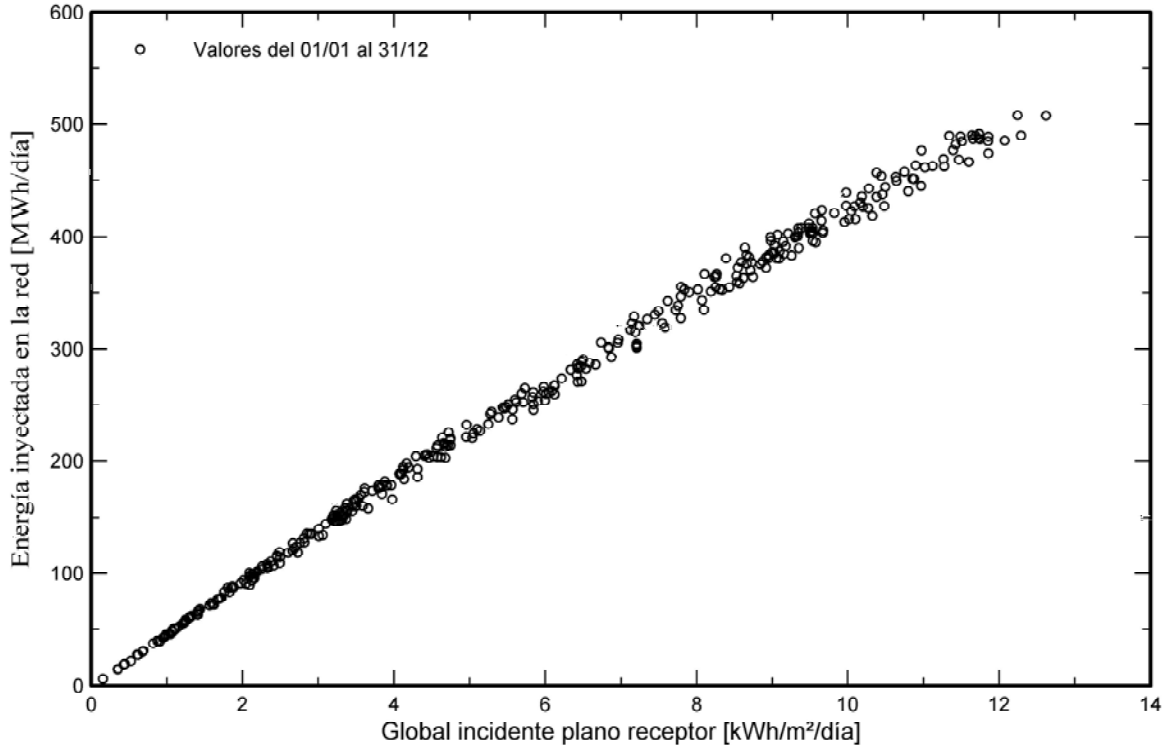
PVsyst V7.2.17

VC0, Fecha de simulación:
21/09/22 03:14
con v7.2.17

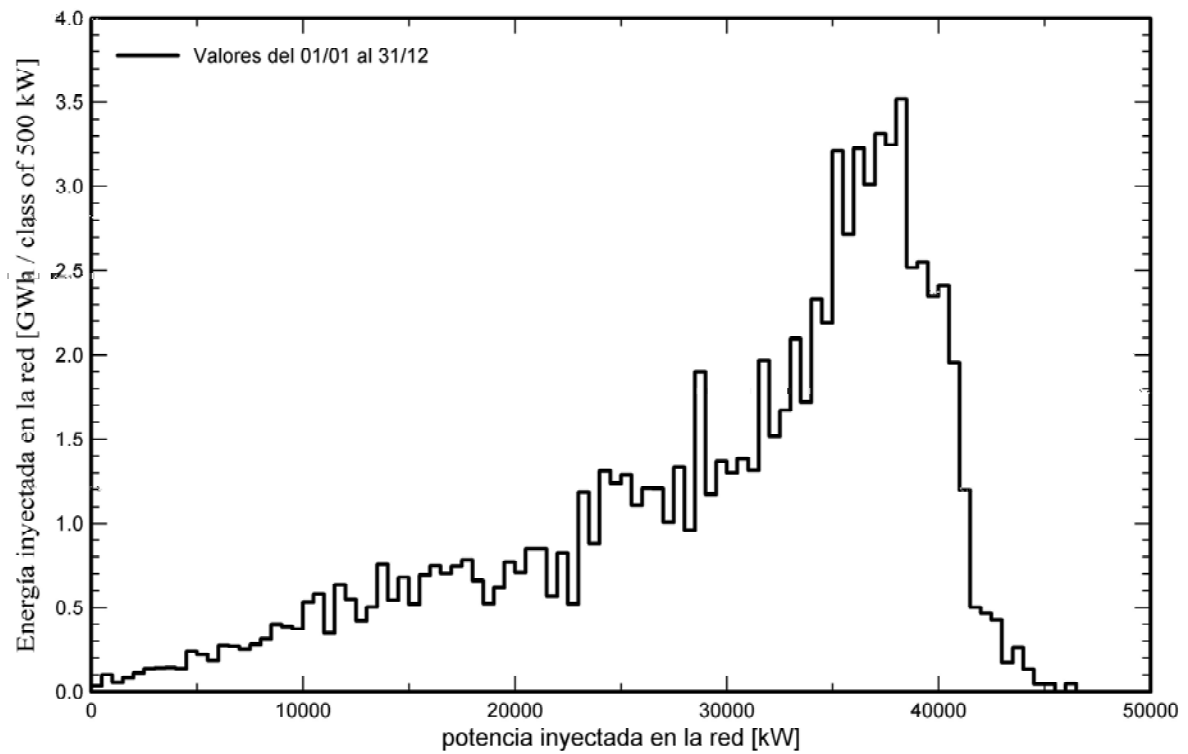
Sisener Ingenieros, S.L. (Spain)

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria




Distribución de potencia de salida del sistema





	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

A.2.- EQUIPOS

	<p>MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 2 - EQUIPOS</p>	<p>Nº DOC.: 20227708_D008_ANEXO 2 EQUIPOS</p>
<p>Rev.: 00</p>		

ÍNDICE

1. ESPECIFICACIONES EQUIPOS.....	2
---	----------

	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 2 - EQUIPOS	Nº DOC.: 20227708_D008_ANEXO 2 EQUIPOS
Rev.: 00		

1. ESPECIFICACIONES EQUIPOS

El objeto de este Documento es adjuntar las principales características descritas por los fabricantes de los equipos responsables de la parte de generación fotovoltaica:

- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
- INVERSORES
- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
- SEGUIDORES
- CABLES BT
- CABLES MT

Se instalarán los elementos descritos o similares.



BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DE19

PRODUCT RANGE: 540-560W

560W

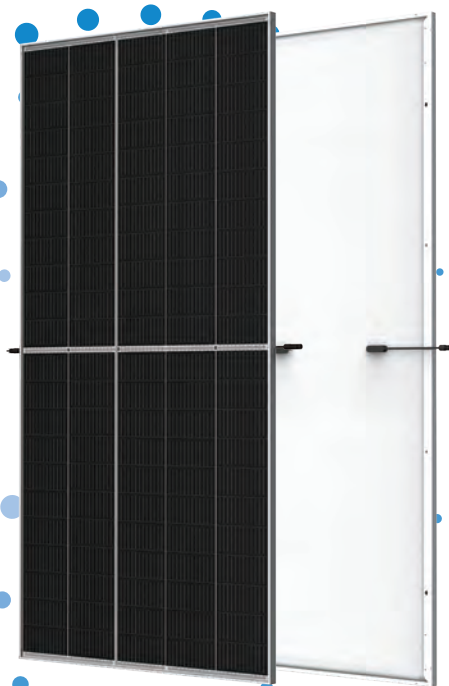
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.4%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



High power up to 560W

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

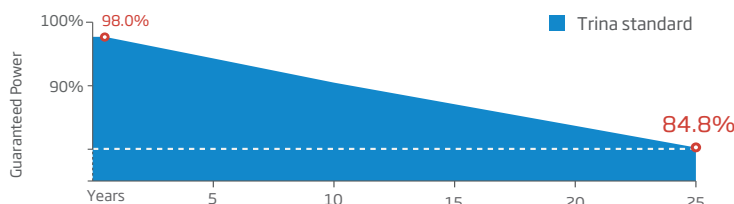
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Trina Solar's Backsheet Performance Warranty



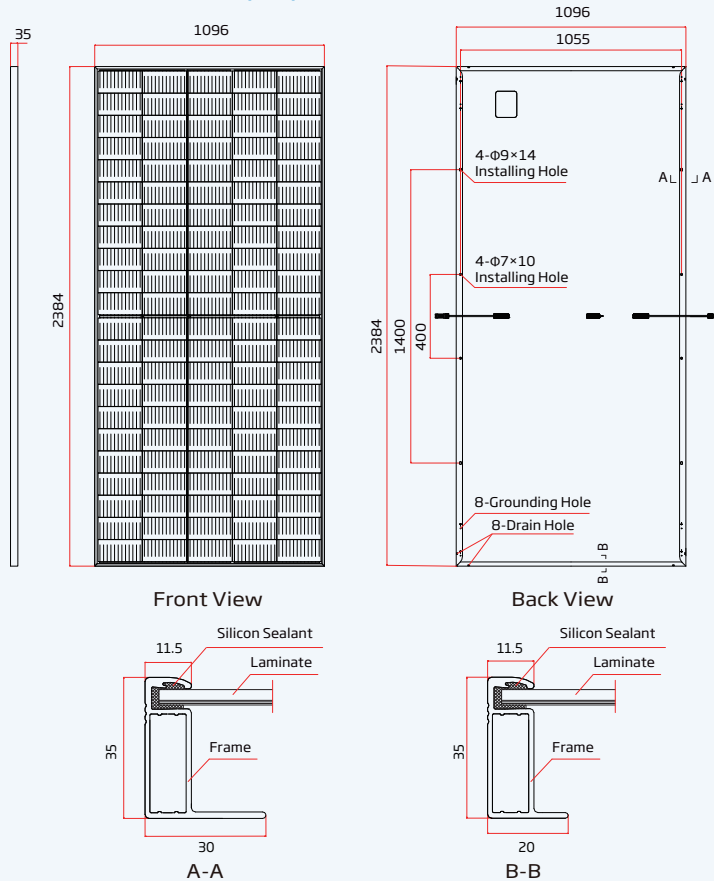
Comprehensive Products and System Certificates



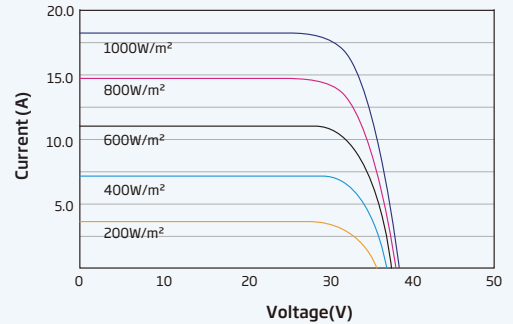
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



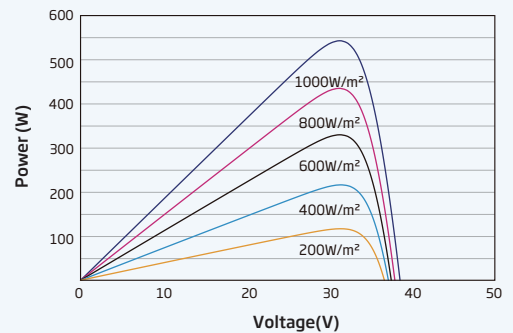
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(545 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(545W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Parameter	540	545	550	555	560
Peak Power Watts-P _{MAX} (Wp)*	540	545	550	555	560
Power Tolerance-P _{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	31.2	31.4	31.6	31.8	32.0
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	17.33	17.37	17.40	17.45	17.49
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.41	18.47	18.52	18.56	18.60
Module Efficiency η_m (%)	20.7	20.9	21.0	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: \pm 3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Parameter	409	413	417	420	424
Maximum Power-P _{MAX} (Wp)	409	413	417	420	424
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	29.0	29.2	29.3	29.5	29.7
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	14.10	14.15	14.19	14.23	14.26
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	14.84	14.88	14.92	14.96	14.99

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	110 cells
Module Dimensions	2384 \times 1096 \times 35 mm (93.86 \times 43.15 \times 1.38 inches)
Weight	28.6 kg (63.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (\pm 2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 620 pieces

TRANSFORMERLESS DUAL SOLUTION WITH TWO B SERIES INVERTERS

Dual inverter up to 3.6 MVA at 1500 V

Maximum power density

These PV central inverters feature more power per cubic foot. Thanks to the use of high-quality components, this inverter series performs at the highest possible level.

Latest generation electronics

The B Series inverters integrate an innovative control unit that runs faster and performs a more efficient and sophisticated inverter control, as it uses a last-generation digital signal processor. Furthermore, the hardware of the control unit allows some more accurate measurements and very reliable protections.

These inverters feature a low voltage ride-through capability and also a lower power consumption thanks to a more efficient power supply electronic board.

Integrated AC connections

The output connections are integrated into the same cabinet, facilitating close-coupled connection with the MV transformer, as well as maintenance and repair work.

Maximum protection

These PV inverters are supplied with the combiner box already integrated. Thus, they can guarantee the maximum protection thanks to their DC load break switches and the motorized DC switch to decouple the PV generator from the inverter.

Moreover, they are also supplied with a motorized AC circuit breaker. Optionally, they can be supplied with DC fuses, grounding kit and input current monitoring.

Maximum efficiency values

Through the use of innovative electronic conversion topologies, efficiency values of up to 98.9% can be achieved.

Enhanced functionality

This new INGECON® SUN Power range features a revamped, improved enclosure which, together with its innovative air cooling system, makes it possible to increase the ambient operating temperature.



Long-lasting design

These inverters have been designed to guarantee a long life expectancy. Standard 5 year warranty, extendable for up to 25 years.

Grid support

The INGECON® SUN Power B Series has been designed to comply with the grid connection requirements UL1741SA, IEEE1547 and RULE21, contributing to the quality and stability of the electric system. These inverters therefore feature a low voltage ride-through capability, and can deliver reactive power and control the active power delivered to the grid. Moreover, they can operate in weak power grids with a low SCR.

Ease of maintenance

All the elements can be removed or replaced directly from the inverter's front side, thanks to its new design.

Easy to operate

The INGECON® SUN Power inverters feature an LCD screen for the simple and convenient monitoring of the inverter status and a range of internal variables. The display also includes a number of LEDs to show the inverter operating status with warning lights to indicate any incidents. All this helps to simplify and facilitate maintenance tasks.

Monitoring and communication

Ethernet communications supplied as standard. The following applications are included at no extra cost: INGECON® SUN Manager, INGECON® SUN Monitor and its Smartphone version Web Monitor, available on the App Store. These applications are used for monitoring and recording the inverter's internal operating variables through the Internet (alarms, real time production, etc.), in addition to the historical production data.

Two communication ports available for each inverter (one for monitoring and one for plant controlling), allowing fast and simultaneous plant control.

PROTECTIONS

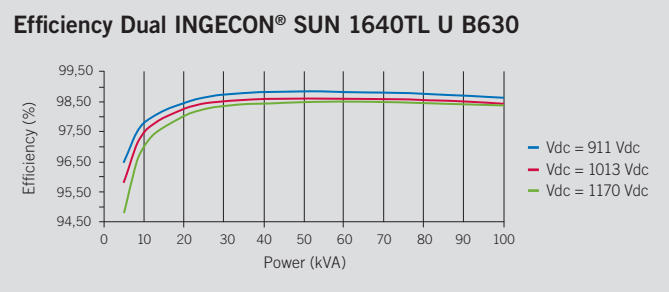
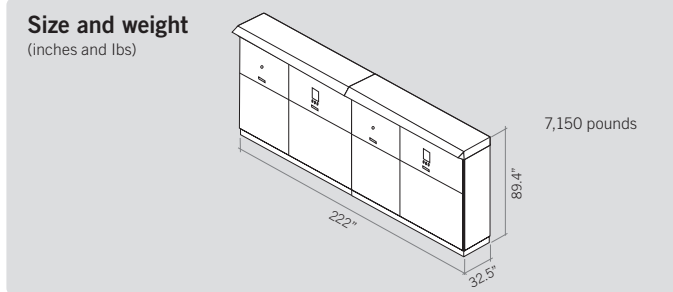
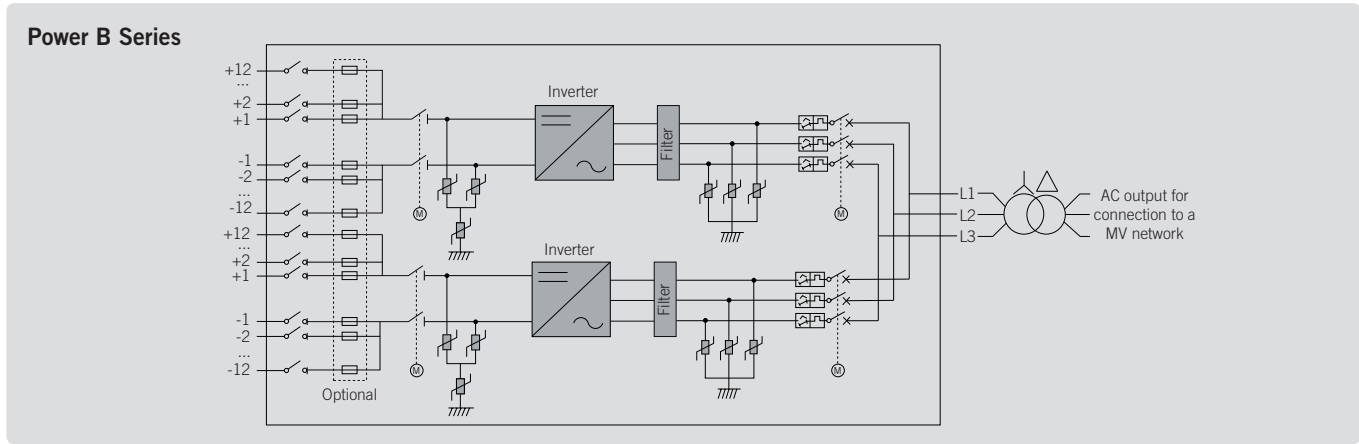
- Integrated combiner box with DC isolators.
- DC Reverse polarity.
- Short-circuits and overloads at the output.
- Anti-islanding with automatic disconnection.
- Insulation failure DC.
- Up to 12 pairs of fuse holders per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated).
- Lightning induced DC and AC surge arrestors, type II.
- Motorized DC switch to automatically disconnect the inverter from the PV array.
- Low voltage ride-through capability.
- Motorized AC circuit breaker.
- Hardware protection via firmware.
- Additional protection for the power stack, as it is air cooled by a closed loop.

OPTIONAL ACCESSORIES

- Auxiliary services feeder.
- Grounding kit.
- Heating kit, for expanding the temperature range down to -40 °F.
- DC fuses.
- Monitoring of the group currents at the DC input.
- PID prevention kit (PID: Potential Induced Degradation).
- Night time reactive power injection.
- Sand-trap kit.

ADVANTAGES OF THE B SERIES

- Higher power density.
- Latest generation electronics.
- More efficient electronic protection.
- Night time supply to communicate with the inverter at night.
- Enhanced performance.
- Easier maintenance thanks to its new design and enclosure.
- Lightweight spares.
- It allows to ground the PV array.
- Components easily replaceable.



	2340 kVA DUAL INGECON® SUN 1170TL U B450	2495 kVA DUAL INGECON® SUN 1245TL U B480	2800 kVA DUAL INGECON® SUN 1400TL U B540	3000 kVA DUAL INGECON® SUN 1500TL U B578	3120 kVA DUAL INGECON® SUN 1560TL U B600	3200 kVA DUAL INGECON® SUN 1600TL U B615
Input (DC)						
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	2,314 - 3,040 kWp	2,468 - 3,244 kWp	2,778 - 3,648 kWp	2,972 - 3,904 kWp	3,086 - 4,054 kWp	3,162 - 4,154 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	645 - 1,300 V	686 - 1,300 V	769 - 1,300 V	822 - 1,300 V	853 - 1,300 V	873 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V					
Maximum current	1,870 A per power block					
N° inputs with fuse-holders	6 up to 12 per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated)					
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)					
Type of connection	Connection to copper bars					
Power blocks	2					
MPPT	2					
Input protections						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
DC switch	Motorized DC load break disconnect					
Other protections	Integrated DC combiner box / Up to 12 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton					
Output (AC)						
Power @86 °F / @122 °F	2,338 kVA / 2,104 kVA	2,494 kVA / 2,244 kVA	2,806 kVA / 2,525 kVA	3,004 kVA / 2,703 kVA	3,118 kVA / 2,806 kVA	3,196 kVA / 2,876 kVA
Current @86 °F / @122 °F	3,000 A / 2,700 A					
Rated voltage	450 V IT System	480 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz					
Power Factor ⁽⁴⁾	1					
Power Factor adjustable	Yes. Smax=2,338 kVA	Yes. Smax=2,494 kVA	Yes. Smax=2,806 kVA	Yes. Smax=3,004 kVA	Yes. Smax=3,118 kVA	Yes. Smax=3,196 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁵⁾	<3%					
Output protections						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
AC breaker	Motorized AC circuit breaker with door control					
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection					
Other protections	AC short-circuits and overloads					
Features						
Operating efficiency	98.9%					
CEC	98.5%					
Max. consumption aux. services	9,400 W (50 A)					
Stand-by or night consumption ⁽⁶⁾	180 W					
Average power consumption per day	4,000 W					
General Information						
PV inverters included	Two units of the INGECON® SUN 1170TL U B450	Two units of the INGECON® SUN 1245TL U B480	Two units of the INGECON® SUN 1400TL U B540	Two units of the INGECON® SUN 1500TL U B578	Two units of the INGECON® SUN 1560TL U B600	Two units of the INGECON® SUN 1600TL U B615
Operational temperature range	-4 °F to +135 °F (operational temperature range expandable from -40 °F to +135 °F)					
Relative humidity (non-condensing)	0-100%					
Protection class	NEMA 3R (NEMA 3 with the sand-trap kit)					
Maximum altitude	14,770 ft (for installations beyond 3,300 ft, please contact Ingeteam's solar sales department)					
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase+ neutral power supply)					
Air flow range	0 - 84 ft³/s per power block (0 - 7,800 m³/h per power block)					
Average air flow	2 x 45 ft³/s (2 x 4,200 m³/h)					
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 33 ft / <54.5 dB(A) at 33 ft					
Marking	CE, SGS					
EMC and security standards	UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2, CSA22.2 No107					
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, NEC CODE, Rule 21, Rule 14H, CSA22.2 No107					

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating PV systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁵⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁶⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

	3280 kVA DUAL INGECON® SUN 1640TL U B630	3330 kVA DUAL INGECON® SUN 1665TL U B640	3380 kVA DUAL INGECON® SUN 1690TL U B650	3430 kVA DUAL INGECON® SUN 1715TL U B660	3480 kVA DUAL INGECON® SUN 1740TL U B670	3600 kVA DUAL INGECON® SUN 1800TL U B690
Input (DC)						
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,240 - 4,256 kWp	3,292 - 4,324 kWp	3,344 - 4,390 kWp	3,396 - 4,390 kWp	3,446 - 4,526 kWp	3,550 - 4,662 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	894 - 1,300 V	908 - 1,300 V	922 - 1,300 V	935 - 1,300 V	950 - 1,300 V	978 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V					
Maximum current	1,870 A per power block					
N° inputs with fuse-holders	6 up to 12 per power block (up to 15 if the combiner box is not integrated)					
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)					
Type of connection	Connection to copper bars					
Power blocks	2					
MPPT	2					
Input protections						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
DC switch	Motorized DC load break disconnect					
Other protections	Integrated DC combiner box / Up to 12 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton					
Output (AC)						
Power @86 °F / @122 °F	3,274 kVA / 2,946 kVA	3,326 kVA / 2,994 kVA	3,378 kVA / 3,040 kVA	3,430 kVA / 3,086 kVA	3,482 kVA / 3,134 kVA	3,586 kVA / 3,226 kVA
Current @86 °F / @122 °F	3,000 A / 2,700 A					
Rated voltage	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	660 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz					
Power Factor ⁽⁴⁾	1					
Power Factor adjustable	Yes. Smax=3,274 kVA	Yes. Smax=2,494 kVA	Yes. Smax=3,378 kVA	Yes. Smax=3,430 kVA	Yes. Smax=3,482 kVA	Yes. Smax=3,586 kVA
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁵⁾	<3%					
Output protections						
Overvoltage protections	Type II surge arresters					
AC breaker	Motorized AC circuit breaker with door control					
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection					
Other protections	AC short-circuits and overloads					
Features						
Operating efficiency	98.9%					
CEC	98.5%					
Max. consumption aux. services	9,400 W (50 A)					
Stand-by or night consumption ⁽⁶⁾	180 W					
Average power consumption per day	4,000 W					
General Information						
PV inverters included	Two units of the INGECON® SUN 1640TL U B630	Two units of the INGECON® SUN 1665TL U B640	Two units of the INGECON® SUN 1690TL U B650	Two units of the INGECON® SUN 1715TL U B660	Two units of the INGECON® SUN 1740TL U B670	Two units of the INGECON® SUN 1800TL U B690
Operational temperature range	-4 °F to +135 °F (operational temperature range expandable from -40 °F to +135 °F)					
Relative humidity (non-condensing)	0-100%					
Protection class	NEMA 3R (NEMA 3 with the sand-trap kit)					
Maximum altitude	14,770 ft (for installations beyond 3,300 ft, please contact Ingeteam's solar sales department)					
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase+ neutral power supply)					
Air flow range	0 - 84 ft³/s per power block (0 - 7,800 m³/h per power block)					
Average air flow	2 x 45 ft³/s (2 x 4,200 m³/h)					
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 33 ft / <54.5 dB(A) at 33 ft					
Marking	CE, SGS					
EMC and security standards	UL1741, FCC Part 15, IEEE C37.90.1, IEEE C37.90.2, CSA22.2 No107					
Grid connection standards	IEC 62116, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, NEC CODE, Rule 21, Rule 14H, CSA22.2 No107					

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating PV systems ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ For P_{out}>25% of the rated power ⁽⁵⁾ For P_{out}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁶⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

**THREE-PHASE
OIL-INSULATED
LV / MV
TRANSFORMERS**

Medium Voltage Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

Ingeteam provides highly performing LV / MV three phase oil-insulated type transformers. Power ratings are available up to 7,200 kVA, with voltage ratings (MV side) from 10 up to 36 kV.

The transformers are classified as per the IEC 60076 standard, offering the following benefits:

- Reduced power losses.
- Reduced maintenance needs.
- Suitable both for internal or external use.

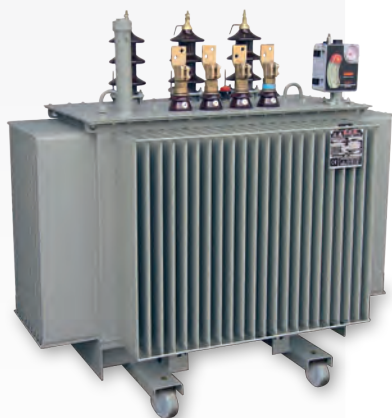
The voltage value at the secondary winding (LV side) is compatible with the inverter output voltage from 366 V to 690 V.

STANDARD FUNCTIONS

- Reduced power losses. Other power losses upon request.
- Electrostatic shield reducing disturbances, distortions and overvoltages.
- DGPT2 / RIS relay.
- Mineral oil insulation.

FUNCTIONS AVAILABLE UPON REQUEST

- Natural ester dielectric insulation fluid (fire point > 300 °C)
- Copper windings.
- Other functions available upon request.



MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled

General Information					
Category	Hermetic mineral oil-insulated transformer (vegetable oil insulated upon request)				
Rated frequency	50 / 60Hz				
Efficiency at rated power	99%				
Primary voltage regulator	± 2 x 2.5 %				
Insulation class	Primary winding	12 kV: 12 / 28 / 75 kV	17,5 kV: 17,5 / 38 / 95 kV	24 kV: 24 / 50 / 125 kV	36 kV: 36 / 70 / 170 kV
	Secondary winding	3.6 kV			
Primary / secondary conductive material	Aluminium / Aluminium (Copper optional)				
Vector group ⁽¹⁾	Dy11				
Primary connection	Delta ⁽²⁾				
Secondary connection	Star				
Max. overtemperature for windings / oil	+65 / +60 K				
No load current	< 1%				
Max. peak starting current	< 15 x In ⁽²⁾				
Installation	Indoor or outdoor				
Cooling type	ONAN				
Max. altitude above sea level ⁽³⁾	4,500 m				
Short-circuit impedance at 75 °C	8% ⁽²⁾				
General features	Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / RIS relay				

Notes: ⁽¹⁾ Double secondary required for 4-inverter applications. ⁽²⁾ For different configurations, please contact Ingeteam's solar sales department. ⁽³⁾ For installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department.

	450 V	540 V	578 V	600 V	615 V
1 Inverter					
Rated power of the transformer	1,170 kVA	1,400 kVA	1,500 kVA	1,560 kVA	1,600 kVA
No load losses	1,170 W	1,400 W	1,500 W	1,560 W	1,600 W
Load losses (75 °C)	10,530 W	12,600 W	13,500 W	14,040 W	14,400 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
2 Inverters					
Rated power of the transformer	2,340 kVA	2,800 kVA	3,000 kVA	3,120 kVA	3,200 kVA
No load losses	2,340 W	2,800 W	3,000 W	3,120 W	3,200 W
Load losses (75 °C)	21,060 W	25,200 W	27,000 W	28,080 W	28,800 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
3 Inverters					
Rated power of the transformer	3,510 kVA	4,200 kVA	4,500 kVA	4,680 kVA	4,800 kVA
No load losses	3,510 W	4,200 W	4,500 W	4,680 W	4,800 W
Load losses (75 °C)	31,590 W	37,800 W	40,500 W	42,120 W	43,200 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
4 Inverters					
Rated power of the transformer	4,680 kVA	5,600 kVA	6,000 kVA	6,240 kVA	6,400 kVA
No load losses	4,680 W	5,600 W	6,000 W	6,240 W	6,400 W
Load losses (75 °C)	42,120 W	50,400 W	54,000 W	56,160 W	57,600 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%

	630 V	640 V	650 V	670 V	690 V
1 Inverter					
Rated power of the transformer	1,640 kVA	1,665 kVA	1,690 kVA	1,740 kVA	1,800 kVA
No load losses	1,640 W	1,665 W	1,690 W	1,740 W	1,800 W
Load losses (75 °C)	14,760 W	14,985 W	15,210 W	15,660 W	16,200 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
2 Inverters					
Rated power of the transformer	3,280 kVA	3,330 kVA	3,380 kVA	3,480 kVA	3,600 kVA
No load losses	3,280 W	3,330 W	3,380 W	3,480 W	3,600 W
Load losses (75 °C)	29,520 W	29,970 W	30,420 W	31,320 W	32,400 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
3 Inverters					
Rated power of the transformer	4,920 kVA	4,995 kVA	5,070 kVA	5,220 kVA	5,400 kVA
No load losses	4,920 W	4,995 W	5,070 W	5,220 W	5,400 W
Load losses (75 °C)	44,280 W	44,955 W	45,630 W	46,980 W	48,600 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%
4 Inverters					
Rated power of the transformer	6,560 kVA	6,660 kVA	6,760 kVA	6,960 kVA	7,200 kVA
No load losses	6,560 W	6,660 W	6,760 W	6,960 W	7,200 W
Load losses (75 °C)	59,040 W	59,940 W	60,840 W	62,640 W	64,800 W
Peak of efficiency	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%	99,4%
Euroefficiency	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%	99,2%

**MEDIUM VOLTAGE
INVERTER STATION,
CUSTOMIZED
UP TO 7.2 MVA,
WITH ALL THE
COMPONENTS
SUPPLIED ON TOP
OF A FULL SKID**

From 1.17 to 7.2 MVA

This brand new medium voltage solution integrates all the devices required for a multi-mega-watt system.

Maximize your investment with a minimal effort

Ingeteam's Inverter Station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to four photovoltaic inverters (two dual inverters). All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This PowerStation is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel base frame together with the LV and MV components, including the PV inverters. Moreover, it features a great power density: 317 kW/m³.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment (up to 7.2 MVA), liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV and provision for low voltage equipment.

The MV Skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to two dual PV inverters from Ingeteam's B Series central inverter family.

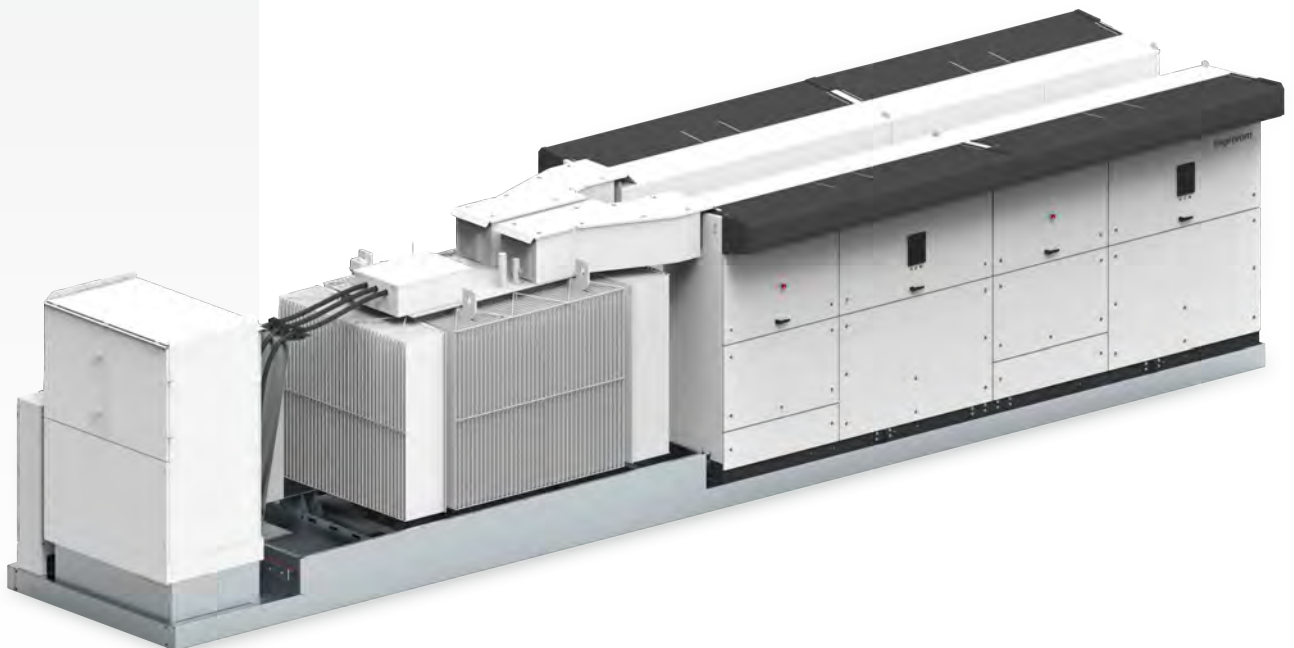
Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the B Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

Maximum protection

Ingeteam's B Series central inverters integrate the latest generation electronics and a much more efficient electronic protection. Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

Furthermore, the electrical connection between the inverters and the transformer is fully protected from direct contact.



CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimizing freight costs.

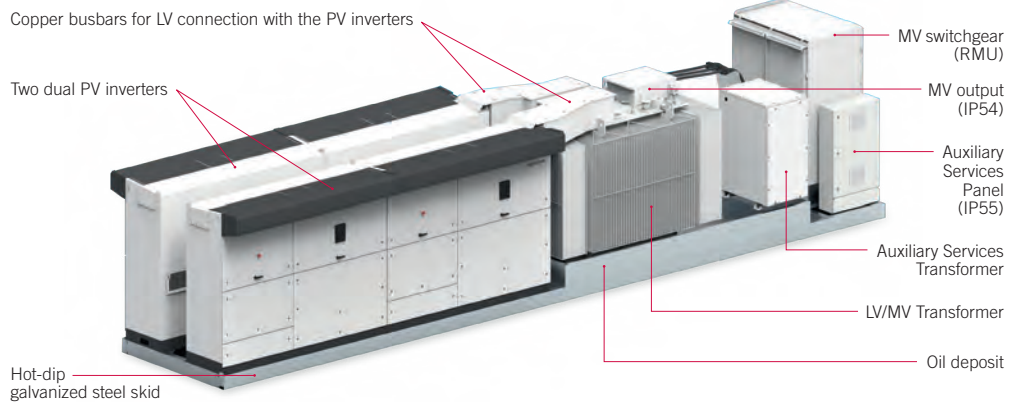
STANDARD EQUIPMENT

- Up to four inverters with an output power of 7.2 MVA.
- Liquid-filled hermetically sealed transformer up to 36 kV.
- 1L1A MV switchgear (2L1A optional).
- Oil-retention tank.
- Frame for installation of LV equipment.
- Minimum installation at project site.

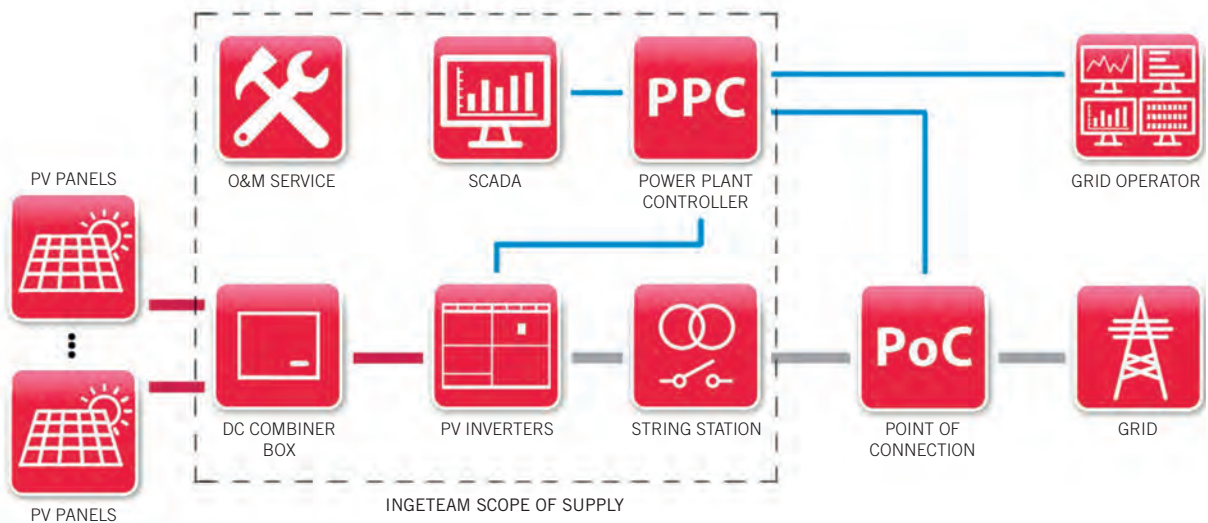
OPTIONAL ACCESORIES

- Auxiliary services transformer (up to 50 kVA, Dyn11).
- UPS for monitoring (1.5 kVA, 30 min).
- LV Surge arresters type I+II.
- MV Surge arresters.
- Low voltage distribution panel (IP55).
- Power plant commissioning.
- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/or SCADA systems.
- INGECON® SUN StringBox with 16 / 24 / 32 input channels. Intelligent or passive string combiner box.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IS systems insulation.
- Reactive power regulation when there is no PV power available.
- Ground connection of the PV array.

COMPONENTS



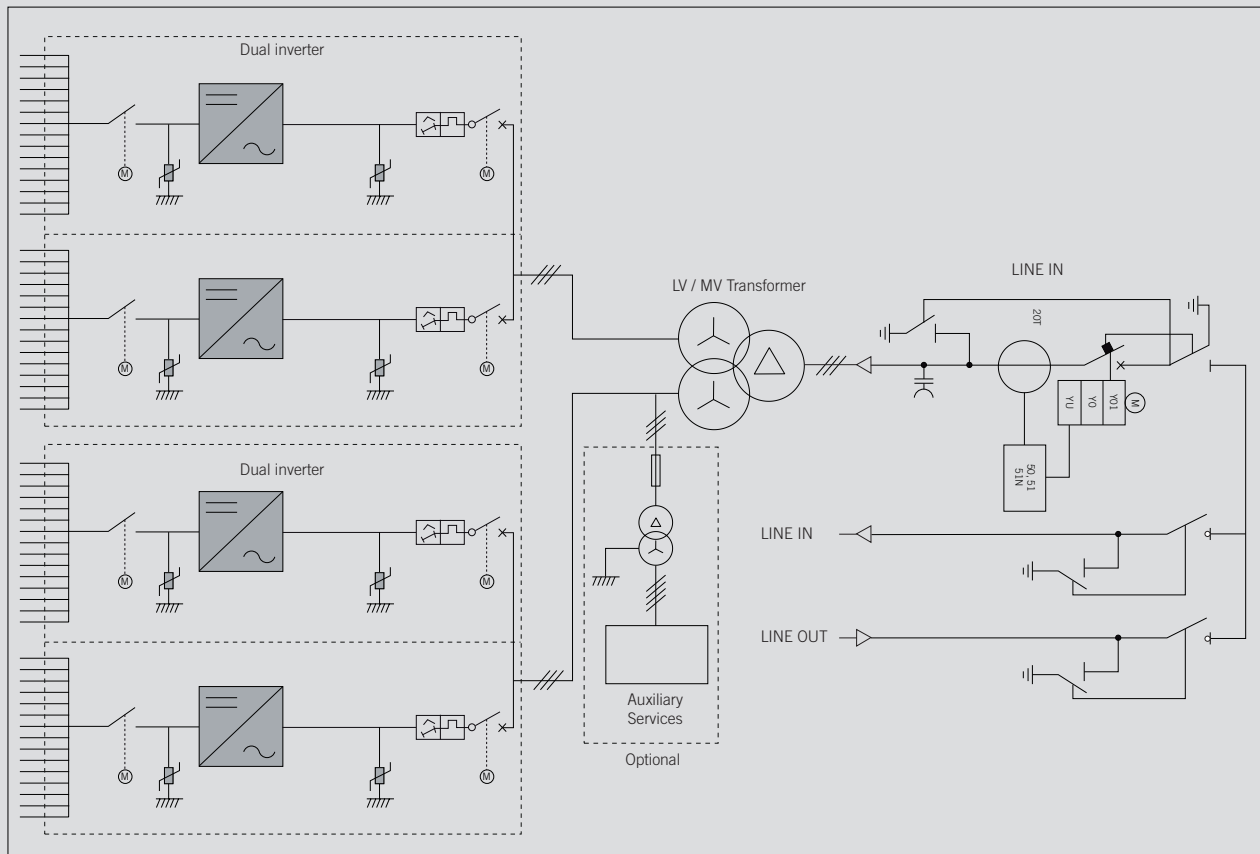
PV PLANT CONFIGURATION



	1800 FSK	3600 FSK	5400 FSK	7200 FSK
General data				
Number of inverters	1	2	3	4
Max. power @30 °C / 86 °F ⁽¹⁾	1,793 kVA	3,586 kVA	5,379 kVA	7,172 kVA
Operating temperature range	from -20 °C to +50 °C			
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%			
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 2,000 masl)			
LV / MV Transformer				
Medium voltage	From 20 kV up to 35 kV, 50-60 Hz			
Cooling system	ONAN			
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ⁽²⁾	99.40%			
Protection degree	IP54			
MV Switchgear				
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV			
Rated current	630 A			
Cooling system	Natural air ventilation			
Protection degree	IP54			
Equipment				
LV-AUX Switchgear	Standard version (optional monitoring system)			
LV / MV Transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer			
MV Switchgear	1L1A cells (2L1A optional)			
Mechanical information				
Structure type	Hot dip galvanized steel skid			
Dimensions Full Skid (W x D x H)	8,570 x 2,100 x 2,460 mm	11,390 x 2,100 x 2,460 mm	11,390 x 2,100 x 2,460 mm	11,390 x 2,100 x 2,460 mm
Full Skid	13 T	16 T	19 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Notes: ⁽¹⁾ Maximum power calculated with the inverter model INGECON® SUN 1800TL B690. For other inverter models, please contact Ingeteam's Solar sales department ⁽²⁾ For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

Configuration with four B Series PV inverters





Ingeteam Power Technology, S.A.
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000 / Fax: +34 948 288 001
e-mail: solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam S.r.l.
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490 / Fax: +39 054 665 5391
e-mail: italia.energy@ingeteam.com

Ingeteam SAS
La Naurouze B - 140 rue Carmin
31670 Labège - France
Tel: +33 (0)5 61 25 00 00 / Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

Ingeteam INC.
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190 / Fax: +1 414 342 0779
e-mail: solar.us@ingeteam.com

Ingeteam, a.s.
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 732 6800 / Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

Ingeteam, S.A. de C.V.
Leibniz 13 des 1101, Col. Anzures
Del. Miguel Hidalgo,
11590 - Mexico - CDMX
Tel +5255 6586 9930-31
e-mail: northamerica@ingeteam.com

Ingeteam Ltda.
Rua Estácio de Sá, 560
Jd. Santa Genebra
13080-010 Campinas/SP - Brazil
Tel.: +55 19 3037 3773
e-mail: brazil@ingeteam.com

Ingeteam Pty Ltd.
Unit 2 Alphen Square South
16th Road, Randjiespark
Midrand 1682 - South Africa
Tel.: +2711 314 3190 / Fax: +2711 314 2420
e-mail: southafrica@ingeteam.com

Ingeteam SpA
Los militares 5890, Torre A, oficina 401
7560742 - Las Condes
Santiago de Chile - Chile
Tel.: +56 2 29574531
e-mail: chile@ingeteam.com

Ingeteam Power Technology India Pvt. Ltd.
2nd Floor, 431
Udyog Vihar, Phase III
122016 Gurgaon (Haryana) - India
Tel.: +91 124 420 6491-5 / Fax: +91 124 420 6493
e-mail: india@ingeteam.com

Ingeteam Sp. z o.o.
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673 Warszawa - Poland
Tel.: +48 22 821 9930 / Fax: +48 22 821 9931
e-mail: polska@ingeteam.com

Ingeteam Australia Pty Ltd.
iAccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 455 521 490
e-mail: australia@ingeteam.com

Ingeteam Panama S.A.
Av. Manuel Espinosa Batista, Ed. Torre Internacional
Business Center, Apto./Local 407 Urb.C45 Bella Vista
Bella Vista - Panama
Tel.: +50 761 329 467

Ingeteam Service S.R.L.
Bucuresti, Sector 2, Bulevardul
Dimitrie Pompeiu Nr 5-7
Cladirea Hermes Business Campus 1,
Birou 236, Etaj 2 - Romania
Tel.: +40 728 993 202

Ingeteam Philippines Inc.
Office 2, Unit 330, Milelong Bldg.
Amorsolo corner Rufin St.
1230 Makati
Gran Manila - Philippines
Tel.: +63 0917 677 6039

Ingeteam

STI-H250™

Seguidor de un eje horizontal

Ficha técnica

Dual Row - Descentralizado



Adaptación al terreno



Carga de viento



Carga de nieve



Carga de sismo



Sin engrase & mínimo mantenimiento



Túnel de viento



Test Dinámico



10 años

Garantía



Patentado

Diseño

- Accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de únicamente 100W de potencia.
- Self power con panel PV externo, alimentado desde la red.
- Amplio recorrido de giro: 110° (± 55°).
- Tolerancia a las pendientes elevadas.
- Gran adaptación a terrenos irregulares.
- Disponibilidad superior al 99,9%.
- Compatible con diferentes soluciones de cimentación: hinca metálica, pre-taladros, micropilotes, zapatas.
- Compatible con todo tipo de paneles (con marco, glass-glass, thin-film, bifacial).

Operación y Mantenimiento

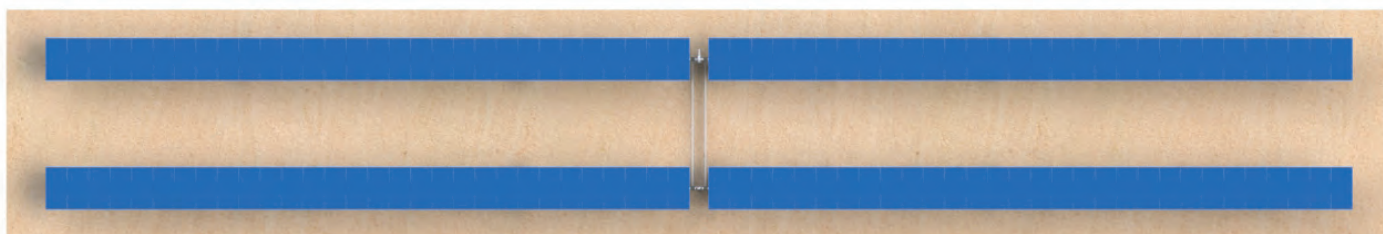
- Acceso libre para limpieza de paneles.
- Mínima inversión en labores de O&M gracias al reducido número de componentes, la sencillez y robustez del sistema.
- Mantenimiento mínimo.
- Elementos de rotación libres de lubricación.

Sistema de control

- Alta fiabilidad de operación.
- Gestión de alarma completamente configurable por el cliente.
- Algoritmo de Backtracking personalizado a cada seguidor solar STI-H250™, evitando sombras y aumentando la producción.
- Fácil integración en el sistema de comunicaciones y SCADA de la planta gracias al Modbus TCP / IP standard.
- Sistema de comunicación Wireless Zigbee®.
- Monitorización remota y mantenimiento predictivo (evita paradas y aumenta la disponibilidad).
- Rápida puesta en marcha & herramientas de backtracking.

Montaje

- Mínimo tiempo de instalación, rápido y simple.
- Altas tolerancias al error de posicionamiento de cimentación, tanto en los tres ejes (X,Y,Z) como al giro en los ejes Y y Z.
- Altura baja del panel para un fácil montaje.
- Conexiones 100% atornilladas. Sin perforación, corte o soldadura en el sitio.



CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de seguidor	Seguidor de un eje horizontal (HSAT). Descentralizado. DUAL-ROW
Ratio de cobertura en el suelo (GCR)	Configurable según proyecto, standard 33%
Área de seguidor	Aprox. 250 m ²

DIMENSIONES (seguidor ESTÁNDAR con módulos de 72 cél. y 1/GCR = 3)*

Módulos por viga de torsión	60
Número de filas	2
Potencia pico instalada (con módulo de 350Wp)	42 Kwp
Número de postes por seguidor	19
Altura de módulo. Seguidor en posición horizontal 0°	Aprox. 1.35m
Altura de módulo. Seguidor en posición de 55°	Aprox. 2.25m

ACCIONAMIENTO DE GIRO

Tipo de accionamiento	Actuador Electromecánico rotativo
Alimentación conjunto de accionamiento	LiFe P04 Batería o alimentado desde la red
Consumo eléctrico conjunto de accionamiento	< 0.45Kwh/day
Potencia motor	100W / 24VDC self-powered

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Rango de giro	110° (+/-55°)
V max. viento (en posición horizontal)	140km/h (*)
Estructura	Acero Galvanizado en caliente S235, S275, S355, S350GD ZM310 o equivalente
Normativa	Grounding bonding UL2703/Diseño estructural ASCE7-10 o Eurocódigo
Topografía	15% N-S / 10% E-O en el mismo seguidor Sin Límites E-O en seguidores diferentes (Validar para valores más altos)

SISTEMA DE CONTROL

Control de seguimiento	NREL SOLPOS algoritmo astronómico con PLC (Exactitud ±0.01°)
Gestión de sombras	Algoritmo Backtracking personalizado
Gestión de viento	Gestión de abanderamiento personalizable
Estándar de comunicaciones	Modbus RS485 or Modbus Wireless option (Zigbee®)

MANTENIMIENTO

Mantenimiento	Mínimo (Revisión anual)
---------------	-------------------------

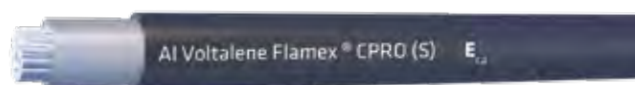
GARANTÍA

Estructural / Accionamiento y motores	10 años estructural / 5 años Accionamiento y Motores
---------------------------------------	--

(*) Configurable según proyecto. Disponibles otras opciones.

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN
DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003862



BAJA OPACIDAD
DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN
DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



RESISTENCIA
A LA ABSORCIÓN
DEL AGUA



RESISTENCIA
AL FRÍO



RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA
A LOS AGENTES
QUÍMICOS



RESISTENCIA
A LAS GRASAS
Y ACEITES



RESISTENCIA
A LOS GOLPES



NORMALIZADO POR LAS PRINCIPALES
COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: aluminio.

Flexibilidad: rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1.

Color: negro.

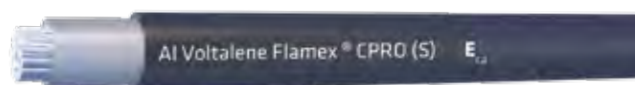
APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se quiera Afumex (AS).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,26

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (AI) (trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (AI) (trifásica).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W. Corriente continua.

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (AI) (continua).

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

P-SUN 2.0 CPR

ZZ-F



Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma de referencia: DKE-VDE AK 411.2.3
 Designación genérica: ZZ-F



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
 EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1
 BS 6425-1



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2
 pH ≥ 4,3; C ≤ 10 uS/mm



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

N° DoP 1006545



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV P-SUN 2.0 CPR

Vida útil 30 años	SI
Verificación Bureau Veritas	SI
Servicios móviles	SI
Temperatura máxima 120 °C en el conductor	20000 h
Resistencia al ozono	EN 50396, test B
Resistencia a los rayos UVA	UL 1581 (Xenotest); ISO 4892-2 (Método A) HD 605/A1-2.4.20
Resistencia a la absorción del agua	EN 60811-1-3
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Resistencia al frío	doblado a baja temperatura EN 60811-1-4
Presión a temperatura elevada	EN 60811-3-1
Dureza	DIN 53505 Shore A ≤ 85
Resistencia a los aceites minerales	EN 60811-2-1, 24 h, 100 °C
Resistencia a los ácidos y bases	EN 60811-2-1, 7 días, 23 °C ácido n-oxáldo, hidróxido sódico
Doble aislamiento (clase II)	SI

- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
 - Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
 - Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
 - Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
 - Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
 - Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Eca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: EN 60754-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 60754-2; IEC 60754-2; pH ≥ 4,3; C ≤ 10 uS/mm.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) 250 °C en cortocircuito.

ASLAMIENTO

Material: Goma tipo E16 según UNE-EN 50363-1.

CUBIERTA

Material: mezcla libre de halógenos tipo EM5 según UNE-EN 50363-2-2 ó EM8 según UNE-EN 50363-6.

Colores: negro, rojo o azul.

Doble aislamiento (clase II).

P-Sun 2.0 CPRO ZZ-F



Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma de referencia: DKE-VDE AK 411.2.3
 Designación genérica: ZZ-F



APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2,5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	5,6	59	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	6,2	79	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	7,2	122	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	8,6	182	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	10,1	274	0,780	146	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
 → XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
 Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
 Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida útil (30 años).

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE 211620
 Designación genérica: AL RH5Z1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



DESCÁRGATE
 la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



N° DoP 1003885



RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

NORMALIZADO POR ENDESA

- Temperatura de servicio: -25 °C, + 90 °C,
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor.

AISLAMIENTO

Material: polietileno reticulado (XLPE).

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío**.

PROTECCIÓN LONGITUDINAL CONTRA EL AGUA

Cinta hinchante semiconductora.

PANTALLA METÁLICA

Material: cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.

Color: rojo.

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE 211620
 Designación genérica: AL RH5Z1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENSIÓN) (mm)
12/20 kV							
1 x 95 (1)	21,3	4,5	29,4	2	860	441	588
1 x 150 (1)	24,1	4,3	32,1	2	1070	482	642
1 x 240 (1)	28,2	4,3	36	2	1430	540	720
1 x 400 (1)	33,6	4,3	41,5	2	2020	623	830
18/30 kV							
1 x 95 (1)	25,7	6,4	33,6	2	1060	504	672
1 x 150 (1)	28,5	6,4	36,4	2	1300	546	728
1 x 240 (1)	32,6	6,4	40,5	2	1690	608	810
1 x 400 (1)	38	6,4	46	2	2320	690	920

(1) Secciones homologadas por las compañías de Grupo Endesa.
 (*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL VOLTALENE H COMPACT

AL RH5Z1 (NORMALIZADO POR ENDESA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE 211620
 Designación genérica: AL RH5Z1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
					12/20 kV (pant, 16 mm ²)	18/30 kV (pant, 25 mm ²)
1 x 95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1 x 150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1 x 240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1 x 400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV.

(2) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV.

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

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

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) (mm ²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (90 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
			12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1 x 150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1 x 240/16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1 x 400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277



(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV.

(2) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV.

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



	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

A.3.- TRAMOS LAMT



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

ÍNDICE

1.	OBJETO.....	3
1.1.	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLES.....	3
1.1.1.	REGLAMENTACIÓN.....	3
1.1.2.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	8
1.1.3.	NORMATIVA DE REFERENCIA.....	8
2.	SOLICITANTE.....	9
3.	EMPLAZAMIENTO	10
4.	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	11
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS AÉREO:	12
4.2.	COORDENADAS DE LOS APOYOS DE LA LÍNEA.....	13
5.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	14
5.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRAMOS AÉREOS	14
5.2.	PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.....	16
5.3.	CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA.....	17
5.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	19
5.4.1.	CONDUCTOR AÉREO 30 kV TRAMO 1 Y TRAMO 2 CIRCUITO 2	19
5.4.2.	CONDUCTOR AÉREO 30 kV TRAMO 2 CIRCUITO 1	20
5.4.3.	CABLE TIERRA / FIBRA AÉREO TRAMO 1	20
5.4.4.	CABLE TIERRA / FIBRA AÉREO TRAMO 2	21
5.4.5.	TERMINALES	21
5.4.6.	PARARRAYOS	22
5.4.7.	AISLAMIENTO	22
5.4.8.	HERRAJES	23
5.4.9.	APOYOS Y CIMENTACIONES.....	23
5.4.10.	PUESTA A TIERRA.....	23

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

5.4.11.	NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO	23
5.4.12.	CAJA DE EMPALME FIBRA ÓPTICA EN ARQUETA (TORPEDO)	23
5.4.13.	GRAPAS DE BAJADA FIBRA ÓPTICA.....	25
6.	CÁLCULOS.....	27
6.1.	CÁLCULO ELÉCTRICO DEL TRAMO AÉREO 1 (SC LA-280)	27
6.1.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA.....	28
6.1.2.	CAPACIDAD DE TRANSPORTE	29
6.1.3.	PARÁMETROS ELÉCTRICOS	30
6.2.	CÁLCULO ELÉCTRICO DEL TRAMO AÉREO 2 CIRCUITO 2 (LA-280 DX)	33
6.3.	AISLAMIENTO	39
6.4.	CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES	43
6.4.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA	43
6.4.2.	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	44
6.4.3.	ACCIONES CONSIDERADAS.....	45
6.4.4.	ACCIÓN DEL VIENTO.....	45
6.4.5.	HIPÓTESIS DE PARTIDA	46
6.4.6.	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	47
6.4.7.	COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS.....	51
6.4.8.	TABLA DE REGULACIÓN.....	53
6.4.9.	DISTANCIAS	56
6.4.10.	CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA	62
6.4.11.	CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS.....	76
6.4.12.	CÁLCULO MECÁNICO DE CIMENTACIONES.....	99
6.4.13.	PUESTA A TIERRA.....	106
6.5.	PRESCRIPCIONES ESPECIALES.....	113
6.5.1.	PRESCRIPCIONES ESPECIALES.....	113
6.5.2.	RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS	118

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

1. OBJETO

El presente documento se redacta con el objeto de describir por completo los tramos de línea aérea de media tensión 30 kV de PSF LA NAVA hasta la subestación SET LA NAVA

La conexión entre los CT se realizará en cable de aluminio unipolar tipo RHZ1, para una tensión nominal de 18/30 kV y una tensión máxima de 36 kV con aislamiento en polietileno reticulado (XLPE), de sección 240 y 400 mm².



Para salvar los cruces con la autovía y autopista AP-15 y A-68 se combinarán tramos subterráneos con tramos aéreos hasta llegar a la SET LA NAVA.

1.1. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLES

1.1.1. REGLAMENTACIÓN



Las instalaciones de distribución a las que se refiere este documento deberán cumplir, como mínimo, lo que se establece en la reglamentación vigente:

- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de



	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.



- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Julio 2011).
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		



- Norma UNE 157701:2006, especialmente su Anexo A, sobre Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Anexo P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas. Resolución de 04-10-2006, BOE 24/10/06.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 27 de diciembre de 2010, por el que se declara la existencia de las vías pecuarias cuya anchura, trazado y demás características físicas generales figuran en el expediente de clasificación y aprueba la reposición de los mojones deteriorados o desaparecidos de los términos municipales de Buñuel, Cabanillas, Fustiñana, Cortes y Fontellas.
- Ley Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de Vías Pecuarias de Navarra.
- Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Foral de Ordenación del Territorio y Urbanismo (TRLFOTU).
- Decreto Foral 47/2011, de 16 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Ordenación Territorial del Eje del Ebro.
- Orden Foral 64/2006, de 24 de febrero, del Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- 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.
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de carreteras.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (Instrucción 8.3- IC Señalización de obra).
- Recomendaciones para el diseño de intersecciones.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), según Orden del Ministerio de Obras Públicas, de 2 de julio de 1976.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, 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.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.
- 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 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- 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 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Reglamento de aparatos elevadores, Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, derogado parcialmente por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que pueda afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.



1.1.2. **NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

La normativa de aplicación es la siguiente:

- Normas UNE establecidas como Obligado Cumplimiento en la Reglamentación Vigente y sus actualizaciones.

1.1.3. **NORMATIVA DE REFERENCIA**

- Normas UNE, EN e IEC que sirvan de referencia para la definición de equipos o de métodos de actuación.

	<p>MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p>Rev.: 00</p>		

2. SOLICITANTE

Promotor: Solen Energía La Nava S.L. Unipersonal



CIF: B-71400147

Domicilio social: Calle Frauca 13, 31500, Tudela (Navarra)

Persona de contacto: Marta Aréjula



Teléfono de contacto: 948 848 848

e-mail: marejula@invermanagement.com

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

3. EMPLAZAMIENTO

Tal como se muestra en los planos y documentos adjuntos, tanto la línea de evacuación hasta la SET La Nava así como las parcelas de la planta están ubicadas en el termino municipal de Tudela, Navarra.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

4. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

La línea tiene **2 tramos aéreos y 5 tramos subterráneos**. En el presente anexo solo se describirán los tramos aéreos. Los tramos subterráneos están descritos en el proyecto.

El primer tramo subterráneo tiene una longitud en planta de **350 m, en doble circuito de 30 kV dúplex**. Este tramo va desde las celdas del CT6 hasta el apoyo nº 00.01 con conductor RH5Z1 18/30 KV 2x240 mm² Al.

El primer tramo aéreo tiene una longitud en planta de **228 m en simple circuito de 30 kV**. Este tramo está compuesto de un único vano entre los apoyos 77.01 y 77.02 en Simple Circuito con conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280).

El segundo tramo subterráneo tiene una longitud de 279 m y va desde el apoyo 77.02 hasta el CT4. Este tramo se realizará **en doble circuito 2x240 mm² de 30 kV dúplex**



El tercer tramo subterráneo tiene una longitud de 1274 m y va desde el CT4 hasta el apoyo 00.01 del segundo tramo aéreo. Este tramo se realizará **en 2x400 mm² circuito de 30 kV dúplex**.

El segundo tramo aéreo tiene una longitud en planta de **177 m en doble circuito de 30 kV**. Este tramo está compuesto de un único vano entre los apoyos 00.01 y 00.02 en Doble Circuito con:

- conductor simplex 337-AL1/44-ST1A (LA-380) en el primer circuito
- conductor dúplex 242-AL1/39-ST1A (LA-280) en el segundo circuito.

El cuarto tramo subterráneo tiene una longitud en planta de **1635 m, en doble circuito de 30 kV dúplex**. Este tramo va el apoyo nº 00.02 hasta las celdas de la subestación "LA NAVA" con conductor RH5Z1 18/30 KV 2x400 mm² Al.

El quinto tramo subterráneo tramo se corresponde con el segundo circuito de media tensión que une los CT3, CT2 y CT1 con la SET La Nava.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS AÉREO:

A continuación, se muestran los municipios por los que discurre la línea y los cruzamientos que existen en cada municipio por alineaciones:

PRIMER TRAMO AÉREO



Término municipal: TUDELA Longitud: 228 m

Nº Alineación	Tensión (KV)	SC/DC	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
1	30	SC	77.01	77.02		228	Nº 1' VIAL ACCESO AUTOPISTA AP-15 (AUDENASA) Nº 2' VIAL ACCESO AUTOPISTA AP-15 (AUDENASA) Nº 3' AUTOPISTA AP-15 (AUDENASA)

SEGUNDO TRAMO AÉREO

Término municipal: TUDELA Longitud: 177 m

Nº Alineación	Tensión (KV)	SC/DC	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (g)	Longitud (m)	Cruzamientos
1	30	DC	00.01	00.02		177	Nº 1: VIA PECUARIA (CAÑADAS) Nº 2: LAMT 13,2KV LABRADAS-ALFARO (I-DE) Nº 3: GASODUCTO (GAS NATURAL) Nº 4: AUTOVÍA A-68 (AVASA)

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

4.2. COORDENADAS DE LOS APOYOS DE LA LÍNEA.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de los apoyos de la línea en proyección UTM utilizando el Datum ETRS-89 en el huso 30.

Nº	apoyo	Tipo AP	UTM X:	UTM Y:	M2 OCUPACIÓN CIMENTACIÓN
77.01	AGR-21000-23	FL	608193,66	4665709,85	38,44
77.02	AGR-21000-1823	FL	608395,66	4665604,05	38,44
00.01	CO-33000-18	FL	608963,82	4664588,21	47,61
00.02	AGR-21000-18	FL	608858,74	4664445,60	47,61

FL: Fin de línea



AG: Ángulo

AL: Alineación

AN: Anclaje

AM: Amarre

S: Suspendido

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		



5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación queda definida por las siguientes características:

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRAMOS AÉREOS



TRAMO 1 LÍNEA S/C 30 kV

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	30
Tensión más elevada de la red (KV)	36
Categoría.....	3
Nº de circuitos.....	Simple circuito
Nº de conductores por fase.....	1
Tipo de conductor	242-AL1/39-ST1A (LA-280)
Tipo de cable de tierra	OPGW-16/24
Número de cables de tierra.....	1
Potencia máxima de transporte	30,18
Número de apoyos	2
Longitud Total (km)	0.228
Zona de aplicación.....	ZONA A
Tipo de aislamiento.....	Aislador de composite
Apoyos	AGR
Cimentaciones	Hormigón
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra
Nº Apoyos alineación/Tipo	0
Nº Apoyos ángulo/Tipo	0
Nº Apoyos fin de línea/Tipo.....	2 / AGR
Temperatura de operación.....	85 °C

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

TRAMO 2 LÍNEA D/C 30 kV

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	30
Tensión más elevada de la red (KV)	36
Categoría.....	3
Nº de circuitos.....	Doble circuito
Nº de conductores por fase circuito 1	1
Nº de conductores por fase circuito 2	2
Tipo de conductor circuito 1	337-AL1/44-ST1A (LA-380)
Tipo de conductor circuito 2.....	242-AL1/39-ST1A (LA-280)
Tipo de cable de tierra	OPGW-16/48
Número de cables de tierra.....	1
Potencia máxima de transporte circuito 1	37,3
Potencia máxima de transporte circuito 2	60,4
Número de apoyos	2
Longitud Total (km)	0.177
Zona de aplicación.....	ZONA A
Tipo de aislamiento.....	Aislador de composite
Apoyos	CO
Cimentaciones.....	Hormigón
Puesta a tierra	Picas de toma de tierra
Nº Apoyos alineación/Tipo	0
Nº Apoyos ángulo/Tipo	0
Nº Apoyos fin de línea/Tipo.....	2 / CO
Temperatura de operación.....	85 °C

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

5.2. PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA



La instalación proyectada, ubicada en zona de paso o nidificación de aves protegidas, tendrá en cuenta las normas establecidas en el Decreto Foral 129/1991 en los puntos que le afectan.

Las medidas de protección de la avifauna adoptadas en este Proyecto, son las siguientes:

a) Para aislamiento del circuito de media tensión en 30 KV, se utilizarán cadenas de composite de 1 m tipo U70YB30-AL+PECA-1000-A. (1 por fase y amarre en circuito simplex, y 2 en dúplex) Por otro lado, se utilizará el aislador tipo U70AB30 para suspendido. Los elementos de protección o maniobra se colocarán invertidos a distancia suficiente de la cabecera de los apoyos.

c) Los puentes de los apoyos de amarre y seccionamiento, quedarán por debajo de la cruceta del apoyo, con suficiente separación para evitar que las aves posadas en cogolla puedan entrar en contacto con los elementos en tensión. A su vez, las grapas de amarre/suspendido, los terminales de conductor subterráneo y los puentes de unión, se aislarán convenientemente.

d) En los apoyos la separación mínima entre conductores y entre éstos y la zona de posada de aves, es de 1,50 y 0,70 m. respectivamente.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

5.3. CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA

En aquellos puntos donde se realice un paso de aéreo a subterráneo, se tendrán en cuenta los siguientes detalles constructivos.

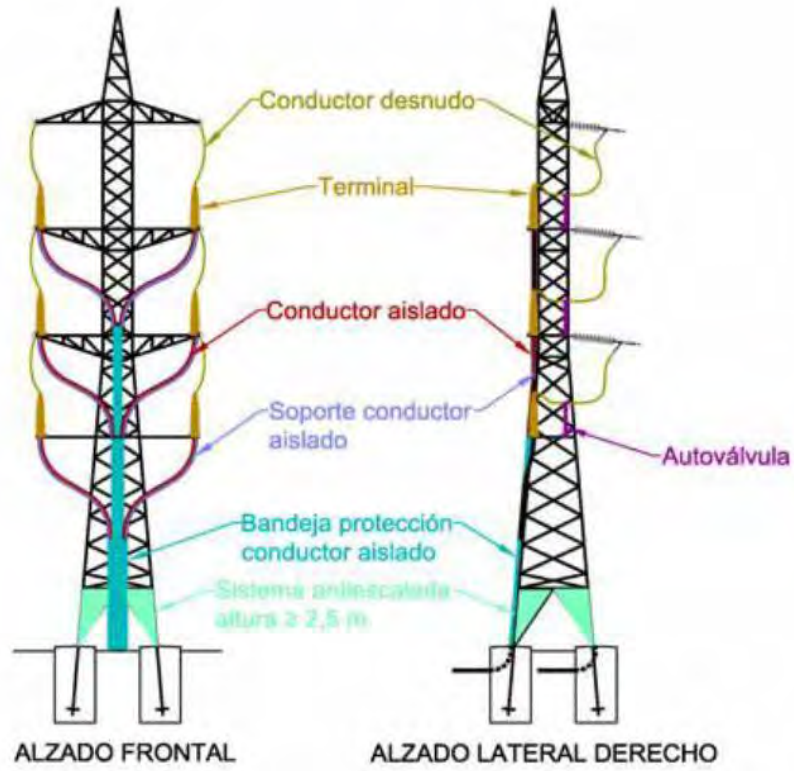
Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con bandeja. El interior de la bandeja será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.



La bandeja se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo.

En el apoyo de conversión aéreo-subterráneo, se dispondrá de un sistema antiescalada.

Todas las conversiones a subterráneo, deberán llevar una protección contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas, siendo la conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

El tubo o bandeja de protección protegerá los conductores hasta el soporte del conductor al que irá sujeto hasta la conexión del terminal.



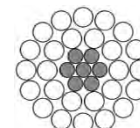
	<p>MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p>Rev.: 00</p>		

5.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES



5.4.1. CONDUCTOR AÉREO 30 KV TRAMO 1 Y TRAMO 2 CIRCUITO 2

Las características del conductor aéreo son las siguientes:

Son cables de aluminio con alma de acero de conductores cableados concéntricos, compuestos de un alma de acero del tipo ST1A y una o más capas de hilos de aluminio del tipo AL1.



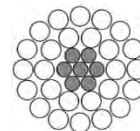
Tipo	242-AL1/39-ST1A
Designación antigua	LA-280
Material.....	Aluminio – Acero
Composición (mm).....	26 (3,44) + 7 (2,68)
Diámetro cable completo (mm)	21,8
Sección total (mm ²).....	281,1
Peso (daN/m)	0,958
Carga de rotura (daN).....	8.450
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7.500
Coeficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	18,9 10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/Km).....	0,1194
Intensidad máxima admisible (A).....	581,22

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

5.4.2. CONDUCTOR AÉREO 30 KV TRAMO 2 CIRCUITO 1

Las características del conductor aéreo son las siguientes:

Son cables de aluminio con alma de acero de conductores cableados concéntricos, compuestos de un alma de acero del tipo ST1A y una o más capas de hilos de aluminio del tipo AL1.





Tipo	337-AL1/44-ST1A
Designación antigua	LA-380
Material.....	Aluminio – Acero
Composición (mm).....	54 (2,82) + 7 (2,82)
Diámetro cable completo (mm)	25,38
Sección total (mm ²).....	381
Peso (daN/m)	1,251
Carga de rotura (daN).....	10.650
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	6.900
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	19,3 10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/Km).....	0,0857
Intensidad máxima admisible (A)	719,56

5.4.3. CABLE TIERRA / FIBRA AÉREO TRAMO 1

Las características del cable de guarda son las siguientes:

Tipo (UNE-EN 60794-4).....	OPGW 16-24
Diámetro cable completo (mm)	14,92
Sección total (mm ²).....	176
Peso (daN/m)	0,657
Carga de rotura (daN).....	9.000
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	11.000
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	15 10 ⁻⁶
Máximo número de fibras	24

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

5.4.4. CABLE TIERRA / FIBRA AÉREO TRAMO 2

Las características del cable de guarda son las siguientes:

Tipo (UNE-EN 60794-4).....	OPGW 16-48
Diámetro cable completo (mm)	15
Sección total (mm ²).....	176
Peso (daN/m)	0,638
Carga de rotura (daN).....	9.000
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	10.000
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	15 10 ⁻⁶
Máximo número de fibras	48

5.4.5. TERMINALES



Los terminales a utilizar serán del tipo exterior por ser las conexiones aéreo-subterráneas.

La conexión entre el cable y la línea aérea se realizará mediante una botella terminal de tipo exterior unipolar por fase. Las botellas terminales tipo exterior se instalarán en las crucetas del apoyo de paso aéreo -subterráneo en los soportes especiales diseñados para su instalación.

Las características técnicas de las botellas terminales tipo exterior serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

Línea de fuga

Considerando un nivel de contaminación correspondiente zona media (equivalencia con CEI 60815 / EN 60071 de grado II medio), la línea de fuga mínima específica exigida para el terminal será de 20 mm/kV, resultando para una tensión de 30 kV, con una tensión más elevada de 36 kV, una línea de fuga total mínima de 720,0 mm.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

5.4.6. PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares.

Los pararrayos autoválvulas se instalarán en las crucetas del apoyo paso aéreo subterráneo en los soportes especiales diseñados para su instalación.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

- Línea de fuga: igual a la exigida para los terminales.
- El aislador de la autoválvula será polimérico (goma de silicona).

La puesta a tierra de las autoválvulas se realizará conectando directamente al propio apoyo de final de línea aéreo-subterráneo.



5.4.7. AISLAMIENTO

Se utilizarán cadenas de aislamiento de composite según norma UNE-EN 61466-1 UNE-EN 61466-2.

En apoyos de alineación suspendida se emplearán cadenas de composite tipo U70AB30 con grapa de suspensión armada.

En apoyos de alineación amarre, ángulo, anclaje y fin de línea se emplearán cadenas de amarre de composite tipo U70YB30-AL (1 para sx, 2 para dx) con grapa de compresión + dispositivo de protección especial PECA1000.

Se considera un nivel de contaminación alto (IV) para el aislador suspendido y de nivel medio (II) para el de amarre.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

5.4.8. HERRAJES

Los herrajes son hierro forjado galvanizado en caliente y todos estarán adecuadamente protegidos contra la corrosión.

Estos herrajes cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006

5.4.9. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos serán AGR, de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar.

Las cimentaciones serán de hormigón en masa de tipo macizos independientes (CO y AGR).

5.4.10. PUESTA A TIERRA

En apoyos en zonas no frecuentadas los apoyos se pondrán a tierra mediante electrodos de difusión vertical.

En apoyos en zonas frecuentadas y/o maniobra se pondrán a tierra mediante electrodos de difusión vertical y anillos perimetrales para cumplir lo establecido en el apartado 7.3.4 de la ITC-07 del RLEAT en cuanto a la seguridad de las personas. Asimismo, en dichos apoyos se instalará acera equipotencial



5.4.11. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marca el número de orden que le corresponda, de acuerdo con el criterio de origen de la línea que se haya establecido.

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

5.4.12. CAJA DE EMPALME FIBRA ÓPTICA EN ARQUETA (TORPEDO)

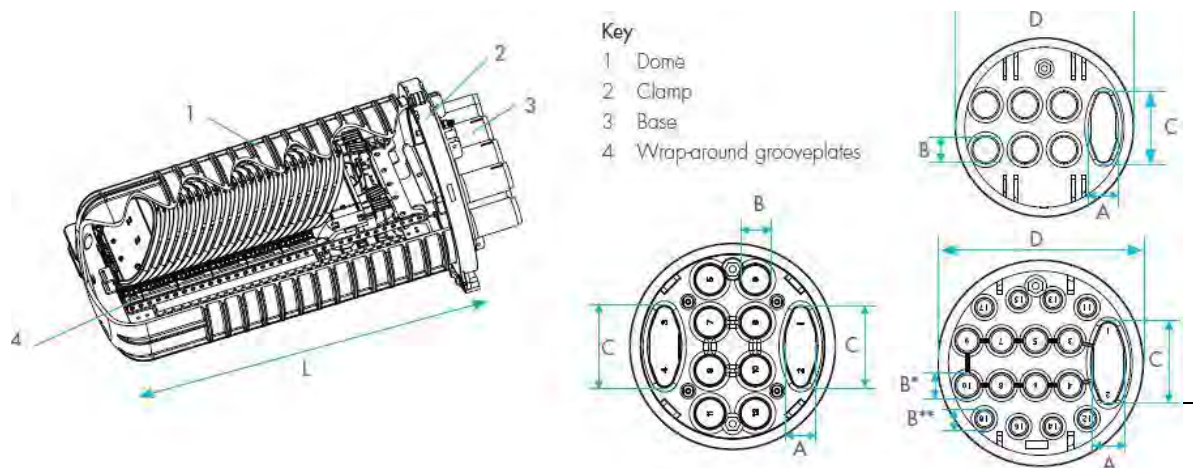
Premisas



	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- Necesidad de instalación de caja de empalme en transiciones aéreo-canalizado debido al cambio de tipo de fibra.
- Necesidad de instalación de caja de empalme cada 2100m (longitud máxima de suministro).
- Caja estanca y resistente a entornos agresivos.

Torpedo de empalme

- Las cajas de empalme deberán quedar instaladas en la arqueta correspondiente y el cable de fibra óptica deberá quedar perfectamente preparado en el interior de las mismas tal y como se indica.
- Para proteger los empalmes por fusión de humedad y suciedad, éstos se alojarán en cajas de empalme estancas especialmente diseñadas para montaje en arquetas.
- Las cajas de empalme a suministrar serán del modelo FIST GCO2 BC, adecuada para su instalación en el exterior (tipo “torpedo”).
- En todas las arquetas en las que se vaya a realizar un torpedo de empalme de fibras, se dejará en el tendido una reserva o coca de 50 m de fibra, en cada uno de los extremos del cable, para la realización del correspondiente torpedo y para que a la conclusión del mismo quede una reserva mínima de 30 metros de cable en la arqueta correspondiente.



	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

- La reserva de cable se ejecutará tal como muestra la fotografía en una valona anclada al lateral de una de las paredes de la arqueta mediante perfiles metálicos de acero galvanizados anclados a las paredes de esta. En cada una de estas arquetas se preverá la reserva de 30 m de cable de fibra óptica.



- Las reservas de cable se organizarán siempre que sea posible en dos reservas diferenciadas. Ambas sujetas con dos perfiles de 3mm de espesor sujetos verticalmente que sean galvanizados en caliente y con un mínimo de 25 m y un máximo de 50 m.



Detalle de arqueta de registro con reserva de cable

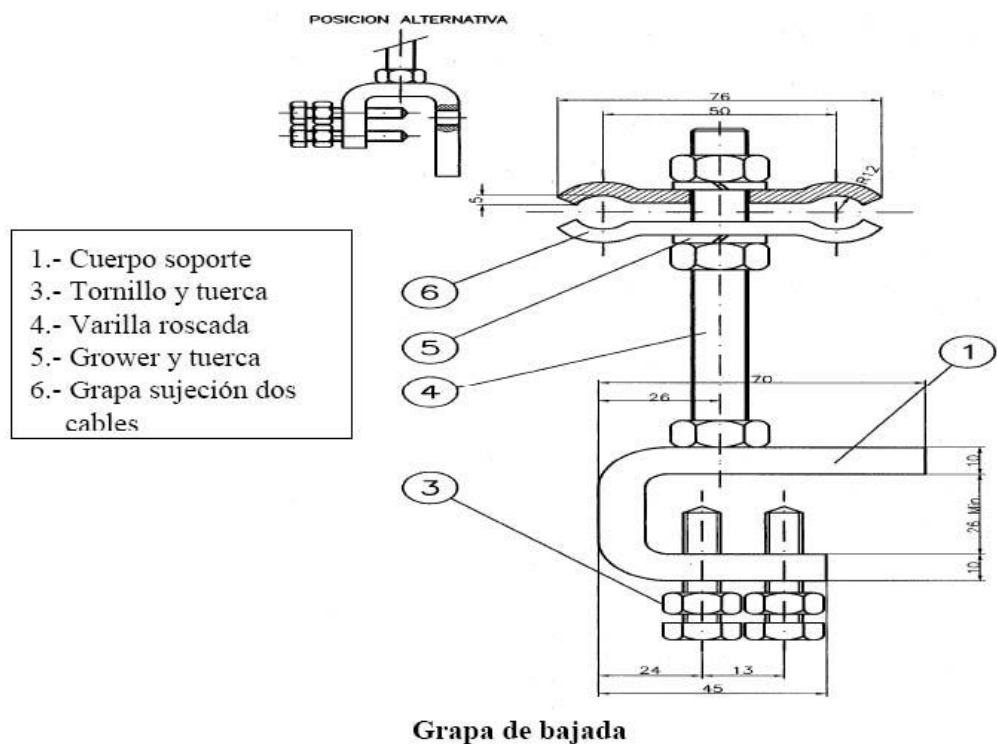
5.4.13. GRAPAS DE BAJADA FIBRA ÓPTICA



Son usadas para guiar el cable óptico en su descenso desde la mordaza de retención y deben situarse a una distancia máxima entre ellas de 1 m.

	<p>MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p>Rev.: 00</p>		

Distancias menores pueden ser necesarias para impedir que el cable golpee con la torre, especialmente en zonas de clima muy ventoso donde las estructuras tienen tendencia a vibrar o en cualquier otra situación con el objeto de que el cable no roce con la celosía de la torre.

Las grapas se deben instalar atendiendo las indicaciones del fabricante con el par de apriete especificado e instalando cable a ambos lados.



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6. CÁLCULOS

Seguidamente se justifican los elementos que componen las instalaciones proyectadas.



6.1. CÁLCULO ELÉCTRICO DEL TRAMO AÉREO 1 (SC LA-280)

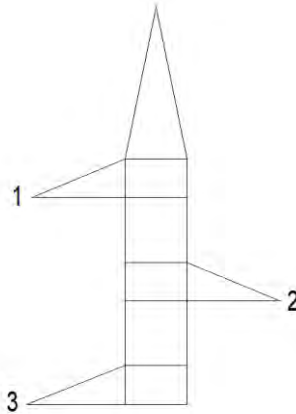
Se realizarán los siguientes cálculos

- *Capacidad de transporte*
- *Parámetros de la línea*
- *Caída de tensión*
- *Cálculo de las pérdidas de potencia*

Para ello, se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis y características de la línea.



- *Tipo de apoyo predominante: AGR-SG1C*
- *Conductor de fase: LA-280*
- *Conductor de tierra: OPGW-16/24*
- *Frecuencia: 50Hz*
- *Temperatura máxima de conductor: 85°C*
- *Altitud media sobre el nivel del mar: 330 m*
- *Para el cálculo de la distancia media geométrica, se ha supuesto que el subconductor de cada fase del circuito se ha colocado como indica la siguiente figura.*

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		



6.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA

Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	30 kV
Tensión más elevada de la red	36 kV
Temperatura máxima del conductor.....	85 °C
Potencia a transportar	27 MVA
Nº de circuitos.....	1
Nº de conductores por fase.....	1
Tipo de conductor	LA-280
Composición del conductor.....	26+7
Longitud de la línea	0,228 km
Sección del conductor	281,1 mm ²
Diámetro del conductor.....	21,8 mm
Tipo de cable de tierra/óptico.....	OPGW-16/24

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.1.2. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Se ha calculado la capacidad de transporte de esta línea teniendo en cuenta la densidad máxima de corriente admisible presente en la tabla 11 del apartado 4.2.1 Densidad admisible, de la ITC-07-RLAT.

$$\delta_{MÁX} = 2,207 \text{ A/mm}^2 \cdot 0,937 = 2,068 \text{ A/mm}^2$$

El primer valor mostrado se corresponde al valor de la densidad de corriente interpolado a partir de los datos de las tablas mencionadas previamente, considerando la sección total del conductor. El segundo término corresponde a un coeficiente de reducción para conductores con configuración 26+7.

De ahí se obtiene la intensidad y la potencia máxima que la línea puede transportar.

$$I_{MÁX} = \delta_{MÁX} \cdot S = 2,068 \text{ A/mm}^2 \cdot 281,1 \text{ mm}^2 = 581,22 \text{ A}$$



$$S_{MÁX} = N \cdot \sqrt{3} \cdot U_c \cdot I_{MÁX} = 1 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \text{ kV} \cdot 581,22 \text{ A} = 30,201 \text{ MVA}$$

Con este valor, y la potencia que se quiere transportar por la línea, puede obtenerse el aprovechamiento de la línea, que en este caso resulta en un valor de:

$$A_{línea} = 89,16 \%$$

Para diferentes factores de potencia, se obtienen las siguientes potencias de transporte:

cos ϕ	P(MW)
0,9	27,181
0,95	28,691
0,97	29,295
1	30,201

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Con este estudio, se cumple lo establecido en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

6.1.3. PARÁMETROS ELÉCTRICOS

A continuación, se muestra una recopilación de los parámetros eléctricos obtenidos.

Longitud de la línea	0,228 km
Distancia media geométrica.....	4.793 mm
Radio medio geométrico	66 mm
Resistencia 0,157 Ω/km	
Inductancia 0,3981 Ω/km	
Susceptancia	2,87·10 ⁻⁶ S/km
Impedancia serie	0,157+0,3981·i Ω/km
Admitancia paralelo	2,87·i·10 ⁻⁶ S/km

6.1.3.1. RESISTENCIA

Para el cálculo de la resistencia eléctrica se ha tenido en cuenta la corrección por temperatura y frecuencia (efecto pelicular). El resultado mostrado en la tabla de los parámetros eléctricos se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Rac_{\theta_s} = Rcc_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_s - 20)) \cdot (1 + Y_p) \quad [\Omega/km]$$

Siendo:



Rac_{θ_s} : Resistencia eléctrica con corriente alterna a la temperatura θ . [Ω/km]

Rcc_{20} : Resistencia eléctrica con corriente continua a 20 °C. [Ω/km]

α : Coeficiente de variación de la resistividad en función de la temperatura. [$^{\circ}C^{-1}$]

θ_s : Temperatura de servicio. [$^{\circ}C$]

Y_p : Factor del efecto pelicular.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.1.3.2. INDUCTANCIA

La inductancia se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega/km]$$

Siendo:

f: Frecuencia de la red. [Hz]

L: Coeficiente de inducción [H/km], calculado mediante la siguiente formulación:

$$L = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \ln \left(\frac{DMG}{DMG'_f} \right) \quad [H/km]$$

Siendo:

DMG: Distancia media geométrica para el apoyo más común (AGR-SG1C)
[mm]

DMG'_f: Distancia media geométrica de fase, en configuración simplex [mm]

6.1.3.3. SUSCEPTANCIA

La susceptancia se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \quad [S/km]$$



Siendo:

f: Frecuencia de la red. [Hz]

C: Capacidad [F/km], calculada mediante la siguiente formulación:

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-9}}{\ln \left(\frac{DMG}{DMG'_f} \right)} \quad [F/km]$$

Siendo:

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

DMG: Distancia media geométrica para el apoyo más común (AGR-SG1C)
[mm]

DMG_f: Distancia media geométrica de fase, en configuración simplex [mm]

6.1.3.4. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión ha sido calculada mediante el método de parámetros distribuidos, para diferentes factores de potencia, mediante la fórmula de la caída de tensión:

$$\Delta U (\%) = \frac{|U_1| - |U_2|}{|U_2|} \cdot 100$$



Para diferentes factores de potencia obtenemos las siguientes caídas de tensión, tanto en valor absoluto cómo con relación a la tensión del receptor.

cos φ	ΔU (%)	ΔU (V)
0,9	0,239	71,797
0,95	0,197	59,083
0,97	0,176	52,706
1	0,107	32,232

6.1.3.5. PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia según los parámetros eléctricos calculados de la línea para diferentes factores de potencia, es:

cos φ	ΔP (kW)
0,9	35,813
0,95	32,142
0,97	30,830
1	29,008

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.2. CÁLCULO ELÉCTRICO DEL TRAMO AÉREO 2 CIRCUITO 2 (LA-280 DX)



Se realizarán los siguientes cálculos

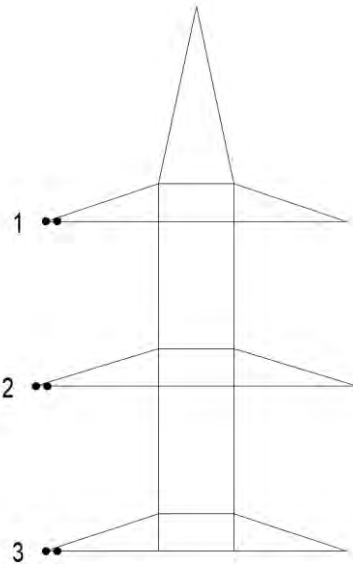
- *Capacidad de transporte*
- *Parámetros de la línea*
- *Caída de tensión*
- *Cálculo de las pérdidas de potencia*

Para ello, se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis y características de la línea.

- *Tipo de apoyo predominante: CO-N3C*
- *Conductor de fase: LA-280*
- *Conductor de tierra: OPGW-16/48*
- *Frecuencia: 50Hz*
- *Temperatura máxima de conductor: 85°C*
- *Altitud media sobre el nivel del mar: 330 m*
- *Para el cálculo de la distancia media geométrica, se ha supuesto que los subconductores de cada fase del circuito se ha colocado cómo indica la siguiente figura.*

Los cálculos de TRAMO AÉREO 2 CIRCUITO 1 (LA-380 SX) no se muestran en este documento ya que pertenecen al proyecto de la planta fotovoltaica EBRO I y no son de aplicación en este proyecto.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		



6.2.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA AÉREA

Sistema Corriente alterna trifásica

Frecuencia 50 Hz

Tensión nominal 30 kV

Tensión más elevada de la red 36 kV

Temperatura máxima del conductor 85 °C

Potencia a transportar 50 MVA

Nº de circuitos 1

Nº de conductores por fase 1

Tipo de conductor LA-280



Composición del conductor 26+7

Longitud de la línea 0,177 km

Sección del conductor 281,1 mm²

Diámetro del conductor 21,8 mm

Tipo de cable de tierra/óptico OPGW-16/48

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.2.1.2. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

Se ha calculado la capacidad de transporte de esta línea teniendo en cuenta la densidad máxima de corriente admisible presente en la tabla 11 del apartado 4.2.1 Densidad admisible, de la ITC-07-RLAT.

$$\delta_{MÁX} = 2,207 \text{ A/mm}^2 \cdot 0,937 = 2,068 \text{ A/mm}^2$$

El primer valor mostrado se corresponde al valor de la densidad de corriente interpolado a partir de los datos de las tablas mencionadas previamente, considerando la sección total del conductor. El segundo término corresponde a un coeficiente de reducción para conductores con configuración 26+7.

De ahí se obtiene la intensidad y la potencia máxima que la línea puede transportar.

$$I_{MÁX} = \delta_{MÁX} \cdot S = 2,068 \text{ A/mm}^2 \cdot 281,1 \text{ mm}^2 = 581,22 \text{ A}$$



$$S_{MÁX} = N \cdot \sqrt{3} \cdot U_c \cdot I_{MÁX} = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \text{ kV} \cdot 581,22 \text{ A} = 60,403 \text{ MVA}$$

Con este valor, y la potencia que se quiere transportar por la línea, puede obtenerse el aprovechamiento de la línea, que en este caso resulta en un valor de:

$$A_{línea} = 82,78 \%$$

Para diferentes factores de potencia, se obtienen las siguientes potencias de transporte:

cos ϕ	P(MW)
0,9	54,362
0,95	57,382
0,97	58,591
1	60,403

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Con este estudio, se cumple lo establecido en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

6.2.1.3. PARÁMETROS ELÉCTRICOS

A continuación, se muestra una recopilación de los parámetros eléctricos obtenidos.

Longitud de la línea	0,177 km
Distancia media geométrica.....	4.163 mm
Radio medio geométrico	66,0 mm
Resistencia 0,079 Ω/km	
Inductancia 0,2682 Ω/km	
Susceptancia.....	4,21·10-6 S/km
Impedancia serie	0,079+0,2682·i Ω/km
Admitancia paralelo	4,21·i·10-6 S/km

6.2.1.4. RESISTENCIA

Para el cálculo de la resistencia eléctrica se ha tenido en cuenta la corrección por temperatura y frecuencia (efecto pelicular). El resultado mostrado en la tabla de los parámetros eléctricos se obtiene de la siguiente ecuación:

$$R_{ac_{\theta_s}} = R_{cc_{20}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_s - 20)) \cdot (1 + Y_p) \quad [\Omega/km]$$

Siendo:



$R_{ac_{\theta_s}}$: Resistencia eléctrica con corriente alterna a la temperatura θ . [Ω/km]

$R_{cc_{20}}$: Resistencia eléctrica con corriente continua a 20 °C. [Ω/km]

α : Coeficiente de variación de la resistividad en función de la temperatura. [$^{\circ}C^{-1}$]

θ_s : Temperatura de servicio. [$^{\circ}C$]

Y_p : Factor del efecto pelicular.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.2.1.5. *INDUCTANCIA*

La inductancia se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad [\Omega/km]$$

Siendo:

f: Frecuencia de la red. [Hz]

L: Coeficiente de inducción [H/km], calculado mediante la siguiente formulación:

$$L = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \ln \left(\frac{DMG}{RMG_{eq}} \right) \quad [H/km]$$

Siendo:

DMG: Distancia media geométrica para el apoyo más común (CO-N3C) [mm]

RMG_{eq}: Radio medio geométrico equivalente del conductor, teniendo la línea una configuración dúplex [mm]

6.2.1.6. *SUSCEPTANCIA*

La susceptancia se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \quad [S/km]$$

Siendo:



f: Frecuencia de la red. [Hz]

C: Capacidad [F/km], calculada mediante la siguiente formulación:

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-9}}{\ln \left(\frac{DMG}{r_{eq}} \right)} \quad [F/km]$$

Siendo:

DMG: Distancia media geométrica para el apoyo más común (CO-N3C) [mm]

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

r_{eq} : Radio equivalente del conductor, que teniendo la línea una configuración dúplex [mm]

6.2.1.7. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión ha sido calculada mediante el método de parámetros distribuidos, para diferentes factores de potencia, mediante la fórmula de la caída de tensión:

$$\Delta U (\%) = \frac{|U_1| - |U_2|}{|U_2|} \cdot 100$$



Para diferentes factores de potencia obtenemos las siguientes caídas de tensión, tanto en valor absoluto cómo con relación a la tensión del receptor.

$\cos \phi$	$\Delta U (\%)$	$\Delta U (V)$
0,9	0,205	61,490
0,95	0,164	49,175
0,97	0,143	42,999
1	0,077	23,168

6.2.1.8. PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia según los parámetros eléctricos calculados de la línea para diferentes factores de potencia, es:

$\cos \phi$	$\Delta P (kW)$
0,9	47,672
0,95	42,786
0,97	41,039
1	38,614

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.3. AISLAMIENTO

Se establece un nivel de aislamiento mínimo, tal como se indica en la Tabla 12 del apartado 4.4 Coordinación de aislamiento dentro de la ITC-LAT 07 del Reglamento de líneas de Alta tensión, que se recoge en la siguiente tabla:

Tensión nominal (kV)	30
Tensión más elevada (kV eficaces)	36
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV eficaces)	70
Tensión de ensayo a impulso tipo rayo (kV cresta)	170

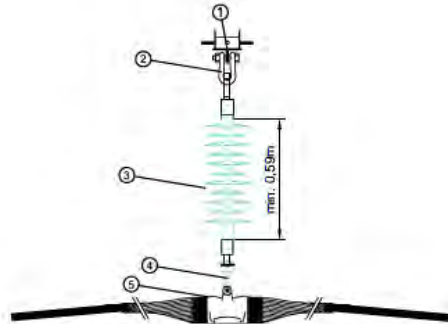
Este nivel de aislamiento se tomará como base para la determinación de los niveles de aislamiento de las cadenas de aisladores utilizadas en el proyecto.

Se considera un nivel de contaminación medio (II), con lo que la línea de fuga nominal se considera de 20,0 mm/kV. Dada la tensión más elevada de la línea (36 kV), la línea de fuga mínima en la línea será de 720 mm para 36 KV. Esta longitud será inferior a la línea de fuga que presentan los aislamientos utilizados en este proyecto.

Las características mecánicas de las cadenas utilizadas son las reflejadas en la siguiente tabla:

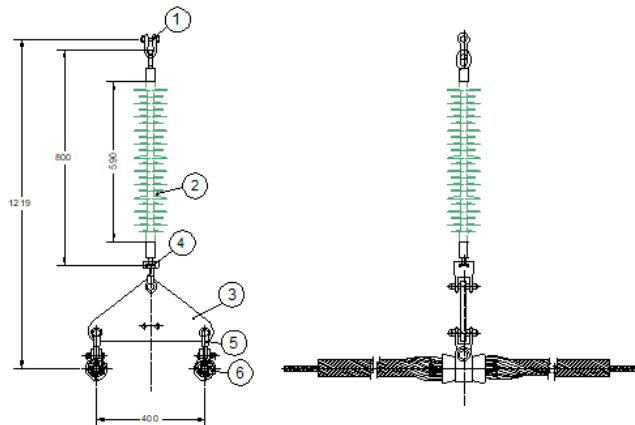
Tensión (kV)	Tipo aislador	Nº Aisladores	Carga de rotura aislador(daN)	Carga de rotura cadena(daN)	Longitud aprox. (m)	Peso aprox. (daN)
30 susp.	U70AB30	1	7.000	7.000	0,71	5,50
30 amarre	U70YB30-AL	1	7.000	7.000	1,17	5,50
30 amarre	U70YB30-AL	2	7.000	14.000	1,17	5,50

Cadena de suspensión 30KV



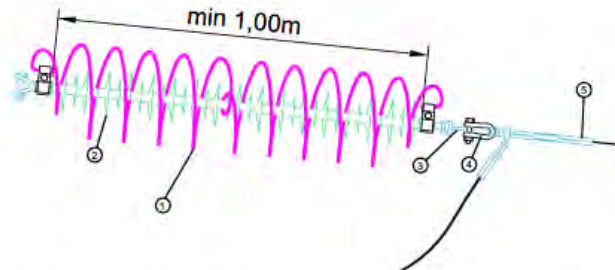
DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADO Y PUNTO DE TENSION

1	CARTELA DE CRUCETA	
2	GRILLETE RECTO GN16	86mm
3	AISL. COMP. U70AB30	480mm
4	ROTULA CORTA REF. R16/20	88mm
5	GRAPA DE SUSPENSION	



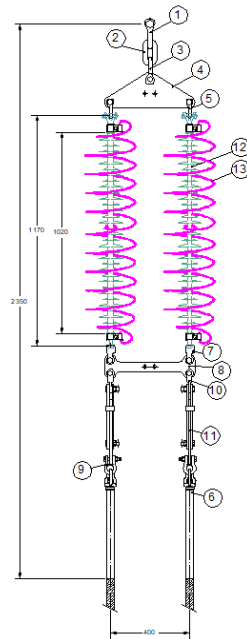
Nº	Cant.	Denominación
1	1	Grillete Normal GN-16T
2	1	Aislador composite U70AB30
3	1	Yugo Y-16/400-14
4	1	Rótula horquilla RH16 AE
5	2	Horquilla revirada HR-16/20
6	2	Grapa de suspensión armada (LA-280)

Cadena de amarre 30KV





DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADO Y PUNTO DE TENSION

1	PROTECCIÓN PECA-1000-A	
2	AISL. COMP. U70YB30 AL	1170mm
3	ROTULA CORTA R16/17	88mm
4	GRILLETE RECTO GN16	86mm
5	GRAPA DE COMPRESIÓN	





Nº	Cant.	Denominación
1	1	Grillete Normal GN-24
2	1	Eslabón ES-16/20
3	1	Grillete Normal GN-24
4	1	Yugo Y-16/400-25
5	2	Grillete normal GN-16T
6	2	Grapa de compresión LA-280
7	2	Rótula horquilla RH16 AE
8	1	Yugo separador YL-2
9	2	Grillete normal GN-16T
10	2	Horquilla reirada HR-16/15
11	2	Tensior conectora T-1
12	2	Aislador compoaisn U70YB30-AL
13	2	Protección PECA-1000

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

El esfuerzo que soporta cada una de las cadenas del proyecto, así como el coeficiente de seguridad que tiene (>3), se muestra en la siguiente tabla:

Nº Apoyo	Tipo	Esfuerzo cadena/cond (daN)	Esfuerzo admisible/cond (daN)	C.S.
77.01	AGR-21000-23	1959,34	7000	3,57
77.02	AGR-21000-23	1959,34	7000	3,57
00.01	CO-33000-18	2324,36	7000	3,01
00.02	CO-33000-18	2324,36	7000	3,01

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4. CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que deben tenderse los conductores y los esfuerzos que estos provocan en los apoyos.



6.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

TRAMO 1 LÍNEA S/C 30 kV

Tensión nominal (kV).....	U = 30
Categoría.....	Tercera
Zona de aplicación	ZONA A
Longitud de la línea aérea (km)	L = 0,228
Velocidad del viento (km/h).....	v = 120
Longitud cadena aisladores de amarre (m).....	l = 1,17
Longitud cadena aisladores de suspensión (m)	l = 0,71
Peso de la cadena de aisladores de amarre (daN)	P = 5,5
Peso de la cadena de aisladores de suspensión (daN)	P = 5,5
Temperatura máxima de servicio para el conductor	85 °C

TRAMO 2 LÍNEA D/C 30 kV

Tensión nominal (kV).....	U = 30
Categoría.....	Tercera
Zona de aplicación	ZONA A
Longitud de la línea aérea (km)	L = 0,177
Velocidad del viento (km/h).....	v = 120
Longitud cadena aisladores de amarre simplex (m).....	l = 1,17
Longitud cadena aisladores de amarre dúplex (m)	l = 2,35
Longitud cadena aisladores de suspensión simplex (m)	l = 0,71
Longitud cadena aisladores de suspensión dúplex (m).....	l = 1,22
Peso de la cadena de aisladores de amarre simplex (daN)	P = 5,5
Peso de la cadena de aisladores de amarre dúplex (daN).....	P = 41,1
Peso de la cadena de aisladores de suspensión simplex (daN)	P = 5,5

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Peso de la cadena de aisladores de suspensión dúplex (daN) P = 19,6

Temperatura máxima de servicio para el conductor 85 °C

6.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Las características mecánicas del conductor son:

Tipo242-AL1/39-ST1A (Antiguo LA – 280)

Material.....Aluminio – Acero

Sección total (mm²) S_a = 281,1

Composición..... C = 26 (3,44) + 7 (2,68)

Diámetro total (mm) d_a = 21,8

Peso (daN/m) p = 0,958

Carga de rotura (daN)..... C_r = 8.450

Módulo de elasticidad (daN/mm²) E = 7.500

Coefficiente de dilatación lineal (°C⁻¹) α = 18,9 10⁻⁶

Tipo337-AL1/44-ST1A (Antiguo LA – 380)

Material.....Aluminio – Acero

Sección total (mm²) S_a = 381,0

Composición..... C = 54 (2,82) + 7 (2,82)



Diámetro total (mm) d_a = 25,4

Peso (daN/m) p = 1,251

Carga de rotura (daN)..... C_r = 10.710

Módulo de elasticidad (daN/mm²) E = 7.000

Coefficiente de dilatación lineal (°C⁻¹) α = 19,3 10⁻⁶

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.3. ACCIONES CONSIDERADAS

6.4.3.1. CARGAS PERMANENTES

Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del conductor.

Peso del conductor LA-280 (daN/m) $p_c = 0,9584$



Peso del conductor LA-380 (daN/m) $p_c = 1,251$

6.4.3.2. ACCIÓN DEL VIENTO

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el conductor en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 120km/h.

Acción del viento horizontal LA-280 (daN/m) $p_v = 1,090$

Acción del viento horizontal LA-380 (daN/m) $p_v = 1,269$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.4. HIPÓTESIS DE PARTIDA

6.4.4.1. LÍMITE ESTÁTICO

La tensión máxima de los conductores es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
242-AL1/39-ST1A SX	8.450	4,31	1.959
242-AL1/39-ST1A DX	8.450	4,28	1.975
337-AL1/44-ST1A SX	10.650	4,58	2.324



6.4.4.2. LÍMITE DINÁMICO

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en la siguiente hipótesis de carga.

6.4.4.3. HIPÓTESIS EDS (EVERY DAY STRESS)

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere el 15% de la carga de rotura.

En los vanos en los que se supere el 15% de EDS, será necesario colocar amortiguadores. El fabricante de los amortiguadores deberá realizar un estudio de amortiguamiento para determinar a qué distancia y el modo de instalación de los mismos.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
242-AL1/39-ST1A SX	8.450	1.267	15,00
242-AL1/39-ST1A DX	8.450	1.267	15,00
337-AL1/44-ST1A SX	10.650	1.544	14,50

6.4.5. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

6.4.5.1. TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los conductores deberán resistir las sobrecargas siguientes:



ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 120 km/h a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$P_v = \sqrt{p_c^2 + p_{vc}^2}$$

LA-280 $p_v = 1,4514\text{ daN/m}$

LA-380 $p_v = 1,7818\text{ daN/m}$

$\theta_v = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.5.2. HIPÓTESIS DE FLECHA MÁXIMA

Según la ITC-07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Apartado 3.2.3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

- Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento a la temperatura de 15 °C.

$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

$$\text{LA-280} \quad p_{2v} = 1,4514 \text{ daN/m}$$

$$\text{LA-380} \quad p_v = 1,7818 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2v} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

- Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de 85 °C.

$$p_{2t} = p_c$$

$$\text{LA-280} \quad p_{2t} = 0,9584 \text{ daN/m}$$

$$\text{LA-380} \quad p_{2t} = 1,251 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

6.4.5.3. HIPÓTESIS DE FLECHA MÍNIMA

La hipótesis de flecha mínima es:



ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a -5 °C

$$p_{2B} = p_c$$

$$\text{LA-280} \quad p_{2B} = 0,9584 \text{ daN/m}$$

$$\text{LA-380} \quad p_{2B} = 1,251 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2B} = -5 \text{ }^\circ\text{C}$$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.5.4. VANO IDEAL DE REGULACIÓN

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i'^2}{a_i}}$$

$$a_i' = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (m)$$

donde:

- a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).
- b_i : Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i'^2}{a_i}}} \quad (m)$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes





	<p>MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p>Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p>Rev.: 00</p>		

TABLA DE RESULTADOS DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR TRAMO 1

Serie No	Vano Eq (m)	Conductor	EDS (%)	Zona	-5°+V (120km/h) (DaN)	+85°C (DaN)	Flecha Máx (m)	Parábola A	+15°+V (120km/h) (DaN)	-5°+V/2 (120km/h) (DaN)
1	228,00	242-AL1/39-ST1A	15	A	1.959,34	911,62	6,84	1.902,31	1.760,41	1.605,94

TABLA DE RESULTADOS DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR TRAMO 2

Serie No	Vano Eq (m)	Conductor	EDS (%)	Zona	-5°+V (120km/h) (DaN)	+85°C (DaN)	Flecha Máx (m)	Parábola A	+15°+V (120km/h) (DaN)	-5°+V/2 (120km/h) (DaN)
1	177,00	337-AL1/44-ST1A	14,5	A	2.324,36	1.009,19	4,86	1.613,71	2.004,44	1.998,28
1	177,00	242-AL1/39-ST1A	15	A	1.975,89	805,31	4,67	1.680,47	1.699,96	1.678,44

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.6. COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS

6.4.6.1. TENSIÓN MECÁNICA



Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

T_1	Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
q_1	Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
p_1	Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
T_2, q_2, p_2	Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
a	Vano de cálculo en m
A	$\frac{S_a \cdot E}{24}$
B	$S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.6.2. FLECHA

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left(\cosh\left(\frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0}\right) - 1 \right)$$

siendo:

- p_a Peso aparente del cable (daN/m).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).
- a Longitud del vano (m).

Con los valores de p_a y T de cada vano de regulación obtenido en las siguientes hipótesis:



Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura $\theta_2 = 85$ °C sin sobrecarga
- Temperatura $\theta_2 = 15$ °C y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura $\theta_2 = -5$ °C sin sobrecarga

se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.7. TABLA DE REGULACIÓN

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch\left(\frac{x}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:



$$T_m = T_0 ch\left(\frac{x_m}{H}\right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{ar}g \operatorname{sh} \left[\frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- T_m Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

- H* Parámetro de la catenaria (m).
x_m Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
a Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
b Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).



Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[\operatorname{ch} \left(\frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f*: Flecha (m).
T_{mi}: Tensión del cable en el punto medio del vano *i* (daN).
H: Parámetro de la catenaria (m).
p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
a_i: Longitud del vano *i* medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, obtiene el cuadro de valores siguiente:



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

TRAMO 1: CONDUCTOR 242-AL1/39-ST1A (LA-280) - TABLA DE REGULACIÓN

VANO	EDS: 15,00	SERIE: 1	TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE : 228m										COND: 242-AL1/39-ST1A (LA-280)				VANO
	TEMPERATURA AMBIENTE en ° C (Los datos ya están calculados con un sobretense de 15°C para corregir el destense por fluencia)																
	40		35		30		25		20		15		10		5		
	m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	
228	1.195,046	5,215	1.229,967	5,067	1.267,50	4,917	1.307,92	4,764	1.351,523	4,611	1.398,647	4,455	1.449,654	4,298	1.504,935	4,140	228

TRAMO 2: CONDUCTOR 242-AL1/39-ST1A (LA-280) - TABLA DE REGULACIÓN

VANO	EDS: 15,00	SERIE: 1	TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE : 177m										COND: 242-AL1/39-ST1A (LA-280)				VANO
	TEMPERATURA AMBIENTE en ° C (Los datos ya están calculados con un sobretense de 15°C para corregir el destense por fluencia)																
	40		35		30		25		20		15		10		5		
	m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	
177	1.163,335	3,228	1.212,947	3,096	1.267,50	2,962	1.327,57	2,828	1.393,784	2,694	1.466,757	2,560	1.547,104	2,427	1.635,378	2,296	177

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		



6.4.8. DISTANCIAS

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- D_{el} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- D_{pp} Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Esta distancia previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos
- a_{som} Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna a_{som} debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a $1,1 a_{som}$.

Los valores para la tensión nominal de 30kV son los siguientes:

Tensión más elevada U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
36	0,35	0,40

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.8.1. DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES A PARTES PUESTAS A TIERRA

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión la distancia mínima de los conductores y sus partes puestas en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2m.

$$D_{30\text{ kV el}} = 0,35\text{ m} \quad d_{\text{min}} = 0,35\text{m}$$

6.4.8.2. DISTANCIA DE SEGURIDAD EN APOYOS DE ALINEACIÓN



El ángulo de inclinación de las cadenas de suspensión vendrá dado por la expresión:

$$\text{tg } \beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{P + \frac{P_a}{2} + P_c}$$

siendo:

- F_t Fuerza debida a una presión de viento mitad actuando sobre los conductores a ambos lados del apoyo, a la que se añade en los apoyos de ángulo la componente horizontal de las fuerzas de tracción transmitida (daN)
- F_{ta} Fuerza debida a la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores con presión de viento mitad (daN)
- P Componente vertical de las fuerzas transmitidas por el conductor situado en los vanos contiguos al apoyo (daN)
- P_a Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN)
- P_c Peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN)

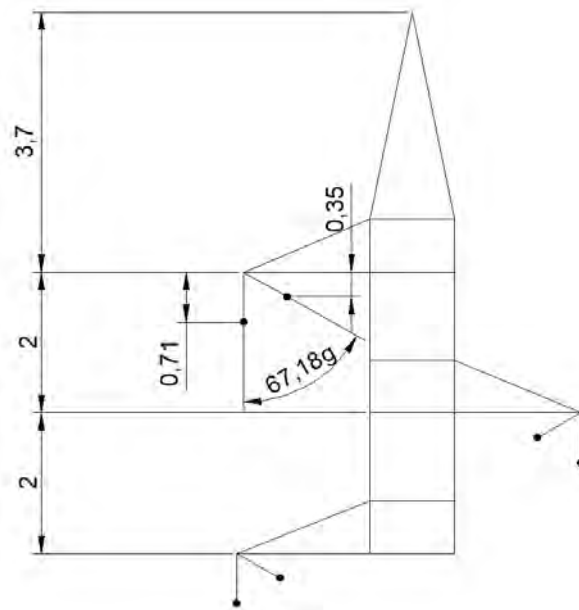
Teniendo en cuenta que puede presentarse el caso de apoyos en donde el gravivano sea inferior al eolovano y despreciando el peso y la fuerza que ejerce el viento sobre la cadena de aisladores, la desviación de la cadena de aisladores será:



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

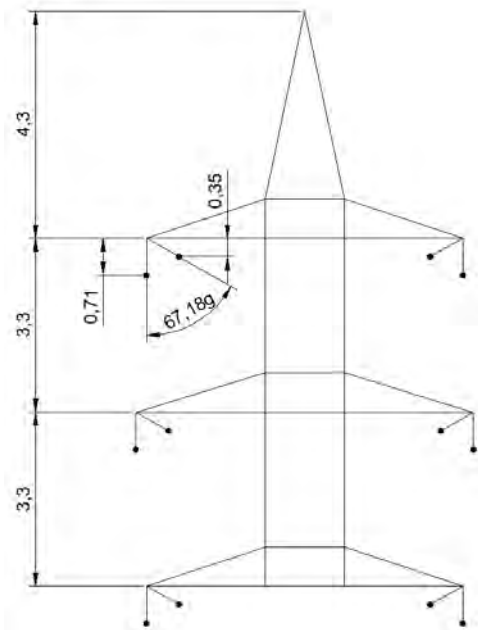
$$\operatorname{tg}\beta = \frac{F_t e_o}{P g_r}$$

siendo:

- e_o : Eolovano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado
- g_r : Gravivano en hipótesis de viento en el apoyo estudiado

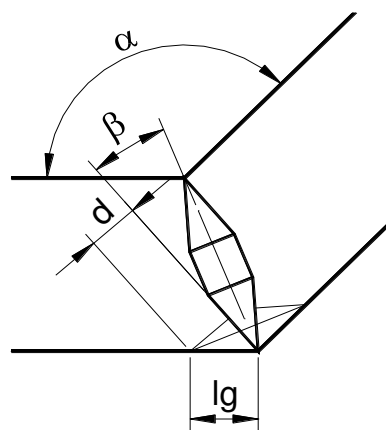


	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		





6.4.8.3. CÁLCULO DE LA DISTANCIA A MASA EN APOYOS TIPO ÁNGULO

En los apoyos tipo ángulo la distancia entre los conductores en tensión y el apoyo puesto a tierra se puede calcular de la siguiente forma:



$$d = lg \operatorname{sen} \left(\frac{\alpha}{2} - \beta \right)$$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

siendo:

- lg: Longitud de la cadena de amarre en metros
- α : Ángulo de la línea
- β : Semiángulo de la cruceta

donde:

$$\beta = \arctan\left(\frac{f/2}{br - f/2}\right)$$

siendo:

- f: Fuste del apoyo
- br: Brazo más corto de la cruceta

Se ha realizado el cálculo de esta distancia para todos los apoyos tipo ángulo de la línea. En la tabla de distancia a masa se muestra los resultados de este cálculo aplicado a la línea.



6.4.8.4. DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

Según el apartado 5.5 de la ITC-07 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión 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, caminos, sendas y cursos de agua no navegables a una altura mínima de:

$$H_{30\text{ kVmin}} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3\text{ m} + D_{\text{el}} = (5,3 + 0,35)\text{ m} = 6,00\text{ m}$$

con un mínimo de 6 m. No obstante, al tratarse en su mayoría de terrenos de cultivo, se tomará como altura mínima 7 m.

$$h_{\text{mín}} = 7,00\text{ m}$$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.8.5. DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

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

siendo:

- D Distancia mínima entre conductores en m
- f_{\max} Flecha máxima en m
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- L Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea



El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de Alta Tensión da un valor de:

$$\text{Tercera Categoría: } \mu = 48,67^\circ \quad K = 0,60 \quad K' = 0,75$$

Ver tabla de resultado de apoyos

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9. CÁLCULO MECÁNICO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que debe tenderse el cable de fibra óptica y los esfuerzos que este provoca en los apoyos.

6.4.9.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA TRAMO 1

Tensión nominal (kV).....	U = 30
Categoría.....	Tercera
Zona de aplicación	ZONA A
Longitud de la línea (km)	L = 0,228
Velocidad del viento (km/h).....	v = 120
Temperatura máxima de servicio para el conductor	85 °C



6.4.9.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA TRAMO 2

Tensión nominal (kV).....	U = 30
Categoría.....	Tercera
Zona de aplicación	ZONA A
Longitud de la línea (km)	L = 0,177
Velocidad del viento (km/h).....	v = 120
Temperatura máxima de servicio para el conductor	85 °C

6.4.9.3. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA TRAMO 1

Las características mecánicas del cable de fibra óptica son:

Tipo	OPGW-16-24
Sección total (mm ²)	S _a = 176
Diámetro total (mm)	d _a = 14,92
Peso (daN/m)	p = 0,657
Carga de rotura (daN).....	C _r = 9.000
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	E = 11.000
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	α = 15 10 ⁻⁶

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.4. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA TRAMO 2

Las características mecánicas del cable de fibra óptica son:

Tipo	OPGW-16-48
Sección total (mm ²)	S _a = 176
Diámetro total (mm)	d _a = 15
Peso (daN/m)	p = 0,637
Carga de rotura (daN).....	C _r = 9.000
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	E = 10.000
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	α = 15 10 ⁻⁶

6.4.9.5. ACCIONES CONSIDERADAS

6.4.9.5.1. CARGAS PERMANENTES



Según la ITC-07 en su punto 3.1.1 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considera la carga vertical debida al peso propio del cable de fibra óptica.

Peso del cable de fibra óptica OPG-16-24 (daN/m)	p _c = 0,6573
Peso del cable de fibra óptica OPG-16-48 (daN/m)	p _c = 0,6376

6.4.9.5.2. ACCIÓN DEL VIENTO

Según la ITC-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará la presión del viento sobre el cable de fibra óptica en función del diámetro del mismo. Se ha considerado una velocidad máxima de viento de 120km/h.

Acción del viento horizontal (daN/m)	p _v = 0,8955
--	-------------------------

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.9.6. HIPÓTESIS DE PARTIDA

6.4.9.6.1. LÍMITE ESTÁTICO

La tensión máxima de los cables de fibra óptica es la indicada en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	COEF.SEGURIDAD Cs	TENSIÓN MÁXIMA(daN)
OPGW-16-24	9.000	4,28	2.104,76
OPGW-16-48	9.000	4,42	2.038,22

6.4.9.6.2. LÍMITE ESTÁTICO



Los fenómenos vibratorios se tendrán presentes en la siguiente hipótesis de carga:

6.4.9.6.3. HIPÓTESIS EDS (EVERY DAY STRESS)

La hipótesis de carga EDS medio tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normales (15 °C para todas zonas) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un % de la carga de rotura.

El valor de tense EDS empleado en las tablas de cálculo mecánico será el indicado en la siguiente tabla:

CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	TENSE EDS (daN)	% ROTURA
OPGW-16-24	9.000	1.350	15,00
OPGW-16-48	9.000	1.350	15,00

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.7. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

6.4.9.7.1. TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Según la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria 07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión los cables de fibra óptica deberán resistir las sobrecargas siguientes:

ZONA A: Peso propio y sobrecarga de viento de 120km/h a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$P_v = \sqrt{p_c^2 + p_{vc}^2}$$

OPGW-16-24 $p_v = 1,1108\text{ daN/m}$

OPGW-16-48 $p_v = 1,103\text{ daN/m}$

$\theta_c = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$

6.4.9.7.2. HIPÓTESIS DE FLECHA MÁXIMA

Según la ITC-07 del actual Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Apartado 3.2.3), se determinará la flecha máxima de los conductores o cables de tierra en las hipótesis siguientes:

- Hipótesis de viento: Acción del peso propio y una sobrecarga de viento de 120 km/h a la temperatura de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



$$p_{2v} = \sqrt{p_c^2 + p_v^2}$$

OPGW-16-24 $p_{2v} = 1,1108\text{ daN/m}$

OPGW-16-48 $p_v = 1,103\text{ daN/m}$

$\theta_{2v} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Hipótesis de temperatura: Acción del peso propio a la temperatura de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

$$p_{2t} = p_c$$



OPGW-16-24

$$p_{2t} = 0,6573 \text{ daN/m}$$

OPGW-16-48

$$p_{2t} = 0,6376 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2t} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.9.7.3. HIPÓTESIS DE FLECHA MÍNIMA

La hipótesis de flecha mínima es:

ZONA A: Peso propio sin sobrecarga a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{2C} = p_c$$



OPGW-16-24

$$p_{2t} = 0,6573 \text{ daN/m}$$

OPGW-16-48

$$p_{2t} = 0,6376 \text{ daN/m}$$

$$\theta_{2C} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.7.4. VANO IDEAL DE REGULACIÓN

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano llamado vano ideal de regulación.

Siendo:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i^2}{a_i}}$$

$$a'_i = \sqrt{a_i^2 + b_i^2} \quad (\text{m})$$

donde:



a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

b_i : Desnivel del vano i medido en la dirección vertical (m).

El vano ideal de regulación se determinará mediante la siguiente expresión:

$$a_r = k \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{a_i^2}{a_i}}} \quad (\text{m})$$

Operando de esta forma se obtienen las tablas siguientes:



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
	Septiembre 2022 Rev.: 00	

TRAMO 1: TABLA DE RESULTADOS DE CÁLCULO DE OPGW-16/24

Serie No	Vano Eq (m)	Conductor	EDS (%)	Zona	-5°+V (120km/h) (DaN)	+50°C (DaN)	Flecha Máx (m)	Parábola A	+15°+V (120km/h) (DaN)	-5°+V/2 (120km/h) (DaN)
f1	228,00	OPGW-16-24	15	A	2.104,76	1.033,92	4,13	3.146,11	1.856,73	1.776,87

TRAMO 2: TABLA DE RESULTADOS DE CÁLCULO DE OPGW-16/48

Serie No	Vano Eq (m)	Conductor	EDS (%)	Zona	-5°+V (120km/h) (DaN)	+50°C (DaN)	Flecha Máx (m)	Parábola A	+15°+V (120km/h) (DaN)	-5°+V/2 (120km/h) (DaN)
f1	177,00	OPGW-16-48	15	A	2.038,22	949,47	2,63	2.978,04	1.750,00	1.798,21

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.8. COMPARACIÓN DE HIPÓTESIS

6.4.9.8.1. TENSIÓN MECÁNICA



Partiendo de la tensión, temperatura y carga total correspondientes al valor de la tensión máxima adoptado, se calcula con la ayuda de la ecuación de cambio de condiciones, las tensiones respectivas a las hipótesis citadas en el apartado anterior.

Dicha ecuación es:

$$T_2^2 \cdot \left[T_2 \cdot \frac{A \cdot a^2 \cdot p_1^2}{T_1^2} + B \cdot (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = A \cdot a^2 \cdot p_2^2$$

siendo:

T_1	Tensión del cable en condiciones iniciales en daN
q_1	Temperatura del cable en condiciones iniciales en °C
p_1	Carga del cable en condiciones iniciales, en daN/m
T_2, q_2, p_2	Los mismos conceptos anteriores en condiciones finales
a	Vano de cálculo en m
A	$\frac{S_a \cdot E}{24}$
B	$S \cdot E \cdot \alpha \text{ daN} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.9.8.2. FLECHA

El cálculo de flechas se obtiene mediante la expresión:

$$f = \frac{T_0}{p_a} \cdot \left(\cosh \left(\frac{a \cdot p_a}{2 \cdot T_0} \right) - 1 \right)$$

siendo:

- p_a Peso aparente del cable (daN/m).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación (daN).
- a Longitud del vano (m).

Con los valores de p_a y T de cada vano de regulación obtenido en las siguientes hipótesis:



Flecha máxima: aquella que resulte mayor de la comparación de las condiciones siguientes:

- Temperatura $\theta_2 = 50$ °C sin sobrecarga
- Temperatura $\theta_2 = 15$ °C y sobrecarga de viento

Flecha mínima:

- Temperatura $\theta_2 = -5$ °C sin sobrecarga

se obtienen los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.9. TABLA DE REGULACIÓN

Las tablas de regulación indican las flechas con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T = T_0 ch \left(\frac{x}{H} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T Tensión del cable (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).
- H Parámetro de la catenaria (m).
- x Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en este punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:



$$T_m = T_0 ch \left(\frac{x_m}{H} \right) \quad (\text{daN})$$

donde:

$$x_m = H \operatorname{ar}g \operatorname{sh} \left[\frac{\frac{b}{2H}}{\operatorname{sh} \frac{a}{2H}} \right] \quad (\text{m})$$

siendo:

- T_m Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).
- T_0 Componente horizontal de la tensión del cable (daN).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

- H* Parámetro de la catenaria (m).
- x_m* Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).
- a* Longitud del vano medido en la dirección longitudinal (m).
- b* Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).



Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \left[\operatorname{ch} \left(\frac{a_i}{2 \cdot H} \right) - 1 \right] \quad (\text{m})$$

donde:

- f*: Flecha (m).
- T_{mi}*: Tensión del cable en el punto medio del vano *i* (daN).
- H*: Parámetro de la catenaria (m).
- p*: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).
- a_i*: Longitud del vano *i* medido en la dirección longitudinal (m).

Operando de esta forma, se obtiene el cuadro de valores siguiente:



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

TRAMO 1: CONDUCTOR OPGW-16-24 - TABLA DE REGULACIÓN

VANO	EDS: 15,00	SERIE: 1	TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE :										COND: OPGW-16-24 (OPGW-16-24)				VANO
	TEMPERATURA AMBIENTE en ° C (Los datos ya están calculados con un sobretense de 15°C para corregir el destense por fluencia)																
	40		35		30		25		20		15		10		5		
	m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	
228	1.241,286	3,442	1.293,504	3,303	1.350,00	3,164	1.411,06	3,027	1.476,923	2,892	1.547,804	2,760	1.623,844	2,631	1.705,114	2,505	228

TRAMO 2: CONDUCTOR OPGW-16-48 - TABLA DE REGULACIÓN

VANO	EDS: 15,00	SERIE: 1	TABLA DE TENDIDO, PARA VANO DE REGULACIÓN DE :										COND: OPGW-16-48 (OPGW-16-48)				VANO
	TEMPERATURA AMBIENTE en ° C (Los datos ya están calculados con un sobretense de 15°C para corregir el destense por fluencia)																
	40		35		30		25		20		15		10		5		
	m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	F, m	T, daN	
177	1.210,706	2,063	1.277,669	1,955	1.350,00	1,850	1.427,72	1,749	1.510,740	1,653	1.598,865	1,562	1.691,815	1,476	1.789,239	1,396	177

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.9.10. DISTANCIA ENTRE LOS CONDUCTORES Y EL CABLE DE TIERRA

De acuerdo con lo establecido en el punto 5.4.1 de la ITC 07 del Reglamento de líneas eléctricas, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores y cables de tierras debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

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

Siendo:

- D Distancia mínima entre conductor y cable de tierra en m
- f_{\max} Flecha máxima del conductor o cable de tierra en m
- D_{pp} Distancia mínima aérea especificada definida anteriormente
- l Longitud de la cadena en m
- K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento
- K' Coeficiente en función de la categoría de la línea



El ángulo de oscilación de los conductores se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\mu = \arctg \frac{p_v}{p_c}$$

Calculando la presión de viento para una velocidad de 120km/h.

Debido a que existen dos conductores se empleará el valor de K mayor de ambos. También en el caso de la flecha máxima se empleará la mayor, esto es la del conductor que normalmente tendrá mayor flecha que el cable de tierra al estar tendido por encima. Para el citado ángulo de oscilación, el Reglamento de Líneas de AT da un valor de:

- Para 30 KV Tercera categoría: $\mu = 48,67^\circ$ K = 0,60 K' =0,75
- Para conductor de tierra zona 3ªcat $\mu = 54,68^\circ$ K = 0,60 K' =0,75

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10. CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece la ITC 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de tierra y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).



Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en las tablas 5 a 8 de la ITC-07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

6.4.10.1. HIPÓTESIS NORMALES

Las hipótesis normales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación A son las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO APOYO	ZONA A	
	1ª HIPÓTESIS: VIENTO	
Suspensión de alineación o Suspensión de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	No aplica
Amarre de	V	Cargas permanentes (3.1.1)

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

TIPO APOYO	ZONA A	
	1ª HIPÓTESIS: VIENTO	
alineación o Amarre de ángulo	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	No aplica
Anclaje de alineación o Anclaje de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores (3.1.2) y apoyos en caso de ángulo Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	No aplica
Fin de línea	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Esfuerzo de viento sobre conductores y apoyos (3.1.2)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.4)

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo Longitudinal T = Esfuerzo transversal



El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

Estos coeficientes de seguridad se aumentan un 25% en aquellos apoyos que intervienen en cruzamientos según se describe en el artículo 5.3 de la ITC-07 del RLEAT.

6.4.10.2. ESFUERZOS VERTICALES

6.4.10.2.1. TEORÍA DEL GRAVIVANO

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se realiza mediante la teoría del gravivano.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

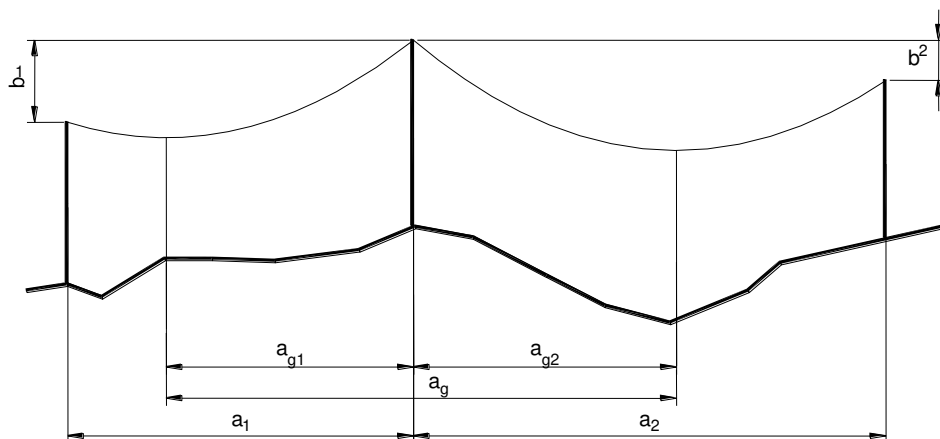
Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (a_g).

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.



Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de tierra.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de suspensión.

En el dibujo se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.



En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (m)$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_1}{H_1}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_1}{H_1} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_2}{H_2}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_2}{H_2} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para b_1 y b_2 el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$

$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de tierra respectivamente.



$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left(H_1 \operatorname{sh} \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 \operatorname{sh} \frac{a_{g2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

P Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

P_A Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

- P_B Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).
- p_a Peso aparente del cable o conductor (daN/m).
- a_g Gravivano del cable o conductor (m).
- H_1 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior (m).
- H_2 Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior (m).

6.4.10.2.2. CARGAS PERMANENTES

De acuerdo con el apartado 3.1.1 de la ITC-07 del RLEAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables de tierra, aisladores y herrajes, apoyos y cimentaciones.

6.4.10.2.3. FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE LAS LÍNEAS AÉREAS

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT se considera un viento de 120km/h que se supone horizontal actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.



6.4.10.2.4. SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL VIENTO

De acuerdo con el apartado 3.1.2 de la ITC-07 del RLEAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

$$p_v = q d 10^{-3} \text{ (daN/m)}$$

siendo:

- d Diámetro del conductor o cable (mm).
- q Presión de viento

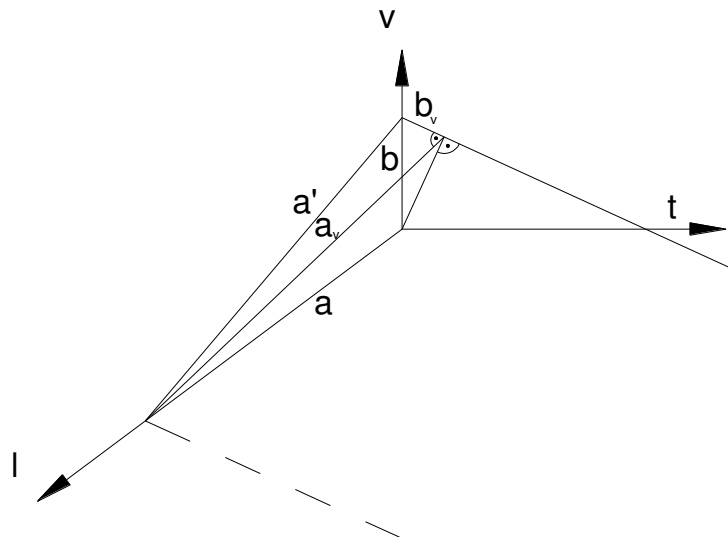
	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

$$q = 60 \left(\frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d < 16\text{mm}$$

$$q = 50 \left(\frac{v}{120} \right)^2 \text{ para conductores } d > 16\text{mm}$$

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas (γ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria (γ).





$$b_v = b \cos(\mu) \quad (\text{m})$$

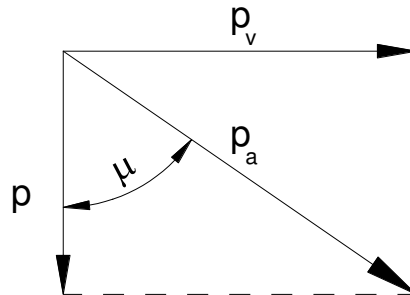
$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \quad (\text{m})$$

$$\mu = \text{tag}^{-1} \left(\frac{p_v}{p} \right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (\text{m})$$

siendo:

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		



- b_v Proyección de b sobre el plano que contiene la catenaria (m).
- a_v Proyección de a sobre el plano que contiene la catenaria (m).

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistema de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.



$$P = P' \cos (\mu) \text{ (daN)}$$

donde:

- P' Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).
- P Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

6.4.10.2.5. SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL HIELO

No se consideran sobrecargas de hielo en zona A.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.10.3. ESFUERZOS HORIZONTALES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

6.4.10.3.1. TEORÍA DEL EOLOVANO



Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (\text{m})$$

siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).
- a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.10.3.2. APOYOS DE ALINEACIÓN Y ANCLAJE, CON CADENA DE SUSPENSIÓN Y AMARRE.

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$



$$F_t = p_v a_v \text{ (daN)}$$

siendo:

- a_v Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

b) Hipótesis del hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.3.3. APOYOS DE ÁNGULO CON CADENA DE SUSPENSIÓN O AMARRE Y ANCLAJE.

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 5 y 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max [T_{0v1}, T_{0v2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{0v1} T_{0v2}$ Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).

p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).



a_1 Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

a_2 Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

α Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

b) Hipótesis de hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.10.3.4. APOYOS DE FIN DE LÍNEA

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2.1 y con la tabla 6, de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0v} \quad (\text{daN})$$



$$F_t = p_v \frac{a_1}{2} \quad (\text{daN})$$

siendo:

- T_{0v} Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N).
- p_v Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).
- a_1 Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

b) Hipótesis del hielo:

No se considera esta hipótesis en zona A.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.3.5. ESFUERZO EQUIVALENTE EN EL APOYO

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de tierra transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$F_{lequi} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{equi}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{tequi} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{equi}} \quad (\text{daN})$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

donde:

F_{lequi} Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN).



F_{tequi} Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN).

F_{vequi} Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN).

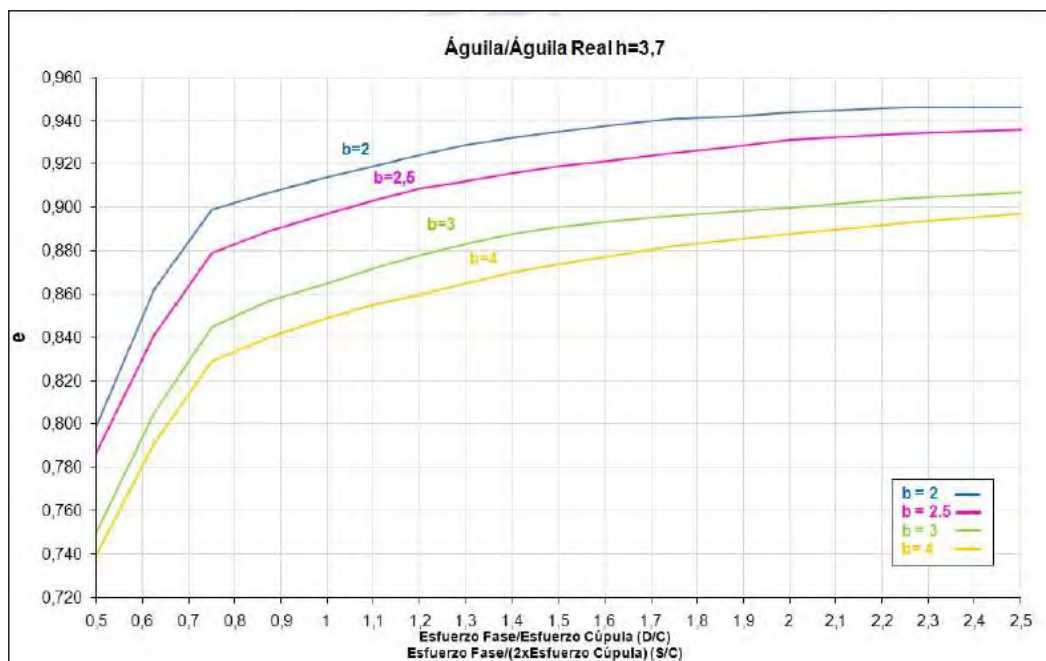
1.1.1.1.1. ESFUERZO RESISTENTE EN EL APOYO CON CÚPULA DE TIERRA

Los esfuerzos que se facilitan en el catálogo del fabricante para diferentes hipótesis consideradas sobre los apoyos, son esfuerzos aplicados en el centro de la cabeza que corresponda. En caso que la línea lleve conductor de protección existe alguna dificultad en determinar cómo afectan al apoyo los esfuerzos transmitidos por este conductor, y además, teniendo en cuenta la altura a la que están aplicados, penalizan de forma importante al apoyo dependiendo del módulo de estos esfuerzos.



Esta situación se ha resuelto de forma gráfica, resultando diferentes curvas para las distintas series, cabezas y cúpula elegida. Conociendo el esfuerzo horizontal de fase y protección de cada hipótesis, podemos obtener un coeficiente que nos permita calcular el esfuerzo necesario para seleccionar correctamente el apoyo.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

En cada una de las curvas siguientes, y para cada una de las hipótesis se calcula el factor correspondiente al cociente entre el esfuerzo por fase y una vez el esfuerzo en cúpula (para líneas doble circuito). Este factor se introduce en abscisas en las gráficas y se obtiene un valor "e". Este último factor inferior a la unidad se multiplicará por el valor de esfuerzo resistente que indica el fabricante en su catálogo para obtener el esfuerzo resistente con cúpula de tierra.





En el apartado tablas de resultados se muestran los cálculos de los esfuerzos máximos para todos los apoyos de la línea corregidos con el correspondiente factor "e".

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.4. HIPÓTESIS ANORMALES

Las hipótesis anormales a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la siguiente tabla:

TIPO APOYO	ZONA A			
		3ª HIPÓTESIS: DESEQUILIBRIO		4ª HIPÓTESIS: ROTURA CONDUCTORES
Suspensión de alineación o Suspensión de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.1)
Amarre de alineación o Amarre de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.2)
Anclaje de alineación o Anclaje de ángulo	V	Cargas permanentes (3.1.1)	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)	T	Alineación: No aplica Ángulo: Resultante de ángulo (3.1.6)
	L	Desequilibrio de tracciones (3.1.4.1)	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.3)
Fin de línea	V	No Aplica	V	Cargas permanentes (3.1.1)
	T	No Aplica	T	No Aplica

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

	L	No Aplica	L	Rotura de conductores y cables de tierra (3.1.5.4)
--	---	-----------	---	--

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo Longitudinal T = Esfuerzo transversal

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas respecto al límite de fluencia.

6.4.10.5. ESFUERZOS VERTICALES

Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apartado anterior, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará que el conductor o cable de tierra roto no ejerce esfuerzo vertical. El resto de conductores se calculará con el mismo gravivano que las hipótesis anteriores.

6.4.10.6. ESFUERZOS HORIZONTALES LONGITUDINALES

6.4.10.6.1. APOYOS DE ALINEACIÓN Y ÁNGULO CON CADENAS DE SUSPENSIÓN



a) Desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,08 T_0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en la citada hipótesis (daN).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

b) Rotura de conductores:



Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.1 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,5 T_0 \text{ (daN)}$$

siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

En apoyos de ángulo con cadena de suspensión se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.6.2. APOYOS DE ALINEACIÓN Y ÁNGULO CON CADENAS DE AMARRE

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0,15 \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.



b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.2 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

6.4.10.6.3. APOYOS DE ANCLAJE

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que cada conductor o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.4.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = 0,5 \max [T_{01}, T_{02}] \text{ (daN)}$$

siendo:

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Este esfuerzo se considera distribuido a lo largo del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.



b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_I) que, debidos a la rotura de un conductor o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.5.3 de la ITC-07 del RLEAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_I = \max [T_{01}, T_{02}] \quad \text{(daN) para } n' = 1 \text{ conductores normales}$$

$$F_I = \max [T_{01}, T_{02}] n' 50\% \quad \text{(daN) para } n' > 1 \text{ conductores en haz}$$

siendo:

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

$T_{01}T_{02}$ Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

n' Número de conductores por fase

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

6.4.10.6.4. APOYOS DE FIN DE LÍNEA

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis

b) Hipótesis de rotura de conductores:



Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_i) que, debidos a la rotura de un conductor, serán los mismos que en el apartado anterior, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda:

$$F_i = T_0 n' \text{ (daN)}$$

siendo:

T_0 Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

n' Número de conductores por fase

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.7. ESFUERZO EQUIVALENTE EN EL APOYO

6.4.10.7.1. DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de tierra transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apartado anterior.

En apoyos de ángulo se estudiará el esfuerzo de ángulo debido a esta circunstancia.

6.4.10.7.2. ROTURA DE CONDUCTORES

La sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) calculados según las siguientes expresiones:



$$M_{\text{tequi}} = F_{ij} x_i \quad (\text{daN m})$$

$$F_{\text{vequi}} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia d del eje vertical. El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{\text{lequi}} = \frac{M_{\text{tequi}}}{d} \quad (\text{daN})$$

En apoyos de ángulo se valorará además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.10.7.3. ESFUERZO COMBINADO DE FLEXIÓN Y TORSIÓN

El Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RD 223/2008), obliga al estudio de nuevas consideraciones de carga sobre los apoyos. En concreto es necesario analizar los mismos bajo la acción conjunta de un esfuerzo útil y un par torsor simultáneo.

Tendremos en general una acción combinada de flexión y torsión siempre que el apoyo esté sometido a un conjunto de esfuerzos que no esté simétricamente distribuido respecto al eje del mismo.



Los casos en los que se debe estudiar dicha acción simultánea son:

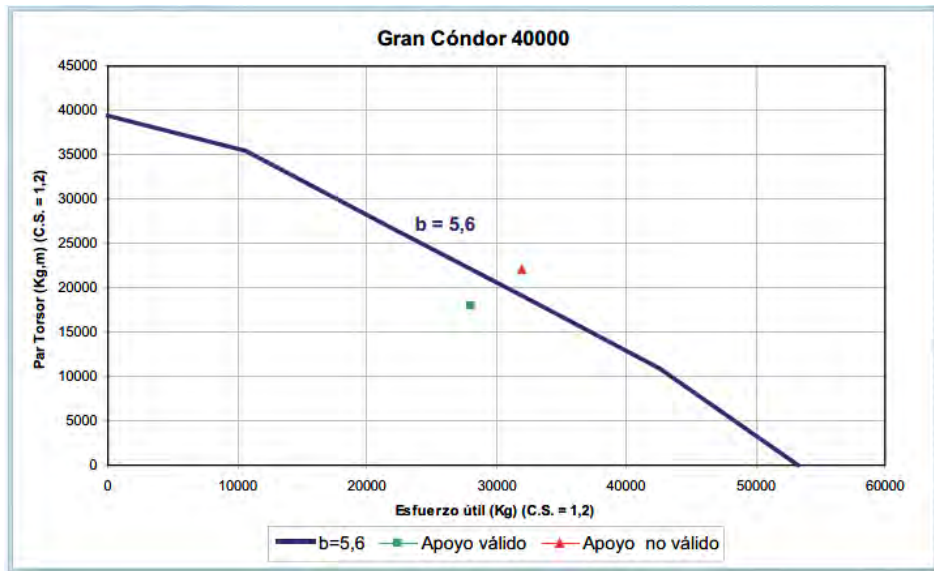
- Hipótesis de desequilibrio en apoyos tresbolillo o bandera

Con objeto de facilitar la selección y chequeo de apoyos en tales situaciones, se ha incluido en catálogo del fabricante, un conjunto de gráficas que plasman el comportamiento de cada uno de los apoyos (con sus diferentes alturas de cabeza) bajo dicha acción combinada de esfuerzo útil y par torsor.

La forma de proceder es la siguiente:

- 1) Calcular el momento torsor que aparece: **Par Torsor = $f \cdot "c"$** , donde **f** es la fuerza que produce la torsión y " **c** " es la longitud de la cruceta.
- 2) Obtener el esfuerzo total aplicado: $\sum f_i$, donde **f_i** son las distintas fuerzas aplicadas sobre las crucetas y cúpula del apoyo, tanto longitudinales como transversales.
- 3) Calcular el esfuerzo equivalente centrado en cabeza correspondiente a $\sum f_i$, obteniendo el **Esfuerzo útil**.
- 4) Introducir el Par Torsor y el Esfuerzo útil en una gráfica como la siguiente. Si el punto obtenido se encuentra en el interior de la curva que corresponda para la cota b del apoyo, éste es válido. Si se encontrara por fuera habría que probar con un apoyo superior.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		





El coeficiente de seguridad de la gráfica es 1,2.

TABLAS DE RESULTADOS

La línea aérea se proyecta en doble circuito 30 KV tal como se ha descrito en capítulos anteriores.

A continuación, se reflejan los resultados obtenidos para en el cálculo mecánico de apoyos.



	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn		
	ANEXO 3		ANEXO 3
	Septiembre 2022 Rev.: 00		

TRAMO 1: TABLA DE RESULTADOS DE ESFUERZO APOYOS

Apoyo				Total apoyo				Por fase			D. Cond	Coef. Seg.
				Necesario/Disponible				Necesario/Disponible				
Nº	Tipo	Función	A S	1 Hip (DaN)	3 Hip (DaN)	4 Hip (DaNxm)	Vertical (DaN)	1 Hip (DaN)	3 Hip (DaN)	Vertical (DaN)	D. m	
77.01	AGR-21000	Fin de Línea	A	8.006,28	0,00	11.168,24	486,03	2.624,97	0,00	128,71	1,74	1,25
	SG1C			16.719,30	21.937,50	13.224,00	7.000,00	3.572,50	4.687,50	1.000,00	4,00	
77.02	AGR-21000	Fin de Línea	A	8.006,28	0,00	11.168,24	574,50	2.624,97	0,00	158,20	1,74	1,25
	SG1C			16.719,30	21.937,50	13.224,00	7.000,00	3.572,50	4.687,50	1.000,00	4,00	

TRAMO 2: TABLA DE RESULTADOS DE ESFUERZO APOYOS

Apoyo				Total apoyo				Por fase			Dist. Cond.	Coef. Seg.
				Necesario/Disponible				Necesario/Disponible				
Nº	Tipo	Función	A S	1 Hip (DaN)	3 Hip (DaN)	4 Hip (DaNxm)	Vertical (DaN)	1 Hip (DaN)	3 Hip (DaN)	Vertical (DaN)	Dist. m.	
00.01	CO-33000	Fin de Línea	A	26.519,49	0,00	22.410,21	607,34	5.221,84	0,00	116,78	1,50	1,25
	N3C			29.487,85	30.551,80	27.760,00	14.000,00	5.681,67	5.886,67	2.000,00	3,31	
00.02	CO-33000	Fin de Línea	A	26.519,49	0,00	22.410,21	1.536,44	5.221,84	0,00	307,33	1,50	1,25
	N3C			29.487,85	30.551,80	27.760,00	14.000,00	5.681,67	5.886,67	2.000,00	3,31	

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.11. CÁLCULO MECÁNICO DE CIMENTACIONES

Las cimentaciones serán de tipo fraccionadas.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el apdo. 1 del Art. 31 del Reglamento de líneas eléctricas, el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales 1,50
- Hipótesis anormales 1,20



En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo. 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no inferior a los siguientes valores:

- Para $0 < \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$ 1,50
- Para $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$ 1,50

Siendo:

M_{ch} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m)

M_{cv} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm)

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederá los valores máximos fijados para el mismo.

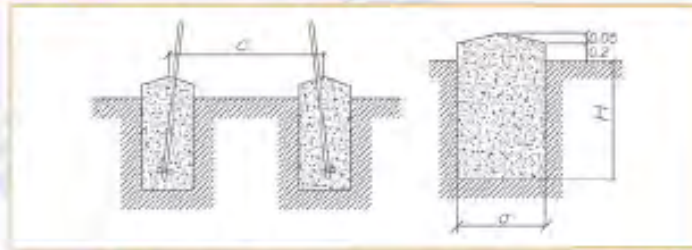
Las características dimensionales de las cimentaciones se incluyen en las siguientes tablas.

CIMENTACIONES DE APOYO TIPO ÁGUILA / ÁGUILA REAL

Las cimentaciones de estas torres son de macizos independientes para las cuatro patas. En la siguiente tabla se muestra la distancia entre hoyos para cimentaciones tanto de sección cuadrada como de sección circular. En las posteriores tablas se indican, en metros, las principales dimensiones del macizo y los volúmenes aproximados de excavación por patas diferenciando entre sección cuadrada y sección circular.

TIPO	DISTANCIA ENTRE HOYOS "c" (mm)									
	10	12	14	16	18	20	23	25	27	30
3/6.000	2.490	2.760	3.035	3.300	3.645	3.910	4.255	4.530	4.865	5.210
9/21.000	2.690	2.960	3.230	3.500	3.840	4.110	4.450	4.720	5.055	5.395

CIMENTACIÓN CUADRADA RECTA



AG /AGR	$\alpha = 20^\circ$				$\alpha = 30^\circ$				$\alpha = 35^\circ$													
	2000	3000	4000	5000	2000	3000	4000	5000	2000	3000	4000	5000										
10	A	130	130	150	170	110	2.05	2.25	0.30	0.35	1.10	1.25	1.30	1.50	1.55	0.31	0.30	0.30	1.05	1.10	1.25	1.35
	H	2.10	2.60	2.10	3.10	3.20	3.45	3.60	2.00	2.45	2.70	3.00	3.10	3.35	3.55	1.80	2.30	2.65	2.85	3.15	3.25	3.40
	V	3.02	4.29	6.12	9.91	10.92	14.90	19.23	1.62	2.21	2.33	4.63	6.65	7.54	9.65	1.46	1.96	2.31	2.14	2.69	3.09	3.29
12	A	125	125	150	170	115	2.05	2.25	0.30	0.35	1.10	1.25	1.35	1.55	1.65	0.31	0.30	0.30	1.05	1.15	1.25	1.40
	H	2.10	2.60	2.15	3.15	3.25	3.45	3.60	2.00	2.50	2.80	3.00	3.15	3.35	3.55	1.85	2.30	2.65	2.80	3.10	3.25	3.40
	V	3.28	4.74	6.14	9.30	11.12	14.90	19.23	1.62	2.26	2.39	4.63	6.74	8.06	9.65	1.50	1.98	2.39	2.20	2.87	3.08	3.28
14	A	125	135	150	170	115	2.11	2.30	0.30	0.35	1.15	1.30	1.40	1.65	1.70	0.31	0.30	1.00	1.05	1.20	1.30	1.40
	H	2.10	2.65	3.10	3.15	3.25	3.40	3.55	2.05	2.50	2.75	2.95	3.10	3.35	3.50	1.85	2.30	2.60	2.90	3.10	3.20	3.40
	V	3.28	4.83	6.75	9.30	11.12	14.93	19.73	1.68	2.26	2.34	4.88	6.98	8.05	10.12	1.50	1.96	2.40	2.20	2.87	3.11	3.28
16	A	125	145	155	175	115	2.11	2.30	0.30	0.35	1.15	1.30	1.40	1.60	1.70	0.31	0.30	1.00	1.10	1.15	1.30	1.40
	H	2.15	2.75	3.15	3.15	3.25	3.40	3.55	2.05	2.50	2.80	3.00	3.10	3.35	3.50	1.85	2.30	2.65	2.90	3.15	3.25	3.40
	V	3.36	5.36	7.19	9.91	11.73	14.93	19.73	1.66	2.26	2.30	5.07	6.99	8.08	10.10	1.50	1.96	2.45	2.21	2.87	3.11	3.29
18	A	125	140	160	180	115	2.15	2.35	0.30	0.35	1.20	1.35	1.40	1.60	1.75	0.31	0.30	1.00	1.10	1.20	1.30	1.45
	H	2.15	2.65	3.15	3.15	3.25	3.40	3.55	2.10	2.50	2.75	3.00	3.15	3.30	3.50	1.90	2.35	2.65	2.90	3.15	3.25	3.40
	V	3.56	5.19	7.31	10.21	11.79	15.22	19.60	1.70	2.30	2.39	5.47	6.72	8.45	10.72	1.54	1.90	2.45	2.21	2.87	3.11	3.29
20	A	130	145	160	180	115	2.11	2.40	0.30	0.35	1.20	1.35	1.45	1.60	1.75	0.31	0.30	1.00	1.15	1.20	1.35	1.45
	H	2.15	2.60	3.10	3.21	3.25	3.40	3.50	2.10	2.55	2.80	3.00	3.10	3.30	3.50	1.90	2.35	2.70	2.90	3.15	3.25	3.40
	V	3.63	5.47	7.48	10.37	12.36	15.72	20.15	1.70	2.35	2.40	5.47	6.62	8.45	10.72	1.54	1.90	2.70	2.84	3.18	3.32	3.45
22	A	135	145	160	180	115	2.15	2.40	0.30	0.35	1.20	1.35	1.45	1.60	1.75	0.31	0.30	1.00	1.15	1.20	1.35	1.45
	H	2.10	2.65	3.15	3.21	3.25	3.40	3.50	2.15	2.55	2.80	3.00	3.10	3.30	3.50	1.90	2.40	2.70	2.90	3.15	3.25	3.40
	V	3.82	5.57	7.91	10.77	12.34	15.72	20.15	1.74	2.35	2.40	5.47	6.62	8.45	10.72	1.54	1.94	2.70	2.84	3.19	3.32	3.45
24	A	130	140	165	185	200	2.20	2.45	0.30	0.35	1.25	1.40	1.50	1.65	1.80	0.31	0.30	1.05	1.15	1.25	1.35	1.50
	H	2.20	2.70	3.15	3.21	3.25	3.40	3.50	2.15	2.55	2.80	3.00	3.10	3.30	3.45	1.95	2.40	2.70	2.95	3.10	3.20	3.45
	V	4.11	5.96	8.10	10.87	13.20	17.21	21.01	1.78	2.41	2.45	5.88	7.09	8.88	11.34	1.58	1.94	2.88	2.97	3.14	3.47	3.76
26	A	135	150	165	180	200	2.25	2.45	0.30	0.35	1.25	1.40	1.50	1.65	1.80	0.31	0.30	1.05	1.20	1.25	1.40	1.50
	H	2.20	2.65	3.15	3.15	3.30	3.40	3.50	2.20	2.55	2.85	3.00	3.15	3.30	3.50	1.95	2.40	2.70	2.90	3.10	3.20	3.45
	V	4.11	5.96	8.10	11.37	13.20	17.21	21.01	1.78	2.41	2.45	5.88	7.09	8.88	11.34	1.58	1.94	2.88	2.97	3.14	3.47	3.76
28	A	135	150	170	190	205	2.25	2.50	0.30	0.35	1.25	1.40	1.50	1.70	1.85	0.31	0.30	1.05	1.20	1.25	1.40	1.50
	H	2.20	2.70	3.15	3.21	3.25	3.45	3.50	2.20	2.60	2.85	3.05	3.15	3.30	3.45	2.01	2.45	2.75	2.95	3.15	3.20	3.45
	V	4.11	6.00	8.01	11.85	13.64	17.47	21.83	1.79	2.47	2.47	6.45	7.69	9.54	11.81	1.62	1.99	2.82	2.95	3.15	3.42	3.76

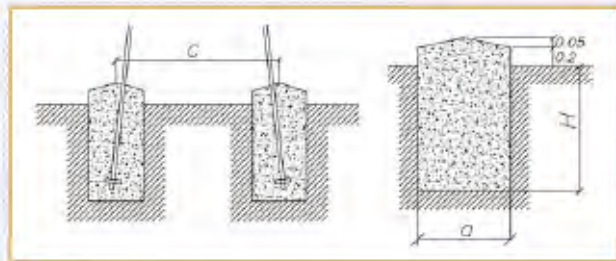
Septiembre 2022

Rev.: 00



ANEXO 3

ANEXO 3

Las cimentaciones de estas torres son de macizos independientes para las cuatro patas. En la siguiente tabla se indican las principales dimensiones del macizo, la distancia entre hoyos y los volúmenes aproximados de excavación por patas para cimentaciones de sección cuadrada recta.



	TERRENO BLANDO (2 kN/cm ² , 20°)												TERRENO NORMAL (3 kN/cm ² , 30°)												TERRENO DURO (4 kN/cm ² , 35°)											
	3000	5000	7000	9000	12000	15000	18000	22000	33000	3000	5000	7000	9000	12000	15000	18000	22000	33000	3000	5000	7000	9000	12000	15000	18000	22000	33000									
12	a	1,25	1,20	1,25	1,40	1,65	1,80	2,00	2,40	2,70	0,90	0,80	1,05	1,25	1,35	1,50	1,75	1,95	0,90	0,80	0,90	1,05	1,15	1,25	1,45	1,65										
	c	3,49	3,49	3,49	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,49	3,49	3,49	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,49	3,49	3,49	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80										
	V	2,91	2,46	4,92	5,10	7,62	10,21	12,80	16,97	26,97	162	1,78	2,78	2,70	4,14	5,47	7,09	10,57	14,07	146	1,82	1,90	1,94	2,92	3,84	4,92	7,26	10,07								
15	a	1,25	1,25	1,40	1,45	1,65	1,95	2,05	2,45	2,75	0,90	0,90	1,05	1,10	1,25	1,40	1,50	1,80	2,00	0,90	0,90	0,95	1,05	1,15	1,25	1,50	1,65									
	c	3,93	3,93	3,93	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	3,93	3,93	3,93	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	3,93	3,93	3,93	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32	4,32									
	V	3,36	3,75	5,39	5,57	7,90	10,70	13,45	21,01	27,90	166	1,92	2,91	2,95	4,30	5,69	7,20	11,14	14,90	150	1,70	1,84	2,21	3,03	3,94	5,00	7,08	10,07								
16	a	1,10	1,25	1,45	1,50	1,70	1,90	2,05	2,50	2,90	0,90	0,95	1,10	1,10	1,30	1,40	1,55	1,95	2,05	0,90	0,90	0,95	1,10	1,20	1,30	1,55	1,70									
	c	4,30	4,30	4,30	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65	4,30	4,30	4,30	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65	4,30	4,30	4,30	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65									
	V	2,95	2,50	2,90	2,65	2,90	3,15	3,25	3,55	3,75	2,10	2,25	2,55	2,50	2,75	3,00	3,20	3,55	3,75	195	2,15	2,45	2,50	2,75	2,90	3,20	3,55	4,05								
21	a	1,15	1,25	1,45	1,50	1,75	1,90	2,10	2,55	2,90	0,90	0,95	1,10	1,15	1,30	1,45	1,55	1,90	2,05	0,90	0,90	0,95	1,10	1,20	1,30	1,55	1,70									
	c	4,63	4,63	4,63	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	4,63	4,63	4,63	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	4,63	4,63	4,63	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25									
	V	2,95	2,55	2,85	2,70	2,90	3,20	3,20	3,55	3,75	2,15	2,35	2,60	2,55	2,80	3,00	3,20	3,55	3,75	195	2,15	2,45	2,55	2,80	3,00	3,20	3,55	3,75								
24	a	1,15	1,30	1,50	1,55	1,75	1,95	2,10	2,60	2,95	0,90	0,95	1,15	1,15	1,35	1,45	1,60	1,90	2,10	0,90	0,90	0,95	1,10	1,20	1,30	1,60	1,75									
	c	5,30	5,30	5,30	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92	5,30	5,30	5,30	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92	5,30	5,30	5,30	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92	5,92									
	V	3,17	4,31	6,30	6,61	6,03	6,17	6,33	24,00	30,46	174	2,12	3,44	3,44	5,13	6,41	8,15	12,62	15,04	166	1,82	2,35	2,60	3,45	4,38	5,41	8,08	11,45								
27	a	1,20	1,30	1,50	1,55	1,80	2,00	2,15	2,60	2,90	0,90	1,00	1,15	1,20	1,35	1,50	1,60	1,95	2,10	0,90	0,90	0,95	1,10	1,15	1,25	1,50	1,75									
	c	5,72	5,72	5,72	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,72	5,72	5,72	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	5,72	5,72	5,72	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40									
	V	3,46	4,39	6,41	6,61	6,96	12,80	15,02	24,34	31,96	178	2,40	3,50	3,60	5,23	6,86	8,32	13,63	15,76	166	1,86	2,25	2,50	3,84	4,77	5,92	9,22	11,64								
30	a	1,20	1,35	1,55	1,60	1,80	2,00	2,15	2,65	2,90	0,90	1,00	1,15	1,20	1,35	1,50	1,60	1,95	2,15	0,90	0,90	1,00	1,10	1,15	1,25	1,35	1,60	1,75								
	c	6,20	6,20	6,20	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,20	6,20	6,20	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,20	6,20	6,20	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95								
	V	4,20	4,74	6,97	6,91	6,96	13,60	15,02	25,28	31,96	182	2,40	3,57	3,74	5,29	6,86	8,06	13,63	17,57	166	1,86	2,70	2,80	3,84	4,77	5,65	9,22	11,64								
33	a	1,20	1,35	1,55	1,60	1,85	2,05	2,20	2,65	2,95	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40	1,50	1,65	1,95	2,15	0,90	0,90	1,00	1,10	1,15	1,25	1,35	1,65	1,80								
	c	6,61	6,61	6,61	7,43	7,43	7,43	7,43	7,43	7,43	6,61	6,61	6,61	7,43	7,43	7,43	7,43	7,43	7,43	6,61	6,61	6,61	7,43	7,43	7,43	7,43	7,43									
	V	2,50	2,65	2,90	2,75	2,95	3,20	3,25	3,60	3,80	2,25	2,40	2,70	2,65	2,90	3,10	3,25	3,60	3,80	2,10	2,35	2,70	2,85	2,90	3,10	3,25	3,60	3,80								
36	a	1,25	1,45	1,65	1,65	1,95	2,05	2,25	2,70	2,95	0,95	1,10	1,20	1,25	1,40	1,55	1,70	2,00	2,15	0,90	0,90	1,05	1,05	1,15	1,20	1,40	1,65	1,80								
	c	7,06	7,06	7,06	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97	7,06	7,06	7,06	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97	7,06	7,06	7,06	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97	7,97								
	V	3,99	5,79	6,03	7,62	10,44	13,45	16,71	26,97	33,07	2,09	3,09	4,10	4,22	5,99	7,45	8,54	14,90	17,57	174	2,03	3,09	2,99	3,97	5,24	6,27	10,07	12,31								
39	a	1,30	1,45	1,70	1,70	1,95	2,10	2,30	2,75	3,00	0,95	1,10	1,25	1,25	1,45	1,55	1,70	2,00	2,20	0,90	0,95	1,05	1,05	1,20	1,30	1,40	1,65	1,80								
	c	7,51	7,51	7,51	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	7,51	7,51	7,51	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	7,51	7,51	7,51	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50								
	V	2,55	2,80	2,95	2,85	3,05	3,20	3,40	3,70	3,90	2,35	2,60	2,85	2,80	3,05	3,10	3,40	3,70	3,90	2,20	2,50	2,85	2,75	3,05	3,10	3,40	3,70	3,90								

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

CIMENTACIONES FRACCIONADAS

Las cimentaciones fraccionadas están constituidas por cuatro macizos de hormigón en masa, de forma tronco-piramidal en la parte inferior y de sección cuadrada en la superior.

Dos de los macizos trabajan al arranque y los otros dos a compresión cuando la sollicitación del apoyo es a flexión.

Fuerzas que se oponen a la salida del macizo del terreno:



- Peso del macizo
- ¼ parte del peso del apoyo
- Peso de la tierra que gravita sobre la cimentación
- Peso de la tierra comprendida en un tronco de pirámide cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque β .

El esfuerzo para equilibrar el arranque P_{arr} viene dado por la expresión:

$$P_e = \frac{P_a}{4} + P_h + P_t + P_\beta$$

Siendo:

- P_e Esfuerzo estabilizador (daN)
- P_a Peso del apoyo (daN)
- P_h Peso del bloque de hormigón (daN)
- P_t Peso de tierras que gravitan sobre hormigón (daN)
- P_β Peso de tierras que serían arrancadas (daN)

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

Una vez calculado el volumen de la cimentación hay que comprobar la compresión sobre el terreno que viene dado por la expresión:

$$\sigma_c = \frac{C + \frac{P_a}{4} + P_h + P_t}{S} \text{ daN/cm}^2$$

Siendo

- C Compresión máxima por montante (daN)
- S Superficie de la base del macizo (cm²)

El valor de σ_c debe resultar inferior o igual al marcado en el reglamento para cada tipo de terreno.

Los valores de P_h , P_t y P_β vienen dados por las expresiones:



$$P_h = \delta_h \cdot \left[(H - h) \cdot l^2 + \frac{h}{3} \cdot [L^2 + Ll + l^2] \right] \text{ daN}$$

$$P_t = \delta_T \cdot \left[H \cdot L^2 - \frac{P_h}{\delta_h} \right] \text{ daN}$$

$$P_\beta = \delta_T \cdot \left[4 \cdot \frac{H}{3} \left[\left(\frac{D}{2} + H \operatorname{tg} \beta \right)^2 + \frac{D}{2} \left(\frac{D}{2} + H \operatorname{tg} \beta \right) + \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right] - \frac{P_h}{\delta_h} - \frac{P_t}{\delta_T} \right] \text{ daN}$$

Siendo:



- δ_h Peso específico del hormigón
- δ_T Peso específico del terreno (daN/m³)
- L Lado de la base tronco-piramidal (m)
- l Lado de la base recta (m)
- β Ángulo de arranque del terreno

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

El coeficiente de seguridad al vuelco viene dado por la expresión:

$$C_s = \frac{P_e}{P_{arr}}$$

Las características del terreno tales como densidad del terreno, ángulo de arranque o resistencia mecánica del mismo usadas en el cálculo serán los que especifica el estudio geotécnico pertinente.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.12. PUESTA A TIERRA

Los apoyos, se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 de la ITC-07 del Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión.



El principio básico de la puesta a tierra, según establece el RLAT en su apartado 7 de la ITC-LAT-07, es conseguir cumplir los siguientes requisitos:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Además de cumplir lo anterior, en los apoyos ubicados en zonas frecuentadas; en las zonas de pública concurrencia es obligatorio el empleo de electrodos de difusión en anillo cerrado enterrado alrededor del empotramiento del apoyo. El mismo tratamiento que para las zonas de pública concurrencia deberá tenerse para los apoyos que soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra. Con objeto de mejorar el sistema de PAT al que están conectados los pararrayos autovalvulares, se realizará anillo cerrado en ambos apoyos a pesar de no considerarse apoyo frecuentado ni de maniobra

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra son:

- Electrodo de puesta a tierra
- Línea de tierra

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

6.4.12.1. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Se utilizarán como electrodos de puesta a tierra:

- Electrodo de difusión vertical para apoyos no frecuentados
- Doble anillo cerrado de cobre para apoyos frecuentados y/o maniobra + 8 picas + acera equipotencial

En la siguiente tabla se exponen las características de la puesta a tierra de los distintos apoyos en función de su tensión y ubicación:



Nº Apoyo	Tipo Apoyo	Frecuentado	Maniobra	Tipo PAT
77.01	AGR-21000-23	No	No	Anillo + 8 picas
77.02	AGR-21000-23	No	No	Anillo + 8 picas
00.01	CO-33000-18	No	No	Anillo + 8 picas
00.02	CO-33000-18	No	No	Anillo + 8 picas

6.4.12.2. ELECTRODOS DE DIFUSIÓN VERTICAL

Se utilizará como electrodo de difusión vertical picas con alma de acero y recubrimiento de cobre de 2 m de longitud.

El extremo superior de cada pica quedará al menos a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irá también la línea de tierra que conecte las picas con el apoyo.

La puesta a tierra doble se realizará mediante dos picas de puesta a tierra situadas a ambos lados del apoyo y perpendicularmente a la dirección de la línea en el caso de apoyos con cimentaciones fraccionadas.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

La puesta a tierra simple se realizará mediante una pica de puesta a tierra situada en la proximidad del apoyo en el caso de apoyos monobloque.

6.4.12.3. ANILLOS CERRADOS

Para la realización de los anillos se empleará cable de cobre de 50 mm². Las picas serán cilíndricas de acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud. Las grapas de conexión serán de cobre.

La configuración proyectada consiste en realizar un anillo alrededor de la cimentación a una distancia aproximada de un metro a una profundidad de 1 metro.



6.4.12.4. PAT EN APOYOS NO FRECUENTADOS

En líneas provistas con desconexión automática inmediata (en un tiempo inferior a 1 segundo) y para sus apoyos clasificados como No frecuentados, el sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas si el valor de la resistencia de puesta tierra garantiza la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

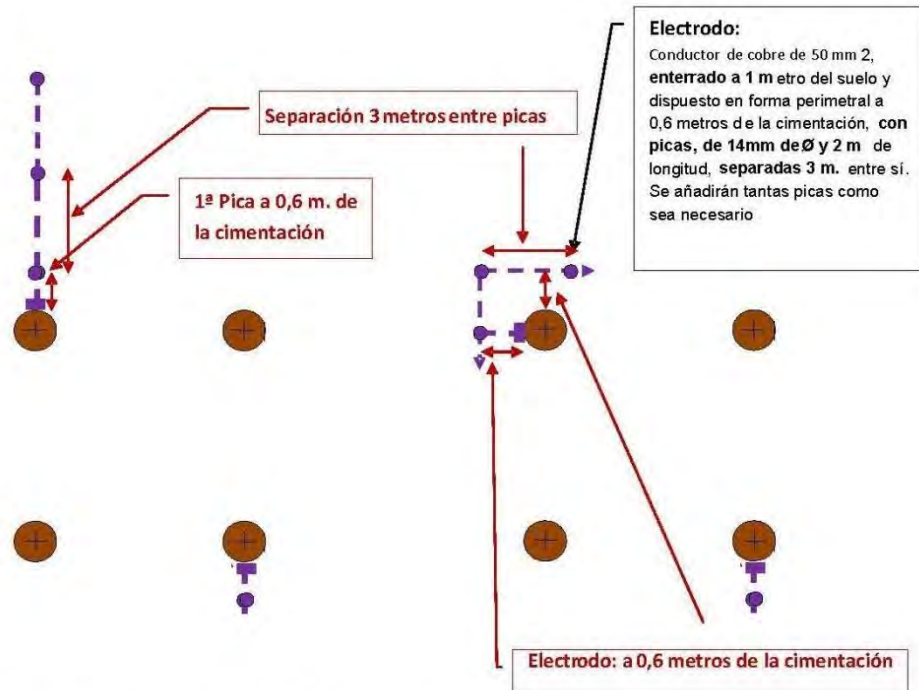
El electrodo a emplear, tal como lo define el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, proporcionará un valor de la resistencia de puesta a tierra máximo de 75 Ω para la tensión de 30 KV.

Se podrá conseguir mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrado como mínimo a 1 m de profundidad.

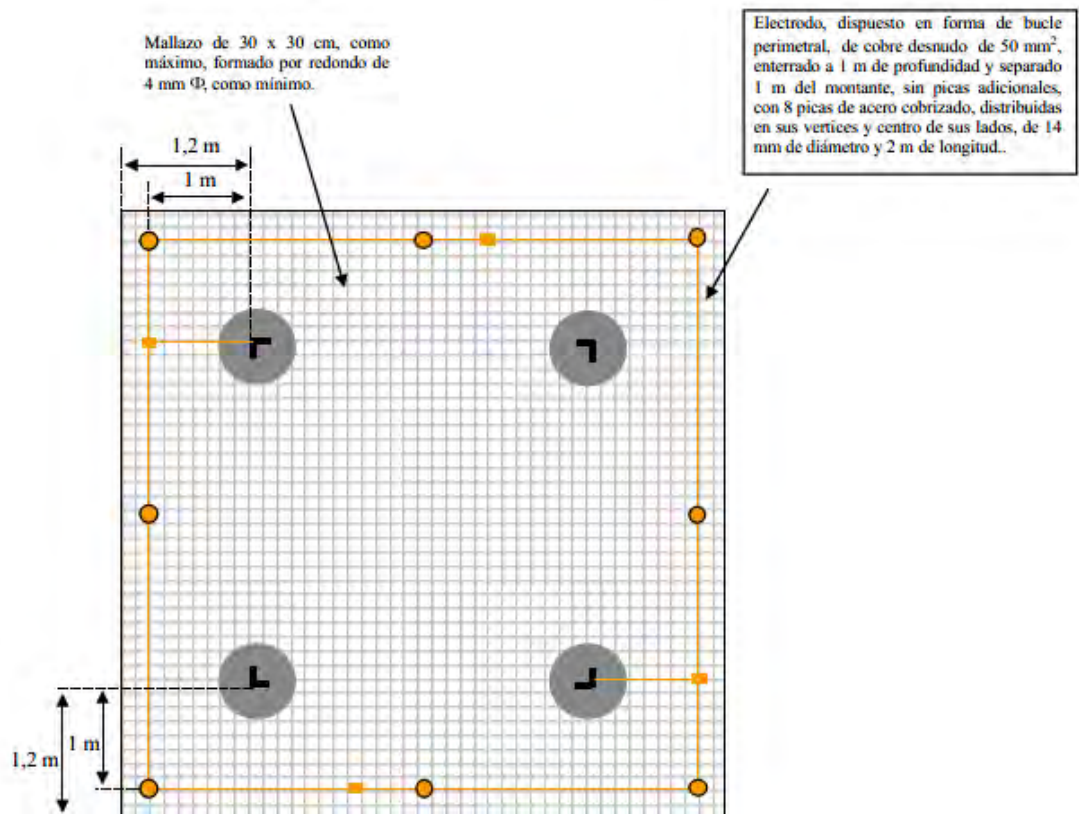
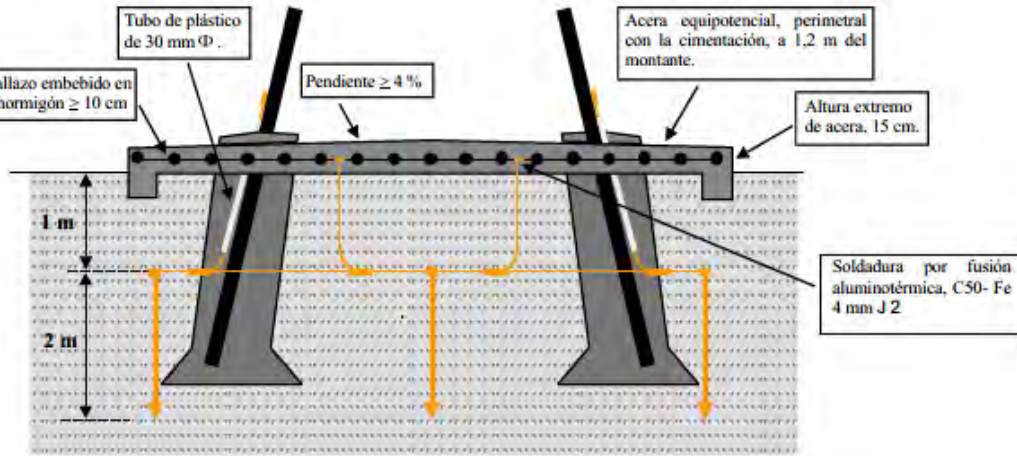
Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, el valor de resistencia indicado, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas (véase figura 1), añadiendo si es necesario a dicho anillo, picas en hilera de igual longitud, separadas 3 m entre sí. El conductor de unión entre picas será de cobre de 50 mm² de sección. Con objeto de garantizar una resistencia adecuada, se proyecta colocar dos picas (una a cada lado del apoyo).

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		



No obstante, tal como se ha detallado anteriormente, se instalará un anillo alrededor del apoyo a fin de mejorar el sistema de PAT de los pararrayos autovalvulares.



Configuración del electrodo de puesta a tierra para apoyos no frecuentados en cimentaciones con macizos independientes



Configuración del electrodo de puesta a tierra para apoyos frecuentados con calzado en cimentaciones con macizos independientes para líneas de 30 KV

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.4.12.5. LÍNEA DE TIERRA

Estará constituida por un cable compuesto tierra-óptico (OPGW). El cable está formado por un núcleo óptico central consistente en un tubo estanco de aluminio o acero inoxidable. En el interior del núcleo óptico central se alojarán las fibras ópticas. Sobre el tubo central se cablean una o dos capas de alambres de acero recubierto de aluminio o alambres de aleación de aluminio.

Los apoyos de la línea de 30 kV dispondrán de una línea de tierra situada en el eje del apoyo sobre cúpula.

La corriente de cortocircuito máxima admitida por la línea de tierra en función de la duración del defecto y de las características de los conductores de puesta a tierra, a efectos de no sobrepasar la temperatura máxima permisible, considerando el proceso adiabático, se calculará mediante la siguiente expresión:



$$I_{th} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

donde:

$$k = \sqrt{\frac{\gamma \cdot c}{\rho_{cc} \cdot \alpha} \cdot \ln \frac{1 + \alpha \cdot (\theta_2 - 20)}{1 + \alpha \cdot (\theta_1 - 20)}}$$

siendo:

- I_{th} : Corriente de cortocircuito térmica equivalente (A)
- S: Sección del conductor (mm²)
- t: Tiempo de duración de la falta (s)
- γ : Densidad del conductor (kg/m³)
- c: Calor específico del conductor (J/kg °C)
- ρ_{cc} : Resistividad del conductor en corriente continua a 20 °C (Ω m)
- α : Coeficiente de variación de la resistividad del conductor con la temperatura (°C⁻¹)

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		



θ_1 : Temperatura inicial del conductor ($^{\circ}\text{C}$)

θ_2 : Temperatura final del conductor ($^{\circ}\text{C}$)

Las características del conductor elegido permiten una lcc de 16 kA durante 0,3s.

La unión de los conductores de acero con la estructura metálica del apoyo se realizará mediante grapa sobre estructura.

La unión entre la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra se realizará mediante bridas con estribos para dos cables en el caso de unión a pica de acero-cobre o mediante soldadura aluminotérmica en caso de unión a anillo cerrado de cobre.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.5. PRESCRIPCIONES ESPECIALES

6.5.1. PRESCRIPCIONES ESPECIALES

6.5.1.1. LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN

Atendiendo al apartado 5 del ITC-LAT-07 “Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos”, en su apartado 5.6 “Otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación”:

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$D_{lin} = D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$



Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión nominal hasta 45kV
- 3 metros para líneas de tensión nominal hasta 66kV
- 4 metros para líneas de tensión nominal hasta 132kV
- 5 metros para líneas de tensión nominal hasta 220kV
- 7 metros para líneas de tensión nominal hasta 400kV

y considerándose los conductores bajo la máxima desviación bajo la acción del viento.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{vert} = D_{add} + D_{el}$$

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

Tensión nominal (kV)	Dadd (m)	
	Distancia apoyo línea superior al punto cruce < 25m	Distancia apoyo punto línea superior al cruce > 25m
De 3 a 30	1,8	2,5
De 45 o 66	2,5	
De 110 a 150	3	
220	3,5	
400	4	

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea superior y los cables de tierra de la línea inferior, no deberá ser inferior a

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 \text{ m} + D_{el}$$

con un mínimo de 2 metros.

Esta comprobación se realizará:



- Con los conductores de fase de la línea superior en condiciones de flecha máxima establecidos en el proyecto.
- Con los conductores de fase o cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga a la temperatura mínima según la zona.

6.5.1.2. CARRETERAS

Atendiendo al apartado 5 del ITC-LAT-07 “Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos”, en su apartado 5.7 “Carreteras”:

- Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

exterior de la calzada superior a **vez y media su altura**. La línea límite de edificación es la situada a **50 m** en autopistas, autovías y vías rápidas y a **25 m** en el resto de carreteras de la Red del Estado de la arista exterior de la calzada.

b) Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Según la Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra:

Artículo 36. *Delimitación de la línea de edificación.*

1. La línea de edificación está situada a ambos lados de la carretera con un trazado que discurre en paralelo a la línea exterior de delimitación de la calzada y a las siguientes distancias de ésta:

a) Autopistas, autovías y vías desdobladas: 50 m.

b) Carreteras de altas prestaciones, carreteras de interés general y carreteras de interés de la Comunidad Foral: 25 m.

c) Carreteras locales: 18 m.



Artículo 39. *Usos autorizables en la explanación y en las zonas funcionales y de servicio de la carretera.*

3. Las condiciones de los cruces, aéreos o subterráneos, así como su gálibo, se fijarán en la correspondiente norma técnica específica. En todo caso, en los cruces aéreos los apoyos se fijarán más allá de la línea de edificación y a una distancia de la calzada no inferior a la altura de los postes.

- La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{\text{ctra}} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}}$$

con un mínimo de 7 metros.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

D_{add} toma un valor de 7,5m para líneas de categoría especial y de 6,3 metros en el resto.

6.5.1.3. CAMINOS, CAÑADAS Y VÍAS PECUARIAS

Atendiendo al apartado 5 del ITC-LAT-07 “Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos”, en su apartado 5.5 “Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables”:

En los cruzamientos con cañadas y vías pecuarias, la altura mínima de los conductores sobre el terreno es la mínima al terreno normal. En estos cruzamientos no es necesario realizar prescripciones especiales:

$$D_{terr} = D_{add} + D_{el} = 5,3 \text{ m} + D_{el}$$

con un mínimo de 6 metros.

6.5.1.4. CANALIZACIONES DE GAS



ENAGAS: Atendiendo al documento de ENAGAS nº E-E-011 “Criterios generales de cruce, paralelismo y proximidad de conducciones metálicas de gas con líneas eléctricas y sus fuentes de alimentación” se toman los valores de las resistividades del terreno

Se adjuntará tabla con los valores obtenidos de las resistividades tras las mediciones correspondientes.

6.5.1.5. LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN SUBTERRÁNEAS



Atendiendo al apartado 5 del ITC-LAT-06 “Cruzamientos, proximidades y paralelismos”, para cruzamientos en sus apartados 5.2.3 “Otros cables de energía eléctrica” y 5.2.4 “Cables de telecomunicación” y para paralelismos en sus apartados 5.3.1 “Otros cables de energía eléctrica” y 5.3.2 “Cables de telecomunicación”:

- Cruzamientos: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica AT y los de energía eléctrica será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn</p>	
<p style="text-align: center;">Septiembre 2022</p>	<p>ANEXO 3</p>	<p>ANEXO 3</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 00</p>		

energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.

- Paralelismos: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica de BT o AT será de 0,25 m. La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m.

	MODIFICADO DEL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 50 MWp / 42 MWn	
Septiembre 2022	ANEXO 3	ANEXO 3
Rev.: 00		

6.5.2. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS

1.1.1.2. TRAMO AÉREO 1

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
									X	Y
1	77.01	77.02	228	31	8	11,74	vial acceso AP-15	OOPP	608227	4665693
2	77.01	77.02	228	108	8	11,36	vial acceso AP-15	OOPP	608293	4665658
3	77.01	77.02	228	55	11	15,30	AP-15	AUDENASA	608325	4665641

1.1.1.3. TRAMO AÉREO 2

Nº Cruzamiento	Apoyo anterior	Apoyo posterior	Longitud vano (m)	Distancia al apoyo más próximo (m)	Distancia vertical teórica (m)	Distancia vertical real (m)	Afección	Organismo propietario	Coordenadas U.T.M.	
									X	Y
1	00.01	00.02	177	21,1	7	15,85	Vía Pecuaria	Cañadas	608949	4664568
2	00.01	00.02	177	32,9	2,9	6,14	LAMT 13,2KV LABRADAS-ALFARO	I-DE	608943	4664560
3	00.01	00.02	177	46,7			Gasoducto	GAS NATURAL FENOSA	608935	4664548
4	00.01	00.02	177	59,8	7	13,18	A-68 pk84,824	AVASA	608902	4664504

 <p>SISENER INGENIEROS, S.L.</p>	MODIFICADO DEL PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA LA NAVA 49,7 MWp/42 MWn	 <p>inver management</p>
Septiembre 2022		20227708_D000_PORTADAS_PTA_P SF La Nava
Rev.: 00		

8- RBDA

DATOS PARCELA					VALLADO PERIMETRAL	POWER STATIONS		SEGUIDORES	VIALES INTERNOS	CAMINOS NUEVOS	ZANJAS			Linea Aerea	
REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m2)	TÉRMINO MUNICIPAL	(m2)	Nombre	(m2) ^{0,40 x 1,00}	(m2) ^{0,80 x 1,00}	(m)	(m)			Evacuación (0,8 x 1,0)		
31232A02300008	023	00008	7168	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	101.17
31232A02300038	023	00038	9106	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	88.30	111.30
31232A02300039	023	00039	6154	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	185.02	0.00
31232A02300040	023	00040	22070	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	136.82	0.00
31232A02300063	023	00063	130210	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	118.96	0.00
31232A02300065	023	00065	14387	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	146.74	0.00
31232A02300069	023	00069	27332	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	588.52	0.00
31232A02300070	023	00070	6330	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	87.68	0.00
31232A02300105	023	00105	13406	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	37.00	0.00
31232A02300111	023	00111	170737	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	412.46
31232A02300114	023	00114	16208	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	54.89
31232A02300115	023	00115	9662	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	20.20	63.81
31232A02300116	023	00116	662	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.42	0.00
31232A02391820	023	91820	1188	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	10.66	0.00
31232A02391840	023	91840	4597	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	4.76	0.00
31232A02391850	023	91850	4144	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	9.28	0.00
31232A02392130	023	92130	403	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	10.46	0.00
31232A04000151	040	00151	20187	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	1.44	161.88
31232A04000154	040	00154	15438	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	13.31	0.00
31232A04000155	040	00155	41740	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	172.16	0.00
31232A04000156	040	00156	22649	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	49.99	0.00
31232A04000157	040	00157	22125	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	16.87	0.00
31232A04000158	040	00158	52367	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	33.40	0.00
31232A04000170	040	00170	54562	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	201.48	0.00
31232A04000172	040	00172	26229	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	158.10	0.00
31232A04000173	040	00173	22537	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	10.23	0.00
31232A04000175	040	00175	23348	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	28.31	0.00
31232A04000177	040	00177	67809	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	53.21	0.00
31232A04000185	040	00185	101533	Tudela (232)	88517.47	PS3	196.04	18087.03	4139.67			570.11	4.73	577.69	0.00
31232A04000186	040	00186	88177	Tudela (232)	84933.55	PS1	196.04	24997.76	803.94			834.27	27.22	105.52	0.00
31232A04000189	040	00189	10554	Tudela (232)	0.01		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
31232A04000190	040	00190	46163	Tudela (232)	44858.37	PS2	196.04	11957.03	447.38			341.11	61.84	38.28	0.00
31232A04000191	040	00191	108006	Tudela (232)	91872.74		0.00	16785.27	3050.97			475.97	132.67	491.51	0.00
31232A04000202	040	00202	47612	Tudela (232)	31.70		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
31232A04000242	040	00242	10812	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	131.02	0.00
31232A04091590	040	91590	70755	Tudela (232)	0.00		0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	6.19	0.00
31232A04091610	040	91610	7878	Tudela (232)	6378.94		0.00	1772.54	116.72			30.56	0.00	15.37	0.00
3170A00500047	005	00047	10451	Castejon (70)	3297.25		0.00	774.73	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500048	005	00048	1074	Castejon (70)	1074.13		0.00	373.62	0.00			23.14	0.00	0.00	0.00
3170A00500049	005	00049	4115	Castejon (70)	1997.44		0.00	604.22	0.00			19.94	0.00	0.00	0.00
3170A00500050	005	00050	14202	Castejon (70)	5610.96		0.00	1543.74	0.00			11.98	0.00	0.00	0.00
3170A00500051	005	00051	18600	Castejon (70)	17857.31		0.00	4898.35	0.00			163.16	0.00	0.00	0.00
3170A00500052	005	00052	6143	Castejon (70)	6145.72		0.00	2203.49	0.00			36.03	0.00	0.00	0.00
3170A00500053	005	00053	8212	Castejon (70)	8216.65		0.00	2933.62	0.00			79.24	9.62	0.00	0.00
3170A00500054	005	00054	8018	Castejon (70)	6890.71		0.00	1758.31	0.00			95.80	4.58	0.00	0.00
3170A00500055	005	00055	2167	Castejon (70)	2167.70		0.00	695.94	0.00			78.84	0.00	0.00	0.00
3170A00500056	005	00056	589	Castejon (70)	589.65		0.00	215.54	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00

3170A00500057	005	00057	4654	Castejon (70)	3219.16		0.00	1096.88	0.00		10.76	0.00	0.00	0.00
3170A00500060	005	00060	14789	Castejon (70)	8808.22		0.00	2279.17	0.00		12.21	0.00	0.00	0.00
3170A00500061	005	00061	29239	Castejon (70)	24153.23	PS8	12.32	7223.17	96.26		274.06	110.80	48.08	0.00
3170A00500062	005	00062	512	Castejon (70)	73.29		0.00	1.53	0.00		0.00	11.54	0.00	0.00
3170A00500064	005	00064	3658	Castejon (70)	3534.44		0.00	1040.71	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500089	005	00089	48652	Castejon (70)	41066.98		0.00	10355.57	0.00		409.94	0.00	0.00	0.00
3170A00500097	005	00097	6673	Castejon (70)	6416.97		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500098	005	00098	2852	Castejon (70)	2553.75		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500100	005	00100	28270	Castejon (70)	27600.60		0.00	3796.79	24.45		200.14	17.92	80.88	0.00
3170A00500101	005	00101	169	Castejon (70)	169.11		0.00	5.63	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500102	005	00102	24137	Castejon (70)	24149.59		0.00	3300.40	0.00		79.27	0.00	0.00	0.00
3170A00500103	005	00103	528	Castejon (70)	528.08		0.00	179.92	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500104	005	00104	3377	Castejon (70)	3378.42		0.00	829.51	55.85		4.97	0.00	21.32	0.00
3170A00500105	005	00105	42359	Castejon (70)	42381.15	PS6	76.45	11379.07	977.69		383.69	150.27	352.52	0.00
3170A00500106	005	00106	7995	Castejon (70)	7999.16	PS6	119.59	681.60	611.99		77.72	23.13	146.92	0.00
3170A00500107	005	00107	4486	Castejon (70)	4488.70		0.00	252.38	183.04		84.37	8.91	30.10	0.00
3170A00500109	005	00109	1289	Castejon (70)	1176.54		0.00	0.00	83.54		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500110	005	00110	24600	Castejon (70)	884.12		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500111	005	00111	32396	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	104.90	0.00
3170A00500120	005	00120	3138	Castejon (70)	283.10		0.00	35.81	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500121	005	00121	9944	Castejon (70)	366.82		0.00	66.72	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500155	005	00155	21116.517	Castejon (70)	20490.39		0.00	4853.10	0.00		368.47	16.37	0.00	0.00
3170A00500156	005	00156	12085.833	Castejon (70)	12085.83	PS8	183.72	4017.38	3.28		159.00	47.95	0.00	0.00
3170A00500279	005	00279	8841.53	Castejon (70)	2686.86		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500280	005	00280	298	Castejon (70)	99.95		0.00	1.23	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500281	005	00281	30504	Castejon (70)	21966.40		0.00	5417.52	0.00		75.14	3.17	0.00	0.00
3170A00500282	005	00282	308	Castejon (70)	307.75		0.00	106.29	0.00		5.05	0.00	0.00	0.00
3170A00500283	005	00283	28847	Castejon (70)	11081.69		0.00	3070.21	0.00		105.78	34.55	3.72	0.00
3170A00500285	005	00285	24908	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	56.75	0.00	0.00
3170A00500286	005	00286	18058	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	68.76	190.92
3170A00500287	005	00287	3111	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	135.04	0.00
3170A00500288	005	00288	6274	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	25.84	0.00
3170A00500293	005	00293	45847	Castejon (70)	36117.98		0.00	8480.91	0.00		161.54	0.00	0.00	0.00
3170A00500294	005	00294	6404	Castejon (70)	5211.30		0.00	1596.05	0.00		117.60	2.89	0.00	0.00
3170A00500295	005	00295	3569	Castejon (70)	2308.66		0.00	707.27	0.00		11.40	4.52	0.00	0.00
3170A00500296	005	00296	527	Castejon (70)	428.00		0.00	25.84	100.72		0.00	6.17	67.68	0.00
3170A00500297	005	00297	1818	Castejon (70)	1712.19		0.00	562.39	0.57		0.00	0.00	58.62	0.00
3170A00500299	005	00299	26760	Castejon (70)	21442.54	PS4	196.04	5035.21	501.05		283.45	64.42	176.94	0.00
3170A00500300	005	00300	3515	Castejon (70)	2233.90		0.00	197.90	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500370	005	00370	36193	Castejon (70)	27698.26		0.00	6728.74	108.28		232.15	0.00	312.02	0.00
3170A00500371	005	00371	9998.71	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	3.27	12.30	0.00
3170A00500378	005	00378	320498.481	Castejon (70)	29930.13		0.00	3399.88	345.15		84.35	0.00	252.80	0.00
3170A00500379	005	00379	1807	Castejon (70)	1546.55		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
3170A00500383	005	00383	49544.9	Castejon (70)	37525.82		0.00	12234.84	17.06		451.52	12.42	0.00	0.00
3170A00500392	005	00392	37874	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	18.08	179.90
3170A00500393	005	00393	18055	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	42.00
3170A00500395	005	00395	65337	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	156.75
3170A00500410	005	00410	93988.578	Castejon (70)	89674.03	PS7/PS9	256.44	26614.35	693.88		778.39	126.30	569.90	0.00
3170A00500411	005	00411	46666.3	Castejon (70)	44456.21	PS9	135.64	6960.14	2263.20		157.66	2.14	797.81	0.00
3170A00500412	005	00412	90446.49	Castejon (70)	87642.34	PS5	196.04	22048.38	1143.83		766.48	53.69	362.36	0.00
3170A00591180	005	91180	7016.28	Castejon (70)	1673.46		0.00	513.82	0.00		22.66	1.51	0.00	0.00
3170A00591320	005	91320	56333	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	354.45
3170A00591350	005	91350	4198	Castejon (70)	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	1.55	10.58	0.00

3170A00591360	005	91360	2223.98	Castejon (70)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.32	0.00
3170A00591370	005	91370	21819	Castejon (70)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	232.92
3170A00591380	005	91380	7634.23	Castejon (70)	1356.08	0.00	253.03	10.09	27.46	0.00	6.76	0.00	
3170A00591400	005	91400	11491	Castejon (70)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.31
3170A00591440	005	91440	4390	Castejon (70)	1053.61	0.00	309.90	0.00	15.79	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTALES					1034401.66	980.20	140997.76	10594.78	0.00	4824.75	627.55	4333.62	905.51