

## INDICE DE PLANOS

### 0 - INDICE DE PLANOS (1)

#### 1 - GENERAL

01.01. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN (1)  
01.02. ACCESOS (1)

02. LÍNEAS ELECTRICAS EXISTENTES (1)

03. DISTANCIA A LÍNEAS R.E.E. (1)

#### 2 - IMPLANTACIÓN GENERAL

01. LAYOUT (1)

02. ESQUEMA CONEXIÓN ANILLO (1)

#### 3 - CAMPO SOLAR

##### 01. CONFIGURACIÓN GEOMETRICA

01- CAMPO 1, 2 Y 3 (1)  
02- CAMPO 4 (1)  
03- CAMPO 5 (1)

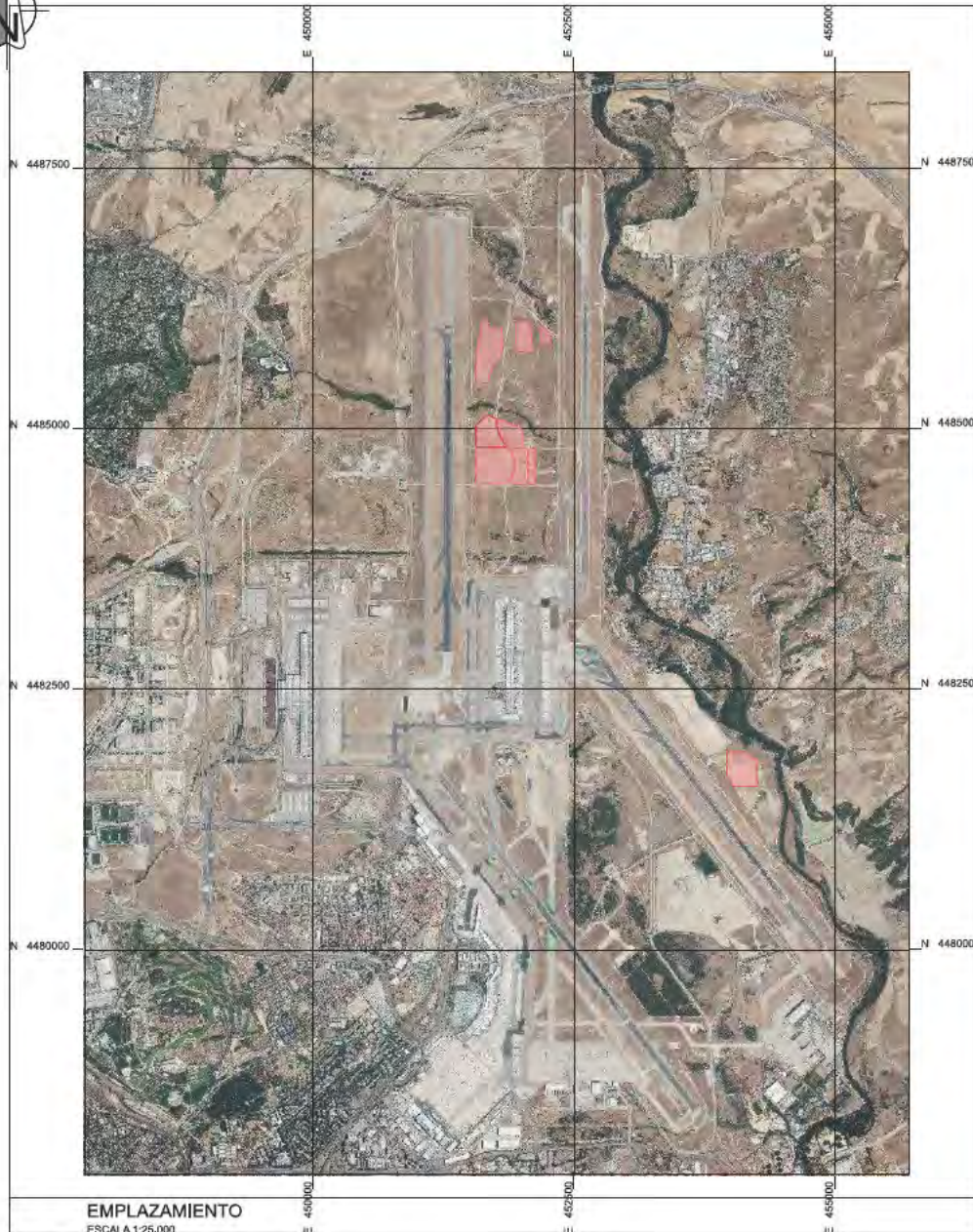
##### 02. DETALLES

01- ESTRUCTURA SOPORTE PSFV (1)  
02- INVERSORES Y CT (1)

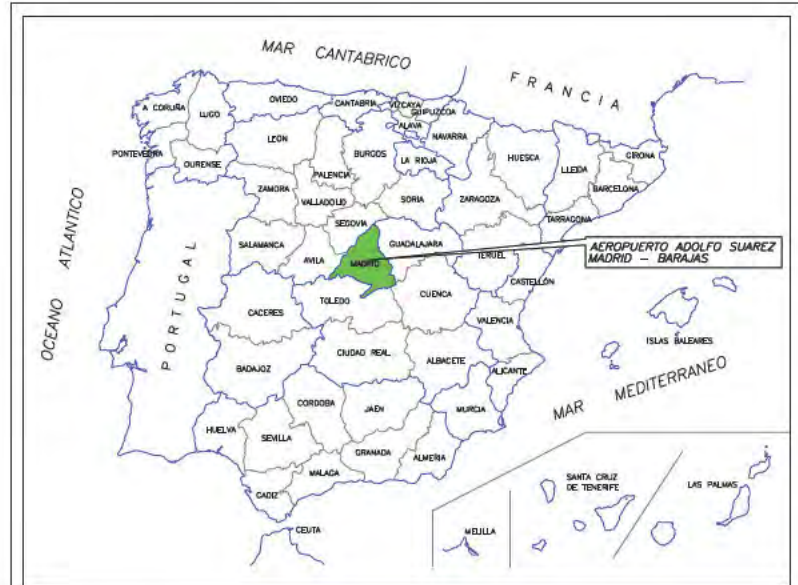
##### 03. ESQUEMA UNIFILAR PSFV

01- ESQUEMA UNIFILAR GENERAL PSFV (1)  
02- ESQUEMA UNIFILAR POWERSTATION (1)  
03- ESQUEMA UNIFILAR BÁSICO (1)

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
INDICE DE PLANOS			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 0 - 0	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA SIN ESCALA	PROYECTO ASESORADO BYB
CONSULTORES:			



**EMPLAZAMIENTO**  
ESCALA 1:25,000



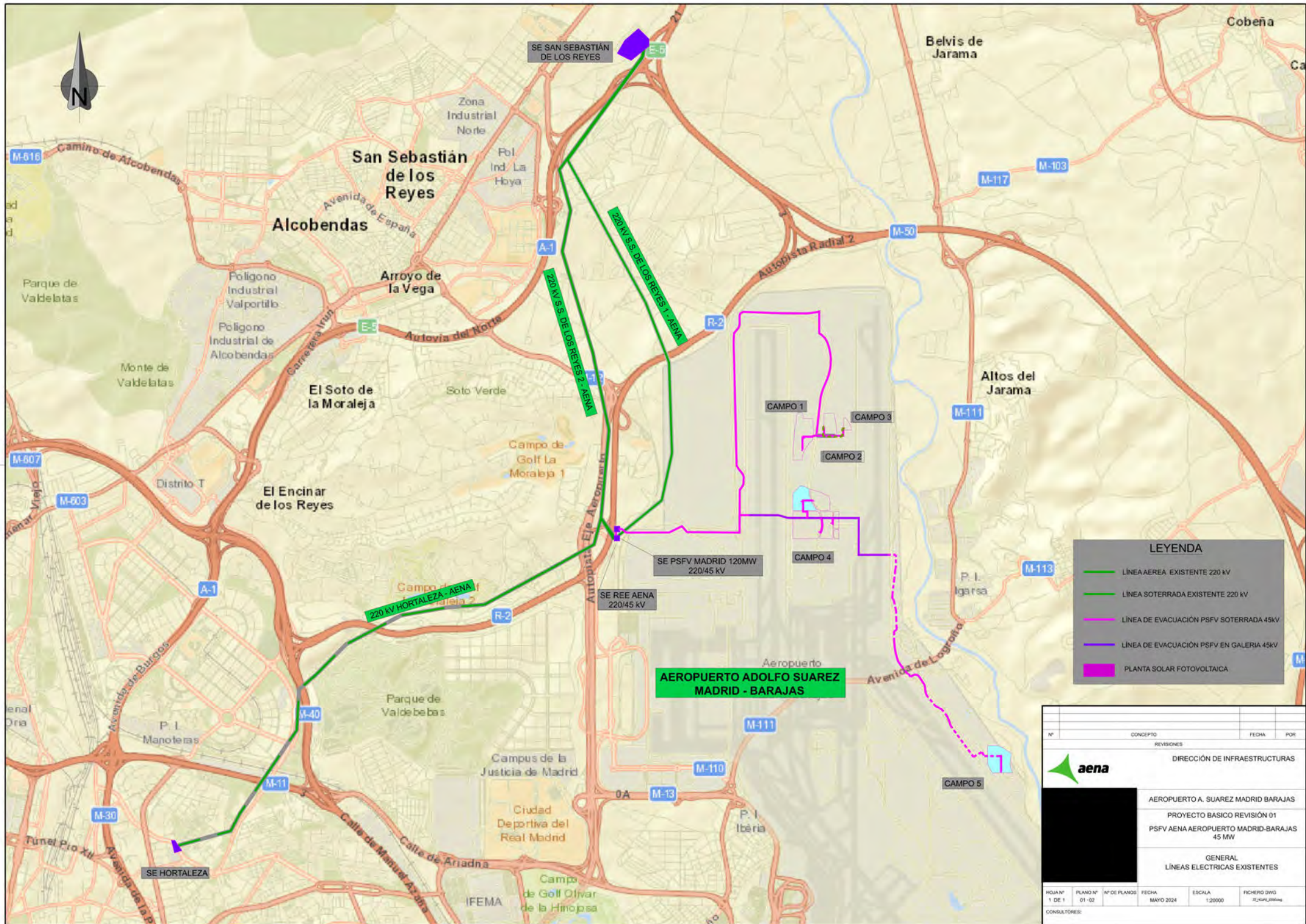
**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**  
SIN ESCALA

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
 <b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
<b>AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS</b>			
<b>PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01</b>			
<b>PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW</b>			
<b>GENERAL</b>			
<b>SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 01-01-01	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
ESCALA LAS INDICADAS		PROYECTO DISEÑO INSTRUMENTACIÓN LICENCIACIÓN	
CONSULTORES:			







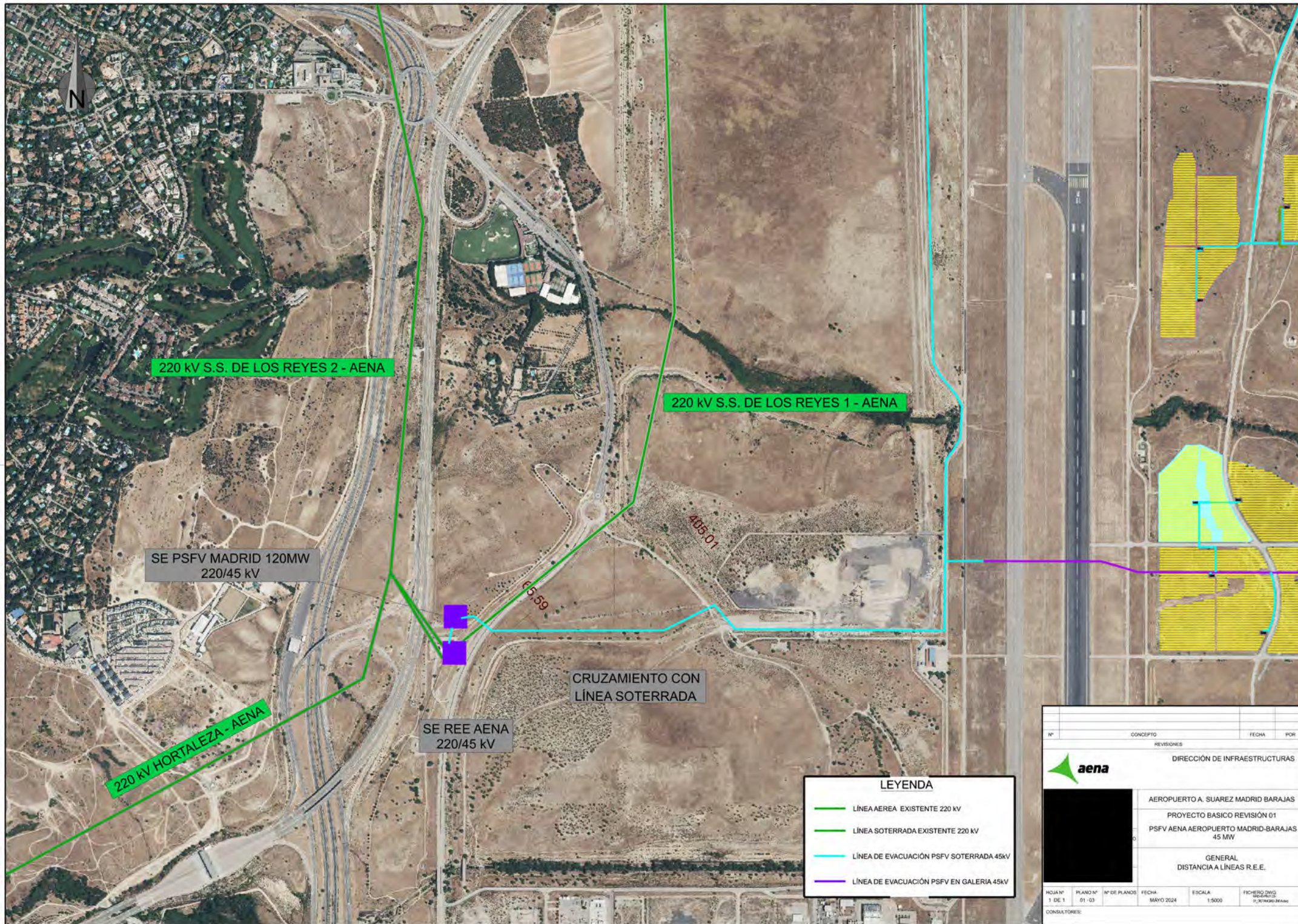


**LEYENDA**

- LÍNEA AEREA EXISTENTE 220 kV
- LÍNEA SOTERRADA EXISTENTE 220 kV
- LÍNEA DE EVACUACIÓN PSFV SOTERRADA 45kV
- LÍNEA DE EVACUACIÓN PSFV EN GALERIA 45kV
- PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
<b>ena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
GENERAL			
LÍNEAS ELECTRICAS EXISTENTES			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 01-02	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA 1:20000	FICHERO DWG 22_01_01.dwg
CONSULTORES:			





220 kV S.S. DE LOS REYES 2 - AENA

220 kV S.S. DE LOS REYES 1 - AENA

SE PSFV MADRID 120MW  
220/45 kV

CRUZAMIENTO CON  
LÍNEA SOTERRADA

SE REE AENA  
220/45 kV

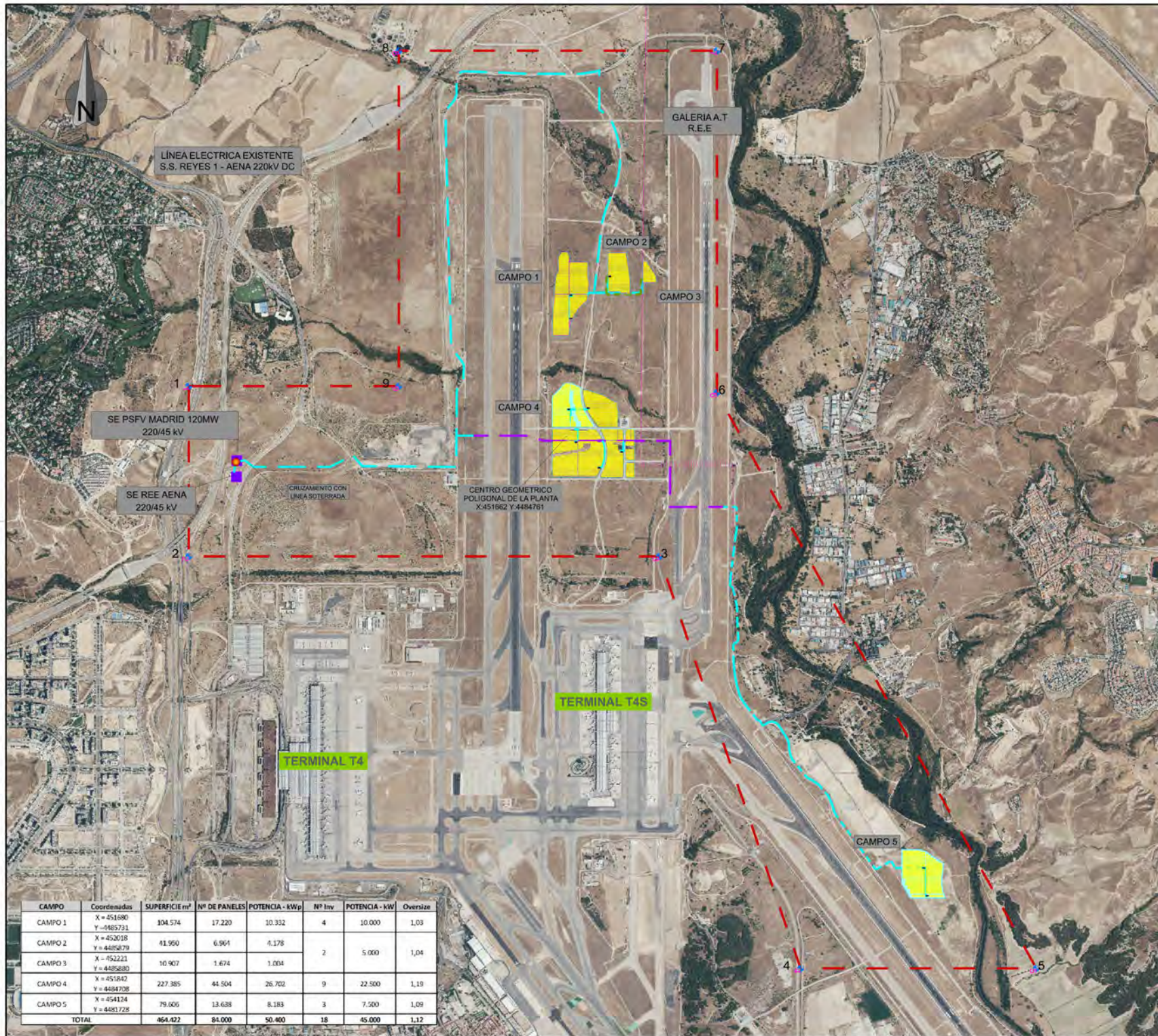
220 kV HORTALEZA - AENA

**LEYENDA**

- LÍNEA AEREA EXISTENTE 220 kV
- LÍNEA SOTERRADA EXISTENTE 220 kV
- LÍNEA DE EVACUACIÓN PSFV SOTERRADA 45kV
- LÍNEA DE EVACUACIÓN PSFV EN GALERÍA 45kV

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
GENERAL			
DISTANCIA A LÍNEAS R.E.E.			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 01_03	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA 1:5000	FICHERO DWG P_LINIASR.E.E.
CONSULTORES:			





**LEYENDA**

- POWER STATION 0.6/45 kV 5,000 KVA/2.500kVA
- MÓDULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
- GALERÍA EXISTENTE A.T. R.E.E
- NUEVA LÍNEA DE EVACUACIÓN 45 KV SOTERRADA
- NUEVA LÍNEA DE EVACUACIÓN 45 KV POR GALERÍA EXISTENTE R.E.E

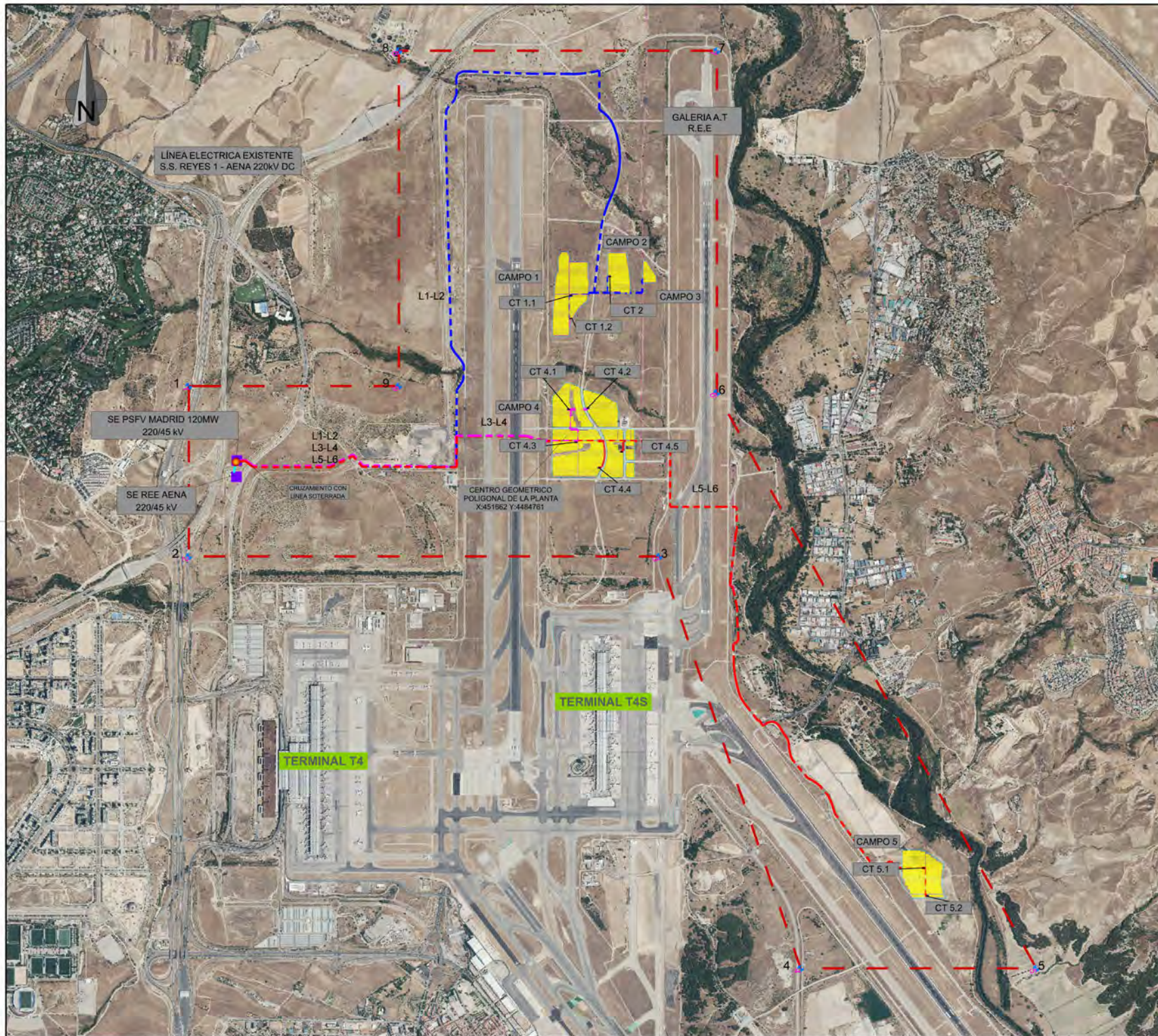
**POLIGONO PLANTA UTM ETRS 89 H30N**

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	449056.234	4485100.058
2	449056.234	4483928.586
3	452297.807	4483928.586
4	453271.751	4481084.498
5	454896.090	4481084.498
6	452695.324	4485054.785
7	452695.324	4487412.469
8	4505003.886	4487412.469
9	450503.886	4485100.058

CAMPO	Coordenadas	SUPERFICIE m²	Nº DE PANELES	POTENCIA - kWp	Nº Inv	POTENCIA - kW	Overize
CAMPO 1	X = 451690 Y = 4485731	104.574	17.220	10.332	4	10.000	1,03
CAMPO 2	X = 452018 Y = 4485879	41.950	6.961	4.178	2	5.000	1,04
CAMPO 3	X = 452221 Y = 4485680	10.907	1.674	1.004			
CAMPO 4	X = 451842 Y = 4484708	227.385	44.504	26.702	9	22.500	1,19
CAMPO 5	X = 454124 Y = 4481728	79.006	13.638	8.183	3	7.500	1,09
<b>TOTAL</b>		<b>464.422</b>	<b>84.000</b>	<b>50.400</b>	<b>18</b>	<b>45.000</b>	<b>1,12</b>

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
<b>aena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
IMPLANTACIÓN GENERAL LAYOUT			
HUJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 02 - 01	Nº DE PLANOS	FECHA: MAYO 2024
		ESCALA 1:12500	FICHERO DWG aena\proyectos\psf\psf_45mw\psf_45mw_02.dwg
CONSULTORES:			





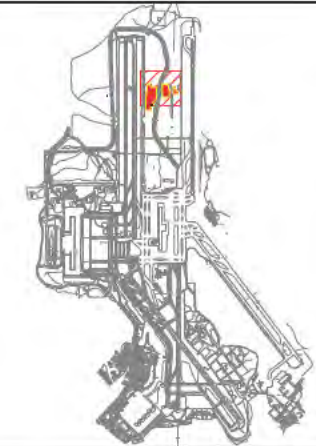
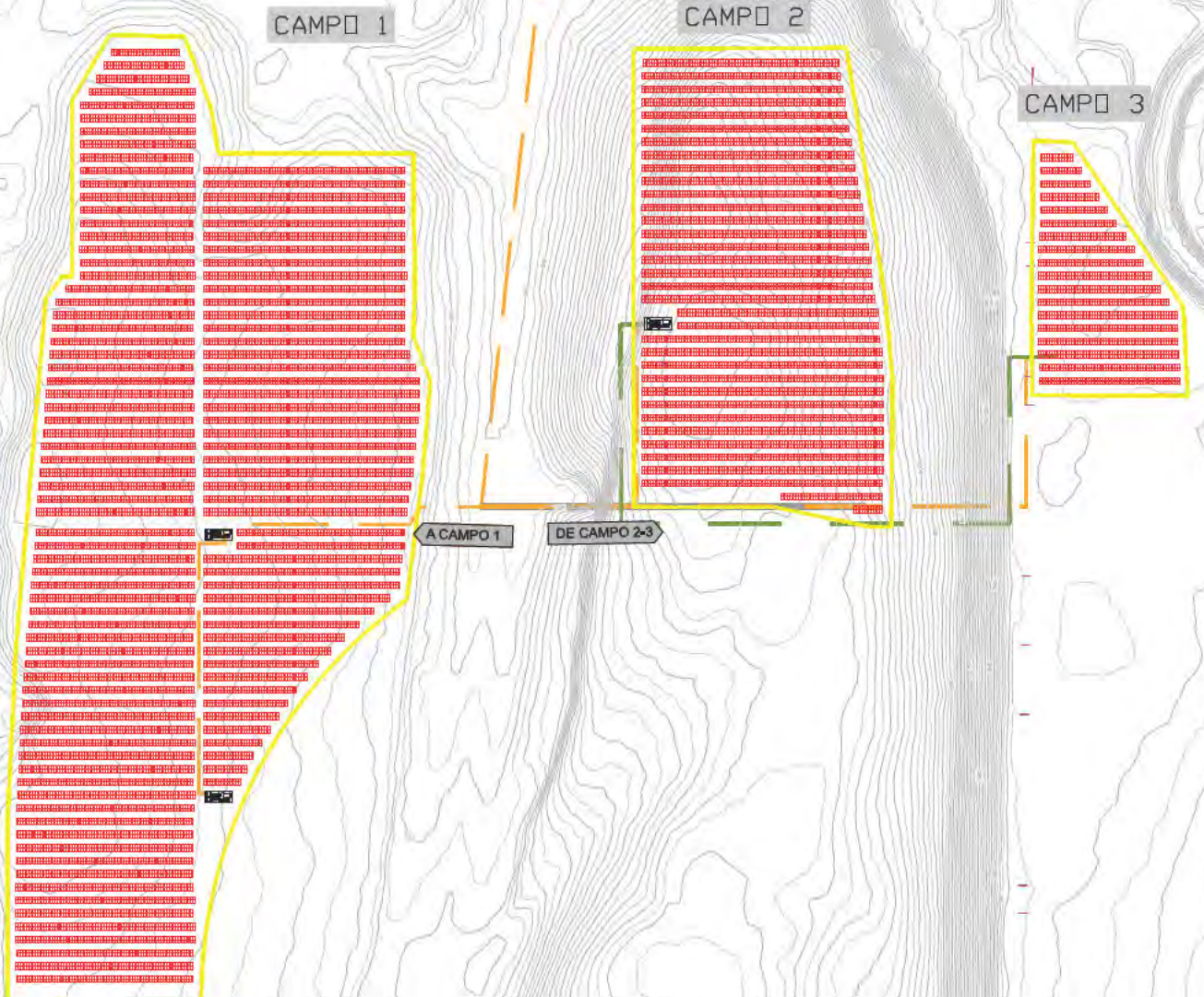
**LEYENDA**

- POWER STATION 0.6/45 kV. 5.000 KVA/2.500kVA
- MÓDULO CANADIAN. MONO. 600 Wp
- LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MT (L1-L2) SOTERRADA
- LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MT (L3-L4) SOTERRADA
- LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MT (L5-L6) SOTERRADA

CT	COORDENADA X	COORDENADA Y
1.1	451689,7171	4485726,902
1.2	451689,7171	4485566,54
2	451957,4244	4485855,176
4.1	451673,3407	4484942,592
4.2	451806,9796	4484950,658
4.3	451724,6305	4484716,26
4.4	452038,4594	4484716,26
4.5	451883,7941	4484539,867
5.1	454121,1583	4481776,904
5.2	454143,3725	4481584,783

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
<b>aena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS PROYECTO BASICO REVISIÓN 01 PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
ESQUEMA CONEXIÓN ANILLO			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 02 / 02	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA 1:12500	FICHERO DWG AENA-PSFV-01-02-01.dwg
CONSULTORES:			





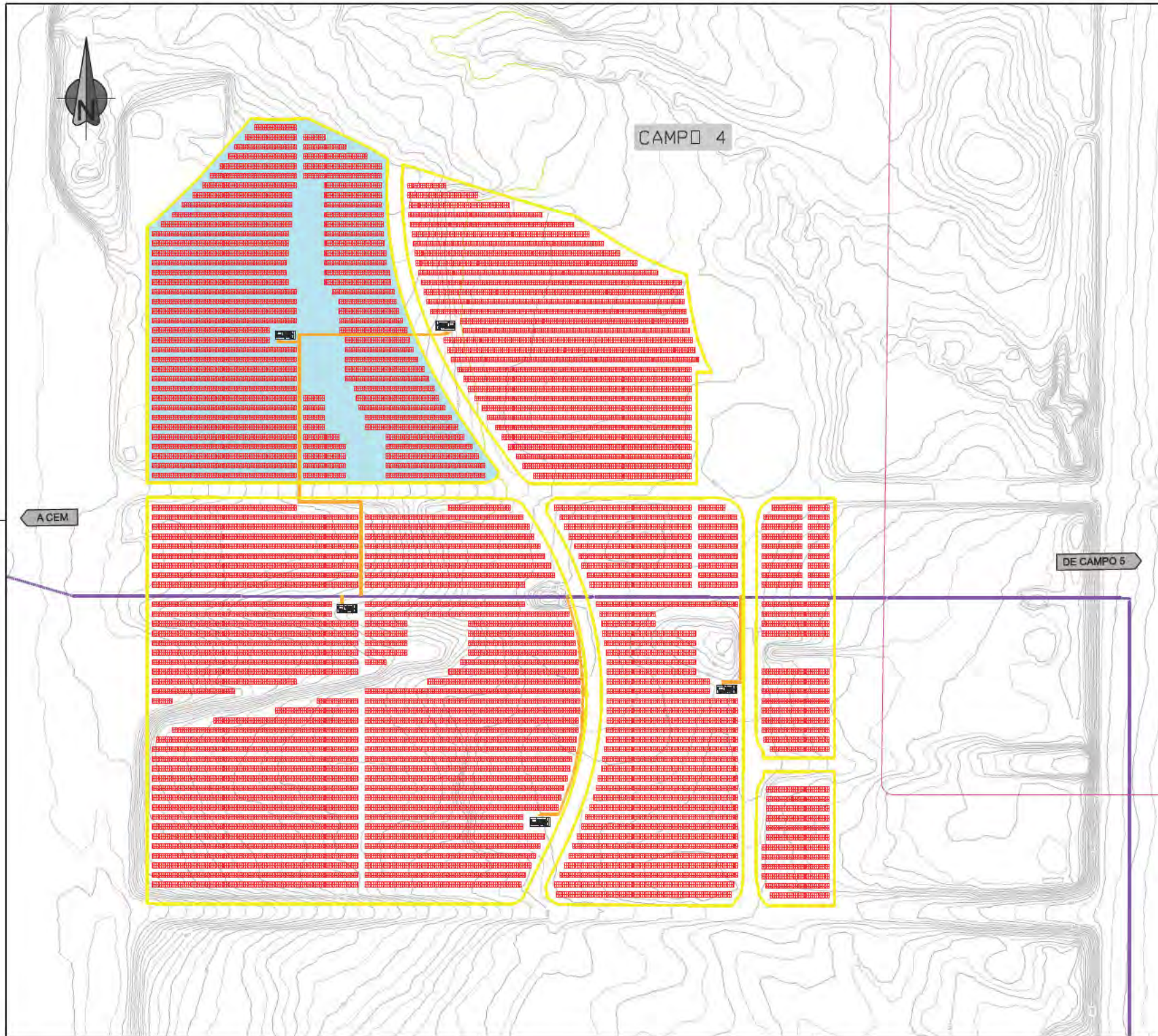
DATOS CAMPO 1	
Nº PANELES	17.220
POTENCIA kWp	10.332
Nº INVERSORES	4
POTENCIA NOMINAL KW	10.000
FACTOR OVERSIZE	1,03

DATOS CAMPO 2 y 3	
Nº PANELES	8.638
POTENCIA kWp	5.182
Nº INVERSORES	2
POTENCIA NOMINAL KW	5.000
FACTOR OVERSIZE	1,04

LEYENDA	
	POWER STATION 0,6/45 KV 5.000 KVA
	MODULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
	EVACUACIÓN SOTERRADA 45 KV
	EVACUACIÓN EN GALERÍA 45 KV
	LÍNEA DE BAJA TENSIÓN
	VALLA DE SEGURIDAD

SERVICIOS			
Nº	CONCEPTO	FECHA	RSR
<b>servicios</b>			
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
<b>AEANA</b>			
AEROPUERTO A, SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01			
PSFV AEANA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR			
CONFIGURACIÓN GEOMETRICA			
CAMPO 1, 2 Y 3			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
1 DE 1	03-011-01		MAYO 2024
			ESCALA
			1:1000
PROYECTOS Y SERVICIOS			
CONSULTORES:			

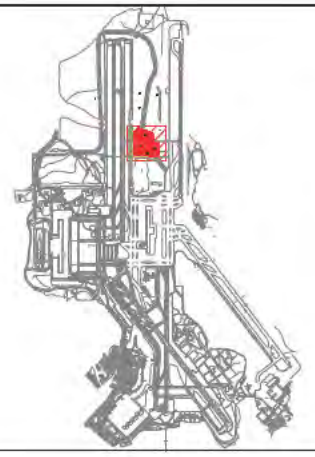




CAMPO 4

ACEM

DE CAMPO 5



DATOS CAMPO 4

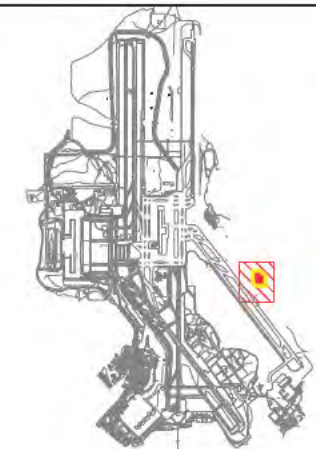
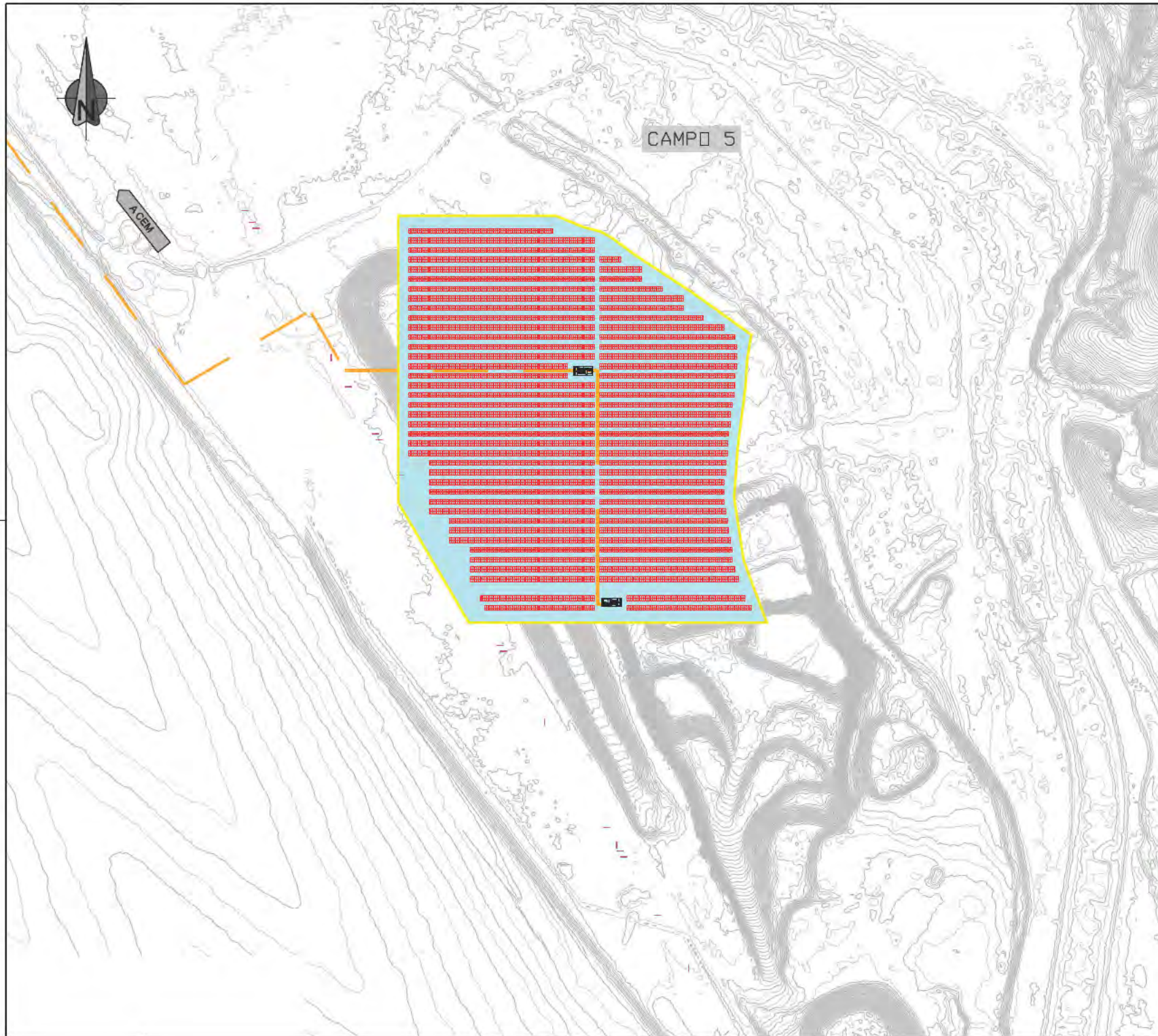
Nº PANELES	44.504
POTENCIA kWp	26.702
Nº INVERSORES	9
POTENCIA NOMINAL KW	22.500
FACTOR OVERSIZE	1,19

LEYENDA

	POWER STATION 0,045 KV 5.000 KVA
	MODULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
	EVACUACIÓN SOTERRADA 45 KV
	EVACUACIÓN EN GALERIA 45 KV
	VALLA DE SEGURIDAD

REVISIONES			
Nº	CONCEPTO	FECHA	RSB
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR			
CONFIGURACIÓN GEOMETRICA			
CAMPO 4			
HOLIA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
1 DE 1	01-01-02		MAYO 2024
			ESCALA
			1:1000
CONSULTORES:			





**DATOS CAMPO 5**

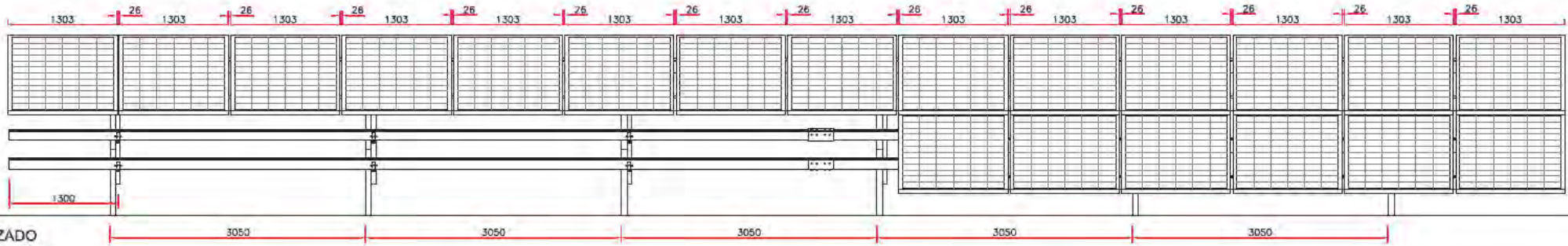
N° PANELES	13.638
POTENCIA kWp	8.183
N° INVERSORES	3
POTENCIA NOMINAL kW	7.500
FACTOR OVERSIZE	1,09

**LEYENDA**

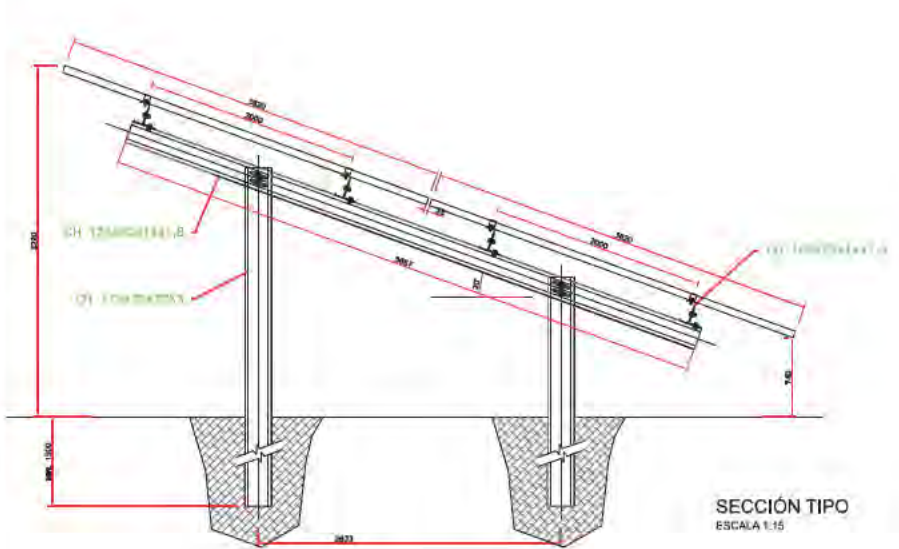
	POWER STATION 0,045 kV 5.000 KVA
	MODULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
	EVACUACION SOTERRADA 45 KV
	EVACUACION EN GALERIA 45 KV
	VALLA DE SEGURIDAD

N°	CONCEPTO	FECHA	RSR
REVISIONES			
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
<b>aena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR CONFIGURACIÓN GEOMETRICA CAMPO 5			
HOLAJA N° 1 DE 1	PLANO N° 03-01425	N° DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA 1:1500	PROYECTADO POR CONSULTORES

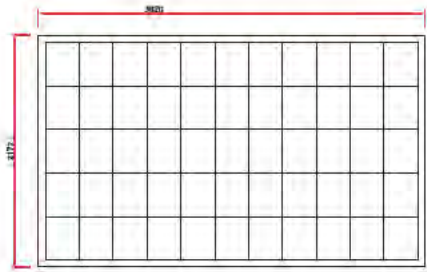




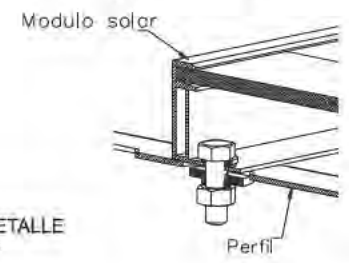
ALZADO  
ESCALA 1:25



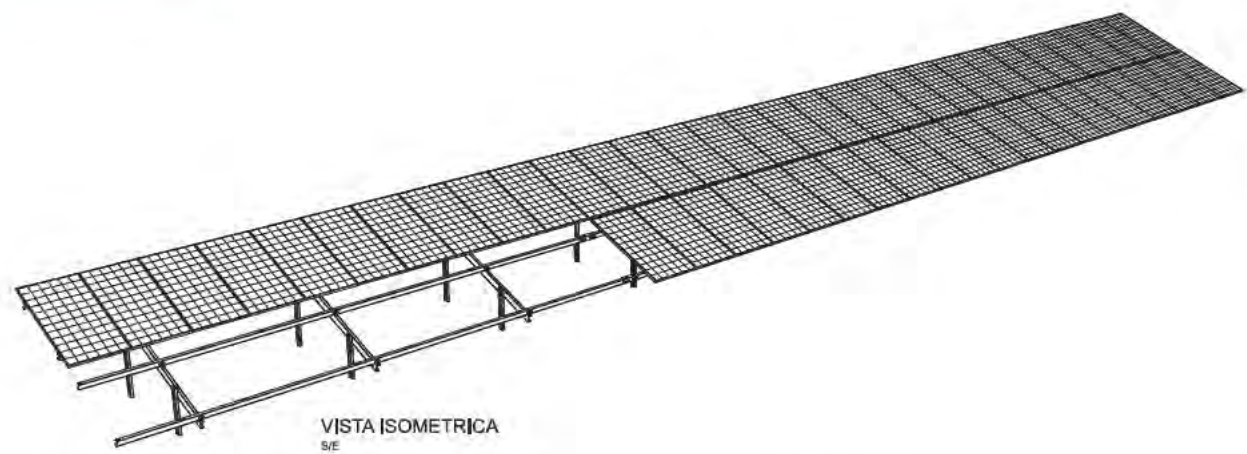
SECCIÓN TIPO  
ESCALA 1:15



Ensamble entre perfil metalico y modulo solar



DETALLE  
S/E



VISTA ISOMETRICA  
S/E

CONCEPTO		FECHA		4/08
revisión				
<b>ADENA</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS				
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS				
PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01				
PSFV ADENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW				
CAMPO SOLAR DETALLES ESTRUCTURA SOPORTE PSFV				
NO. DE PLANOS	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA
1 DE 4	03-02-01		MAYO 2024	LAS BICEDAS
CONSULTOR:				



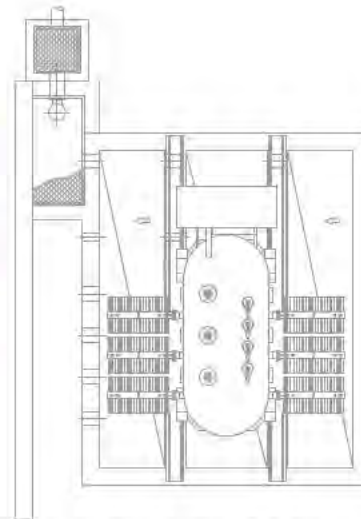
16.28

7.00



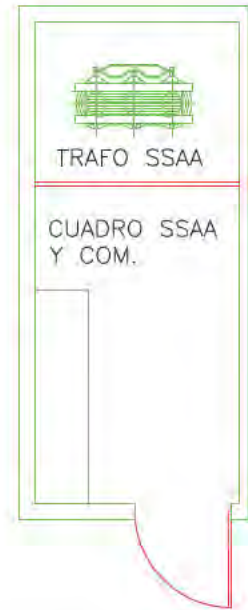
CELDAS 45 kV

INVERSOR 2500-KVA



TRANSFORMADOR 45/0.69/0.69 kV 2750-5500 KVA

INVERSOR 2500-KVA

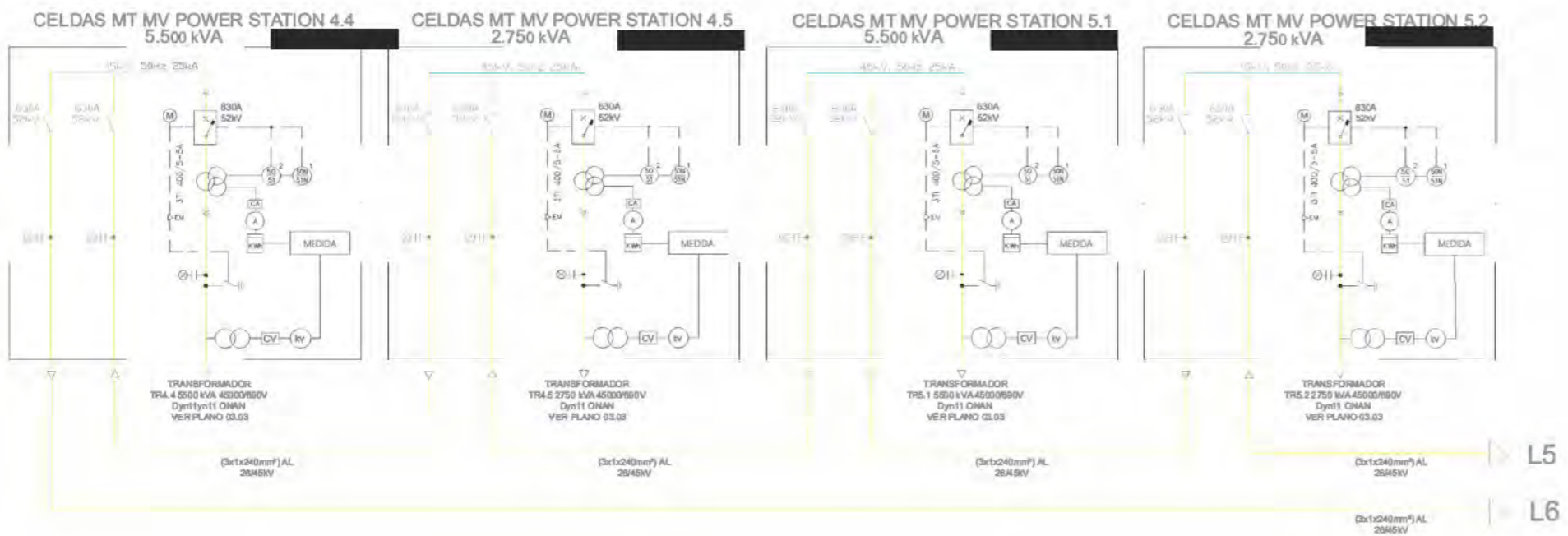
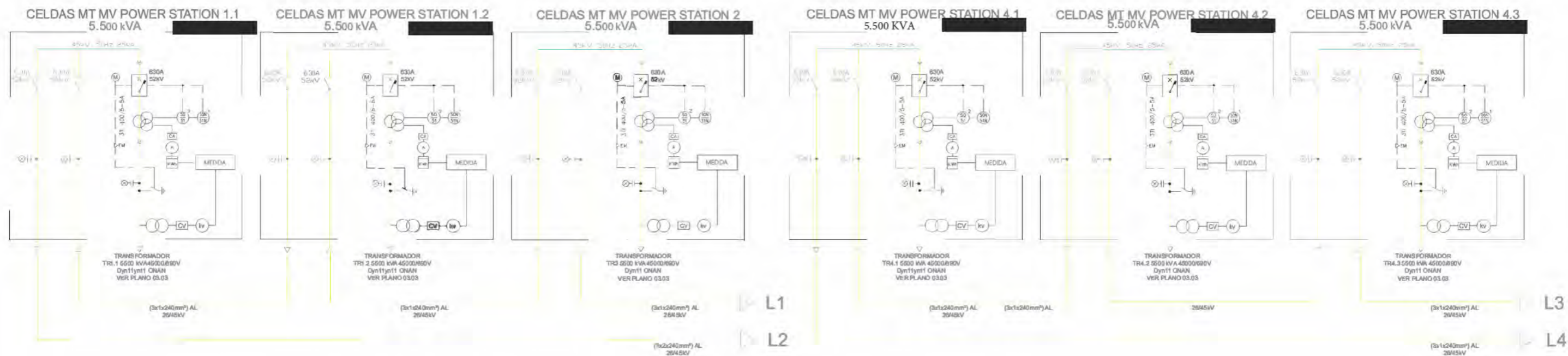


TRAFO SSAA

CUADRO SSAA Y COM.

CONCEPTO		FECHA	POB
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
 <b>AENA</b>			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR			
DETALLES			
INVERSORES Y CT			
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
1 DE 1	03-02-02	MAYO 2024	1:25
COMISIÓN:			



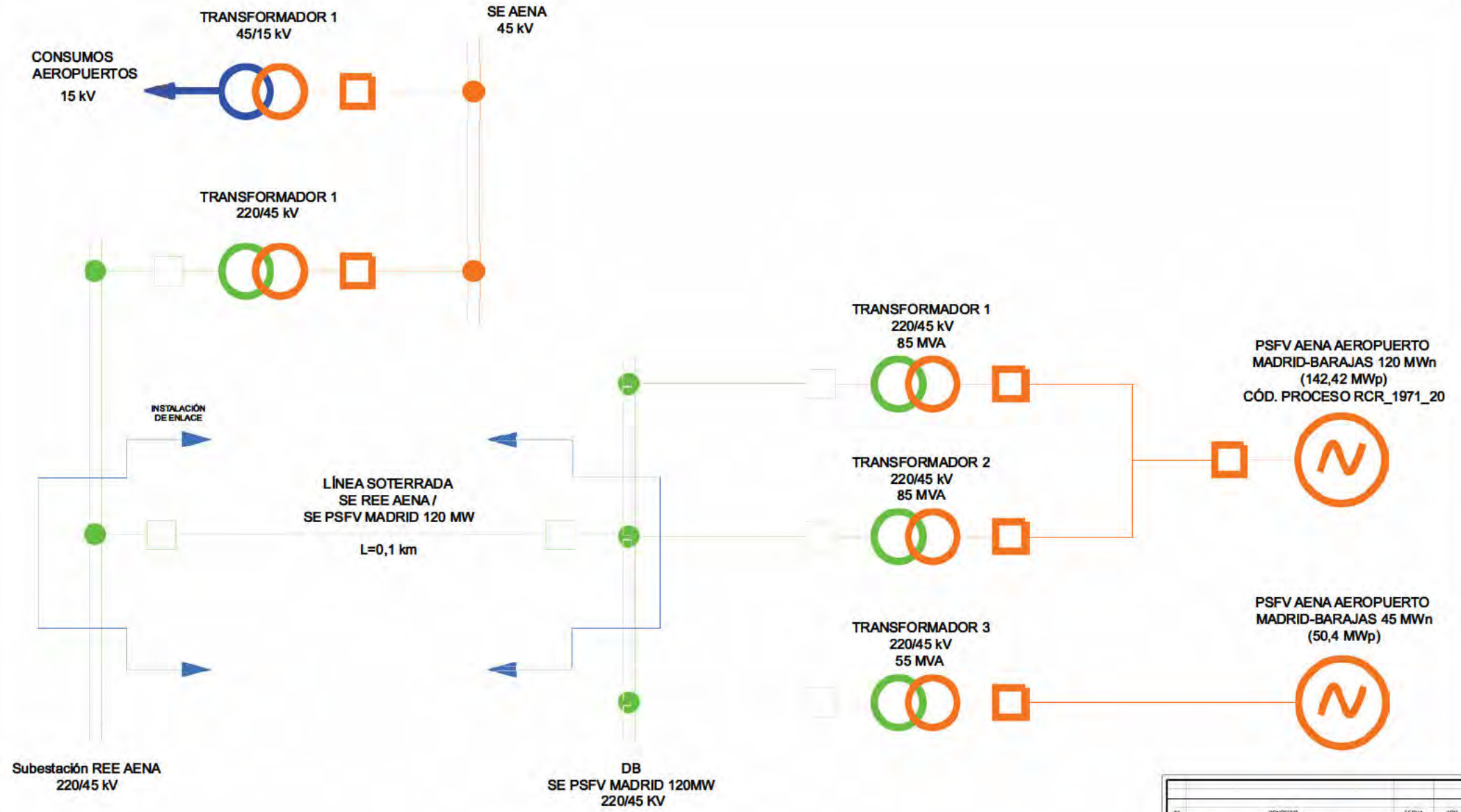


Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
CALCULADO: [REDACTED] AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
[REDACTED] PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
[REDACTED] PSFV AENAAEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR ESQUEMA UNIFILAR GENERAL ESQUEMA UNIFILAR GENERAL PSFV			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 03-03-01	Nº DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
ESCALA SIN ESCALA		FICHERO DWG REGISTRADO REVISIÓN UNIFILAR PSFV	
CONSULTORES:			







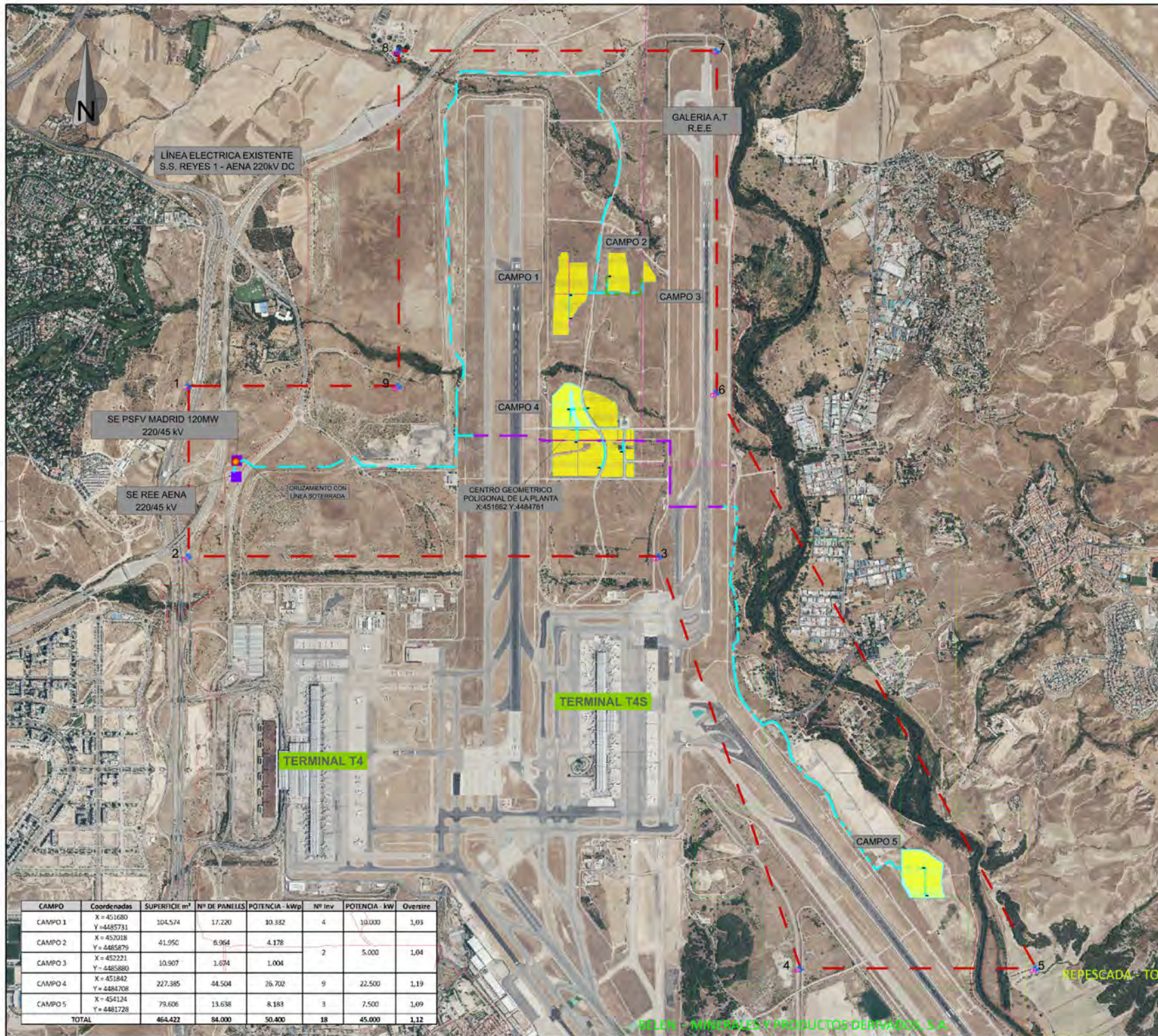


LEYENDA

	INSTALACIÓN EN 220 kV
	INSTALACIÓN EN 45 kV

Nº	CONCEBID	FECHA	FOR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
CAMPO SOLAR ESQUEMA UNIFILAR GENERAL ESQUEMA UNIFILAR BÁSICO			
HOJA Nº 1 DE 1	PLANO Nº 03-03-01	Nº DE PLANOS MAYO 2024	FECHA MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA SIN ESCALA	PROYECTO 





**LEYENDA**

- POWER STATION 0.6/45 kV 5.000 KVA/2.500KVA
- MÓDULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
- GALERÍA EXISTENTE A.T. R.E.E
- NUEVA LÍNEA DE EVACUACIÓN 45 KV SOTERRADA
- NUEVA LÍNEA DE EVACUACIÓN 45 KV POR GALERÍA EXISTENTE R.E.E

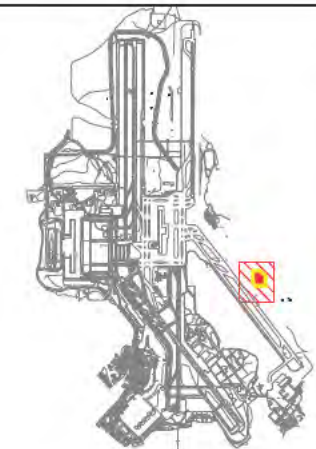
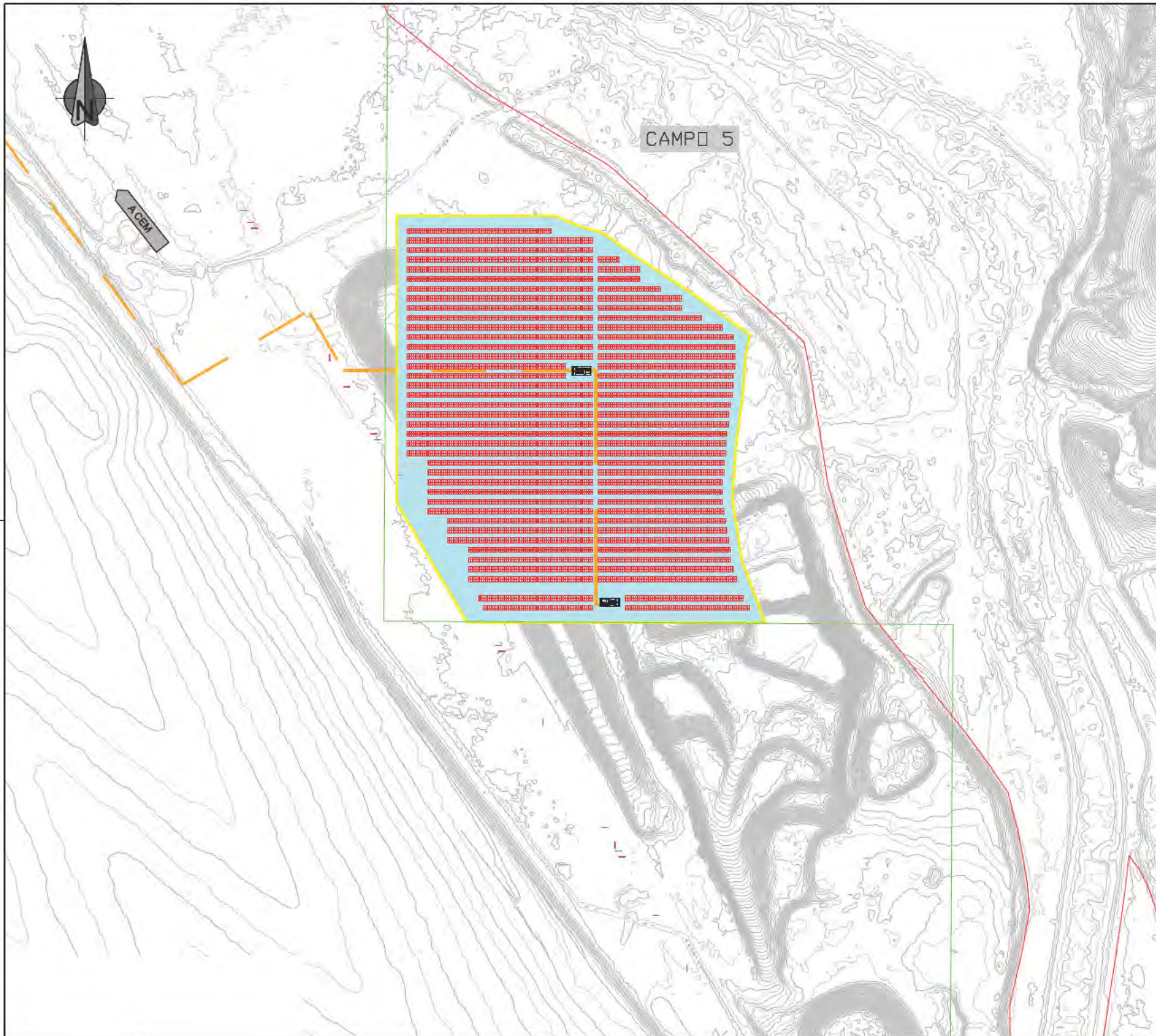
**POLIGONO PLANTA UTM ETRS 89 H30N**

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	449056.234	4485100.058
2	449056.234	4483928.586
3	452297.807	4483928.586
4	453271.751	4481084.498
5	454896.090	4481084.498
6	452695.324	4485054.785
7	452695.324	4487412.469
8	4505003.886	4487412.469
9	450503.886	4485100.058

CAMPO	Coordenadas	SUPERFICIE m²	Nº DE PANELES	POTENCIA - kWp	Nº Inv	POTENCIA - kW	Overstre
CAMPO 1	X = 451680 Y = 4485731	104.574	17.280	30.332	4	10.000	3,03
CAMPO 2	X = 452018 Y = 4485879	41.950	6.964	4.178	2	5.000	1,04
CAMPO 3	X = 452221 Y = 4485880	10.907	1.674	1.004			
CAMPO 4	X = 451842 Y = 4484708	227.385	44.504	26.702	9	22.500	1,19
CAMPO 5	X = 454124 Y = 4481728	73.606	13.638	8.183	3	7.500	1,09
<b>TOTAL</b>		<b>464.422</b>	<b>84.000</b>	<b>50.400</b>	<b>18</b>	<b>45.000</b>	<b>1,12</b>

Nº	CONCEPTO	FECHA	FOR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
<b>aena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
			MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG





**DATOS CAMPO 5**

N° PANELES	13.638
POTENCIA kWp	8.183
N° INVERSORES	3
POTENCIA NOMINAL kW	7.500
FACTOR OVERSIZE	1,09

**LEYENDA**

	POWER STATION 0,045 kV 5.000 KVA
	MODULO CANADIAN, MONO, 600 Wp
	EVACUACIÓN SOTERRADA 45 KV
	EVACUACIÓN EN GALERÍA 45 KV
	VALLA DE SEGURIDAD

REVISIONES			
N°	CONCEPTO	FECHA	POB
<b>SESIONES</b>			
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
<b>aena</b>			
AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
AFECCIÓN MINERA CAMPO 5			
HOJA N° 1 DE 1	PLANO N° DI 42	N° DE PLANOS	FECHA MAYO 2024
		ESCALA 1:1000	
CONSULTORES:			



**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ, MADRID-BARAJA  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MWn  
(50,4 MWp)**



**PROYECTO BASICO REVISIÓN 01  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DOCUMENTO N°3. PRESUPUESTO**



## ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO.....	2
1. PRESUPUESTO DESGLOSADO.....	2
2. RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	16



## DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO

### 1. PRESUPUESTO DESGLOSADO

A continuación, se incluye el presupuesto desglosado en todos sus capítulos y subcapítulos.

#### CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL

##### SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO TERRENO Y CAMINOS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E101.01	m3	Desbroce de terreno por medios mecánicos incluida carga y transporte a vertedero.	2,08 €	112.000,00	232.960,00 €
2	E101.02	m3	Relleno extendido y apisonado con material seleccionado de préstamo a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. De espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, con aporte de tierras incluso regado de las mismas	8,20 €	6.740,00	55.268,00 €
3	E101.03	m	Cuneta revestida de hormigón de sección triangular de 60 cm de anchura y 30 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor.	21,20 €	4.910,00	104.092,00 €
<b>TOTAL 1.1</b>						<b>392.320,00 €</b>

##### SUBCAPÍTULO 1.2 CANALIZACIÓN Y ARQUETAS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E102.01	ud	Arqueta de fábrica de obra para canalización eléctrica subterránea de baja tensión para fibra óptica, de dimensiones mínimas 60x60x60, incluso excavación y relleno. Totalmente colocada.	122,17 €	800,00	97.736,00 €
2	E102.02	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 2 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	33,34 €	3.285,00	109.521,90 €



3	E102.03	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 4 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	37,96 €	2.560,00	97.177,60 €
4	E102.04	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 6 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	42,58 €	1.500,00	63.870,00 €
5	E102.05	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 8 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	47,21 €	1.600,00	75.536,00 €
6	E102.06	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 10 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	51,83 €	2.900,00	150.307,00 €
7	E102.07	m	Canalización hormigonada reforzada para línea eléctrica soterrada de baja tensión formada por 10 conductos de PE de diámetro 110 , incluso pp tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	72,80 €	3.450,00	251.160,00 €
8	E102.08	m	Canalización para línea eléctrica soterrada de media tensión formada por 4 conductos de PE de diámetro 200 mm, incluso pp de tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.	51,93 €	1.500,00	77.895,00 €
9	E102.09	m	Canalización hormigonada reforzada para línea eléctrica soterrada de media tensión formada por 4 conductos de PE de diámetro 200 mm, incluso pp de tubos, separadores, excavación de la zanja, cama de asiento, relleno y	72,68 €	1.800,00	130.824,00 €



			compactación, elementos de señalización y protección, y todas las operaciones y medios necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.			
<b>TOTAL 1.2</b>						<b>1.054.027,50 €</b>

### CAPÍTULO 1.3 PAVIMENTOS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E103.1	m3	Relleno extendido y apisonado con suelo seleccionado de préstamo a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. De espesor 60 cm hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, con aporte de tierras, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con P.P. de medios auxiliares.	8,15 €	4.419,00	36.014,85 €
2	E103.2	m3	Sub-base de zahorra artificial de espesor 30 cm, realizada con medios mecánicos, incluso compactado y refino de base, relleno en tongadas de 20 cm comprendido y extendido, regado y compactado al 95% proctor. Medido volumen teórico ejecutado.	13,94 €	2.578,00	35.937,32 €
3	E103.3	m3	Capa de mezcla bituminosa en caliente: capa de rodadura de 5 cm de AC 16 surf D 60/70, incluido riego de imprimación ECI, totalmente terminada.	7,36 €	4.680,00	34.444,80 €
<b>TOTAL 1.3</b>						<b>106.396,97 €</b>

### SUBCAPÍTULO 1.4 CERRAMIENTO

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E104.01	m3	Excavación, en vaciado, de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso P.P. de perfilado de fondos y laterales.	0,92 €	457,00	420,44 €
2	E104.02	m3	Capa de hormigón de limpieza HM-20/P/20/I, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, de 10 cm de espesor mínimo, en elementos de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso P.P. de alisado de la superficie, según instrucción EHE y CTE.	7,21 €	91,40	658,99 €
3	E104.03	m3	Capa de hormigón para armar HA-25/B/40/IIA, consistencia blanda y tamaño máximo del árido 40 mm, en losas de cimentación, suministrado y puesto en obra, incluso P.P. de limpieza	60,37 €	470,40	28.398,05 €



			de fondos, vibrado y curado, según instrucción EHE y CTE.			
4	E104.04	m2	Encofrado metálico en zunchos, zapatas y encepados, incluso limpieza, aplicación del desencofrante, desencofrado, y P.P de elementos complementarios para su estabilidad y adecuada ejecución, construido según instrucción EHE.	9,98 €	2.000,00	19.960,00 €
5	E104.05	kg	Acero en barras corrugadas B 500S en elementos de cimentación, incluso corte, labrado, colocación y P.P. de atado con alambre recocido, separadores y puesta en obra, según instrucción EHE.	1,07 €	28.224,00	30.199,68 €
6	E104.06	m	Vallado perimetral de 2 m de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 50/16 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro. 3 líneas de alambre de espino y una bayoneta de 0,30 de largo con una inclinación de 45° hacia fuera de la instalación fotovoltaica, disposición según plano, P.P. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, totalmente montada.	19,33 €	2.285,00	44.169,05 €
7	E104.07	ud	Suministro y montaje de puerta de entrada de 6m y 2,2m de altura, corredera de una hoja, incluso elementos de rodadura, puerta peatonal adicional, embebidos, topes, con apertura y cierre automático, suministro y colocación de motor, pilas para sujeción y su cimentación, alambres de espino de seguridad y todos los elementos necesarios para su completa terminación.	1.581,31 €	40,00	63.252,40 €
<b>TOTAL 1.4</b>						<b>187.058,61 €</b>

**CAPÍTULO 2 SISTEMA FOTOVOLTAICO**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E201.1	Wp	Módulo fotovoltaico de 600 Wp de potencia, elaborado con células de silicio monocristalino célula partida y tecnología PERC, con una eficiencia mínimo del 20% . Cara frontal provista de cristal templado. Marco de aluminio anodizado o acero inoxidable y una tensión de aislamiento de 1.500 V. Dimensiones 2172 mm de ancho x 1303	0,26 €	50.040.000,00	13.010.400,00 €



			mm de alto. Grado de protección IP68. Marcado CE y una certificación de calidad de un organismo independiente reconocido (TÜV Rheinland, PVEL, etc.). Modelo Hiku Mono PERC CS7L 600 MS o similar. Totalmente montado, instalado y comprobado.			
2	E201.2	ud	Estructura soporte de acero galvanizado para el montaje de módulos fotovoltaicos con una inclinación de 18 grados. Incluido el suministro, montaje, piezas especiales, sujeciones. Completamente instalado, cumpliendo las especificaciones del fabricante.	0,11 €	50.040.000,00	5.504.400,00 €
3	E201.3	ud	Hincado de la estructura soporte de acero galvanizado hasta una profundidad de 1,5 m.	18,03 €	35.616,00	642.156,48 €
4	E201.4	ud	Inversor trifásico central de exterior potencia 2.500 kVA. Tensión máxima de entrada 1.500 V. Rango de tensiones MPPT (a 50°C) 850 a 1.200 V. Intensidad máxima de entrada (a 50°C) 2956 A. Corriente de cortocircuito 6.400 A. Número de entradas MPP independientes 1. Número de entradas de DC 24. Tensión nominal de salida AC 550 V. Frecuencia de red 50 Hz. Corriente máxima de salida AC 2624 A. Factor de potencia 1. Rendimiento máximo 98,6 %. Rendimiento máximo europeo 98,3%. Fusibles o automáticos de protección y seccionador motorizado general para proteger la parte DC. Magnetotérmico motorizado para protección de la parte AC. Descargador de tensión en la parte de AC y DC.	79.831,93 €	18,00	1.436.974,74 €
5	E201.5	ud	Piranómetro de alta precisión. Suministro e instalación según indicaciones del fabricante. Medida hemisférica solar de la radiación. Certificación ISO clase A según ISO 9060. Incertidumbre de calibración <1,8 %. Trazabilidad de calibración a WRR. Rango espectral 300-2800*10-9M. Sensibilidad 15 X10-6 V/Wm2. Temperatura de funcionamiento -40°C a + 80°C. Incluye 5 m de cable estándar.	520,06 €	60,00	31.203,60 €
6	E201.6	ud	Sonda de temperatura módulo PT100 totalmente instalado y probado según las indicaciones del fabricante, con 3 cables de 50x50 mm. Cable realizado en teflón de longitud de 3m. Sensor dotado de una parte adhesiva para adherirlo al módulo fotovoltaico. Precisión clase A, ejecución skin pad para medidas sobre superficies planas. Placa skin pad 50x50x1 mm inox, compuesta por una biela soldado con un diámetro de 4x35 mm. La sonda es entregada compuesta por 3 m de cable realizado en goma de silicona, cables de teflón y bioadhesivo	225,72 €	150,00	33.858,00 €



			3 m. Rango de medición -20°C a 150°C. Sensor de alambre de platino.			
7	E201.7	ud	<p>Sistema de desconexión rápida a nivel de módulo para emergencias y mantenimiento, uno por cada dos módulos</p> <p>Dispositivo de electrónica de potencia a nivel de módulo que permite un apagado rápido (“ Rapid Shutdown” ) para cumplir con los requisitos del código de seguridad y empleable en situaciones de emergencia y de mantenimiento de la planta solar fotovoltaica. Con capacidad para cortar el flujo de electricidad a nivel del módulo para que tanto de manera automática y en caso de necesidad o emergencia, los instaladores, personal de emergencias (bomberos, sanitarios, etc.) o técnicos de mantenimiento trabajen con una tensión reducida a niveles seguros. Equipo compatible con las principales marcas de suministro de los distintos equipos intervinientes en plantas fotovoltaicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatible con la instalación y el inversor.</li> <li>• Desconexión por pérdida de comunicaciones o fallo (keep alive signal).</li> <li>• Desconexión por fallo en el inversor o ausencia de corriente alterna.</li> <li>• Desconexión por cortocircuito (sensor integrado).</li> <li>• Desconexión por sobre tensión y por sobreintensidad.</li> <li>• Desconexión remota.</li> <li>• Desconexión mediante botón/seta de emergencias junto al inversor o la Stringbox, y en sala de control.</li> <li>• Compatible con los módulos, tensiones e intensidades diseñados.</li> </ul> <p>Incluido dispositivo conectado a todos los módulos, elementos auxiliares y de anclaje, conectores, equipos de comunicaciones, equipos y botones de desconexión, equipos y electrónica de comunicaciones y mando remoto, cableado eléctrico y de comunicaciones, configuración e integración en el SCADA de la planta, pruebas y ensayos, totalmente instalado y en funcionamiento.</p>	90,00 €	42.000,00	3.780.000,00 €
<b>TOTAL 2</b>						<b>24.438.992,82 €</b>



**CAPÍTULO 3 SISTEMA ELECTRICO**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E301.1	m	Cable H1Z2Z2-K para conectar de forma soterrada las string box con el centro de transformación. Conductor de aluminio flexible, clase 5, según IEC 60228 . Nivel de aislamiento 1,5-1,8 kV DC. Temperatura máxima en servicio permanente/cortocircuito 90/250°C. Sección 1x240 mm2. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Cubierta elastómero termoestable libre de halógenos color negro. Incluye instalación por canalización, conectado a los equipos o aparellaje correspondiente, así como los empalmes en columnas y acometidas.	4,07 €	11.112,00	45.225,84 €
2	E301.2	m	Cable H1Z2Z2-K para conectar de forma soterrada las string box con el centro de transformación. Conductor de aluminio flexible, clase 5, según IEC 60228 . Nivel de aislamiento 1,5-1,8 kV DC. Temperatura máxima en servicio permanente/cortocircuito 90/250°C. Sección 1x300 mm2. Aislamiento polietileno reticulado XLPE. Cubierta elastómero termoestable libre de halógenos color negro. Incluye instalación por canalización, conectado a los equipos o aparellaje correspondiente, así como los empalmes en columnas y acometidas.	5,64 €	6.200,00	34.968,00 €
3	E301.3	m	Cable ZZ-F para conexión entre series de paneles y string box de bandejas adosadas a las estructuras. Conductor de cobre flexible, clase 5 según UNE 21022 para servicio móvil . Nivel de aislamiento 0,6-1 kVAC/1,8 kV DC. Temperatura máxima de funcionamiento 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito. Sección mínima 6 mm2. Aislamiento elastómero termoestable libre de halógenos. Cubierta elastómero termoestable libre de halógenos de color negro. Incluye instalación por canalización, conectado a los equipos o aparellaje correspondiente, así como los empalmes en columnas y acometidas, numerado e identificado y agrupado mediante de bridas de poliamida.	1,47 €	78.000,00	114.660,00 €



4	E301.4	ml	Cable RHZ1 AL 26/45 kV, 240 mm <sup>2</sup> . Conductor de aluminio unipolar compacto obturado longitudinalmente mediante hilos o cinta higroscópica. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Pantalla metálica constituida por corona de alambres de cobre arrollados helicoidalmente con cinta de cobre. Cubierta exterior de poliolefina no propagadora de llama, extruida y grafitada para poder realizar el ensayo de cubierta después de la instalación.	28,17 €	18.722,00	527.398,74 €
<b>TOTAL 3</b>						<b>722.252,58 €</b>

#### CAPÍTULO 4 PUESTA A TIERRA

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E401.1	m	Conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Incluida la mano de obra, pruebas y certificados, completamente instalado.	5,61 €	4.500,00	25.245,00 €
2	E401.2	ud	Pica de puesta a tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. Instalada en caja de registro de 40x40, con bornero de conexión, incluso hincado y conexiones, construida según REBT.	84,67 €	900,00	76.203,00 €
3	E401.3	ud	Punto de soldadura aluminotérmica tipo cadwell para puesta a tierra de estructura de hormigón armado o metálica, incluso pequeño material, material auxiliar y mano de obra. Medida la unidad ejecutada, probada y funcionando.	19,32 €	1.200,00	23.184,00 €
4	E401.4	ud	Punto de conexión mecánica del cable de puesta a tierra con estructura metálica soporte. Incluido pequeño material, auxiliar y mano de obra. Medida la unidad ejecutada, probada y funcionando.	8,28 €	700,00	5.796,00 €
<b>TOTAL 4</b>						<b>130.428,00 €</b>

#### CAPÍTULO 5 SEGURIDAD, CCTV Y MONITORIZACIÓN

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
-----	--------	----	-------------	--------	----------	---------



1	E501.1	pa	Sistema de detección de intrusión totalmente instalado y probado según las instrucciones del fabricante incluyendo contactos magnéticos, en zonas indicadas en planos, cubriendo posibles accesos a zonas del interior, conectados a unidad central por medio de módulos de expansión. Detectores bivolumétricos de doble tecnología (infrarrojos+microondas), protegidos contra interferencias radioeléctricas, sensibilidad ajustable y para montaje adosado en zona de accesos. Sirena electrónica autoalimentada y autoprotegida para montaje exterior compuesta de módulo de sonido y dispositivo luminoso intermitente, instalada en el acceso principal de cada edificio.	28.376,05 €	5,00	141.880,25 €
2	E501.2	ud	Cámara digital fija totalmente instalada y probada según indicaciones del fabricante. Tipo fija compacta para instalación a intemperie. IP HD 1080 p, 25/30 ips H264. Conmutación día/noche. Iluminación IR integrada. Protección ambiental IP67.	1.050,42 €	150,00	157.563,00 €
3	E501.3	ud	Cámara térmica totalmente instalada y probada según indicaciones del fabricante. Tipo bala para vigilancia de larga distancia y aplicación exterior. Apta para día y noche. Rango espectral de 7,5-13,5 um. Campo de visión 24°x19° longitud focal de 13mm. Píxeles efectivos de al menos 320x240 30 Hz. Óptica fija, lente 19 mm (17°x13°), alcance máximo 250 m. Compresión de video H264, MPEG4, M-JPEG. Alimentación por ethernet PoE IEEE 802.3af. Protección ambiental IP67. Conforme al estándar ONVIF S, para posibilitar integraciones futuras.	2.941,17 €	150,00	441.175,50 €
4	E501.4	ud	Sistema integral de monitorización de la planta fotovoltaica e integración en el SCADA del aeropuerto	82.352,94 €	1,00	82.352,94 €
<b>TOTAL 5</b>						<b>822.971,69 €</b>

**CAPÍTULO 6 EVACUACIÓN DE ENERGÍA**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
-----	--------	----	-------------	--------	----------	---------



1	E601.1	ud	<p>Centro de Transformación compacto en estructura metálica tipo container de medidas 6058x2896x2438 mm.</p> <p>Contiene: Transformador de potencia trifásico 2750 kVA, 45/0,55/0,55 kV, conexión Dy11-y11, refrigerado por aceite. Celdas MT con 2 celdas de protección de línea y celda de protección de transformador 45 kV. Dos cuadros de entrega aptos para 16 entradas de 690 V con protección magnetotérmica según esquema unifilar. Trafo de servicios auxiliares 6 kVA 0,55/0,4 kV.</p> <p>Instalaciones auxiliares de ventilación, iluminación, control y comunicaciones y fuerza. Totalmente instalado y probado según las recomendaciones del fabricante. Incluye pérgola de cubrimiento con estructura metálica y cubierta con teja de cerámica. Pintado de las placas metálicas en color ocre.</p>	65.263,00 €	2,00	130.526,00 €
2	E601.2	ud	<p>Centro de Transformación compacto en estructura metálica tipo container de medidas 6058x2896x2438 mm.</p> <p>Contiene: Transformador de potencia trifásico 5500 kVA, 45/0,55/0,55 kV, conexión Dy11-y11, refrigerado por aceite. Celdas MT con 2 celdas de protección de línea y celda de protección de transformador 45 kV. Dos cuadros de entrega aptos para 16 entradas de 690 V con protección magnetotérmica según esquema unifilar. Trafo de servicios auxiliares 6 kVA 0,55/0,4 kV.</p> <p>Instalaciones auxiliares de ventilación, iluminación, control y comunicaciones y fuerza. Totalmente instalado y probado según las recomendaciones del fabricante. Incluye pérgola de cubrimiento con estructura metálica y cubierta con teja de cerámica. Pintado de las placas metálicas en color ocre.</p>	83.250,48 €	8,00	666.003,84 €
3	E601.3	ud	<p>Celda modular, función protección con interruptor automático. Provista de un interruptor automático con corte y aislamiento en SF6 en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra). Tensión de aislamiento 45 kV, intensidad nominal 690A, poder de corte en cortocircuito 31,5 kA. Tensión de mando 48 Vcc. MARCA SCHNEIDER, ABB, ORMAZABAL O EQUIVALENTE. Totalmente instalado y probado según indicaciones de fabricante, incluyendo bancadas de obra civil, conectores necesarios para cable 45/26 kV.</p>	15.546,21 €	30,00	466.386,30 €
5	E601.5	Ud	<p>Transformador de tipo seco de servicios auxiliares 25/0,4 kV, 160 kVA</p>	7.142,85 €	10,00	71.428,50 €



6	E601.6	Ud	Equipo de Medida Bidireccional. CI 0,2 de acuerdo al Reglamento de Puntos de Medida	12.605,04 €	10,00	126.050,40 €
7	E601.7	Ud	Cuadro general de servicios auxiliares en CA 400/230 V	5.621,02 €	50,00	281.050,76 €
8	E601.8	Ud	Cuadro general de servicios auxiliares en CC 125 V	3.361,34 €	10,00	33.613,40 €
9	E601.9	Ud	Cuadro general de servicios auxiliares en CC 48 V	4.201,68 €	10,00	42.016,80 €
10	E601.10	Ud	Cuadro de fuerza y climatización	2.941,17 €	10,00	29.411,70 €
11	E601.11	Ud	Cuadro de alumbrado	2.521,00 €	40,00	100.840,00 €
12	E601.12	Ud	Cuadro unidad de control de servicios auxiliares	3.361,34 €	10,00	33.613,40 €
13	E601.13	Ud	Cuadro general protección contra incendios	10.084,03 €	10,00	100.840,30 €
14	E601.14	Ud	Baterías Ni-Cd 125 CC con rectificador	2.108,40 €	60,00	126.504,00 €
<b>TOTAL 6</b>						<b>2.208.285,40 €</b>

**CAPÍTULO 7 REPUESTOS**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E701.1	ud	Piranómetro de alta precisión. Suministro e instalación según indicaciones del fabricante. Medida hemisférica solar de la radiación. Certificación ISO clase A según ISO 9060. Incertidumbre de calibración <1,8 %. Trazabilidad de calibración a WRR. Rango espectral 300-2800*10-9M. Sensibilidad 15 X10-6 V/Wm2. Temperatura de funcionamiento -40°C a + 80°C. Incluye 5 m de cable estándar.	520,06 €	10,00	5.200,60 €
2	E701.2	ud	Sonda de temperatura módulo PT100 totalmente instalado y probado según las indicaciones del fabricante, con 3 cables de 50x50 mm. Cable realizado en teflón de longitud de 3m. Sensor dotado de una parte adhesiva para adherirlo al módulo fotovoltaico. Precisión clase A, ejecución skin pad para medidas sobre superficies planas. Placa skin pad 50x50x1 mm inox, compuesta por una biela soldado con un diámetro de 4x35 mm. La sonda es entregada compuesta por 3 m de cable realizado en goma de silicona, cables de teflón y bioadhesivo 3 m. Rango de medición -20°C a 150°C. Sensor de alambre de platino.	225,72 €	10,00	2.257,20 €
3	E701.3	Wp	Módulo fotovoltaico de 600 Wp de potencia, elaborado con células de silicio monocristalino célula partida y tecnología PERC, con una eficiencia mínimo del 20% . Cara frontal provista de cristal templado. Marco de aluminio anodizado o acero inoxidable y una	0,27 €	250.200,00	67.554,00 €



			tensión de aislamiento de 1.500 V. Dimensiones 2172 mm de ancho x 1303 mm de alto. Grado de protección IP68. Marcado CE y una certificación de calidad de un organismo independiente reconocido (TÜV Rheinland, PVEL, etc.). Modelo Hiku Mono PERC CS7L 600 MS o similar. Totalmente montado, instalado y comprobado.			
4	E701.4	ud	Inversor trifásico central de exterior potencia 2.500 kVA. Tensión máxima de entrada 1.500 V. Rango de tensiones MPPT (a 50°C) 850 a 1.200 V. Intensidad máxima de entrada (a 50°C) 2956 A. Corriente de cortocircuito 6.400 A. Número de entradas MPP independientes 1. Número de entradas de DC 24. Tensión nominal de salida AC 550 V. Frecuencia de red 50 Hz. Corriente máxima de salida AC 2624 A. Factor de potencia 1. Rendimiento máximo 98,6 %. Rendimiento máximo europeo 98,3%. Fusibles o automáticos de protección y seccionador motorizado general para proteger la parte DC. Magnetotérmico motorizado para protección de la parte AC. Descargador de tensión en la parte de AC y DC.	79.831,93 €	5,00	399.159,65 €
<b>TOTAL 7</b>						<b>474.171,45 €</b>

#### CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E801.1	ud	Seguridad y salud	569.197,26 €	1,00	569.197,26 €
<b>TOTAL 8</b>						<b>569.197,26 €</b>

#### CAPÍTULO 9 SEGURIDAD OPERACIONAL

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E901.1	ud	Seguridad Operacional	364.738,62 €	1,00	364.738,62 €
<b>TOTAL 9</b>						<b>364.738,62 €</b>

#### CAPÍTULO 10 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
-----	--------	----	-------------	--------	----------	---------



1	E110.01	pa	Integración Ambiental	355.815,15 €	1,00	355.815,15 €
<b>TOTAL 10</b>						<b>355.815,15 €</b>

#### CAPÍTULO 11 GESTION RCDs

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E111.01	pa	Gestión Resíduos de Construcción y Demoliciones	332.773,09 €	1,00	332.773,09 €
<b>TOTAL 11</b>						<b>332.773,09 €</b>

#### CAPÍTULO 12 DFO, LEGALIZACIONES, AUTORIZACIONES Y GESTIONES ADMINISTRATIVAS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E121.01	pa	Dirección Facultativa de las Obras, Legalización y Autorizaciones para la puesta en servicio	262.225,21 €	1,00	262.225,21 €
<b>TOTAL 12</b>						<b>262.225,21 €</b>

#### CAPÍTULO 13 PLAN DE FORMACIÓN

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E131.01	pa	Curso de formación para mantenimiento y explotación de la PSFV para trabajadores del Aeropuerto	79.865,55 €	1,00	79.865,55 €
<b>TOTAL 13</b>						<b>79.865,55 €</b>

#### CAPÍTULO 14 MANTENIMIENTO

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E141.01	Año	Mantenimiento integral, preventivo y correctivo de la instalación fotovoltaica, incluyendo dos limpiezas anuales de los módulos fotovoltaicos.	350.137,90 €	1,00	350.137,90 €
<b>TOTAL 14</b>						<b>350.137,90 €</b>

#### CAPÍTULO 16 DESMANTELAMIENTO DE LA PSFV



NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E151.01	m3	Desmantelamiento de las instalaciones de la planta solar fotovoltaica: desmantelamiento de los paneles, centros de transformación y vallado perimetral de la planta solar, retirada del cableado subterráneo y restauración de las zanjas.	328.800,00 €	1,00	328.800,00 €
2	E151.02	m3	Restauración y acondicionamiento del suelo.	212.620,00 €	1,00	212.620,00 €
3	E151.03	ud	Reciclado de materiales procedentes del desmantelamiento.	157.161,00 €	1,00	157.161,00 €
<b>TOTAL 1.5</b>						<b>698.581,00 €</b>

<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>33.550.238,80 €</b>
<b>GASTOS GENERALES (13%)</b>	<b>4.361.531,04 €</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>2.013.014,33 €</b>
<b>GASTOS AEROPORTUARIOS(10%)</b>	<b>3.355.023,88 €</b>
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>43.279.808,05 €</b>
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA + I.V.A (21%)</b>	<b>52.368.567,74 €</b>

Asciende el presupuesto de ejecución de material (P.E.M.) a treinta y tres millones quinientos cincuenta mil doscientos treinta y ocho euros con ochenta céntimos.

A Coruña, mayo 2024

Fdo.: [Redacted Signature]



## 2. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL	1.739.803,08 €
CAPÍTULO 2 SISTEMA FOTOVOLTAICO	24.438.992,82 €
CAPÍTULO 3 SISTEMA ELECTRICO	722.252,58 €
CAPÍTULO 4 PUESTA A TIERRA	130.428,00 €
CAPÍTULO 5 SEGURIDAD, CCTV Y MONITORIZACIÓN	822.971,69 €
CAPÍTULO 6 EVACUACIÓN DE ENERGÍA	2.208.285,40 €
CAPÍTULO 7 REPUESTOS	474.171,45 €
CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD	569.197,26 €
CAPÍTULO 9 SEGURIDAD OPERACIONAL	364.738,62 €
CAPÍTULO 10 INTEGRACIÓN AMBIENTAL	355.815,15 €
CAPÍTULO 11 GESTION RCDs	332.773,09 €
CAPÍTULO 12 DFO, LEGALIZACIONES, AUTORIZACIONES Y GESTIONES ADMINISTRATIVAS	262.225,21 €
CAPÍTULO 13 PLAN DE FORMACIÓN	79.865,55 €
CAPÍTULO 14 MANTENIMIENTO	350.137,90 €
CAPÍTULO 15 DESMANTELAMIENTO	698.581,00 €

<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>33.550.238,80 €</b>
<b>GASTOS GENERALES (13%)</b>	<b>4.361.531,04 €</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>2.013.014,33 €</b>
<b>GASTOS AEROPORTUARIOS(10%)</b>	<b>3.355.023,88 €</b>
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>43.279.808,05 €</b>

IVA NO INCLUIDO



**AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ  
MADRID-BARAJAS  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MW<sub>n</sub>**



**PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01  
DOCUMENTO N°4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
1.1 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	7
1.2 TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	7
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>7</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	7
2.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
2.3 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	11
2.4 ESQUEMA BÁSICO DE PRODUCCIÓN .....	11
<b>3. COMPOSICIÓN DE LA PLANTA .....</b>	<b>13</b>
<b>4. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	14
4.2 CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA.....	14
4.3 CÁLCULO DE PÉRDIDAS.....	15
4.4 GARANTÍA DEL PERFORMANCE RATIO.....	16
<b>5. CONDICIONANTES GENERALES DE DISEÑO.....</b>	<b>22</b>
5.1 POTENCIA NOMINAL.....	22
5.2 EVACUACIÓN DE ENERGÍA .....	22
5.3 ESTRUCTURA.....	23
5.4 SEPARACIÓN ENTRE PANELES .....	23
5.5 AGRUPACIONES DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	23
5.6 CABLEADO.....	24
5.7 CANALIZACIONES .....	24
5.8 PROTECCIONES.....	24
5.9 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....	24
5.10 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	25
5.11 CONTROL DINÁMICO DE POTENCIA.....	25
5.12 COORDINACIÓN FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	25
5.13 INSTALACIONES AUXILIARES.....	26
5.14 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	27
5.15 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	27
5.16 SERVICIOS AFECTADOS Y DEMOLICIONES .....	28
<b>6. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR .....</b>	<b>28</b>
<b>7. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....</b>	<b>32</b>
7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	32
7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	32
7.3 NORMATIVA.....	34
7.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	35
7.5 SISTEMA DE DESCONEXION RAPIDA.....	35
<b>8. ESTRUCTURA.....</b>	<b>36</b>
8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	36



8.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	36
8.3	NORMATIVA .....	38
8.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	39
<b>9.</b>	<b>INVERSOR .....</b>	<b>40</b>
9.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	40
9.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	41
9.3	NORMATIVA .....	43
9.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	44
<b>10.</b>	<b>CABLE RHZ1 AL 18/36 KV .....</b>	<b>47</b>
10.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y NORMATIVA .....	47
10.2	CARACTERÍSTICAS DEL CABLE .....	47
10.3	TENSIÓN ASIGNADA .....	49
10.4	TERMINACIONES .....	49
10.5	EMPALMES .....	49
10.6	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	49
10.7	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE .....	50
10.8	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	50
10.9	ENSAYOS .....	52
<b>11.</b>	<b>CABLES DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>53</b>
11.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	53
11.2	NORMATIVA .....	54
11.3	CABLE XZ1FA3Z-K Cu (0,6/1 kV) .....	54
11.4	CABLE ZZ-F Cu (0,6/1 kV) .....	55
11.5	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE .....	56
11.6	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	56
11.7	ENSAYOS .....	58
<b>12.</b>	<b>CANALIZACIONES ELÉCTRICAS .....</b>	<b>58</b>
12.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	58
12.2	NORMATIVA .....	60
12.3	CRITERIO DE OCUPACIÓN .....	60
12.4	MATERIALES .....	61
12.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	62
12.6	CONTROL DE CALIDAD .....	71
<b>13.</b>	<b>CAJAS STRING BOX .....</b>	<b>74</b>
13.1	CARACTERÍSTICAS .....	74
13.2	EJECUCIÓN .....	76
13.3	PRUEBAS Y ENSAYOS .....	77
<b>14.</b>	<b>APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN 45 KV .....</b>	<b>78</b>
14.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	78
14.2	NORMATIVA .....	78
14.3	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS .....	79
14.4	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....	80



14.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	85
14.6	ENSAYOS .....	87
<b>15.</b>	<b>TRANSFORMADOR 45 KV .....</b>	<b>88</b>
15.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	88
15.2	NORMATIVA .....	89
15.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	89
15.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	90
15.5	ENSAYOS .....	91
<b>16.</b>	<b>TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES .....</b>	<b>93</b>
16.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	93
<b>17.</b>	<b>PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>94</b>
17.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	94
17.2	PUESTA A TIERRA DE LA PARTE DE CONTINUA DE LA PLANTA GENERADORA .....	95
17.3	PUESTA A TIERRA SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA .....	95
17.4	PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES .....	96
17.5	NORMATIVA .....	96
17.6	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN .....	97
17.7	CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....	99
17.8	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	104
17.9	ENSAYOS .....	106
<b>18.</b>	<b>VALLADO DE SEGURIDAD .....</b>	<b>107</b>
18.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	107
<b>19.</b>	<b>SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA .....</b>	<b>108</b>
19.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	108
19.2	NORMATIVA .....	109
19.3	SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN .....	109
19.4	CONTROL DE ACCESO A LA PLANTA .....	112
19.5	SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) .....	112
19.6	RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO .....	119
19.7	SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN .....	119
19.8	EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	120
<b>20.</b>	<b>ILUMINACIÓN .....</b>	<b>122</b>
20.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	122
20.2	NORMATIVA .....	122
20.3	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN .....	123
20.4	CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	124
20.5	LUMINARIAS .....	124
20.5.1	Características .....	124
20.5.2	Proceso de ejecución .....	125
20.6	COLUMNAS .....	126
20.6.1	Características .....	126
20.6.2	Proceso de ejecución .....	127



20.7	CIMENTACIÓN DE COLUMNAS.....	128
20.7.1	Características.....	128
20.7.2	Proceso de ejecución.....	128
20.8	CENTRO DE MANDO.....	130
20.8.1	Características.....	130
20.8.2	Proceso de ejecución.....	131
20.9	CANALIZACIÓN ALUMBRADO.....	132
20.9.1	Características.....	132
20.9.2	Proceso de ejecución.....	133
20.10	ARQUETAS DE ALUMBRADO.....	135
20.10.1	Características.....	135
20.10.2	Proceso de ejecución.....	135
20.11	TRABAJOS COMUNES.....	135
<b>21.</b>	<b>ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....</b>	<b>137</b>
<b>22.</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA.....</b>	<b>138</b>
22.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	138
22.2	FUNCIONAMIENTO.....	138
22.3	CARACTERÍSTICAS.....	139
<b>23.</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN.....</b>	<b>140</b>
23.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	140
23.2	INFORMACIÓN MOSTRADA.....	142
23.3	NORMATIVA.....	142
23.4	CARACTERÍSTICAS.....	143
23.5	INFORMACIÓN A PRESENTAR POR EL SISTEMA DE CONTROL.....	145
23.6	INFORMES Y ALARMAS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	146
23.7	EQUIPOS A MONITORIZAR.....	147
23.8	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN.....	148
23.8.1	Rack de monitorización.....	148
23.8.2	Servidor local en Centro de Control.....	149
23.8.3	Workstation.....	149
<b>24.</b>	<b>RED DE FIBRA ÓPTICA.....</b>	<b>149</b>
24.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	149
24.2	NORMATIVA.....	150
24.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	150
24.4	CANALIZACIÓN FIBRA ÓPTICA.....	153
24.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	153
24.6	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	154
<b>25.</b>	<b>UPS.....</b>	<b>158</b>
25.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	158
25.2	NORMATIVA.....	158
25.3	CARACTERÍSTICAS.....	158

25.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	163
25.5	ENSAYOS .....	163
<b>26.</b>	<b>EDIFICIO DE CONTROL .....</b>	<b>169</b>
26.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	169
26.2	FÁBRICA DE BLOQUE .....	169
26.3	MOBILIARIO CENTRO DE CONTROL.....	178



## TABLAS

Tabla 1:Resumen datos principales PSFV .....	8
Tabla 2:Resumen datos principales PSFV por subplantas .....	8
Tabla 3:Coordenadas Campos Solares.....	9
Tabla 4:Reparto de potencias según superficies disponibles .....	22
Tabla 5:Características mínimas canalizaciones.....	61
Tabla 6: Secciones mínimas de los conductores de tierra .....	100
Tabla 7: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.....	101
Tabla 8:Esfuerzo horizontal en columnas según altura.....	127
Tabla 9:Altura de hormigón según consistencia del material .....	130
Tabla 10:Características fibra óptica monomodo .....	151
Tabla 11:Código colores cable de fibra óptica.....	153

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación Centro de Reparto y PSFV .....	10
Ilustración 2: Esquema orientativo de evacuación .....	12
Ilustración 3: Esquema sistema de control .....	144

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

### 1.1 Objeto y alcance del proyecto

El objeto del presente documento es la definición de las características mínimas a cumplir por los equipos a instalar así como el diseño general de la futura planta de generación fotovoltaica de potencia 45 MW nominales (50,4 MWp) en el Aeropuerto de Adolfo Suárez, Madrid-Barajas.

El alcance del contrato incluye la ingeniería, adquisición de equipos construcción, puesta en marcha y mantenimiento durante dos años desde la recepción provisional de la planta.

Con este documento se pretende definir un marco técnico con las características mínimas que han de cumplir los equipos seleccionados que finalmente sean instalados en la planta generadora y el diseño de la planta con el fin de garantizar así su correcto funcionamiento.

Este marco recoge las cláusulas establecidas por Aena SME, S.A. de obligado cumplimiento por el adjudicatario de las obras proyectadas además de la normativa local referida a instalaciones no convencionales de generación y transporte de energía.

### 1.2 Titular de la instalación

El titular de la instalación será Aena Sociedad Mercantil Estatal S.A (AENA SME S.A). con domicilio en Calle Peonías 12 C.P. 28042 de Madrid, con CIF:A 86212420, siendo el teléfono de contacto el 913210990/ 913211267 y las personas de contacto [REDACTED]

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

### 2.1 Introducción

La PSFV, con una potencia nominal instalada de 45 MW (50,4 MWp), se compone de cinco campos fotovoltaicos con un total de 10 Centros de Inversión y Transformación (Power Stations), 8 de ellos con una potencia de 5.500 kVA y 2 de ellos con una potencia de 2.750 kVA. A estos 8 centros de transformación se conectarán 16 Inversores centrales de potencia 2.500 kW y a los otros dos centros inversores más pequeños se conectará un inversor de 2.500 kW a cada uno. El número total de módulos fotovoltaicos será de 84.000, disponiendo cada uno de ellos de una potencia pico de 600 Wp.



Una red de cableado de media tensión a 45 kV se tenderá en canalización, subterránea o por galería de servicio existente, a lo largo de los terrenos del aeropuerto, recogiendo la energía generada por los distintos campos fotovoltaicos, interconectando los 10 Centros de Transformación e Inversión (Power Stations) por medio de anillos de alta tensión independientes:

- Anillo campo 1, 2 y 3                      15.000 kW
- Anillo campo 4                              15.000 kW
- Anillo campo 4 y 5                        15.000 kW

Por lo tanto, de la PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW llegarán 6 líneas (3 anillos) de 45 kV formadas por cables RHZ-1 3x1x240 mm<sup>2</sup> AL 26/45 kV para conectar con la subestación proyectada 220/45 kV(no objeto de este proyecto). La sección del cableado es suficiente para que en el caso de que fallara una de las líneas del anillo se pueda evacuar toda la energía por la otra línea.

Se adjunta el siguiente cuadro resumen con los principales datos de la PSFV:

<b>EMPLAZAMIENTO</b>	AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	45.000 kWac
<b>POTENCIA INSTALADA</b>	50.400 kW
<b>NÚMERO DE INVERSORES / POTENCIA</b>	18 uds. / 2.500 kVA
<b>NÚMERO DE MÓDULOS / POTENCIA</b>	84.000 uds. / 600 Wp
<b>TENSIÓN CC</b>	<1500 V
<b>TENSIÓN EVACUACIÓN PSFV</b>	45 Kv
<b>TENSIÓN PUNTO CONEXIÓN</b>	220 kV
<b>TIPO ESTRUCTURA</b>	BIPOSTE FIJA HINCADA. CONFIGURACIÓN 2V

*Tabla 1: Resumen datos principales PSFV*

La PSFV estará formada por cinco campos FV



	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	Nº PANELES	POTENCIA kWdc	Nº Inv	POTENCIA kWac
<b>CAMPO 1</b>	104.574	17.220	10.332	4	10.000
<b>CAMPO 2</b>	41.950	6.964	4.178	2	5.000
<b>CAMPO 3</b>	10.907	1.674	1.004		
<b>CAMPO 4</b>	227.385	44.504	26.702	9	22.500
<b>CAMPO 5</b>	79.606	13.638	8.183	3	7.500
<b>TOTAL</b>	<b>464.422</b>	<b>84.000</b>	<b>50.400</b>	<b>18</b>	<b>45.000</b>

Tabla 2: Resumen datos principales PSFV por subplantas

(\*) Configuración orientativa, pudiendo variar según el diseño del adjudicatario

## 2.2 Ubicación de la instalación

La planta solar fotovoltaica consta de un campo que se ubicará en una parcela perteneciente a las Zonas de Reserva Aeroportuaria y de Subsistema de Aeronaves que dispone Aena en el Aeropuerto de Adolfo Suárez, Madrid-Barajas, concretamente en su franja norte (campos 1 a 4) y este (campo 5), siendo el titular del inmueble y el de la instalación propuesta AENA SME S.A., con número de referencia catastral **BICE 4A28900A03AERO AEROPUERTO DE BARAJAS** (parcelas 17308K4VK5813B0001LJ y 17308K3VK5813B0001PJ).

La instalación constará de cinco campos ubicados concretamente en la zona norte del aeropuerto con las siguientes coordenadas:

El campo 1 que se encontrará en las coordenadas:

	CAMPO 1 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N	
	X:	Y:
<b>Punto 1</b>	451684	4485985
<b>Punto 2</b>	451668	4486029
<b>Punto 3</b>	451623	4486030
<b>Punto 4</b>	451599	4485990
<b>Punto 5</b>	451599	4485883
<b>Punto 6</b>	451599	4485883
<b>Punto 7</b>	451594	4485883
<b>Punto 8</b>	451584	4485870
<b>Punto 9</b>	451565	4485658
<b>Punto 10</b>	451560	4485554
<b>Punto 11</b>	451560	4485442
<b>Punto 12</b>	451630	4485442



Punto 13	451678	4485442
Punto 14	451803	4485686
Punto 15	451813	4485760
Punto 16	451818	4485820
Punto 17	451808	4485846
Punto 18	451808	4485884
Punto 19	451807	4485935
Punto 20	451807	4485958
Punto 21	451688	4485958

El campo 2 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 2 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	452027	4485743
Punto 2	452085	4485731
Punto 3	452098	4485731
Punto 4	452099	4485818
Punto 5	452095	4485867
Punto 6	452071	4486023
Punto 7	451941	4486022
Punto 8	451941	4485743

El campo 3 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 3 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	452185	4485966
Punto 2	452183	4485858
Punto 3	452184	4485811
Punto 4	452279	4485811
Punto 5	452276	4485865
Punto 6	452209	4485965

El campo 4 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 4 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	451645	4485122
Punto 2	451559	4485032

Punto 3	451559	4484472
Punto 4	452127	4484470
Punto 5	452128	4484807
Punto 6	452014	4484807
Punto 7	452014	4484912
Punto 8	452026	4484912
Punto 9	452005	4484993
Punto 10	451914	4485041
Punto 11	451771	4485084
Punto 12	451758	4485088
Punto 13	451743	4485097
Punto 14	451692	4485122

El campo 5 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 5 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	453958	4481904
Punto 2	454135	4481890
Punto 3	454260	4481807
Punto 4	444245	4481672
Punto 5	454271	4481568
Punto 6	454043	4481564
Punto 7	453960	4481717

Subestación PSFV MADRID 120 MW 220/45 kV se ubicará en las coordenadas UTM:

SUBESTACIÓN 220/45 Kv COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	449376	4484598
Punto 2	449390	4484573
Punto 3	449405	4484576
Punto 4	449401	4484602



La subestación REE AENA se ubica en las coordenadas UTM:

<b>SUBESTACIÓN REE AENA</b>		
<b>COORDENADAS UTM ETRS89, H30N</b>		
	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Punto 1</b>	449332	4484515
<b>Punto 2</b>	449370	4484519
<b>Punto 3</b>	449377	4484480
<b>Punto 4</b>	449331	4484475

Las coordenadas de la poligonal de la PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW y de las instalaciones de evacuación serán las siguientes:

<b>POLIGONAL PLANTA</b>		
<b>COORDENADAS UTM ETRS89, H30N</b>		
	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Punto 1</b>	449056	4485100
<b>Punto 2</b>	449056	4483928
<b>Punto 3</b>	452297	4483928
<b>Punto 4</b>	453271	4481084
<b>Punto 5</b>	454896	4481084
<b>Punto 6</b>	452695	4485054
<b>Punto 7</b>	452695	4487412
<b>Punto 8</b>	450503	4487412
<b>Punto 9</b>	450503	4485100
<b>Centro geométrico de la poligonal</b>	541662	4484761

A continuación, se presenta la ilustración 4, que indica la ubicación de la futura Subestación PSFV MADRID 120 MW 220/45 kV(no objeto de este proyecto) y la PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW. Ver más en detalle en los planos MAD-21-PB-02.01-01 "IMPLANTACIÓN GENERAL" y MAD-21-PB-01.01-01 "SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN".



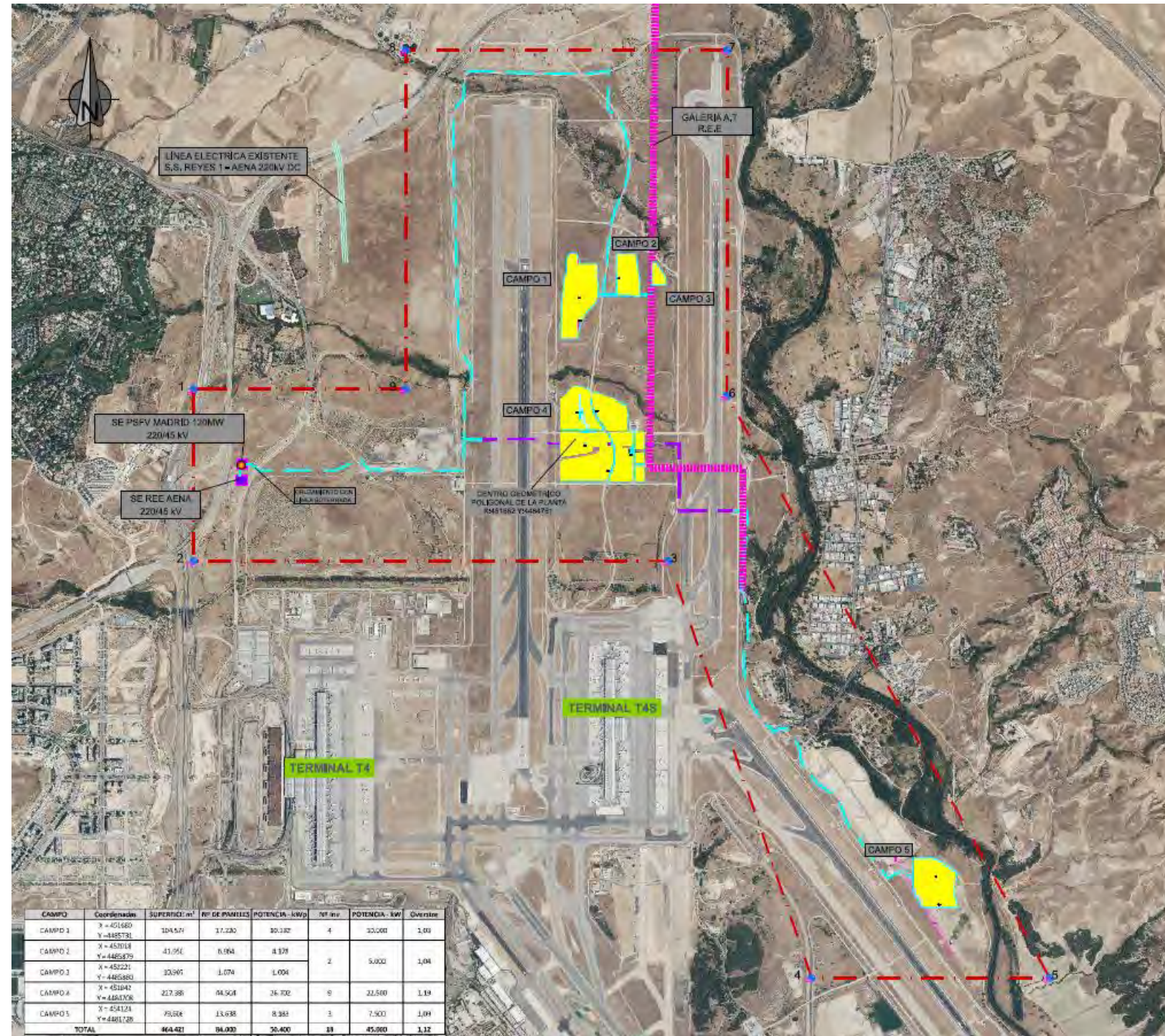


Ilustración 1: Ubicación Centro de Reparto y PSFV



### **2.3 Clasificación de la instalación**

La clasificación de las diferentes partes en que se divide la planta objeto de este proyecto se realiza en función del nivel de tensión nominal de cada una. Así, para la parte de la instalación que tiene su inicio en los módulos fotovoltaicos y alcanza la entrada de cada transformador será de aplicación el R.E.B.T., ya que, según establece su artículo 2, es obligado su cumplimiento en instalaciones con tensión en corriente alterna por debajo de los 1.000 V, y 1.500 V en el caso de la corriente continua.

A su vez, esta parte de la planta solar donde es aplicable el citado reglamento R.E.B.T. queda subclasificada en las siguientes dos categorías de acuerdo a las recogidas en el artículo 4 del mismo R.E.B.T.:

- Instalación solar de corriente continua: se caracteriza como tensión categoría especial por situarse sus tensiones nominales entre los 1.000 y 1.500 V.
- Instalación solar de corriente alterna: se caracteriza también como tensión categoría especial por ser la tensión nominal de salida del inversor 550 V, valor por encima de los 500 V que marca el máximo de tensión de categoría usual. La frecuencia será la normalizada a 50 Hz.

En cuanto a su funcionamiento respecto a la red de distribución pública, clasificación recogida en la ITC-BT-40 del R.E.B.T., la planta solar se clasifica como “Instalaciones generadoras interconectadas” que son aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la red de distribución pública

Por su parte, la parte de la instalación de la planta solar que arranca en la salida de los transformadores, incluidos estos, al contar con una tensión en alterna de 45 kV, por tanto superior a 1kV, debe cumplir con todos los condicionantes y requerimientos marcados por el Real Decreto 337/2014, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas.

### **2.4 Esquema básico de producción**

Según se ha afirmado en apartados anteriores, la planta solar fotovoltaica estará compuesta por 5 campos solares y una potencia nominal de 45 MW que entregarán la energía generada en el nueva Subestación 220/45 KV para su posterior conexión la subestación REE AENA 220/45 kV. A continuación se detalla un esquema y la descripción orientativo de la evacuación de la planta, pudiendo variar el número de inversores y su potencia según el diseño del adjudicatario:

La PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW se conectará a la red de transporte de REE en 220 kV mediante la subestación proyectada PSFV MADRID 120 MW 220/45 kV que será la encargada de concentrar la energía generada por las plantas fotovoltaicas Madrid-Barajas 120 MW (no objeto del presente proyecto) y PSFV Madrid-Barajas 45 MW, y elevar la tensión de 45 kV a 220 kV. El punto de conexión con la red de transporte será en la subestación REE Aena 220/45 kV a una posición en 220 kV propiedad de REE. Una línea soterrada en 220 kV de 100 m conectará la subestación proyectada PSFV MADRID 120 MW 220/45 kV con la subestación REE Aena 220/45 kV, propiedad de REE.

De los puntos de conexión con la red de distribución y transporte a los que está conectado el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, el propuesto para la conexión de la PSFV es en la subestación REE AENA 220/45 kV (L1), en las coordenadas UTM, x: 449353; y: 4484490. La solución que se plantea para la conexión de la PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW (no objeto del presente proyecto) implica realizar una ampliación de la subestación proyectada PSFV MADRID 120 MW 220/45 kV en la que se ubicará las medidas fiscales en el punto frontera.

Este edificio estará equipado con una sala de protecciones de 45 kV a la que llegarán las líneas de los campos fotovoltaicos, una sala de protecciones en 220 kV y una sala de para el control y medida de la energía generada.

El siguiente esquema recoge los puntos de conexión con la red de transporte y distribución en el aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas.





Ilustración 2: Esquema orientativo de evacuación

### 3. COMPOSICIÓN DE LA PLANTA

Se enumeran a continuación los elementos y actuaciones mínimas con los que deberá contar la planta y que estarán recogidos en el proyecto de detalle a realizar por el adjudicatario:

- Labores de preparación del terreno, incluyendo desbroce, eliminación de materiales de relleno o inadecuados para la construcción de la planta, demoliciones y movimiento de tierras si es necesario para la correcta adecuación de las superficies de manera que se eliminen discontinuidades u obstáculos que no permitan una correcta ejecución y orientación de las estructuras así como su acceso.
- Viales principales y secundarios que permitan el acceso de los vehículos de construcción, mantenimiento y reparación a todos los módulos y equipos eléctricos de las plantas.
- Vial perimetral en torno a los límites de la parcela ocupada por cada subplanta fotovoltaica.
- Vial de acceso a la planta, bien desde accesos exteriores o desde viales internos del aeropuerto de acuerdo a las exigencias de AENA.
- Obras de carácter hidráulico que impidan la acumulación de agua en cualquier punto de la planta y sistema de drenaje.
- Estructura de soporte hincada o cimentada para la instalación de los paneles con la inclinación y separación necesarias según las características geográficas de la localización de la planta.
- En su caso, cimentación para la estructura soporte de acuerdo a las características

geotécnicas del entorno de la planta fotovoltaica.

- Módulos fotovoltaicos en potencia y número suficiente para alcanzar los requerimientos de potencia pico del presente pliego.
- Cableado en corriente continua para la conexión de los paneles mediante cable de tipo solar.
- Cajas de conexión tipo string para el agrupamiento de varios strings y posterior acometida al inversor.
- Red de cableado en corriente continua para la conexión de las string box con los inversores.
- Conjunto de inversores repartidos por las subplantas para conseguir la potencia nominal exigida.
- Centro de Inversores. Consta del propio inversor y una dotación de elementos auxiliares que incluirán un cerramiento para protección de la intemperie, transformador para servicios auxiliares, cuadro de baja tensión para alimentación de equipos auxiliares, iluminación, ventilación, tomas de fuerza y equipos de comunicación y control.
- Centros de transformación para la elevación de la tensión de salida de los inversores a la tensión de red de la planta (45 kV). Contarán con transformador y las correspondientes celdas de línea y protección.
- Anillos de media tensión (45 kV) que conecten cada una de las subplantas con el Centro de Reparto.
- Canalizaciones de baja, media y alta tensión, de control, seguridad y comunicaciones
- Sistema de puesta a tierra de todo el equipamiento eléctrico.
- Cerramientos perimetrales.
- Sistema de suministro auxiliar
- Sistema de monitorización, control y comunicaciones
- Edificios para el control de la monitorización, labores de mantenimiento y acopio de materiales de repuesto.
- Estaciones meteorológicas.
- Sistema de iluminación.
- Sistema de seguridad y control de accesos.
- Sistema de protección contra incendios.
- Dotación de repuestos para su inmediata sustitución.



## 4. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN

### 4.1 Introducción

El adjudicatario deberá realizar un estudio de la energía generada por la planta mediante un software específico tipo PVSyst o similar teniendo en cuenta los múltiples factores que pueden afectar a la producción.

### 4.2 Cálculo de la energía generada

El objetivo final del estudio es cuantificar la energía finalmente inyectada a la red anualmente. Para ello deberá realizar un estudio que tendrá en cuenta las siguientes variables:

- Condiciones climáticas de la planta teniendo en cuenta la base de datos MeteoNorm o similar en la que se detallen valores medios de la irradiación Global y Difusa, temperatura ambiente y velocidad del viento.
- Latitud y longitud de la planta
- Albedo 0,20
- Inclinación óptima de los módulos y acimut, si bien este valor será siempre 0°.
- Características de los módulos e inversores utilizados en el diseño de la planta
- Distribución de strings y agrupaciones utilizados en el diseño de la planta
- Pérdidas. Se desarrollan en el siguiente apartado

### 4.3 Cálculo de pérdidas

El adjudicatario deberá tener en cuenta como mínimo las siguientes pérdidas en su cálculo de la energía generada:

- Pérdidas debido a suciedad tanto de manera uniforme como puntuales que pueden producir un aumento del mismatch. Se debe considerar un valor mínimo del 3%.
- Pérdidas térmicas por la diferencia entre la temperatura de condiciones normalizadas STC (25°C) y la temperatura real de los módulos.
- Pérdidas de energía en el cableado de corriente continua teniendo en cuenta que ha limitado la caída máxima de tensión al 1,5% desde los módulos a la entrada al inversor.
- Pérdidas en los diodos de los paneles de 0,7 V.
- Pérdidas por mismatch debido a la conexión en serie de paneles con rendimientos no exactamente iguales, se deberá cuantificar en un 1%.

- Pérdidas por la calidad de los módulos, se deberá asumir posibles diferencias respecto a lo especificado por el fabricante, con lo que se tiene una ganancia del 0.8%.
- Pérdidas LID (light induced degradation), son las pérdidas inducidas por la luz durante las primeras horas de exposición al sol, se considerará un 2% de pérdidas.
- Pérdidas por ángulo de incidencia (IAM) se deben a la reducción de la irradiancia que llega a las células en comparación con la irradiancia normal al plano de captación. Su valor es estimado por el software.
- Pérdidas de energía en cableado en AC, tanto en baja como media tensión.
- Pérdidas del inversor. Tendrá en cuenta el rendimiento del inversor en funcionamiento así como los consumos de los equipos que se conectan al cuadro de servicios auxiliares a la salida del mismo (ventilación, comunicaciones, iluminación, CCTV...).
- Pérdidas en el transformador elevador, debe considerarse un 1%.
- Pérdidas por degradación del módulo según especificaciones del fabricante.
- El software deberá simular la geometría real de la planta con la separación entre filas de paneles, inclinación y altura para calcular las pérdidas por sombras fuera de las horas centrales del día a lo largo de todo el año. También se deberá simular cualquier elemento que se prevea podrá generar sombras (edificios, centros de inversores, vegetación, elevaciones del terreno...)

#### 4.4 Garantía del Performance Ratio

Los valores del Performance Ratio previos a la firma del Certificado de Aceptación Definitiva (CAD) de la instalación estarán referidos al periodo de tiempo que va desde la Aceptación provisional (CAP) hasta la Aceptación definitiva de la Instalación. Posteriormente a la Recepción Global de la Instalación, los valores de Performance Ratio estarán referidos a valores mensuales.

El cálculo de los valores garantizados de Performance Ratio y, en su caso, de la penalización, se realizará de forma continua a lo largo de cada periodo anual de referencia. Los datos se tomarán según la periodicidad detallada más adelante en este apartado, y a partir de ellos se calcularán los valores de Performance Ratio sujetos a garantía contractual, que corresponderá con el promedio anual.

*Cálculo del Performance Ratio (PR)*

El cálculo del Performance Ratio (PR) de la Instalación se efectuará con carácter mensual de la siguiente forma:

$$PR = \frac{E_{medida}}{E_{teórica}}$$



No computarán en el cálculo del Performance Ratio los periodos de tiempo durante los cuales la Instalación ha estado indisponible por causas ajenas a la misma.

Dado el carácter aleatorio de la irradiación y temperatura, la producción anual deberá ser corregida de acuerdo a los valores proporcionados por la estación meteorológica de referencia, a instalar en cada una de las subplantas. Debido al tamaño de la planta y su distribución en torno a las instalaciones del Aeropuerto se calculará el PR de forma separada para cada una de las subplantas.

A continuación, se definen los valores de Energía medida y Energía teórica de la Instalación. Energía teórica

La energía que la Instalación teóricamente debe producir a lo largo del periodo de referencia se determinará mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Energía teórica} = G_a \cdot t(0) \cdot C_{ig} \cdot P_p \cdot \eta_{\text{PANELES}} \cdot \frac{\eta_{\text{TEMPERATURA real}}}{\eta_{\text{TEMPERATURA teórica}}}$$

Siendo:

$G_a$   $t(0)$ : Radiación global del periodo sobre el plano horizontal, obtenida de la estación meteorológica de referencia (kWh/m<sup>2</sup>)

$C_{ig}$ , coeficiente de incidencia global,

$P_p$ : Es la potencia máxima (kW) que puede generar la Instalación cuando está sometida a una radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>.

$\eta_{\text{paneles}}$ , el rendimiento de los paneles variará con el paso del tiempo, con una degradación anual según valor de fabricante. Este parámetro valdrá 1 hasta la entrega provisional de la planta.

$\eta_{\text{temperatura}}$  el rendimiento de los paneles varía con la temperatura, Si  $T_{\text{Panel}} > 25^\circ\text{C}$ , entonces

$$\eta_t = 1 - \frac{k \cdot (T_{Panel} - 25)}{100}, \text{ Si } T_{Panel} < 25^\circ\text{C} \text{ entonces } \eta_t = 1$$

donde,

k Coef. Temperatura de potencia del panel

$T_{Panel}$

Temperatura de la célula del panel

Siendo,

$$T_{Panel} = T_a + ((T_{onc} - 20)/800) \cdot G_{irr}$$

$T_a$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ) media del periodo de referencia medida por la estación meteorológica de referencia

$T_{onc}$  = Temperatura normal de operación de la célula

$G_{irr}$  = Radiación global incidente en la superficie del módulo ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ).

Para poder comparar con los valores de cálculo de energía teóricos es necesario incluir la relación del rendimiento por temperatura entre los valores de temperatura medios históricos considerados y los valores de temperatura media medida en el periodo de referencia.

El valor de la Energía teórica anual se deberá corregir con la disponibilidad de la planta, según:

$$\text{Energía teórica}_{\text{corregida}} = \text{Energía teórica} \cdot \frac{NDOP}{365}$$

Donde,

NDOP, número de días de disponibilidad de la planta

$$NDOP = 365 - DNP$$

Donde DNP es el número de días de parada de la planta (planta no operativa) motivado por causas ajenas a la propia instalación (paradas por actos vandálicos, ceros en líneas de evacuación de energía propiedad de la compañía distribuidora, causas climatológicas excepcionales como riadas, granizos, rayos, etc., y en general todo aquello no achacable a la propia instalación solar.



### *Energía medida*

La energía medida, será la facturada por la Instalación durante el periodo de referencia, y corresponderá a las mediciones en los contadores instalados en las celdas de autoproducción situadas en el Centro de Seccionamiento y Medida (CSM).

### *Procedimientos de comprobación de valores garantizados*

#### *Procedimiento para comprobación de los Valores Garantizados durante la prueba de prestaciones*

Para el cálculo del Valor Garantizado de Producción de Energía Eléctrica se tomarán como referencia los siguientes valores:

*Como valor de la irradiación, el valor sobre el plano horizontal (kWh/m<sup>2</sup>) medio durante el periodo de cinco (5) días consecutivos en horario diurno de la prueba de funcionamiento (en las pruebas de prestaciones) y el valor medio anual respecto a las Fechas de Medición (en el Período de Garantía de producción de Energía Eléctrica).*

Las variaciones de irradiación respecto al valor teórico, modificarán proporcionalmente el valor de Producción, manteniéndose constante en todo caso el valor del "performance ratio".

El valor de Producción será reducido anualmente en un 1% en consideración al factor de degradación de los módulos fotovoltaicos. A efectos del cómputo del valor de producción de cada período anual o durante la prueba de prestaciones se considerará la energía que se hubiera producido durante el tiempo de las paralizaciones, disminuciones e interrupciones de producción que se hayan ocasionado por causas ajenas al Contratista y al Operador (y/o sus Subcontratistas) notificadas a la Propiedad. La energía a computar durante estos períodos será

la resultante de aplicar a la irradiación real medida durante el periodo de parada el performance ratio obtenido en el periodo de las 24 horas anteriores a la parada.

Durante cinco (5) días consecutivos en horario diurno se medirán los datos de la irradiación sobre el plano horizontal, registrados en la estación meteorológica de la Instalación de Producción y la energía inyectada a red en el punto de conexión. Esta energía será la medida en los contadores de la planta, una vez descontadas las pérdidas hasta el punto de conexión con la compañía eléctrica.

En caso de fallo de la estación meteorológica de la Instalación se elegirá, de mutuo acuerdo entre

el Propietario y el Contratista, otra estación meteorológica de reserva de un organismo oficial o de reconocida solvencia, para realizar la extrapolación de los datos durante el periodo de fallo.

El Contratista, con o sin la ayuda del Asesor Técnico y/o el Organismo Independiente contratado, comprobará los Valores Garantizados comparando la energía generada en el punto de medida para la Instalación.

El Contratista entregará al Asesor Técnico un informe con los datos cada 10 minutos en formato Excel, para su propia comprobación.

Durante la prueba de funcionamiento se comprobará el correcto funcionamiento y estado de limpieza de los sensores de la estación meteorológica de la Instalación de Producción.

#### *Procedimiento para Comprobación de la Garantía de Producción de Energía*

En las Fechas de Medición establecidas en cada uno de los dos (2) primeros aniversarios de la Fecha de Inicio del Periodo de Garantía de Producción, el Contratista, con o sin la ayuda del Asesor Técnico y/o del Organismo Independiente, registrará los datos de exportación de energía eléctrica obtenidos en cada período, así como la irradiancia media, registrados en los contadores de energía y certificados en las facturas de exportación de energía a la red. El resultado de la medición se hará constar en un acta firmada por el Asesor Técnico y los Representantes de ambas Partes.

La estación meteorológica de referencia estará situada en la misma planta. Se considerará que hay disponibilidad de información siempre que por lo menos el 95% de los datos de radiación y temperatura sean válidos. En caso de no llegar a este límite, se tomará como referencia una estación meteorológica de un organismo oficial, de forma consensuada entre las partes, que se utilizará como fuente de datos para calcular el año tipo, con las mismas condiciones de disponibilidad.

La instalación meteorológica será calibrada periódicamente por un Organismo Independiente.

Estos datos de referencia anuales acumulados registrados en la estación meteorológica y en los contadores de energía, servirán posteriormente para determinar la variación del recurso solar durante los dos (2) años del Período de Garantía de Producción de Energía, y en cada uno de ellos de forma individual, para así poder comprobar los Valores Garantizados.

En caso de que en el primer aniversario de la Fecha de Inicio del Periodo de Garantía no se hubieran alcanzado los Valores Garantizados, los Contratistas abonarán al Cliente la cantidad resultante de multiplicar la diferencia entre la producción garantizada y la energía finalmente



entregada a la red por el precio medio abonado en ese periodo por la Compañía Eléctrica por cada kWh entregado a la red.

Si en el segundo aniversario de la Fecha de Inicio del Periodo de Garantía no se hubieran alcanzado los Valores Garantizados, los Contratistas pondrán los medios necesarios para conseguir la energía garantizada (por ejemplo, aumentando la potencia pico instalada, entre otras medidas) y poder proceder a la firma del Certificado de Aceptación Definitiva, y abonarán al Cliente la cantidad resultante de multiplicar la diferencia entre la producción garantizada y la energía finalmente entregada a la red por el precio medio abonado en ese periodo por la Compañía Eléctrica por cada kWh entregado a la red.

En caso de que en el segundo aniversario de la Fecha de Inicio del Periodo de Garantía se hubieran superado los Valores Garantizados, podrá tener lugar la firma del Certificado de Aceptación Definitiva y los Contratistas podrán ser compensados por el Cliente con el exceso de producción de la Instalación sobre los Valores Garantizados, por la penalización que hubieran abonado en el primer aniversario de la Fecha de Inicio del Periodo de Garantía, en caso de que hubieran incumplido los Valores Garantizados.

En la situación de que una parte o la totalidad de la planta debida a la actuación por protección a sobretensiones o sobreintensidades de la red de distribución, o cualquier otra causa no imputable al contratista, deberá tenerse en cuenta el efecto de dicha desconexión, contabilizándose en este caso la energía real corregida .

#### **GARANTÍA SOBRE MATERIALES Y EQUIPOS**

Una vez transcurrido el Periodo de Garantía, el Contratista se obliga a ceder al Propietario las garantías que el fabricante de los módulos fotovoltaicos, inversores, transformadores y otros equipos principales de la Instalación, otorgue para cada uno de los módulos fotovoltaicos que componen las Unidades de Producción, con plena indemnidad del Contratista de cualquier responsabilidad desde entonces. Tanto las condiciones particulares de dichas garantías, como las exclusiones, límites y penalizaciones asociadas a las mismas, seguirán los estándares del sector y normas internacionales aplicables.

El Contratista garantiza que el conjunto de la Instalación tendrá una potencia pico instalada igual o superior a 15 MWp.

El contratista garantiza que los módulos dispondrán de los certificados de calidad correspondientes. Los módulos fotovoltaicos se ofrecen con una garantía de obtención de

potencia de 25 años, de la siguiente forma: el 90% de la potencia nominal durante los diez (10) primeros años y el 80% en el resto, hasta los 25 años.

#### **GARANTÍAS MECÁNICAS**

El contratista garantiza que la instalación está libre de defectos y que todos los equipos y materiales suministrados tendrán un diseño correcto, serán nuevos, de la calidad y cantidad requerida y de acuerdo con el presente Contrato y a las Especificaciones Técnicas previstas en éste y las normas aplicables.

El Contratista será responsable de asegurar durante los dos años siguientes desde la firma del Certificado de Aceptación provisional (CAP) de la Instalación, la reparación de los defectos que se pongan de manifiesto durante la explotación en los dos años siguientes a la fecha de recepción provisional Global de la Instalación en el plazo más breve posible, que acordará con el Propietario. Si el contratista no consigue reparar o se niega a repararlos en un plazo razonable, el Propietario se reserva el derecho de efectuar la reparación por cuenta del Contratista en casode que este no la llevase a cabo dentro del plazo acordado.

Los elementos sustituidos o reparados por el Contratista a causa de la garantía, contarán con una garantía de dos años a partir de la fecha de su sustitución o reparación.

El Contratista se hará cargo, según lo previsto en el manual de operación y mantenimiento, de todas las actividades previas a las reparaciones que sean necesarias una vez que la Instalación esté operativa.

Las garantías de los fabricantes de los Equipos Principales, se trasladarán automáticamente del Contratista al Propietario cuando las obligaciones del Contratista hayan sido cumplidas, quedando este último indemne de cualquier responsabilidad a partir de la finalización del Periodo de Garantía.

Las características garantizadas son las incluidas en las Especificaciones Técnicas de cada uno de los Equipos Principales.

## **5. CONDICIONANTES GENERALES DE DISEÑO**

A continuación se detallan los condicionantes generales de diseño de la planta que deberá tener en cuenta el adjudicatario a la hora de proyectar y construir la instalación. En capítulosposteriores se incluyen condiciones más específicas para algunos de los equipos y actuaciones:

### **5.1 Potencia nominal**



La planta deberá tener una potencia nominal de 45 MW y 50,4 MW pico. El adjudicatario deberá ajustar el número de módulos, su potencia y el tipo de inversor para llegar a este valor de potencia nominal y pico

Se propone la siguiente distribución de potencias en base a las posibilidades de ocupación del suelo disponible:

	SUPERFICIE	Nº PANELES	POTENCIA PICO kWdc	Nº Inv	POTENCIA NOMINAL kWac
<b>CAMPO 1</b>	104.574	17.220	10.332	4	10.000
<b>CAMPO 2</b>	41.950	6.964	4.178	2	5.000
<b>CAMPO 3</b>	10.907	1.674	1.004		
<b>CAMPO 4</b>	227.385	44.504	26.702	9	22.500
<b>CAMPO 5</b>	79.606	13.638	8.183	3	7.500
<b>TOTAL</b>	<b>464.422</b>	<b>84.000</b>	<b>50.400</b>	<b>18</b>	<b>45.000</b>

Tabla 4: Reparto de potencias según superficies disponibles

De esta tabla el adjudicatario podrá modificar el número de paneles y la potencia pico asignada según su diseño, sin embargo los valores de potencia total nominal y pico de la planta deberán ser respetados.

## 5.2 Evacuación de energía

Las plantas contarán con inversores para convertir la energía generada en corriente continua a corriente alterna y posteriormente mediante un centro de transformación elevar la tensión a 45 kV. El adjudicatario podrá plantear la configuración óptima de inversores según su potencia, si bien se recomienda recurrir a inversores centrales de 2.500 o 5.000 kVA y no sobrepasar esta última cifra. La configuración de los inversores deberá ser la que garantice que en caso de fallo de una unidad, la indisponibilidad de la subplanta sea inferior al 25%.

La evacuación de la energía generada desde cada subplanta se realizará mediante una conexión en anillo con el nuevo Centro de Seccionamiento y Medida (CSM).

Todas las líneas serán soterradas mediante una nueva canalización o aprovechando las galerías de servicios del aeropuerto donde sea técnicamente factible y previa aprobación por AENA

Para asegurar una elevada fiabilidad de los anillos de media tensión, estos tendrán capacidad de evacuar toda la potencia de las plantas a las que dan servicio mediante una sola de sus dos líneas en el caso de que la otra se encuentre inutilizada.

El nivel de tensión de 45 kV, así como las configuraciones propuestas en anillo no estarán sujetas a cambios.

### **5.3 Estructura**

La estructura del campo solar se diseñará hincada fija directamente al terreno o cimentada, en tipología monoposte o biposte, con una disposición de módulos con un máximo de tres filas en horizontal por estructura. Los condicionantes de diseño se muestran en el apartado correspondiente del presente pliego.

### **5.4 Separación entre paneles**

Se ha considerado una inclinación de los módulos de 30° y un pasillo entre filas de 9,25m como el valor óptimo entre la disponibilidad del suelo y la producción eléctrica. Sin embargo se considerará válida otra configuración por parte del adjudicatario que optimice la distancia entre estructuras o pitch y que maximice la generación a partir de la superficie disponible de la parcela

### **5.5 Agrupaciones de módulos fotovoltaicos**

Según las tensiones de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos el adjudicatario deberá calcular el número óptimo de módulos que formen un string. Para ello deberá verificar que la tensión a circuito abierto en condiciones desfavorables según la temperatura exterior no superan la máxima tensión admisible por el inversor ni la tensión de aislamiento de los módulos.

De la misma forma deberá verificar que la corriente de cortocircuito de los módulos tampoco supera la máxima intensidad admisible a la entrada del inversor.

Los circuitos de string formados por el máximo número de módulos que admite el inversor se agruparán en cajas de concentración (string box), para transformar muchos circuitos de pequeña sección por uno solo de mayor sección, con dos objetivos: reducir las pérdidas en el cableado y adecuar los circuitos al número de entradas máximas que permite cada inversor.

Deberá definir la configuración global del campo solar teniendo en cuenta los criterios de eficiencia y minimización de pérdidas en el cableado eléctrico. Se ha establecido una caída de tensión máxima para los circuitos de corriente continua del 1,5%.

### **5.6 Cableado**

El adjudicatario deberá diseñar todo el sistema de cableado en distintas tensiones para la evacuación de la energía generada desde los paneles hasta el Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Los criterios para el dimensionamiento de los cables se desarrollan en los apartados correspondientes del presente pliego.



## **5.7 Canalizaciones**

El adjudicatario deberá diseñar la red de canalizaciones para la instalación de todo el cableado de la planta según las especificaciones del apartado correspondiente del presente pliego.

## **5.8 Protecciones**

El proyecto de la planta deberá incluir protecciones y elementos de desconexión en los siguientes puntos de la instalación fotovoltaica:

- String box: Contarán con Seccionador bajo carga en la salida principal, descargadores de tensión y fusibles para los polos positivo y negativo.
- Inversor lado CC: Deberá contar con fusibles o automáticos de protección en todas sus entradas en CC así como un seccionador motorizado y descargadores de tensión.
- Inversor lado AC: Deberá contar con protección magnetotérmica con interruptor motorizado en su salida en AC, así como descargador de tensiones.
- Salida AC del inversor: Deberá contar con seccionador bajo carga
- Derivación a transformador de servicios auxiliares: Deberá contar con seccionador bajo carga y protección por fusibles.
- Cuadro para servicios auxiliares: Interruptor general magnetotérmico y protección diferencial y magnetotérmica en cada una de las líneas de salida a los diferentes servicios.
- Celdas de media tensión: Se detallan en el capítulo correspondiente del presente pliego.

## **5.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

El diseño de la planta deberá cumplir con lo dispuesto en el RD 1955/2000, 1699/2011 y 413/2014, además de la “nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión” del Ministerio de Industria y la Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética. Deberá cumplir los reglamentos, procedimientos de operación y Normas Técnicas de Servicios que resulten aprobados como consecuencia de la transposición del Reglamento Europeo UE 2016/631 por el que se establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

## **5.10 Sistema de monitorización y control**

El adjudicatario deberá diseñar un sistema de monitorización y control que registre y controle la producción de energía eléctrica y todos aquellos parámetros de rendimiento que reporten los

módulos fotovoltaicos, inversores, sondas y sensores, para su monitorización, control, operación y mantenimiento, tanto a nivel local de las cinco subplantas como el global de toda la instalación. También recibirá información para monitorizar los parámetros eléctricos y calidad de la red en el punto de conexión mediante los equipos de medida y relés instalados en las celdas de conexión.

El sistema de monitorización y control podrá permitir el acceso a la información registrada por el sistema tanto localmente como de forma telemática y multiusuario en tiempo real, y durante la totalidad del tiempo de duración de los servicios a efectuar. Tendrá capacidad para elaborar informes sobre el régimen de producción o cualquier otro parámetro de la planta.

Adicionalmente al control del funcionamiento de la generación de energía el sistema de monitorización y control tendrá capacidad para recibir señales sobre otros elementos:

- Interruptores motorizados
- Estado transformadores
- Estado inversores
- Centrales de incendios
- Cámaras CCTV
- Control de accesos
- Estaciones meteorológicas y sensores

### **5.11 Control dinámico de potencia**

### **5.12 Coordinación funcionamiento de la planta fotovoltaica**

Será función del adjudicatario plantear y especificar los modos de funcionamiento de la planta fotovoltaica de acuerdo a las exigencias de REE y no perturbar su funcionamiento. Para ello se acordará con REE los posibles eventos que afecten al normal funcionamiento. El sistema de suministro eléctrico de la planta deberá contar con un sistema de protecciones coordinada con REE que garantice la reducción de potencia o desconexión de la planta en el caso de que su funcionamiento perturbe la operación de la red, tanto en explotación normal como bajo cualquier evento. La conexión y reconexión podrá ser controlada de forma automática o manual según necesidades del operador.

Se acordará con REE los eventos que puedan afectar a la red de 110 kV por perturbaciones de la planta debido a variaciones en la tensión, frecuencia, fallo de comunicaciones o cualquier otra anomalía.

El diseño de la planta que realice el adjudicatario tendrá capacidad para realizar el corte en varios



niveles de manera que se pueda aislar de forma completa o sectorizada y en modo automático ante un defecto eléctrico:

- Centro de Reparto: Tendrá capacidad de corte en sus celdas tanto en las salidas como en las entradas de cada una de las subplantas, de forma automática según parametrización de sus relés o manual.
- Centros de transformación con cabinas de 45 kV: Tendrán capacidad para cortar las líneas de entrada y salida y aislar de forma sectorizada distintas secciones de las subplantas.
- Inversores: Contarán con seccionador manual a su salida en AC y corte por interruptor motorizado de forma automática en su interior.

### **5.13 Instalaciones auxiliares**

La planta a diseñar por el adjudicatario deberá contar con las siguientes instalaciones auxiliares a desarrollar en el proyecto constructivo:

- Iluminación de seguridad: El perímetro de todas las subplantas deberá estar iluminado a lo largo del camino perimetral que rodea todo el cerramiento así como en los viales de acceso y el entorno de los edificios de control y el nuevo Centro de Reparto
- CCTV: Todo el perímetro de las subplantas deberá estar cubierto por cámaras térmicas y cámaras domo convencionales que se controlarán desde un Centro de Control en el que se instalará el sistema de análisis de imágenes térmicas, las pantallas de visionado y los videograbadores.
- Cerramiento: Todas las subplantas estarán protegidas de robos por un vallado de seguridad.
- Red de comunicaciones: Toda la infraestructura de la planta fotovoltaica, tanto los elementos de generación como las instalaciones auxiliares deberán estar comunicados por una red de comunicaciones multiservicio.
- Suministro eléctrico: Se diseñará una red de suministro eléctrico para todos los servicios auxiliares de las subplantas. Para ellos se contará con transformadores que conviertan la tensión de salida del inversor en 400/230V para suministro de servicios auxiliares (iluminación, ventilación, fuerza, comunicaciones...). En el caso del Centro de Reparto se contará con un transformador reductor 30.000/400V. Los servicios esenciales (comunicaciones y seguridad) estarán alimentados por un SAI con una autonomía de 2 horas.

Todas estas instalaciones auxiliares deberán cumplir con la normativa sectorial de AENA aplicable.

#### **5.14 Estudio topográfico**

El adjudicatario deberá realizar una campaña topográfica de las zonas afectadas por las subplantas así como en los corredores en los que se ejecutarán las canalizaciones para los anillos de evacuación, el entorno del Centro de Seccionamiento y Medida (CSM) y las posibles áreas en las que se construirán los caminos de acceso y que se verá plasmada en su correspondiente anejo topográfico en el que se detallará la metodología utilizada.

El levantamiento deberá generar una malla de puntos de 20x20 metros con una precisión de 10 centímetros y detallará la morfología del terreno y la posición de los posibles servicios afectados y otros elementos significativos: Vallados existentes, colectores de drenaje, arquetas, sumideros, cauces, viales, manchas de vegetación, instalaciones aeroportuarias, líneas eléctricas y de comunicaciones, límites de zonas tierra y zona aire o galería de servicios.

#### **5.15 Movimiento de tierras**

Una vez realizado el levantamiento topográfico, el adjudicatario deberá proyectar los movimientos de tierras necesarios para un correcto acondicionamiento de las estructuras de soporte, edificios y viales de acceso a plasmar en su correspondiente anejo.

El anejo de movimiento de tierras deberá definir las áreas susceptibles de sufrir desbroce o movimiento de tierras para generar las rasantes de los viales y adecuación del terreno para la instalación de la estructura o de edificios y equipos, además de las posibles necesidades de las redes de drenaje. Este planteamiento se deberá combinar con los resultados del estudio geotécnico para determinar las actuaciones a realizar.

La rasante de los viales deberá estar siempre a mayor cota que el terreno natural desbrozado, de manera que por un lado queden protegidos del agua generada en el drenaje de la planta y por otro lado que desde ellos se pueda acceder fácilmente a la planta.

Se deberá realizar un balance de tierras que indique las distintas excavaciones y rellenos y el balance total.

#### **5.16 Servicios afectados y demoliciones**

El adjudicatario deberá redactar un anejo en el que queden reflejados todos los posibles servicios afectados por la construcción de la planta, lo cual incluye además de las parcelas ocupadas por



las plantas los viales de acceso, los pasillos por los que se construirán los anillos de media tensión, el entorno del Centro de Reparto y cualquier zona que potencialmente se puede ver afectada por las obras.

Se usará como base para la elaboración de este anejo el levantamiento topográfico a realizar por el adjudicatario, Planos VK del aeropuerto proporcionados por AENA y visitas de campo.

Se incluirá en este anejo la localización, disposición y espacio disponible de las galerías de servicios existentes en el aeropuerto.

Se creará un listado de servicios afectados con una nomenclatura específica que indique el tipo de servicio, su localización y un número identificativo. Se deberá identificar cuales de todos los servicios se verán realmente afectados y su posible reposición.

## **6. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR**

El adjudicatario deberá realizar un proyecto de detalle que deberá contar con los siguientes documentos:

Documento N°1 Memoria y Anejos

- Memoria Proyecto Constructivo
- Anejo 1 Antecedentes
- Anejo 2 Actas de reunión
- Anejo 3 Gestiones y coordinación con otros organismos
- Anejo 4 Normativa
- Anejo 5 Cumplimiento de la ley 31/07
- Anejo 6 Estado actual
- Anejo 7 Estado proyectado
- Anejo 8 Estudio topográfico
- Anejo 9 Estudio geotécnico
- Anejo 10 Estudio de reflexiones
- Anejo 11 Estudio de energía eléctrica generada
- Anejo 12 Cálculos eléctricos
- Anejo 13 Servicios afectados
- Anejo 14 Movimiento de tierras y drenajes
- Anejo 15 Edificios y estructuras
- Anejo 16 Vallado de seguridad
- Anejo 17 Pavimentos

- Anejo 18 Gestión de residuos
- Anejo 19 Escalabilidad
- Anejo 20 Costes de mantenimiento
- Anejo 21 Justificación de precios adoptados
- Anejo 22 Datos estadísticos
- Anejo 23 Programa de posible desarrollo de los trabajos
- Anejo 24 Cumplimiento de la normativa técnica
- Anejo 25 Gestión del cambio
- Anejo 26 Relación de colaboradores
- Anejo 27 Cumplimiento de servidumbres aeronáuticas
- Anejo 28 Estudio de seguridad y salud
- Anejo 29 Integración ambiental
- Anejo 30 Plan de formación
- Anejo 31 Materiales y equipos
- Anejo 32 Subvenciones I+D+i
- Anejo 33 Plan de mantenimiento
- Anejo 34 Estudio de seguridad operacional

#### Documento N°2 Planos

1. Situación y localización
2. Levantamiento topográfico.
  1. Estado actual
  2. Situación futura
3. Localización investigaciones geotécnicas
4. Demoliciones y desmontajes. Planta general.
5. Servicios afectados
6. Implantación general
7. Implantación general. Asociación de string
8. Esquema unifilar general campo solar
9. Esquema unifilar centro de inversores
10. Esquema unifilar Centro de Seccionamiento y Medida (CSM)
11. Canalizaciones y arquetas tipo
12. Detalle estructura soporte
13. Esquema control PSFV



14. Red de tierras. Planta general
15. Red de tierras. Detalles
16. Línea de evacuación. Planta general
17. Línea de evacuación y Acometida
18. Centro de control y mantenimiento
  1. Centro de control y mantenimiento. Implantación
  2. Centro de control y mantenimiento. Distribución y alzados
  3. Centro de control y mantenimiento. Revestimientos
  4. Centro de control y mantenimiento. Carpintería
  5. Centro de control y mantenimiento. Sección constructiva
  6. Centro de control y mantenimiento. Cimentación
  7. Centro de control y mantenimiento. Nudos
  8. Centro de control y mantenimiento. Alumbrado, fuerza y red de tierra
  9. Centro de control y mantenimiento. Caseta de bombeo
  10. Centro de control y mantenimiento. Subestación y transformador. Planta
  11. Centro de control y mantenimiento. Protección contra incendios
  12. Centro de control y mantenimiento. Geometría y secciones
  13. Centro de control y mantenimiento. Armado y detalles
  14. Centro de control y mantenimiento. Firmes
  15. Centro de control y mantenimiento. Saneamiento
19. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM)
  1. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Implantación
  2. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Distribución y alzados
  3. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Revestimientos
  4. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Carpintería
  5. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Sección constructiva
  6. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Cimentación
  7. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Nudos
8. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Alumbrado, fuerza y red de tierra
  9. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Caseta de bombeo
  10. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Subestación y transformador. Planta
  11. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Protección contra incendios
  12. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Geometría y secciones
  13. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Armado y detalles
  14. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Firmes

15. Centro de Seccionamiento y Medida (CSM). Saneamiento

- 20. Instalaciones auxiliares. Alumbrado perimetral
- 21. Instalaciones auxiliares. Esquema CCTV
- 22. Instalaciones auxiliares. Ubicación cámaras
- 23. Instalaciones auxiliares. Detalles
- 24. Instalaciones auxiliares. Red multiservicio
- 25. Instalaciones auxiliares. Nodo comunicaciones
- 26. Viales de servicio
- 27. Viales de servicio. Pavimentos
- 28. Drenajes
- 29. Vallado de seguridad
- 30. Caminos de obra
- 31. Integración ambiental
- 32. Servidumbres
- 33. Gestión de residuos
- 34. Estudio de seguridad y salud
  - 1. Estudio de seguridad y salud. Situación y localización
  - 2. Estudio de seguridad y salud. Localización centros de salud
  - 3. Estudio de seguridad y salud. Caminos de obra
  - 4. Estudio de seguridad y salud. Protecciones individuales
  - 5. Estudio de seguridad y salud. Protecciones colectivas
  - 6. Estudio de seguridad y salud. Señalizaciones de obra
  - 7. Estudio de seguridad y salud. Protección e instalación eléctrica
  - 8. Estudio de seguridad y salud. Instalaciones salud y bienestar

Documento N°3 Presupuesto

Documento N°4 Pliego de Prescripciones Técnicas

Documento N°4 Estudio de Seguridad y Salud

## 7. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

### 7.1 Características generales

Los módulos fotovoltaicos serán la base del sistema generador mediante su asociación en series y paralelos para generar la energía eléctrica en las condiciones de tensión e intensidad que necesitan los inversores.



El adjudicatario deberá diseñar la planta planteando la combinación de series y paralelos de los paneles que optimice el rendimiento de la planta de acuerdo a las características de los inversores.

Los módulos fotovoltaicos utilizarán células de silicio monocristalino de alta eficiencia para transformar la energía de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

## **7.2 Características técnicas**

Los módulos finalmente seleccionados deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas mínimas:

- Los módulos serán de tecnología silicio monocristalino célula partida PERC, con una eficiencia mínima del 20%.
- Opcionalmente el contratista podrá proponer módulos bifaciales.
- Contarán con marco de aluminio anodizado o acero inoxidable y una tensión de aislamiento de 1.500 V y contarán con protección ante climatología adversa de al menos 10 años.
- Los módulos tendrán una garantía de producto de al menos 10 años y mínimo una potencia del 80% a los 30 años con comportamiento lineal.
- El fabricante habrá suministrado módulos a 6 proyectos distintos en Europa y habrá sido financiado por 6 bancos distintos en los últimos 2 años.
- El fabricante tendrá como mínimo 10 años de experiencia contrastada en el sector fotovoltaico y tener un acumulado de más de 400 MW instalados en Europa.
- Todos los paneles de la planta serán del mismo fabricante y modelo, además de haber sido fabricados el mismo año de inicio de la obra o en su defecto el año previo al comienzo de la obra.
- Los módulos tendrán el marcado CE y una certificación de calidad de un organismo independiente reconocido ( TÜV Rheinland, PVEL).
- El fabricante garantizará que los módulos han sido fabricados con la misma lista de materiales y en la misma fábrica.
- El fabricante garantizará que el módulo esté libre de pérdidas por degradación inducidas por potencial (PID).
- Dado el entorno aeroportuario, se debe garantizar un coeficiente de reflexión por debajo del 5%. No obstante, este valor deberá cumplir con los resultados del Estudio de Reflexiones.

- Todos los módulos llevarán al menos 3 diodos de derivación para evitar el efecto punto caliente y una caja de conexiones con un nivel IP mínimo de 68.
- No se admitirán bajo ningún concepto módulos defectuosos ya sea el cristal roto, decoloración del EVA, soldaduras defectuosas, delaminación o cualquier tipo de desperfecto.
- Al ser un elemento que desarrollará toda su vida a la intemperie todas las partes del módulo, como el marco, la caja de conexiones, etc, tendrán una protección ante climatología adversa y corrosión por ambiente salino, amoniacado y arena.
- Los módulos estarán preparados para trabajar en un rango de temperaturas de -40° hasta 85° y humedad desde 0% hasta 90%.
- Los módulos irán anclados y sujetos a una estructura de acero galvanizado en caliente o protección equivalente la cual debe ser absolutamente compatible y capaz de soportar una carga de nieve 5.400 Pa y una carga de viento frontal de 2.400 Pa.
- El módulo debe llevar claramente visible y accesible una pegatina con el fabricante, modelo y la identificación individual para su monitoreo.

Contarán con la tecnología PERC, la cual consiste en añadir una capa adicional en la parte trasera de la placa solar que refleja parte de los fotones que consiguen pasar a través de la célula, aumentando la eficiencia total. Esta capa dieléctrica pasiva, con contactos de metal y agujeros realizados a láser, consigue que los electrones de la luz infrarroja no penetren hasta la capa de aluminio, sino que sean reflejados y permitan generar corriente entre la capa base y la emisora.

Gracias a esta tecnología se captan los electrones de la luz infrarroja con longitudes de onda larga. Normalmente estas longitudes de onda están más presentes cuando el sol incide con cierta inclinación, es decir durante las primeras y últimas horas del día o durante los días nublados con radiación baja. Con esta capa se aumenta la eficiencia de la célula y se reduce el calentamiento de las placas solares gracias a la reflexión de la luz infrarroja lo cual hace que no llegue a la capa de aluminio.

El circuito de células se laminará utilizando E.V.A. (acetato de etilen-vinilo) como encapsulante, en un conjunto formado por un vidrio templado en su cara frontal que proporciona resistencia a los agentes ambientales y aislamiento eléctrico. El laminado se encajará en una estructura de aluminio anodizado.

Las cajas de terminales con protección IP-68 estarán hechas a partir de plásticos resistentes a temperaturas elevadas y alojarán los terminales, las bornas de conexión y los diodos de



protección (diodos de by-pass). El marco dispondrá de varios agujeros para la fijación del módulo a la estructura soporte y su puesta a tierra en caso de ser necesario.

Dependiendo de la radiación solar, la temperatura de las células y el equipo al cual esté conectado, los módulos fotovoltaicos generarán una cierta corriente a un determinado voltaje, el producto de los cuales define la potencia generada del módulo. En la información técnica del módulo se deberá mostrar claramente las características I-V de cada modelo en función de la radiación solar y la temperatura de las células, así como sus características físicas.

### **7.3 Normativa**

- UNE-EN 50380:2003 Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50380:2018 Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50461:2007 Células solares. Información técnica y datos del producto para células solares de silicio cristalino.
- UNE-EN 62790:2015 Cajas de conexiones para módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 60904 Dispositivos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61701 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- UNE-EN 61730 Cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61215:2006 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 60891:2010 Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica i-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- UNE-EN 62805-2:2017 Medida de la transmitancia y reflectancia del vidrio.
  
- UNE-EN 61853 Ensayos del rendimiento de módulos fotovoltaicos (FV) y evaluación energética.
- UNE-EN 62716:2014 Ensayo de corrosión por amoníaco.
- UNE-EN 60068-2-68-1997 Ensayo ambiental polvo y arena.
- ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de calidad.
- ISO 14001:2015 Sistemas de gestión medioambiental.

### **7.4 Ejecución de las obras**

Para su instalación hay que seguir las siguientes recomendaciones de uso:

- Instalar el módulo sobre la estructura soporte mediante tornillería específica. Se recomienda instalar los módulos sobre la estructura fijándolos con sus correspondientes agujeros y por medio de un kit específico de tornillería. El marco del módulo nunca debe ser taladrado ni presionado con otro sistema de sujeción. Las cotas de los módulos se encuentran especificadas en las fichas técnicas de los mismos.
- El módulo se instalará de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo de las células y, consecuentemente, mejorar el rendimiento del módulo.
- El equipo deberá ser instalado y manejado sólo por personal cualificado.
- Los módulos se enviarán en cajas especialmente diseñadas para que estén debidamente protegidos durante el transporte. Se recomienda no sacarlos de ellas hasta el momento de la instalación.
- No dejar nunca un módulo en un sitio en el que no esté debidamente sujeto, pues si cae puede romperse el vidrio. Un módulo con vidrio roto nunca se usará.
- Utilizar el módulo únicamente para la función a la que está destinado. No desmontar el módulo o quitar cualquier parte, etiqueta o pieza instalada por el fabricante, incluyendo diodos de protección, sin autorización del mismo.
- No concentrar la luz solar sobre el módulo.
- Utilizar herramientas que estén debidamente revestidas con material aislante durante los trabajos con el módulo.
- Trabajar siempre bajo condiciones secas, tanto para el módulo como las herramientas.
- No instalar el módulo donde haya gases o vapores inflamables, ya que se pueden producir chispas.
- Evitar las descargas eléctricas al instalar, cablear, poner en funcionamiento o realizar el mantenimiento del módulo.
  
- Los módulos se conectarán en serie y paralelo entre ellos, para trabajar con seguridad el comienzo y el final del string se dejarán en abierto para trabajar sin tensión.
- No tocar las bornas mientras el módulo esté expuesto a la luz. Dotar la instalación de dispositivos de protección adecuados para impedir que pueda producirle una descarga de 30 o más voltios de corriente continua a cualquier persona. Cuando se conectan los módulos en serie, las tensiones se suman, y cuando se hace en paralelo es la intensidad la que suma. Por consiguiente, un sistema formado por módulos fotovoltaicos puede producir altas tensiones e intensidades, que constituyen un peligro añadido.



- Se podrán emplear tantos módulos en paralelo como admita el inversor al cual vayan conectados los mismos. Ahora bien, se deberá emplear un cable con sección adecuada para la conducción de la suma de corrientes generada por los módulos.

•

### 7.5 Sistema de desconexión rápida

Además cada módulo cuenta con un sistema de desconexión rápida a nivel de módulo para emergencias y mantenimiento. dispositivo de electrónica de potencia a nivel de módulo que permite un apagado rápido ("rapid shutdown") para cumplir con los requisitos del código de seguridad y empleable en situaciones de emergencia y de mantenimiento de la planta solar fotovoltaica. con capacidad para cortar el flujo de electricidad a nivel del módulo para que tanto de manera automática y en caso de necesidad o emergencia, los instaladores, personal de emergencias (bomberos, sanitarios, etc.) o técnicos de mantenimiento trabajen con una tensión reducida a niveles seguros. equipo compatible con las principales marcas de suministro de los distintos equipos intervinientes en plantas fotovoltaicas:

- compatible con la instalación y el inversor.
- desconexión por pérdida de comunicaciones o fallo (keep alive signal).
- desconexión por fallo en el inversor o ausencia de corriente alterna.
- desconexión por cortocircuito (sensor integrado).
- desconexión por sobre tensión y por sobreintensidad.
- desconexión remota.
- desconexión mediante botón/seta de emergencias junto al inversor o la stringbox, y en sala de control.
- compatible con los módulos, tensiones e intensidades diseñados.

Se propone un sistema de desconexión rápida por cada dos módulos.

## 8. ESTRUCTURA

### 8.1 Características generales

La planta solar se ubicará sobre el suelo mediante un sistema de estructura metálica hincada directamente al terreno o cimentada, los módulos fotovoltaicos estarán colocados con la inclinación óptima que calcule el adjudicatario y con orientación sur para maximizar la producción

anual de energía.

## **8.2 Características técnicas**

La estructura será de tipo monoposte o biposte hincada directamente en el suelo o cimentada, respetando todo lo dispuesto en la normativa de aplicación, en particular la Sección de Seguridad Estructural del Código técnico de la Edificación, incluyendo en el proyecto constructivo un estudio geotécnico del terreno y la realización de ensayos de hincado y extracción en la zona.

La estructura estará diseñada para soportar una carga ejercida por el viento de acuerdo al Eurocódigo y CTE, aplicable también a los módulos una vez anclados y fijados.

La estructura soporte será de tipo fijo, con sistema de anclaje tipo Hook sujetos mediante un tornillo antirrobo y una tuerca de perfiles de aluminio que a su vez se sujetarán sobre los perfiles tubulares de las correas.

La estructura estará compuesta por perfiles de acero galvanizado en caliente o protección equivalente y estará diseñada para soportar el peso de los módulos, sobrecargas por viento, sobrecargas por precipitaciones y permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones de garantía del fabricante.

En caso de galvanizado en caliente, todos los elementos de la estructura y sus uniones serán de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 1461.

La estructura estará diseñada para la orientación y el ángulo de inclinación especificados para obtener la máxima producción, además de tener en cuenta la facilidad del montaje o sustitución en caso de ser necesario.

La estructura y los elementos que la componen serán de acero galvanizado y contarán con una protección para corrosión por ambientes salino tropicales garantizando como mínimo 10 años de recubrimiento específico.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y de acuerdo a los métodos de sujeción homologados para el modelo concreto.

Si la estructura está construida con perfiles de acero laminado en frío cumplirá el CTE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.



Si la protección anticorrosión es de galvanizado en caliente tendrá un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto, un apartado justificativo de los puntos objetos de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) en especial la sección de Seguridad estructural (CTE.DB SE) y Seguridad Estructural Acero (CTE. SE-A), y demás normas aplicables.

Para la selección del perfil se contactará con una empresa suministradora de perfiles, que disponga de las instalaciones necesarias para hacer la simulación de carga de viento. Con estas cargas y el perfil diseñado se realizarán los ensayos de carga y tracción (Pull Outs). Para todos los cálculos se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

Peso propio: Es la carga producida por la gravedad en la masa de los elementos constructivos, teniendo en cuenta la masa del panel y cualquier elemento accesorio. Como la masa de dichos elementos no varía es una carga constante.

Viento: La acción del viento es una carga variable, principalmente se tendrá en cuenta la fuerza que se ejerza perpendicular al módulo. Se tendrá en cuenta el estándar Eurocode 1. Actions in structures. Part 1-4: General Actions. Wind loads y velocidad del viento según el CTE DB-SE AE. Se estimará la presión a todos los componentes de la estructura en direcciones transversal y longitudinal, o aquella que se considera más desfavorable. Se tendrán en cuenta los coeficientes que impone la norma.

Acciones térmicas: En el diseño de las estructuras y uniones se deberán considerar las acciones térmicas que pueda sufrir la estructura ante las variaciones de temperatura.

Precipitaciones: Es la carga que ejerce cualquier tipo de precipitación al posarse sobre el módulo o sobre la estructura, principalmente la nieve, que se calculará según el estándar Eurocode 1. Actions on Structures. Part 1-3: General Actions. Snow Loads y el CTE-DB-SE-AE Acciones en Estructuras.

Acciones sísmicas. Se estimará su repercusión según la norma NCSE-02. Norma de construcción sismorresistente

El cálculo de la estructura deberá realizarse con un software especializado (CYPE, SAP2000...).

Se aportará con el proyecto constructivo un estudio geotécnico del terreno.

En caso de solución por hincado, en las zonas donde el Nivel 0 contenga rellenos antrópicos con restos que puedan ocasionar problemas en el hincado se deberán excavar y limpiar los materiales que dificulten la hinca de los perfiles y transportar al vertedero autorizado.

### **8.3 Normativa**

Para la determinación de esfuerzos, dimensionado de secciones de los diferentes elementos o comprobación de armaduras de las estructuras se aplican las siguientes Instrucciones y Normas vigentes de obligado cumplimiento:

- CTE: Código Técnico de la Edificación. Ministerio de la Vivienda. (RD 314/2006):
  - CTE DB SE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.
  - CTE. SE-AE: Código técnico de la edificación. Acciones en la edificación.
- CTE. SE-C: Código técnico de la edificación. Cimientos.
  - CTE. SE-A: Código técnico de la edificación. Seguridad estructural. Acero.
- EN 1991-1 Euro code-Action on structures
- EN 1993-1 Euro code-Design of steel structures
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (R.D. 997/2002).
- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural (RD. 1247/2008).
- UNE-EN 10219-1:2007 Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino.
- UNE-EN ISO 14713 Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de cinc.
- UNE-EN ISO 10684:2006 Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente.
- UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

### **8.4 Ejecución de las obras**

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obra, se rechazarán todos los materiales que no cumplan las condiciones para su correcto funcionamiento.



Las superficies de las piezas en contacto deberán estar perfectamente limpias de suciedad o grasa. Las tuercas se apretarán con el paso nominal correspondiente. Los tornillos, tuercas y arandelas cumplirán lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación en cuanto a calidades y tolerancia.

No se admitirán más empalmes que los indicados en los planos, y precisamente en los sitios señalados en los mismos, en el caso de que no se indicara nada en los planos se consultará con la Dirección de Obra la posibilidad de realizar empalmes.

No se aceptará ningún material defectuoso con abolladuras, grietas o cualquier defecto, ya se haya producido durante la fabricación, transporte o instalación, siendo el fabricante o el adjudicatario del proyecto el responsable de su sustitución.

En caso de mecanizar alguna de las partes de la estructura este proceso ha de hacerse antes del galvanizado.

La instalación ha de realizarse de acuerdo con la legislación vigente aplicable a la misma y siguiendo los consejos que el fabricante proporciona. Hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

Los materiales se almacenarán en un lugar de acopio adecuado para que no sufran golpes o deformaciones que limiten su capacidad estructural o pérdida del recubrimiento de galvanizado.

Se instalarán en el lugar indicado específicamente en los planos.

El método de sujeción será el indicado por el fabricante y con la tornillería adecuada de acero galvanizado.

Una vez instalado la estructura al completo, se someterá a pruebas de extracción (Pull Out), al menos al 0,1% de las estructuras de la planta, verificando su correcto anclaje al terreno. Se entregará a Dirección de Obra un documento con imágenes de todas las pruebas de extracción.

Se verificará que todas las estructuras tengan la inclinación óptima y la altura correcta, valores especificados en el proyecto constructivo.

## **9. INVERSOR**

### **9.1 Descripción general**

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

Para el presente proyecto se recomienda una solución de inversores centrales de exterior de potencia 2.500-5.000 kVA que en una unidad paquete concentra el inversor, el transformador, las celdas de protección y los servicios auxiliares, si bien esta solución no es vinculante y es posible recurrir a otras soluciones mientras no se supera una potencia de 5.000 kVA por inversor. El adjudicatario deberá justificar la potencia y tipología del inversor seleccionado en base a los siguientes criterios:

- Relación de potencia menor o igual al 25% en relación a la potencia de cada subplanta. Es decir una avería de uno de los inversores no debe suponer una pérdida mayor del 25% respecto al total de la subplanta.
- Configuración de inversores que minimice las pérdidas, tanto en el propio inversor como en los circuitos de corriente continua.
- Tipología de inversor con futuro a corto y medio plazo en el mercado para descartar problemas de recambios o sustitución en el futuro.
- Estandarización de los equipos en la planta, evitando tener múltiples modelos que facilite contar con equipos de recambio en la propia planta.
- Fabricante de reconocido prestigio y amplia experiencia en el sector fotovoltaico.

## **9.2 Características técnicas**

Los inversores seleccionados cumplirán las siguientes prescripciones técnicas:

- Todos los inversores deben ser trifásicos y de una potencia nominal ajustada a la configuración de la planta de forma justificada contando con la aprobación del Director del Expediente.
- Se deberá tener en cuenta la tensión e intensidad máxima de entrada al inversor para el diseño del sistema de generación, ajustando el número de paneles en serie y en paralelo de la forma óptima, sin rebasar los valores máximos pero inyectando la mayor potencia posible al inversor.
- Para minimizar pérdidas en los circuitos de corriente continua la máxima, tensión de entrada del inversor deberá ser de 1.500 V CC.
- La potencia nominal total del inversor estará garantizada en el rango de - 10°C y 50°C de temperatura ambiente y desde 0 a 98% (sin condensación). Para temperatura de hasta 30°C, el inversor garantizará hasta el 5% más de potencia de funcionamiento.
- La potencia máxima de entrada admisible en CC será como mínimo un 25% mayor que la potencia nominal.



- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser como mínimo del 92% y 96% respectivamente.
- El inversor tendrá la última tecnología en conversión de energía para obtener la máxima producción posible, para ello el fabricante garantizará una eficiencia máxima del 98,8% y euro eficiencia del 98,5%.
- El fabricante tendrá experiencia contrastada en el sector fotovoltaico mínima de 10 años y 400 MW instalados en Europa.
- Para un fácil mantenimiento y accesibilidad en caso de avería, los inversores estarán preparados para su funcionamiento a intemperie con un nivel de protección mínimo IP54 de manera que no sea necesario una cubierta de hormigón o contenedor para su protección. No obstante se deberá contar con una envolvente adicional que también de una protección IP54.
- Cada inversor dispondrá de tecnología de seguimiento de máxima potencia instantánea de forma electrónica para su monitoreo y posible modificación a través del SCADA aunque podrá funcionar de forma automática.
- No se admitirá ningún inversor defectuoso siendo el fabricante o el adjudicatario del proyecto el responsable de su sustitución.
- El inversor contará con pantalla para control y monitorización y comunicación vía ethernet.
- Deberá contar con un número de entradas en CC suficiente para la configuración de string box de la planta.
- La frecuencia de salida será 50 Hz
- Tendrán factor de potencia ajustable a la salida, siendo posible llegar a 1 y garantizando un valor superior a 0,96 entre el 25% y 100% de la potencia nominal.
- Los inversores dispondrán de las señalizaciones necesarias para su correcta operación y protecciones contra sobretensión y sobreintensidad.
- Deberá contar con las siguientes protecciones en la entrada en CC:
  - Fusibles o interruptores-seccionadores en todas sus entradas en CC
  - Seccionador motorizado
  - Descargadores de tensión.
- Protecciones salida CA:
  - Protección magnetotérmica con interruptor motorizado
  - Descargador de tensiones.
- El conjunto de inversores contará con un sistema informático propio para su monitorización y control, tanto de los inversores como de los strings acoplados a los

mismos. Este sistema informático será integrable en el sistema de control de la planta. Todos los inversores tendrán los interfaces de comunicaciones necesarios para su correcta monitorización y control en el sistema de control. El protocolo de comunicación será Modbus o similar y compatible con el sistema de comunicaciones del Aeropuerto. Estarán programados para su conexión y desconexión automática y manual en caso de funcionamiento incorrecto.

- Los inversores tendrán un sistema de control de red que les permita sincronizar la forma de onda generada e inyectada en la red eléctrica. Se ajustará la tensión, fase y el sincronismo garantizando calidad de la energía entregada en todo momento en el punto de conexión.
- Los inversores no podrán funcionar en modo isla. Su integración en el sistema de control de la planta evitará que se de esta situación.
- Los inversores trabajarán en un rango de temperatura de -20º hasta 50º , con humedad de 0 a 100% sin condensación y a una altura máxima de 1000 metros sobre el nivel del mar sin sufrir pérdidas de potencia.
- Los inversores tendrán los filtros necesarios para garantizar una calidad de red cumpliendo la normativa vigente teniendo una tasa de distorsión armónica máxima del 2,5% para intensidad y 1% para tensión.
- Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambos serán certificados por el fabricante) y tendrán el marcado CE.
- Las pérdidas por conversión de energía representan una parte importante de la generación anual por lo tanto el consumo nocturno del inversor y en operación serán del 0,1% y 0,25% de la potencia nominal respectivamente.
- El inversor podrá regular la potencia reactiva inyectada por la noche cuando no hay generación fotovoltaica.

### **9.3 Normativa**

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 50524:2010 Informaciones de las fichas técnicas y de las placas de características de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 50530:5011 Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento



para la medida del rendimiento.

- UNE-EN 206006:2011 IN Ensayos de detección de funcionamiento en isla de múltiples inversores fotovoltaicos conectados a red en paralelo.
- UNE-EN 62116:2014 Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- UNE-EN 62109 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.
- UNE-EN 50178:1998 Equipo electrónico para uso en instalaciones de potencia.
- Procedimiento de Operación P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión.
- UNE 61000-6-5 Parte 6-5: Normas genéricas. Inmunidad para los equipos utilizados en entornos de centrales eléctricas y subestaciones.
- UNE 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes IP).
- UNE-EN 62920:2018 Sistemas de generación de energía fotovoltaica. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM) y métodos de ensayo para equipos de conversión de potencia.

#### **9.4 Ejecución de las obras**

Deberán respetarse todas las indicaciones marcadas por el fabricante en lo relativo a transporte, montaje, conexión eléctrica y puesta en servicio.

Todos los trabajos a realizar en el inversor sólo podrán ser llevados a cabo por personal técnico cualificado con formación adecuada.

Para la puesta en servicio y el manejo del inversor, el personal deberá estar familiarizado con el manual de instalación y el manual de instrucciones del Inversor. En especial, deberán tenerse en cuenta las indicaciones de seguridad.

Comprobar que el embalaje y el equipo estén libres de defectos y compruebe el envío con lo especificado en el albarán. Si el equipo está dañado o el volumen del envío no está claro se deberá poner en contacto con el fabricante inmediatamente. Los equipos sólo deberán almacenarse en espacios protegidos de polvo y humedad.

En caso de que los equipos deban instalarse en habitaciones y/o estaciones de hormigón en las que se forme humedad, deberán cerrarse las aperturas existentes en el edificio.

Sólo están permitidos los métodos de transporte que se indican en el manual de Instalación. Se

deberá tener en cuenta el peso considerable de los equipos y de las partes, así como el centro de gravedad, muy alto o descentrado. El centro de gravedad está indicado en el embalaje.

Deberán respetarse las condiciones de montaje indicados en el manual de instalación. Para el montaje deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Conductos para aire entrante y de salida separados de otros sistemas de ventilación para evitar la propagación de humo en caso de incendio.
- Pasillo de escape de anchura suficiente.
- Protección contra el ruido suficiente (vea datos técnicos).
- Indicaciones acerca de la compatibilidad electromagnética (vea datos técnicos).

Las instalaciones fotovoltaicas presentan algunas particularidades que pueden suponer un peligro adicional:

- Hay una fuente de corriente conectada. Esto supone que según el estado de funcionamiento puede haber tensión del generador fotovoltaico y del inversor central. Esto es importante sobre todo a la hora de desconectar partes de la instalación.
- Existen muy altas tensiones de CC (sin pasajes por cero) que en caso de falla o por manejo inadecuado de fusibles y/o conectores pueden causar arcos voltaicos.
- La corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico es solamente poco superior a la corriente máxima de servicio y además depende de la radiación solar. Esto significa que en caso de cortocircuito en la instalación, no está garantizado que se desconecten los fusibles.

La conexión eléctrica del equipo se debe realizar siguiendo las instrucciones de instalación y teniendo en cuenta el esquema de cableado y los datos técnicos del equipo.

Antes de comenzar trabajos en el Inversor deberá desconectar el equipo de la tensión fotovoltaica, de la tensión de red y del autoabastecimiento, así como asegurarlo contra la reconexión fortuita y comprobar que efectivamente no haya tensión. Estos trabajos sólo deben ser realizados por personal técnico cualificado que conozca el manejo de la instalación. Los cables se conectarán con terminales metálicos a las barras del inversor con la tornillería adecuada y el par nominal marcado por el fabricante. En caso de necesitarlo se colocará material aislante termo retráctil en los terminales para su aislamiento.

El inversor está equipado con varios ventiladores para su enfriamiento. Antes de realizar trabajos en los ventiladores se deberán tomar todas las medidas de desconexión especificadas para la



puesta en servicio, mantenimiento y reparación.

Los ventiladores y el elemento de potencia generan un nivel de ruido considerable. En caso de falla puede producirse un nivel acústico importante, por lo que se recomienda que en las inmediaciones del inversor se lleve un protector de oídos. Si se va a permanecer bastante tiempo en la sala técnica del Inversor es recomendable llevar un protector de oídos.

Inmediatamente después de desconectar el equipo determinados componentes pueden estar muy calientes (p. ei. los fusibles, el núcleo del transformador, el filtro senoidal y el disipador de calor). Asegúrese de llevar guantes protectores si va a trabajar en la proximidad de componentes susceptibles de calentarse mucho. Se recomienda el uso de guantes de seguridad para los trabajos en el equipo.

Para garantizar un funcionamiento seguro del inversor, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos en el lugar de su emplazamiento:

- Suelo firme (resistencia).
- Grado de protección del inversor / CEM / nivel acústico.
- Aireación, ventilación / temperatura ambiental admisible / calidad del aire / humedad del aire.

Los requerimientos de los diferentes tipos de inversores se encuentran en la documentación suministrada por el fabricante.

Para enfriar los inversores se requiere una cantidad adecuada de aire adicional. Para asegurar el funcionamiento seguro y un rendimiento de inyección superior se deben observar las temperaturas ambientales. El aire necesario es aspirado por las puertas del armario y evacuado por el tejado o la pared posterior de la unidad (según versión de Inversor). De esta manera es posible montar los equipos uno al lado del otro. En las ranuras de entrada de aire se encuentran filtros que depuran el aire aspirado.

Si el volumen de aire en el lugar de emplazamiento del Inversor no es suficiente, deberán tomarse medidas correspondientes para proveer más aire (rejillas, soplador, ventilador, etc.).

Si en el lugar de emplazamiento del Inversor la calidad del aire no satisface los requerimientos, el propietario deberá tomar las medidas adecuadas (p. ej. Filtros adicionales en la rejilla de aireación del edificio). Observar los requerimientos relativos a la calidad de aire, humedad relativa, volumen de aire fresco y las temperaturas ambientales admisibles. El calor (aire) de escape generado por el inversor debe ser evacuado para que no se supere la temperatura

ambiental máxima admisible y para que la sala no se caliente en exceso.

Esto puede conseguirse mediante la instalación de un canal de evacuación, etc. Dependiendo del tipo de Inversor el aire de escape se evacua por arriba o por detrás del inversor. El tipo de evacuación estará especificado en las "Condiciones de montaje Inversor". Si el tubo de evacuación sale por la parte trasera del inversor es posible evacuar el aire de escape directamente a través de la pared del edificio instalando una reja de intemperie. Entonces podrá montar el inversor directamente contra la pared abierta del edificio. Para ello deberá desmontar la protección de los dedos frente a las aberturas de los ventiladores e instalar un sellado o una toma de aire con marco y sellado. Fijar la toma de aire en la pared del edificio. El aire de escape del armario de CA y del armario de CC/inv. se debe evacuar del inversor por separado para evitar cortocircuitos térmicos.

Para la refrigeración del inversor deberán respetarse las cantidades de aire indicadas. Limpiar regularmente las entradas de aire y de la rejilla de ventilación.

Antes de instalar el conducto de aire deberá retirar la protección de los dedos de las aberturas de los ventiladores. El aire de escape de las diferentes unidades de armarios se debe evacuar del inversor por separado para evitar cortocircuitos térmicos.

## **10. CABLE RHZ1 AL 18/36 KV**

### **10.1 Características generales y normativa**

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras, ensayos de aceptación y forma de medición y abono para el cable de media tensión necesario en el transporte de la energía eléctrica de forma soterrada desde los centros de transformación hasta el Centro de Reparto. Deberá cumplir con las siguientes especificaciones y normativas:

- RD 223/2008, de 15 de febrero y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión de Unión Fenosa. Líneas conectadas a redes de Alta Tensión de  $U_n > 20$  kV (ES.0104.ES.RE.EIC).
- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 5: Cables aislados de tensión asignada superior a 18/30 kV y no superior a 38/66 kV, NSE-3-5,
- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 7: Dimensionamiento de cables de alta tensión, NSE-2-7,



- UNE HD 620: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8 /36 (42) kV inclusive.
- Ensayos de Media Tensión según IEC 60502-2, UNE-EN 60881 y HD 605

## **10.2 Características del cable**

### CONDUCTOR

El cable será unipolar de campo radial con conductor compacto. El conductor estará, obturado longitudinalmente mediante hilos y/o cinta higroscópica para impedir la penetración longitudinal del agua. Tanto el material del conductor como su sección serán estudiados en cada caso concreto, debido a los múltiples factores que pueden influir, así como el sistema de puesta a tierra. Se empleará cable de las siguientes secciones:

- Al 150 mm<sup>2</sup>
- Al 185 mm<sup>2</sup>
- Al 240 mm<sup>2</sup>
- Al 300 mm<sup>2</sup>
- Al 400 mm<sup>2</sup>
- Al 500 mm<sup>2</sup>
- Al 630 mm<sup>2</sup>

El empleo de secciones distintas que las indicadas, en el caso de que sea posible justificar su uso, sin comprometer la capacidad de transporte de la línea, será objeto de acuerdo entre el adjudicatario y AENA.

### AISLAMIENTO

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE), provisto de material bajo cubierta, que provoque la obturación longitudinal del agua y cubierta exterior de poliolefina

### PANTALLA METÁLICA

La pantalla será metálica y estará constituida por corona de alambres de cobre de 165 mm<sup>2</sup> de sección mínima, arrollados helicoidalmente. En cualquier caso, si es necesario se deberá aumentar esta sección para adaptarse a la corriente de cortocircuito prevista. Sobre esta pantalla se instalará un sistema de protección contra la penetración de agua constituido por una cinta semiconductor hinchable que garantice la estanqueidad longitudinal del cable. No se admitirán para realizar esta función el uso de polvos higroscópicos. Así mismo se dispondrá de barrera

transversal para la penetración del agua.

## CUBIERTA EXTERIOR

La cubierta exterior será extruida de poliolefina grafitada para poder realizar el ensayo de cubierta después de la instalación. Se admitirá la instalación de una película semiconductora para realizar esta función siempre que esté extruida junto con la cubierta. La cubierta será no propagadora de la llama (según UNE-EN 60332-1) y, en caso de incendio, no emitirá humos opacos (según UNE-EN 61034-1) ni gases ácidos (según UNE-EN 50267).

El marcado será por ejemplo para un cable unipolar de 30 kV. de 300 mm<sup>2</sup> de aluminio, con pantalla de cobre de sección 165 mm<sup>2</sup>: Fabricante, RHZ1- 2OL ( AS ) 18/36 kV. 1x300 KAL + H165.

### 10.3 Tensión asignada

El cable a utilizar tendrá una tensión nominal entre fases  $U_n$  de 30 kV, según lo indicado en la ITC-LAT-06.

### 10.4 Terminaciones

Los componentes de las terminaciones se ensayarán en fábrica antes de ensamblarlas en el cable. Serán totalmente secas, no admitiéndose ningún tipo de aceite aislante entre el elemento de control de campo y la envolvente exterior.

Las terminaciones estarán compuestas íntegramente (cuerpo interior y envolvente exterior), de material polimérico, preferentemente silicona reticulada a alta temperatura. En este último caso, la energía de cohesión de la silicona será superior a 400 KJ/mol y la medición de su hidrofobia dará como resultado un ángulo de contacto superior a 90° de forma permanente. Serán terminales de intemperie con aislamiento exterior polimérico, y línea de fuga no inferior a 25 mm/kV de la tensión más elevada de la red. Los terminales estarán compuestos por uno o varios tubos de control de campo o conos deflectores preformados, de alta constante dieléctrica, que distribuirán el campo eléctrico del cable a lo largo del terminal. La presión contra el cable se mantendrá mediante la memoria elástica de los materiales empleados, que será liberada mediante la aplicación de calor o por medio de alguna herramienta específica. Las partes metálicas expuestas a la intemperie, serán de aluminio. La conexión se realizará mediante pala de presión desplazada de cobre estañado, con taladro para M16 y ancho máximo 60 mm. La conexión se cubrirá con un capuchón de sellado.

### 10.5 Empalmes



Se deberá justificar la utilización de empalmes cuando la longitud del carrete pueda ser suficiente para el tendido de toda la línea. Los empalmes deberán proporcionar, al menos, las mismas características mecánicas y eléctricas del cable, manteniendo la estanqueidad total del cable a la penetración del agua, tanto radial como longitudinal. Los empalmes serán premoldeados o preformados en fábrica, no admitiéndose encintables ni premoldeados en campo, y sus componentes se ensayarán en fábrica antes de ensamblarlos en el cable.

### **10.6 Sistema de Puesta a Tierra**

El proyecto deberá incorporar un estudio detallado del sistema de puesta a tierra de la línea subterránea, en el que se hayan comprobado el correcto funcionamiento del mismo tanto en régimen permanente como en condiciones de falta.

### **10.7 Dimensionamiento del cable**

La sección del cable se calculará a partir de las necesidades de transporte de energía de los anillos de media tensión que conformen la PSFV. Puesto que existirán agrupaciones de distinta potencia será posible modificar y optimizar la sección del cable por agrupación siempre que se cumplan los parámetros mínimos que a continuación se indican.

La sección seleccionada será capaz de transportar toda la energía generada por la agrupación fotovoltaica correspondiente en caso de que una de las dos líneas del anillo quede anulada por una contingencia.

Para el dimensionamiento del cable se deberán cumplir los siguientes condicionantes:

Máxima intensidad admisible en régimen permanente: El cálculo de la máxima intensidad admisible se calculará de acuerdo a lo indicado por el Capítulo 6 de la ITC-LAT "LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS" o cualquier baremo específico del fabricante, siendo el más restrictivo de los dos el que se adopte para el cálculo de la sección. Este cálculo tendrá en cuenta la máxima temperatura del conductor, ampacidad en condiciones estándar según sección y aislamiento del cable y los factores de corrección según el tipo de agrupamiento de cables, tipo de enterramiento, profundidad, temperatura y resistividad térmica del terreno y temperatura del aire.

Máxima intensidad admisible en cortocircuito: El cálculo de la máxima intensidad admisible en cortocircuito se calculará de acuerdo a lo indicado por el Capítulo 6 de la ITC-LAT "LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS" o cualquier baremo específico del fabricante, siendo el más restrictivo de los dos el que se adopte para el cálculo de la sección.

Caída de tensión: La caída de tensión en una línea de media tensión de 30 kV no suele tener importancia salvo que su longitud sea elevada. Se deberá analizar por parte del proyectista su influencia si se obtienen valores superiores al 2%.

### **10.8 Ejecución de las obras**

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas. Las bobinas serán transportadas al lugar del tendido, cuidando que no sufran deterioros, ni sea dañado el cable contenido en las mismas. En las bobinas especiales que contengan longitudes >1100 m, la protección de los cables en las mismas se realizará de forma adecuada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

En caso de tener que almacenar las bobinas, no se apilarán de forma que las alas/platos de unas puedan clavarse en las duelas de las otras.

No se quitarán las duelas de protección o las protecciones especiales hasta el momento en que vaya a realizarse el tendido.

Las duelas se quitarán extrayendo las fijaciones del ala/plato de la bobina.

Antes de iniciar el tendido de un cable se comprobará la limpieza de las proximidades de la bobina y puntos por donde debe transcurrir el cable, con el fin de evitar posibles daños.

Antes de tender los cables por las canalizaciones, el Contratista procederá a la limpieza de los tubos, pasando cepillos de cerdas duras de forma que se garantice que no queden en el interior de los mismos, sustancias extrañas. Una vez realizada la limpieza se pasarán testigos o mandrinos para asegurar que los tubos no se encuentran aplastados.

Los cables se desenrollarán de la bobina estando estas sobre útiles apropiados que le permitan girar sobre su eje.

Se situará el personal necesario a lo largo del tendido, especialmente en las zonas más difíciles, como son las arquetas de cambio de dirección, con objeto de comprobar el correcto desplazamiento del cable.

Con objeto de facilitar el desplazamiento del cable dentro del tubo se permitirá el uso de productos como polvo de talco, siempre y cuando éstos no ataquen o dañen la cubierta exterior del cable.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales que pudieran



deteriorar la cubierta de protección y las tracciones exageradas.

El cable no estará sometido a radios de curvatura inferiores a los que se indican a continuación:

Durante la operación de tendido, el radio de curvatura será, al menos, de 15 veces el diámetro exterior del cable. Una vez colocado, el radio de mínimo de curvatura será de 10 veces el diámetro exterior del cable más el diámetro del conductor.

Durante la operación de tendido se empleará un dinamómetro de tiro continuo, con objeto de no superar la tensión de tiraje máxima recomendada por el fabricante.

Los cambios de dirección en las arquetas o cámaras se producirán sobre rodillos, con objeto de evitar radios de curvatura inferiores a los admisibles. Además se garantizará el empleo del número suficiente de rodillos para que la presión radial sobre el cable no sea superior a la máxima admisible y recomendada por el fabricante.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los cables para cada uno de los circuitos, estarán convenientemente señalizados en surecorrido, es decir, entrada y salida de tubo y en los pasos de muros, arquetas y en los puntos de conexión, de manera que sean fácilmente localizables. La identificación se realizará con bridas y placas rotuladas o similar indicando circuito y fase.

Los cables se instalarán en los conductos utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a tensiones ni rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

En las canalizaciones entubadas, una vez terminado el tendido de los cables, se procederá al taponamiento de todos y cada uno de los tubos ocupados que constituyen la canalización, de forma que se evite la entrada de roedores, aguas fangosas o materias extrañas por el interior de los mismos. El taponamiento se realizará con espuma de poliuretano tipo EP-750 y aplicador AMEP.

Una vez tendidos los cables por las canalizaciones enterradas, por bandejas o tubos, se protegerán las puntas de los cables con capuchones termo retráctiles hasta la ejecución de los terminales de 18/36 kV acodados en las celdas de 36 kV.

Cada una de las ternas que forman los circuitos de acometida estará separada en la bandeja, de otros circuitos o conductores, el espacio de un diámetro equivalente de la terna.

Las pantallas de los cables serán puestas a tierra en ambos extremos en cada celda de Alta Tensión y cuando la longitud del cable supere los 2.000 metros.

Los conductores de cada circuito estarán identificados a la entrada de las celdas de 36 kV, en el interior de las celdas debajo de los conectores acodados y en las arquetas. Esta identificación se realizará con manguitos termo retráctiles de los siguientes colores: verde para la fase R, amarillo para la fase S y marrón para la fase T.

### **10.9 Ensayos**

Una vez terminado el tendido e instalación de los empalmes y terminales, el cable será sometido a un ensayo de rigidez dieléctrica.

Antes de empezar la prueba, se asegurará que ambos extremos de los cables estén sueltos y aislados, de forma que la tensión aplicada no dañe al personal y a los aparatos.

La prueba será efectuada a la temperatura ambiente con corriente alterna y una curva sinusoidal de 25 a 100 ciclos ambos inclusive.

El valor de la tensión aplicada será el doble de la tensión nominal del sistema más 1000 voltios. La tensión irá aumentando gradualmente y mantenida al valor máximo durante 1 minuto.

Después de aplicada la tensión de prueba, se medirá la resistencia de aislamiento entre conductores y entre éstos y la pantalla. El valor mínimo de la resistencia de aislamiento será de 18 M $\Omega$  como mínimo.

Una vez finalizada la prueba, y conectado el cable, se comprobará la adecuada conexión a tierra de las pantallas.

Se inspeccionará la cubierta de los cables, los posibles daños mecánicos, en los puntos donde los cables salen de los tubos.

Se indicará en los cables de 18/36 kV la fase a la que pertenecen y el circuito, identificando con colores:

- Fase R o U o "0": Verde
- Fase S o V o "4": Amarillo
- Fase T o W o "8": Marrón.

Ensayos individuales:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.



- Ensayo de tensión del aislamiento.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tensión de la cubierta exterior Spark-Test.
- Ensayos especiales (Sobre una muestra)
- Examen del conductor
- Control dimensional

## 11. CABLES DE BAJA TENSIÓN

### 11.1 Consideraciones generales

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras y ensayos de aceptación para los cables de baja tensión necesarios en el transporte de la energía eléctrica en baja tensión:

- Cable XZ1FA3Z-K de forma soterrada desde las string box hasta el cuadro de entrada al inversor. Este cable también se utilizará cuando la conexión entre paneles para generar un string se realiza con cable enterrado.
- Cable ZZ-F para conexión entre series de paneles y string box en bandejas adosadas a las estructuras. Cuando este tipo de conexión necesite ser soterrada se recurrirá al cable anterior.
- Cable RHZ1 para suministro a los servicios auxiliares de las plantas desde los cuadros de servicios auxiliares (iluminación, CCTV, sensores meteorológicos...), siempre de forma soterrada

El cableado incluirá el tendido por canalización, tubo, pared, zanja o tendido aéreo, el conexionado y encintado a las bornas de paso correspondientes y aparatos o aparellaje, así como los empalmes en columnas y acometidas, numerado e identificado y agrupado mediante bridas de poliamida según circuitos.

### 11.2 Normativa

Deberán cumplir con las siguientes especificaciones y normativas:

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT) según RD 842/2002
- Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica-Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE

- AENOR Norma EA 0038
- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 6: Cables para redes de baja tensión, NSE-3-6, Ed. 1.( DIN/DNM/PMSE/NSE-3-6-01/05)
- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 8: Dimensionamiento de cables de baja tensión, NSE-2-8,
- EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos
- IEC 62930 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos con voltaje 1,5 kV DC

### **11.3 Cable XZ1FA3Z-K Cu (0,6/1 kV)**

#### Características del cable

- Nivel de aislamiento: 0,6-1 kV AC / 1,8 kV DC
- Denominación UNE: XZ1FA3Z-K (AS)
- Conductor: Cobre flexible, clase 5, según UNE 21022 para servicio fijo (-k)
- Temperatura máxima 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito
- Sección mínima: 10 mm<sup>2</sup>
- Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE (X)
- Asiento de armadura: Poliofelina libre de halógenos (Z1)
- Armadura: Fleje corrugado de Al (FA3)
- Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z), color negro

El cable deberá ser resistente a la acción de los roedores.

Cumplirá con las siguientes normativas y ensayos:

- No propagación de la llama según EN 60332-1-2
- No propagación del incendio según EN 50399
- Libre de halógenos según EN 60754-2
- Reducida emisión de gases tóxicos según EN 60754-2
- Baja emisión de humos según EN 50399
- Baja opacidad de humos según EN 61034-2
- Nula emisión de gases corrosivos según EN 60754-2
- Baja emisión de calor según EN 50399
- Resistencia a temperaturas extremas según IEC 60811-1-4
- Resistencia a rayos ultravioleta según HD 605-2-4



- Resistencia al Ozono según IEC 60811-2-1
- Resistencia a la absorción del agua según IEC 60811-1-3

#### **11.4 Cable ZZ-F Cu (0,6/1 kV)**

Características del cable

- Nivel de aislamiento: 0,6-1 kV AC / 1,8 kV DC
- Denominación UNE: ZZ-F
- Conductor: Cobre flexible, clase 5, según UNE 21022 para servicio móvil (-F)
- Temperatura máxima 90°C en servicio permanente, 250°C en cortocircuito
- Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
- Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z), color negro

Cumplirá con las siguientes normativas y ensayos:

- No propagación de la llama según EN 60332-1-2
- Libre de halógenos según EN 60754-2
- Baja opacidad de humos según EN 61034-2
- Nula emisión de gases corrosivos según EN 60754-2
- Resistencia a temperaturas extremas según IEC 60811-1-4
- Resistencia a la absorción del agua según IEC 60811-1-3

#### **11.5 Dimensionamiento del cable**

La sección del cable se calculará a partir de las necesidades de transporte de energía desde los string box que reúnan varias series de módulos fotovoltaicos hasta cada una de las entradas del inversor. Puesto que existirán agrupaciones de distinta potencia será posible modificar y optimizar la sección del cable por agrupación siempre que se cumplan los parámetros mínimos que a continuación se indican.

Para el dimensionamiento del cable se deberán cumplir los siguientes condicionantes:

- Máxima intensidad admisible en régimen permanente: El cálculo de la máxima intensidad admisible se calculará de acuerdo a la ITC-BT-07 "Redes subterráneas para distribución en baja tensión" del REBT según RD 842/2002 o cualquier baremo específico del fabricante, siendo el más restrictivo de los dos el que se adopte para el cálculo de la sección. Este cálculo tendrá en cuenta diversos factores: tipo de aislamiento, máxima

temperatura del conductor, ampacidad en condiciones estándar según sección y aislamiento del cable y los factores de corrección según el tipo de agrupamiento de cables, tipo de enterramiento, profundidad, temperatura y resistividad térmica del terreno.

- Máxima intensidad admisible en cortocircuito: El cálculo de la máxima intensidad admisible en cortocircuito se calculará de acuerdo a lo indicado en el apartado correspondiente de la ITC-BT-07 “Redes subterráneas para distribución en baja tensión” del REBT según RD 842/2002 o cualquier baremo específico del fabricante, siendo el más restrictivo de los dos el que se adopte para el cálculo de la sección.
- Caída de tensión: La caída de tensión se calculará desde la conexión de los módulos fotovoltaicos hasta la entrada al inversor y no deberá sobrepasar un valor máximo del 1,5% según el “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red” para instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica del IDAE.

### **11.6 Ejecución de las obras**

No se admitirán empalmes intermedios en los cables.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

No se curvarán los cables con radios inferiores a los recomendados por el fabricante. Tampoco se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando éstos demasiado fríos, debiendo, por lo menos, permanecer doce horas en almacén a 20 grados centígrados antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los aislamientos de la instalación deberán ser los reglamentados en función de la tensión del sistema.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación, estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o en tubos, según los sistemas previstos en la instalación.

Las secciones serán las indicadas en el Proyecto. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por el Director de Obra.



Se utilizarán colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponde y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello, se utilizarán cinta aislante, etiquetas y otros elementos de identificación adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

En general, para la instalación de conductores se seguirán las normas indicadas en la el reglamento de baja tensión y la norma UNE 20.435.

### **11.7 Ensayos**

Serán realizados los ensayos normalizados, mencionados a continuación, de acuerdo a las prescripciones descritas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El contratista pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra los acopios de materiales para comprobar que éste corresponde al tipo y fabricante aceptados y que cumplen las Prescripciones Técnicas correspondientes.

El resultado de los ensayos y mediciones serán firmados por el representante de la Administración o Propiedad, la Dirección de Obra y el Contratista.

Los ensayos y pruebas necesarias para comprobar la calidad de los materiales se realizarán a cargo del Contratista, siendo encomendados a un Laboratorio Oficial acordado previamente por la Dirección de Obra. Se tomará una muestra del material considerado, y si los resultados no cumplen las condiciones exigidas, se tomará el cinco por ciento (5%) del total de unidades que se prevé instalar, rechazándose si no se ajustasen todas las unidades a las condiciones exigidas.

Los ensayos a realizar son:

Medida de la resistencia óhmica de los conductores.

- Ensayo de tensión.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Ensayo de envejecimiento.

- Ensayo de propagación a la llama.
- Ensayo de resistencia a la humedad.
- Ensayo de tensión a impulsos.
- Ensayo de la tg.
- Prueba de características químicas.
- Ensayo de dobladura.
- Ensayo de medida de ángulos de pérdida.
- Verificación de la temperatura de funcionamiento.

## **12. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

### **12.1 Consideraciones generales**

El presente capítulo define las características de las canalizaciones enterradas para los cables eléctricos y de comunicaciones de la planta fotovoltaica.

De manera general se deberán seguir los siguientes criterios:

Las canalizaciones deberán proteger la integridad de todo el cableado de la planta fotovoltaica. Las zanjas discurrirán paralelos a los viales centrales de cada agrupación, minimizando los cruces, únicamente para acometer a los inversores.

En todos los trazados de cableado se deberán utilizar canalizaciones con tubos de polietileno de alta densidad corrugado PEAD enterrados y debidamente protegidos excepto en la interconexión entre series de paneles y conexión con las string box que se realicen a lo largo de las estructuras, en los que se podrá recurrir a bandejas.

La canalización deberá estar protegida mediante hormigón H-20 frente al paso de vehículos en todos aquellos tramos que sea necesario por cruce o paralelismo con viales. Se considerará como cruce protegido el cruce con las calles transversales que recorren la planta entre filas de estructuras pues por ellas podrá acceder un vehículo para labores de mantenimiento, reparación o montaje.

Para determinados tramos de las líneas de de 30kV se podrá acordar con AENA el uso de las galerías de servicio del aeropuerto si es técnicamente viable.

El trazado de las canalizaciones deberá evitar en lo posible el cruce con otros servicios y en caso de producirse deberán cumplir con la normativa del presente pliego o aquella vigente para la compañía del servicio afectado.

Se plantearán zanjas con 2, 4, 6, 8 ó 10 tubos, existiendo siempre 1 ó 2 tubos de reserva.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección y para facilitar la manipulación de los



cables, se dispondrán arquetas con tapa registrables. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. También se incluirán arquetas registrables en los cruces con viales y las acometidas a string box, inversores, centro de transformación o subestaciones.

Se distinguirán los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas en baja tensión para interconexión de series de paneles con string box: Entubados bajo tubo PEAD de 63, 75, 90 ó 110 mm de diámetro.
- Canalizaciones enterradas en baja tensión para conexión de string box con inversores. Entubados bajo tubo PEAD de 200 mm de diámetro.
- Canalización enterrada para interconexión en media tensión de los centros de inversores y de estos con el Centro de Reparto kV. Entubados bajo tubo PEAD de 200 mm.
- Red de tierras: en terreno natural directamente enterrado; en cruce de camino bajo tubo de 50 mm de PEAD y con protección mediante hormigón HM-20.
- Red de comunicaciones: El cableado de fibra óptica se tenderá en tubo PEAD de 63 mm de diámetro paralelo a la canalización eléctrica.

Los diámetros anteriores son orientativos, pudiendo el proyectista plantear secciones mayores o menores siempre que se cumplan los criterios de ocupación presentes en el presente pliego.

## **12.2 Normativa**

Tanto el material empleado en las canalizaciones como su disposición a la hora de la ejecución deberán cumplir con las siguientes especificaciones y normativas:

- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 17: Canales y tubos, NSE-3-17.
- AENA: Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 6: Prescripciones relativas a instalación y montaje de equipos y materiales. Sección 7: Criterios de montaje e instalación de canalizaciones eléctricas, NSE-6-7.
- NORMA UNE EN 50086-2-4: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 2-4: Requisitos particulares para sistemas de tubos enterrados.
- RD 223/2008, de 15 de febrero y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT

01 a 09. ITC-LAT-06 “Líneas subterráneas con cables aislados”

- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT) según RD 842/2002. Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21

### 12.3 Criterio de ocupación

El criterio para la ocupación de los tubos destinados a las canalizaciones y de los que depende el diámetro de los tubos así como su cantidad se calculará de acuerdo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 842/2002, en la ITC-BT-21 Tabla 9, en caso de más de 10 conductores u otras secciones se debe verificar que la superficie disponible por un tubo será al menos 4 veces la superficie ocupada por los conductores.

Como medida para favorecer la instalación del cableado, se ha establecido como criterio que la superficie disponible del tubo para el cálculo sea el 70% de la nominal. Se deberá contar con 1 o 2 tubos de reserva.

### 12.4 Materiales

Se empleará tubo de PEAD de espesor normalizado. Resto de pequeño material para fijación, uniones, etc.

Deberán cumplir con lo dispuesto en las normas de AENA y en la norma UNE-EN 50086-2-4 y será obligación de los Contratistas mostrar el certificado de calidad de los mismos cada vez que sea necesaria una obra de introducción de subconductos.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,1 a 0,25 m por encima del tubo más superficial.

Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	450N
Resistencia al impacto	NA	Ligero
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1\text{mm}$



Resistencia a la penetración de líquidos	7	Protegido contra los efectos de una inmersión temporal
Resistencia a la tracción	0	No declaradas
Resistencia a la propagación de llama	0	No declaradas
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declaradas

*Tabla 5: Características mínimas canalizaciones*

Los tubos serán de plástico corrugado para canalizaciones de redes subterráneas.

Los tubos se entregarán en obra sobre pallets en largos de 6 m, equipados con sus correspondientes boquillas.

Los accesorios para unión de los tubos serán de acuerdo con la recomendación del fabricante de los tubos.

Tapones para sellado de tubos de polietileno vacíos: Serán de polietileno de alta densidad.

Hormigón: Para la formación del prisma en el que quedarán incluidos los conductos se utilizará un hormigón tipo HM20. El hormigón se realizará con cemento II-Z/35A (PA-350) y el árido tendrá un tamaño máximo de 20 mm. La consistencia del hormigón será blanda en el momento de su vertido a fin de permitir una fácil penetración en toda la sección con ayuda de una compactación por apisonado.

Alambres guía: Serán de acero galvanizado y plastificado con un diámetro no inferior a 3 mm.

Sistemas de empalme de tubos: No se permitirán empalmes de tubos en las canalizaciones, salvo en casos excepcionales y siempre con la aceptación de la Dirección de Obra. Serán los adecuados a cada modo de instalación, preferiblemente con manguito de polietileno roscado.

## 12.5 Ejecución de las obras

Partiendo de las correspondientes arquetas de derivación, se dispondrá tendido en zanja hasta llegar a la siguiente arqueta de derivación. Irán colocados de forma estable y con una separación de los extremos de la zanja de 0,1 m.

Los tubos descansarán sobre suelo ya preparado, a una profundidad mínima de 0,80 m. medida hasta la parte superior de los mismos.

Los tubos deben dejarse con hilo-guía en su interior, para facilitar el posterior tendido de cables (por técnicas manuales con cabestrante), acometidas o subconductos.

Las ubicaciones de las canalizaciones en las que se disponga cableado de comunicaciones, fibra óptica y alimentación se indicarán con una banda de comunicaciones.

En las canalizaciones troncales se introducirá “Hilo Plynox” para la fácil detección de la ubicación y la profundidad de la canalización.

Un aspecto general a considerar es que previamente y durante la realización de los trabajos de apertura de zanjas se adoptarán las precauciones necesarias para evitar daños y perjuicios a personas o propiedades y reducir al mínimo las molestias derivadas de la construcción. A estos efectos se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

La superficie afectada por la excavación será la mínima necesaria.

La señalización de las obras será la precisa para garantizar la seguridad del tráfico. Se procurará que la circulación peatonal y de vehículos sufra la menor interrupción posible.

Se deberá comprobar antes de iniciar la excavación la presencia de otros servicios a fin de evitar daños y accidentes. Deberá constatarse la inexistencia de gases en la excavación.

En el caso de cruces y paralelismos con otras conducciones enterradas deberá preverse la distancia mínima de separación entre el prisma de hormigón y dichas conducciones, definida en el presente pliego.

Para la realización de los trabajos de excavación se tendrá en cuenta el siguiente proceso:

### **Replanteo**

La situación y trazado de las canalizaciones es aproximada. Previamente a la ejecución de la obra el Contratista deberá realizar un replanteo poniendo especial atención a cualquier posible interferencia. En el caso de que se detectaran interferencias, el Contratista deberá proponer una solución, que podría ser ejecutada una vez aprobada por el Director de Obra.

### **Reconocimiento previo**

Para investigar la posible existencia y situación de otros servicios, se podrán utilizar equipos de detección de conductos enterrados.

Asimismo, siempre que se considere preciso, ya sea por no conocerse con precisión la existencia o situación de otras canalizaciones o por carecer de datos fiables sobre la naturaleza del suelo, se practicarán catas de prueba para asegurarse en lo posible de que la construcción puede hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos y evitar innecesarias excavaciones.



Estas catas se realizarán en los siguientes puntos:

Donde se hayan de construir las arquetas.

En los puntos intermedios del trazado en que se considere necesario.

Las catas, como mínimo, se realizarán con dimensiones que sobrepasen los bordes y fondo de las excavaciones previstas en 30 cm.

A la vista de los resultados obtenidos, se realizarán las modificaciones precisas en el trazado y/o diseño de la obra proyectada, para mejorar el grado de viabilidad de la misma.

La apertura de las catas precederá inmediatamente a la construcción de la obra, a no ser que circunstancias particulares o de redacción del proyecto aconsejen adelantarla.

### **Separación con otros servicios**

Las instalaciones de cables subterráneos de AT deben cumplir las condiciones que puedan imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

Paralelismo. Es el caso cuando la canalización discurre sensiblemente paralela a la de otros servicios, pudiendo ser tanto en sentido horizontal como vertical. La separación mínima requerida será la siguiente:

Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE-EN-50.086.2.4.

Cables de telecomunicaciones: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE-EN-50.086.2.4.

Canalizaciones de agua, gas, etc. 25 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso

normal según se establece en la norma UNE-EN-50.086.2.4.

Canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar): 100 cm.

Cruces. La separación mínima requerida será la siguiente:

Calles y carreteras: Los cables se colocarán en el interior de tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,50 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial

Líneas de alta o baja tensión: 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE-EN-50.086.2.4. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.

Con cables de telecomunicación: 25 cm. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales resistentes a la propagación de la llama, con una resistencia a la compresión de 450 N y una energía de impacto para uso normal según se establece en la norma UNE-EN-50.086.2.4. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.

Canalizaciones de agua, gas, etc.: 25 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.

Conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de una adecuada resistencia mecánica.

Depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

### **Dimensiones de la zanja**

La zanja tendrá unas dimensiones mínimas que cumplan con los siguientes criterios:

La profundidad mínima será de 0,8 m, medida hasta la parte superior de los cables.

La separación mínima de los tubos al extremo de la zanja será de 0,1 m.

Separación mínima entre tubos de 0,05 m.



Separación mínima de los tubos al fondo de la zanja de 0,05 m.

### **Trazado de la zanja**

El emplazamiento de la canalización y de las arquetas deberá ajustarse en principio, a lo indicado en los planos de la obra.

Se señalará sobre el terreno, mediante algún procedimiento adecuado y previamente a cualquier excavación, el trazado de la zanja y la ubicación de las arquetas, con objeto de evitar excavaciones y roturas de pavimento erróneas.

Como norma general, se procurará que sea recto el trazado de cada sección de canalización, dejando, por tanto, que los cambios de dirección se tomen en las arquetas. Caso de no poderse hacer así, las curvas deberán realizarse con el mayor radio de curvatura posible ( $R=5\text{ m}$ ).

A veces es imprescindible variar, pese al replanteo y a las catas de prueba, el trazado de la canalización, debido, la mayoría de los casos a las siguientes circunstancias:

Para salvar obstáculos o instalaciones, cuando éstas no puedan ser desviadas o no se obtenga para ello el correspondiente permiso de la entidad propietaria de dichas instalaciones, preceptivo en todos los casos.

Para evitar el emplazamiento de arquetas en sitios en que los trabajos posteriores puedan dificultar la circulación de vehículos.

Estas variaciones en el trazado se estudiarán cuidadosamente y se resolverán únicamente por el personal capacitado para ello, teniendo en cuenta los condicionantes existentes. En el caso de que dichas variaciones supongan una redefinición técnica del proyecto, el estudio de las mismas será de la exclusiva competencia del Contratista.

### **Pendiente de la zanja**

El fondo de la zanja se procurará que vierta hacia las arquetas.

Se respetará la distancia establecida entre la cara superior del prisma y la superficie vista del pavimento o terreno.

### **Excavación**

Los trabajos de rotura de pavimentos cuando sea preciso en zonas urbanizadas se efectuarán de acuerdo con las disposiciones expresas de los Ayuntamientos correspondientes y demás organismos oficiales, incluso en lo referente a extensión de la zona demolida, nivel de ruidos,

etc.

Sólo se levantará la superficie de pavimento estrictamente necesaria y los bordes deben presentar un perfil uniforme.

Los adoquines, bordillos, piezas de hormigón o cualquier otro elemento, del pavimento o no, que por su valor deba conservarse, haya o no de reinstalarse, se levantará de la forma más cuidadosa posible para evitar su deterioro. Estos elementos se apilarán ordenadamente dentro del área limitada por las vallas de balizamiento, hasta el momento de su empleo o traslado.

En parques y jardines convendrá ponerse de acuerdo con el encargado de los mismos sobre el modo de lograr el máximo aprovechamiento de la vegetación afectada. Se levantará la hierba de manera que pueda ser útil para colocarla de nuevo después de cerrar la zanja.

La rotura de los pavimentos se realizará por medios mecánicos o manuales que produzcan un corte lo más limpio posible y adaptándose a las medidas que implica la obra a realizar.

Por regla general, la longitud de zanja a ser excavada en una jornada de trabajo vendrá determinada por la situación de la misma, carácter del suelo y las condiciones de tráfico. Se debe excavar solamente la zanja necesaria para el trabajo de la jornada y, si es posible, rellenar la sección excavada en el mismo día; pero siempre con la limitación de que debe haberse abierto y nivelado la totalidad de zanja entre dos arquetas antes de empezar a colocar los conductos. En casos excepcionales de especial dificultad o por imposición de los Organismos Competentes, no se podrá cumplir esta limitación, debiéndose prestar entonces especial atención a las investigaciones y catas para prevenir posibles obstáculos que invalidarían la parte ejecutada de la sección en construcción.

Las tierras aprovechables para relleno se dejarán, si ello es posible, en la propia obra; en caso contrario, se llevarán a una zona de acopios lo más próxima posible, desde la que, en su momento, se traerán a la obra para su utilización.

Tanto para tierras que van a ser transportadas a vertedero o zona de acopios, como para tierras que van a dejarse en la obra para su posterior utilización en el relleno de la zanja, podrán utilizarse contenedores metálicos transportables que pueden ser aparcados junto a la obra de modo que no entorpezcan la circulación, señalizándolos y conservándolos adecuadamente. El uso de estos contenedores será preceptivo allí donde lo exija el organismo oficial correspondiente y su modelo será alguno de los aceptados por dicho organismo.

Las zanjas deberán estar debidamente señalizadas y con barreras que impidan la caída de



personal a las mismas.

### **Entibaciones, sostenimientos y consolidaciones**

Siempre que la seguridad de los trabajos o la tecnología a emplear lo aconsejen, se aplicarán medios de sostenimiento adecuados y suficientemente sancionados por la experiencia. En general, se procurará que la zona donde se haya de ubicar el prisma de conductos o la obra a realizar quede exenta de entibaciones o elementos fijos que obligarán a aumentar la anchura de las excavaciones.

### **Drenajes**

Durante la ejecución de excavaciones en presencia de agua, se mantendrá un control de la misma mediante achiques que, no comprometiendo la estabilidad de la excavación, posibiliten la realización de los trabajos en condiciones admisibles.

La excavación se realizará de forma que mediante el auxilio de drenes provisionales granulares o de tubería, las aguas se encaminen por sí solas a los puntos de achique o evacuación, sin circular a través de las zonas a hormigonar hasta el completo fraguado de los morteros y hormigones.

Cuando exista la posibilidad de dotar a la obra de un desagüe permanente, se cuidará especialmente que la disposición adoptada para el mismo no pueda producir arrastres o erosiones peligrosas para las obras. Por esta causa no se dispondrán drenajes definitivos sin aprobación por parte del personal competente.

### **Limpieza de la zanja**

Inmediatamente antes de la construcción de la canalización deberá procederse a un cuidadoso acondicionamiento y limpieza de la zanja, con el fin de evitar que la presencia de piedras u objetos extraños pueda producir posteriormente daños a los tubos de la canalización.

Podrá, asimismo, ser necesario efectuar un "perfilado" de la zanja, para eliminar las irregularidades o pequeños defectos de trazado que hubieran podido quedar en el fondo o paredes de la zanja, en especial si se trata de excavaciones en roca. El fondo de la zanja deberá dejarse uniforme, compacto y libre de aristas vivas, cantos o piedras, apisonándose dicho fondo en aquellas zanjas o tramos que presenten aspecto disgregado. También se apisonarán para compactarlas las pequeñas aportaciones de tierra o arena que fuesen necesarias para rellenar huecos.

### **Colocación de conductos en la zanja**

Previo a la colocación de los tubos se tenderá una cama de arena limpia y suelta de no menos de 5 cm, sobre la que se situarán a continuación los tubos, empleando soportes separadores cada 2m a fin de conseguir que la separación entre tubos en los tramos que estos van hormigonados para su protección.

Una vez colocados los tubos en su posición, la unión de los mismos se realizará mediante el uso de los accesorios recomendados por el fabricante.

Deberá evitarse pisar los tubos durante la fase de formación de conductos. No obstante, si algún tubo resultara dañado deberá ser retirado y sustituido, admitiéndose la reparación sólo si el proceso garantiza un resultado correcto a juicio del Director de Obra.

En la ubicación de los tubos en la zanja, éstos deberán disponerse perfectamente alineados y nivelados.

### **Relleno**

Una vez listo el fondo de excavación, liso y libre de aristas vivas, cantos, piedras, sobre el mismo se colocará una primera cama de arena limpia y suelta de no menos de 5 cm. Después de tender los tubos sobre esta primera capa se procederá a incorporar más arena hasta cubrirlos en su totalidad, alcanzado como mínimo 10 cm de arena sobre los mismos. Sobre esta capa de arena se instalará una banda de protección con placas de material plástico, sobre la cual se procederá a realizar el relleno del resto de la excavación con material seleccionado de la propia excavación, quitando los escombros y piedras. Este relleno se compactará por tongadas y se incluirá una banda de señalización plástica de presencia de cables eléctricos.

### **Hormigonado**

En los tramos donde la canalización va hormigonada para su protección, una vez formados los conductos de una sección de conducción se colocará el encofrado lateral con las dimensiones necesarias, que deberá ser estanco para evitar la pérdida de lechada, y sujetarse a las paredes de la zanja de forma que no se produzcan desplazamientos durante el hormigonado.

El vertido del hormigón deberá realizarse de manera que los tubos no sufran roturas ni deformaciones. Para ello se tomarán las debidas precauciones, y entre ellas las siguientes:

Se evitará el vertido directo de la masa de hormigón sobre los tubos de PE a fin de no producir roturas ni desplazamientos. Para ello se utilizarán canaletas que dirijan la caída del hormigón a los espacios vacíos.

Se extenderá el hormigón en varias capas horizontales a fin de garantizar el llenado de huecos entre el fondo de la zanja y los tubos, entre tubos, entre tubos y pared, y entre tubos y encofrado. La compactación del hormigón se hará de forma cuidadosa tratando de no dañar los tubos y de facilitar el relleno de espacios libres con la masa.

El proceso de hormigonado se realizará completando el prisma en una determinada longitud, evitando la formación de juntas horizontales y evitando que la capa de hormigón situada por encima de los tubos produzca deformaciones en los tubos.

### **Terminación de conductos**

Una vez endurecido el hormigón y antes de efectuar el relleno de la zanja se deberán llevar a cabo pruebas en cada sección de conducción (tramo entre arquetas) para verificar que los tubos se encuentran libres de obstáculos y deformaciones o roturas que impidan o dificulten el tendido del cable. Esta prueba consistirá en el paso de un mandrino que verifique que el tubo no está deformado ni presenta obstáculos.

Todos los tubos de las canalizaciones irán provistos de un alambre de hierro galvanizado de diámetro igual o superior a 3 mm, que no deberá tener ningún empalme en el interior de los tubos.

Se procurará en todos los casos tomar las precauciones necesarias para evitar que entren aguas fangosas en las canalizaciones ya construidas, para lo que inmediatamente después de la limpieza se procederá al taponamiento de las entradas de cada tubo con tapones de cierre adecuados suministrados como accesorios por la casa fabricante de los tubos.

Todos los conductos deben quedar en perfectas condiciones para el correcto alojamiento del cable.

Una vez finalizada la prueba deberán colocarse los tapones de obturación en los extremos libres de los tubos, sellándolos con silicona o algún adhesivo apropiado a fin de asegurar el cierre y evitar manipulaciones incontroladas.

### **Reposición del pavimento en caso necesario**

Se efectuará de acuerdo con las disposiciones que para el caso dicten expresamente los organismos oficiales de quienes dependan los viales de que se trate. A falta de disposiciones concretas, y como norma general, se dejará el pavimento en las mismas condiciones en que se encontró, tanto en su conjunto como en cada una de sus capas.

Se aprovecharán al máximo los materiales procedentes de la rotura, en especial cuando se trate



de pavimentos compuestos por elementos prefabricados. Estos materiales se dejarán debidamente apilados y protegidos, a ser posible en el exterior de las aceras, pero siempre dentro del área protegida por las vallas de delimitación de la obra. Asimismo, se limpiarán y acondicionarán adecuadamente para su posterior utilización.

En general, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

En pavimentos continuos, se sanearán y recortarán los bordes del pavimento no demolido hasta conseguir un perfil vertical regular y limpio.

En pavimentos formados por elementos prefabricados o independientes, se saneará el pavimento no demolido eliminando los elementos dañados no utilizables cuyo asiento haya quedado alterado.

Las losas, losetas, mosaicos, etc., utilizados en aceras, tendrán el mismo color, tono, tamaño y dibujo que los existentes.

Se dejará al mismo nivel el pavimento repuesto que el circundante.

Se retirarán los materiales sobrantes y se barrerá y limpiará perfectamente la zona afectada.

## **12.6 Control de calidad**

Se someterán a prueba tanto las canalizaciones correspondientes a la red principal como a las redes secundarias. Las pruebas se realizarán tubo a tubo.

Todos los tubos deberán ser cuidadosamente examinados antes de su instalación, comprobando si presentan algún defecto visible, en cuyo caso se desechará la parte afectada. Igualmente se rechazarán los tubos que presenten señales de haber sido utilizados con anterioridad.

La Dirección de Obra comprobará realizando una inspección visual que los materiales son de fabricante conocido y que disponen de los certificados adecuados que acrediten los ensayos de fábrica de estanqueidad, flexibilidad y rotura. Los certificados serán los siguientes:

### **Especificaciones técnicas de los tubos**

- Características geométricas: diámetro exterior, espesor medio pared
- Características técnicas:
- Producto
- Material
- Resistencia a tracción (UNE EN ISO 527)
- Alargamiento (UNE EN ISO 527)
- Resistencia al impacto (UNE-EN-50086-2-4)

- Temperatura Vicat (ISO 306)
- Resistencia presión interna (UNE 53-131-90)

**Tabla de Control Inspección y Ensayo Final de los Productos:**

- Densidad
- Fluidéz
- Resistencia a compresión
- Rigidez anular
- Resistencia a impacto
- Resistencia a alargamiento
- Temperatura Vicat
- Prueba OIT
- Coeficiente de rozamiento
- Retracción
- Resistencia aplastamiento

Coeficiente de dilatación

Resistencia a presión interna

**Certificados de registro de empresa**

La Dirección de Obra comprobará que los materiales son de fabricante conocido, realizando una inspección visual, para comprobar que se trata de material de nuevo uso. El material será suministrado acompañado de los documentos que acrediten al menos el ensayo de espesor en micras del galvanizado en el caso de las bandejas.

La recepción de los canalizaciones, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Para los tubos enterrados, el Contratista propondrá el método de verificación del correcto estado de los tubos que considere más apropiado, que deberá ser aceptado por la Dirección de Obra antes de su aplicación.

Terminada la construcción de la canalización, se pasará por el interior de cada uno de los tubos un rascador troncocónico de acero y después un cepillo cilíndrico de cerdas duras, de forma que pueda garantizarse que el interior del tubo queda completamente limpio, sin rebabas de mortero en las uniones y sin arenas, gravas o cualesquiera otras sustancias extrañas.

Se comprobará el taponamiento de los tubos, antes de proceder al cierre de la arqueta, así como el correcto ajuste de la tapa sobre el marco.

Inmediatamente después de construida una sección de canalización, pero antes de proceder a la reposición o ejecución del pavimento, se hará la prueba de todos y cada uno de los conductos instalados.

La primera de ellas consiste en un soplado. El objetivo del soplado consiste en verificar la correcta ubicación de los tubos en las arquetas, comprobando el orden de entrada y salida de los tubos de las mismas. 5 m antes y después de cada arqueta se dejarán sin hormigonar para que se realice el soplado y en caso de incorrecciones poder modificar la entrada/salida de los tubos a las arquetas.

Otra prueba de verificación es el mandrilado. El objetivo del mandrilado consiste en limpiar los tubos para poder cerrarlos mediante tapones y así poder utilizarlos en un futuro para la inserción de cableado sin que entre ningún tipo de agente externo (agua, barro, piedras, insectos, roedores, etc.). A su vez, y al igual que el soplado, el mandrilado servirá para la comprobación del correcto orden de entrada y salida de los tubos en las arquetas, manteniendo siempre el esquema de los planos de Proyecto. A su vez se puede emplear como sistema para la eliminación de pequeñas obstrucciones o suciedades presentes en el interior de los tubos.

La forma recomendada del mandril será la de un cilindro rematado en sus extremos por curvas (preferentemente casquetes semiesféricos). Tendrá una anilla en cada uno de sus extremos para posibilitar su enganche y arrastre por el interior del conducto con la anilla de un extremo, así como el tendido simultáneo del hilo-guía con la anilla del otro extremo.

El diámetro del mandril será igual al diámetro máximo del cabe recomendado a instalar. En la tabla siguiente se indican dichos diámetros y la longitud mínima del cuerpo cilíndrico del mandril.

Cuando en el conducto a mandrilar haya curvas de 5 m de radio o menos, el mandril será esférico.

El equipamiento necesario para la realización del mandrilado será el siguiente:

- 2 compresores, uno en cada extremo de los tubos que se están mandrilando, para que el proceso se realice sin interrupciones en los dos sentidos.



- Comunicación entre el personal que se encuentre en los dos extremos de los tubos y así verificar que el proceso es correcto.
- Tapones para cerrar los tubos una vez que se hayan mandrilado.

Una vez realizado el mandrilado de todos los tubos de una arqueta, se realizará una fotografía de la misma y se levantará el acta de mandrilado que deberá ser firmada por la Dirección de Obra y el Contratista.

Las actas de soplado y mandrilado recogerán los siguientes aspectos:

- Identificación de la arqueta (numeración, tipo de arqueta, funcionalidad, situación, etc.)
- Verificación del mandrilado de los tubos, con el visto bueno de la Dirección de Obra y el Contratista
- Croquis de la disposición de los tubos de entrada y salida de la arqueta
- Plano de situación de la arqueta
- Fotografía de la arqueta
- Incidencias en el proceso de mandrilado
  
- Deficiencias encontradas a la hora de comprobar el orden de los tubos en las arquetas
- Observaciones

Los conductos deben dejarse con hilo-guía en su interior, para facilitar el posterior tendido de cables (por técnicas manuales con cabestrante), acometidas o subconductos. Será la Dirección de Obra quien verifique in situ el mandrilado y guiado de las diferentes secciones construidas.

Inmediatamente después de haber realizado con resultado positivo las pruebas a cada tubo se procederá al sellado del tubo correspondiente mediante un tapón de obturación. El sistema de sellado será mediante fijación hermética por presión en la pared interna del conducto.

### **Prueba de conductos e instalación del hilo-guía**

Inmediatamente después de construida una sección de canalización, pero antes de proceder a la reposición o ejecución del pavimento, se hará la prueba de todos y cada uno de los conductos instalados, consistentes en pasar por el interior de cada uno de ellos un mandril, a fin de comprobar la inexistencia de manera extraña alguna o de alguna deformación del conducto, que dificulte o impida el tendido del cable, a la vez que pueden eliminarse pequeñas obstrucciones o suciedades presentes en el interior de los conductos.

Los conductos deben dejarse con hilo-guía en su interior, para facilitar el posterior tendido de cables (por técnicas manuales con cabestrante), acometidas o subconductos.

Será la Dirección de Obra quien verifique in situ el mandrilado y guiado de las diferentes secciones construidas.

### **Sellado de canalizaciones**

Inmediatamente después de haber realizado con resultado positivo las pruebas a cada tubo se procederá al sellado del tubo correspondiente mediante un tapón de obturación. El sistema de sellado será mediante fijación hermética por presión en la pared interna del conducto.

## **13. CAJAS STRING BOX**

### **13.1 Características**

Las cajas string son las responsables de agrupar los circuitos de string, para reducir los circuitos que acometen a cada uno de los inversores.

Las características principales de las cajas de string serán las siguientes:

- Fabricadas en poliéster auto extingüibles.
- Grado de estanqueidad mínimo IP65.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Serán resistentes a la temperatura: -40° C y 100 horas a + 150 ° C.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Todos los armarios dispondrán de una clema o barra de conexión a tierra.
- Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.500Vcc.
- Intensidad nominal: será variable según los casos y según el tipo de disyuntor que se ofrezca por ser variable el calibre mínimo de unos fabricantes a otros para conseguir los poderes de corte necesarios.
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc) de contactos

directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento. A efectos de unificar repuestos y esquemas de cableado, dispositivos, etc. todos los interruptores procederán de un mismo fabricante.

- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.
- Las cajas de String-Box estarán diseñados para servicio exterior, sistema modular, ensamblados y cableados totalmente en fábrica y serán totalmente estancos al polvo y a la humedad (grado de protección en ejecución estanca IP-65) y con protección mecánica a los choques IK08 (UNE-EN 50102).

Las cajas contarán con los siguientes elementos:

- Seccionador bajo carga.
- Descargadores de sobretensión tipo 2.
- Fusibles en CC, polos negativos, por cada string.
- Fusibles en CC, polos positivos, por cada string.
- Bornes dobles de conexión corriente continua para línea colectora hacia el inversor.
- Borne de conexión para conductor de puesta a tierra.
- Borne de conexión para contacto de aviso de fallo sin potencial.

La caja de conexión de corriente continua deberá permitir el accionamiento del seccionador bajo carga desde el exterior de la caja de corriente continua deberá contar con contra tapa, sin que exista exposición de personas al contacto con partes con tensión. El seccionador deberá tener claramente marcado la posición abierta o cerrada.

Las conexiones a un módulo o panel de la unidad de generación fotovoltaica deben estar hechas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa la continuidad de ningún conductor de puesta a tierra de cualquier otro circuito de fuente fotovoltaico.

## **13.2 Ejecución**

Los cuadros de String-Box se montarán al exterior junto al punto de la estructura de los paneles más cercano a la zanja fijándose al soporte mediante elementos metálicos que impidan cualquier movimiento del cuadro. El String Box se instalará con el lado provisto de pasacables hacia abajo.

La protección de los conductores se realizará mediante fusibles de curva de fusión lenta de



calibre adecuado a la sección de los cables a proteger.

En aquellos casos en los cables de entrada y de salida sean de aluminio, se preverán terminales de tipo bimetálico.

Las uniones entre barras y conexiones de estas con la aparamenta se realizará mediante superficies plateadas, que aseguren la máxima conductividad, con tornillería de acero bicromado provista de accesorios de apriete adecuados para mantener en todo momento la presión de contacto.

En su recorrido por el cuadro, los conductores se alojarán ordenadamente en canaletas ranuradas con tapa desmontable.

Todos los cuadros dispondrán de elementos de puesta a tierra, con pletina o regleta de sección adecuada.

El cuadro de instalará de forma que se evite su exposición directa al sol. Asimismo, se instalará de forma que haya suficiente espacio para las operaciones habituales de mantenimiento y se permita la circulación de aire.

Las puertas metálicas de los cuadros se conectarán al bastidor o estructura del cuadro mediante trenzas de cobre flexibles de 10 mm<sup>2</sup> de sección.

El aparellaje eléctrico se dispondrá en forma adecuada para conseguir un fácil acceso en caso de avería.

Se dispondrá una borna de conexión para la puesta a tierra de cada cuadro. A la pletina de cobre conectada a ella se conectará los soportes metálicos de los distintos aparatos y a su vez se conectará a la red general de tierras de la instalación.

Los cables se conectarán a bornas dejando una coca circular de entre 5 y 10 cm de diámetro y se evitarán esfuerzos sobre las conexiones o cables.

Tanto en el exterior de los cuadros como en su interior, se dispondrán rótulos para la identificación del aparellaje eléctrico con el fin de poder determinar en cualquier momento el circuito al que pertenecen. Los rótulos exteriores serán grabados imborrables, de material plástico o metálico, fijados de forma imperdible e indicarán las funciones o servicios de cada elemento.

Los bornes y terminales de conexión, serán perfectamente accesibles y dimensionados ampliamente, con arreglo a las secciones de cable indicadas. Las entradas y salidas de cables

exteriores se harán por zanja o canal debajo del cuadro.

Cada conductor estará completado de un anillo numerado correspondiendo al número sobre la regleta y sobre el esquema funcional.

### 13.3 Pruebas y ensayos

Se deberán realizar las pruebas reglamentarias y necesarias para la verificación del correcto estado de las instalaciones.

Cada cuadro estará sometido a las siguientes pruebas en fábrica:

- Inspección del cableado
- Comprobación de marca y etiquetas.
- Verificación de la continuidad eléctrica.
- Resistencia de aislamiento: se comprobará que cada fase y el neutro tienen por lo menos una resistencia hacia tierra de 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal.

Las pruebas a realizar en obra serán las siguientes:

- Repaso general de toda la instalación, previa limpieza.
- Medida de aislamiento de los circuitos principales y auxiliares y de control.
- Timbrado de todos los circuitos.
- Operación de todos los elementos de corte
- Verificación de disposición del aparataje y denominación de los mismos.
- Comprobación de cableados, identificaciones de conductores y protecciones.
  
- Continuidad de conductores de protección.
- Puesta a tierra de las partes metálicas del cuadro eléctrico.
- Continuidad de conductores de protección.

## 14. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN 45 KV

### 14.1 Descripción general

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras y ensayos de aceptación para las celdas de Media Tensión previstas en cada Centros de Transformación de la planta fotovoltaica. Cumplirán con el Reglamento sobre Centrales eléctricas, Subestaciones y

Centros de Transformación, así como las Normas UNE 62271, IEC 60529, y normas específicas de AENA.

Cada celda se recibirá perfectamente montada, probada y puesta en marcha, con toda la aparatamenta requerida, circuitos auxiliares y de mando, cableado interno y conectadas con el resto de celdas o acometidas/salidas exteriores.

En cada uno de los centros de transformación se contará con las siguientes celdas de media tensión de 36 kV que deberán ser compatibles con el sistema de protecciones y comunicaciones del aeropuerto:

- Celda de seccionamiento para entrada de línea
- Celda de seccionamiento para salida de línea
- Celda de protección del transformador con interruptor automático.

## **14.2 Normativa**

La aparatamenta de A.T. que conforman las celdas de acometida estará constituida por elementos modulares, con aislamiento y corte en SF6, equipados con dicha aparatamenta, bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 36 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-EN 60129, 60265-1. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-103:2012 Aparatamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- IEC 60298,. A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- 60265, High-voltage switches - Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV
- 60129 Alternating current disconnectors and earthing switches
- AENA: NSE-1-4, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 1: Prescripciones relativas al diseño. Sección 4: Protecciones y medida;
- AENA: NSE-2-6, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 6: Dimensionamiento de cabinas de alta tensión;
- AENA NSE-6-4, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 6: Prescripciones relativas a instalación y montaje de equipos y materiales. Sección 4: Criterios de montaje e instalación de cabinas de alta tensión;



- NSE-3-7-1, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 7-1: Aparataje bajo envolvente metálica de alta tensión tipo blindada, con aislamiento en SF6;
- NSE-10-2, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 10: Prescripciones relativas a la seguridad frente al riesgo eléctrico. Sección 2: Trabajos en alta tensión.
- NSE-2-3, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 3: Dimensionamiento de transformadores de tensión;
- NSE-2-4, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 4: Dimensionamiento de transformadores de intensidad;

### 14.3 Características eléctricas

Tensión nominal (kV)	45
Nivel de aislamiento (kV)	
A frecuencia industrial, 50 Hz (KV eficaces)	50
A onda de choque tipo rayo (kV cresta)	50
Intensidad nominal (A)	
Embarrado general	max. 630
Derivaciones	max. 200
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA)	16
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA cresta)	40
Intensidad nominal de corta duración (kA/3s)	20
Resistencia frente a arcos internos (kA/0.5 s)	20
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30
Grado de protección	
Compartimentos de AT	IP-65
Compartimentos de BT	IP-3X
Temperaturas de funcionamiento	
Máxima (°C)	40
Media durante 24 horas (°C)	35
Mínima (°C)	-5
Altitud máxima (m)	1000

#### Características interruptor automático

Tensión nominal 50/60 Hz (kV)	30
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (50Hz-1 min.) (kV valor eficaz)	50
Nivel de aislamiento a onda de choque (1.2/50 $\mu$ s impulso) (kV valor cresta)	125
Intensidad nominal (A)	400/630
Intensidad nominal de corte de cortocircuito (kA valor eficaz)	25
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA valor cresta)	62,5
Capacidad de corte de la corriente capacitiva a la intensidad nominal (A)	31,5
Secuencia nominal de operación	O-0.3s-CO-3min-CO
Tiempo aproximado de operación (ms)	
Apertura	35-43
Corte	35-58 (tiempo de corte 0-15)
Cierre	55-65

#### 14.4 Características constructivas

Cada conjunto está constituido por varias unidades funcionales (celdas) ensambladas entre sí, teniendo cada unidad funcional todos los elementos necesarios para cumplir su función.

La interconexión entre las diferentes celdas (unidades funcionales) se realizará por medio del embarrado el cual se encuentra dentro de una de las cubas de SF6.

Se compone de cuatro compartimientos metálicos independientes y puestos a tierra. La puesta a tierra de todos los compartimientos metálicos de la celda quedará asegurada mediante la conexión de la barra de tierras de cada compartimiento al embarrado general colector de tierras de la celda.

Cada celda estará compuesta exteriormente por un conjunto de paneles RAL 7032 y para el panel frontal del interruptor automático RAL 1007, chapas y bastidor metálico, todos ellos puestos a tierra.

- Compartimiento de Baja Tensión: Separado de la zona de Media Tensión, situado en la parte inferior de la celda y contiene los relés tipo Sepam y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión.
- Embarrado principal: Está situado en la parte superior de la celda. Este compartimiento utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran los siguientes elementos:

- Embarrado interior y conexiones.
- El seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Compartimiento principal: Utiliza gas SF6 como medio de aislamiento y contiene el interruptor automático, esta situado en la parte central de la celda y a el se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.
- Compartimiento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión: Está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona trasera y contiene:
  - Zócalos para la conexión de los conectores de los cables de MT.
  - Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
  - Zócalo para prueba de aislamiento de cables MT para transformadores de tensión enchufables.
  - Transformadores toroidales de intensidad.

Además contará con los siguientes elementos:

- Indicadores capacitivos de presencia de tensión en cada fase
- Manómetro indicador de la presión de SF6 en el interior del compartimiento del interruptor automático
- Manómetro indicador de la presión de SF6 en los cubículos de barras
- Presostato

### **Celda de línea**

Celda de Línea de 52 kV con interruptor-seccionador motorizado. Estará compuesta de:

- Juego de barras tripolar.
- Aislamiento a base de SF6 en caja metálica estanca de por vida.
- Interruptor-seccionador de corte con mando motorizado.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Captador capacitivo de presencia de tensión por fase.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Contactos auxiliares mínimos 2 NA+ 2NC para el interruptor-seccionador y 1 NA+ 1NC para el seccionador de PAT.

En frontal estarán el sinóptico de la celda, los mandos de apertura y cierre del interruptor seccionador y la ranura para la palanca.

El interruptor-seccionador estará compuesto de un mando motorizado, que permita la apertura en carga y tendrá tres posiciones: cerrado-abierto- puesto a tierra.



El seccionador de puesta a tierra se podrá manipular mediante palanca.

En la parte frontal superior de las celdas aparecerá el esquema sinóptico del circuito principal que describe los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra.

La celda estará constituida de modo que exista separación metálica física permanente entre las barras generales y el resto de los elementos de maniobra y protección y las salidas para conexión de los cables.

La celda será accesible totalmente por la parte delantera para todas las labores de operación mantenimiento y verificación; el desmontaje de cualquier equipo podrá hacerse sin dificultades desde la parte frontal, posterior o superior del cuadro, sin interferir con otros equipos adyacentes.

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal inferior de un panel o tapa desmontable que permita el acceso a la zona de terminales de cables.

Los ejes de accionamiento estarán totalmente integrados en el sinóptico, para una fácil interpretación de la maniobra.

Las siguientes señales deberán estar disponibles y totalmente cableadas, con contactos libres de potencial, en el cajón de BT, preparadas para llevarlas al Sistema de Control:

- Posición abierto del interruptor-seccionador.
- Posición cerrado del interruptor-seccionador.
- Alarma. Fallo del interruptor-seccionador.
- Posición abierto del seccionador de puesta a tierra.
- Posición cerrado del seccionador de puesta a tierra.

Las siguientes señales estarán también preparadas y cableadas en el cajón de BT con contactos libres de potencial, para otros usos:

- Posición abierto del interruptor-seccionador.
- Posición cerrado del interruptor-seccionador.

La celda deberá disponer los enclavamientos mecánicos de seguridad siguientes:

- Imposibilidad de apertura del panel de acceso al compartimiento de cables si el seccionador de p.a. t. no está cerrado.
- El interruptor quedará enclavado en posición abierto cuando el panel de acceso a los cables se haya retirado; en esta posición podrá abrirse el seccionador de p. a t. para

ensayar el aislamiento de los cables.

- Imposibilidad de cierre del interruptor-seccionador con la puerta abierta del panel y el seccionador de p. a t. cerrado.
- El cierre del seccionador de p. a t. sólo será posible si el interruptor-seccionador está abierto.

### **Celda de Protección**

Celda de Protección de 52 kV, con interruptor automático. Estará compuesta de:

- Juego de barras tripolar.
- Aislamiento a base de SF6 en caja metálica estanca de por vida.
- Seccionador, de tres posiciones: cerrado-abierto- puesta a tierra, mando manual.
- Disyuntor fijo de vacío de puesta a tierra, en serie con el seccionador y enclavado mecánicamente con él, con captadores de intensidad integrados en los pasatapas, relé de protección autoalimentado, con mando motorizado.
- Captador capacitivo de presencia de tensión por fase.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Contactos auxiliares mínimos 2 NA+ 2NC para del seccionador y para el interruptor automático y 1 NA+ 1NC para el seccionador de PAT.

En frontal estarán el sinóptico de la celda, los mandos de apertura y cierre del interruptor automático y del seccionador, cerraduras de enclavamientos y la ranura para la palanca.

El interruptor automático estará compuesto de un mando motorizado, que permita la apertura en carga y el cierre.

El seccionador de puesta a tierra se manipulará mediante palanca.

En la parte frontal superior de las celdas aparecerá el esquema sinóptico del circuito principal que describe los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o cierre del interruptor automático y del seccionador de puesta a tierra.

La celda estará constituida de modo que exista separación metálica física permanente entre las barras generales y el resto de los elementos de maniobra y protección y las salidas para conexión de los cables.

La celda será accesible totalmente por la parte delantera para todas las labores de operación mantenimiento y verificación; el desmontaje de cualquier equipo podrá hacerse sin dificultades desde la parte frontal, posterior o superior del cuadro, sin interferir con otros equipos adyacentes.

Los relés de protección se montarán en la parte frontal.

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal inferior de un panel o tapa desmontable que permita el acceso a la zona de terminales de cables.

Los ejes de accionamiento estarán totalmente integrados en el sinóptico, consiguiéndose una fácil interpretación de la maniobra.

El interruptor automático estará protegido por relés con las siguientes funciones de protección:

- Relé 27, de mínima tensión
- Relé 59, de sobre tensión
- Relé 81, de frecuencia
- Relé 79, reenganche
- Relé 86, de enclavamiento
- Relé 74, de alarma
- Relé 50/51, instantáneo de sobre intensidad o de velocidad de aumento de intensidad
- Relé 50N/51N, instantáneo de sobre intensidad homopolar o de velocidad de aumento de intensidad homopolar.
- Relé 49T, de temperatura
- Relé 87T, de protección diferencial

El relé se utilizará también para transmitir al Sistema de Control mediante Modbus las siguientes señales:

- Interruptor:
- Posición abierto/cerrado del interruptor
- Alarma Gas
  
- Bloqueo Gas
- Muelles Destensados
- Supervisión Bobina Disp.
- Fallo Interruptor
- Disparo por Protecciones
- Seccionador:
- Estado Abierto/cerrado
- Fallo Seccionador
- Seccionador de PAT:



- Estado Abierto/cerrado
- Intensidades por fase (I1, I2 e I3)

Las celdas con interruptor automático deberán disponer los enclavamientos mecánicos de seguridad siguientes:

El cierre de seccionadores sólo será posible si el interruptor automático está abierto y el panel de acceso a los compartimentos de conexión y aparatación cerrados.

La apertura del panel de acceso a compartimento de conexión y aparatación sólo será posible si:

- El interruptor automático está abierto y enclavado
- Los seccionadores se encuentran abiertos
- El seccionador de p. a t. está cerrado

El conjunto de celdas deberá incluir los enclavamientos mediante llave necesarios para el cumplimiento de las normas de la Compañía Suministradora. Incluyendo enclavamiento de las puertas de transformador y de cuadro general de baja tensión o cuadro de seccionamiento de secundario de transformador.

#### **14.5 Ejecución de las obras**

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por la Dirección de Obra. El instalador deberá en este caso realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen las modificaciones de diseño que, como consecuencia del cambio, se vean requeridas. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Se deberá prestar especial atención a que las celdas estén separadas de la pared posterior al menos 150mm (en el caso de que se modifique su posición), con objeto de asegurar la efectividad de salida de gases en caso de cortocircuito.

Las celdas vendrán equipadas con su aparellaje de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de las celdas se hará con elementos de transporte y útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Las celdas, durante los trabajos de colocación, serán arrastradas sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que las mismas no sufran deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la misma deberán conectarse toda la envolvente de las celdas y los elementos metálicos que tengan acceso directo. En ambos extremos de la barra, se conectarán los cables de puesta a tierra con elementos apropiados de conexión.

La conexión de los cables de potencia se realizará mediante adecuados terminales. Teniendo en cuenta las peculiaridades de algunos de los emplazamientos de estos equipos en cuanto a humedad, se seguirán las siguientes recomendaciones:

Que las botellas terminales sean de tipo retráctil en frío, o enfilable (nunca termo retráctil), de tipo corto, y para interior.

Que el engaste de los terminales se realice por punzonado profundo (nunca por compresión con matrices hexagonales o "W")

Que los terminales (al menos en celdas sin deflector) no sean tubulares aplastados que tienen aristas (como los de cobre de Baja Tensión), sino de forja (los normales tipo SIMEL bimetálicos), que la pala la tienen redonda.

Que el termostato de la resistencia de caldeo se regule en trono a 23 - 25 °C (en todo caso por encima de los 18°C del punto de rocío)

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables.

Todas las armaduras y pantallas de los cables de AT deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia a tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

#### **14.6 Ensayos**

La realización de los ensayos no relacionados a continuación, serán sustituidos por la presentación de Protocolos y Ensayos realizados en Laboratorios oficiales sobre el tipo de celda indicado.

### **Ensayos sobre celdas individuales**

Sobre cada celda de AT se realizarán los siguientes ensayos de rutina:

Prueba de operación mecánica: Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores seccionadores y demás aparellaje, así como en todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos: Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

Verificación de cableado: El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

Ensayo de tensión de frecuencia industrial del circuito principal: Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial, con el procedimiento de ensayo especificado en la norma UNE-EN 60298.

Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control: Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Se enviará protocolo de ensayo de dichas pruebas, así como los protocolos individuales de los elementos del circuito principal (seccionadores, interruptores automáticos, etc.).

### **Ensayos sobre el conjunto de celdas**

Sobre el conjunto del sistema de media tensión se realizarán las siguientes pruebas:

Prueba y medida de tierras de todo el conjunto de celdas.

Prueba de aislamiento de cada una de las partes y del conjunto del sistema con Megger a la tensión adecuada.

Prueba de funcionalidad del sistema, enclavamientos y seguridades.

Control de disparo y ajuste de relés de protección, mediante alimentación con maleta de relés en el lado primario de los transformadores de intensidad.

Control de penetración y tolerancias de pinzas en los equipos desenchufables.

### **Ensayos sobre seccionadores, interruptores y transformadores de medida**

Sobre los seccionadores se realizarán las siguientes pruebas:

- Pruebas de aislamiento a frecuencia industrial entre fases y masa
- Pruebas de aislamiento a frecuencia industrial entre contactos abiertos
- Prueba de tensión con onda de choque entre contactos abiertos



- Prueba de intensidad admisible entre contactos en permanencia
- Prueba de intensidad térmica

Sobre los interruptores se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial
- Prueba de tensión con onda de choque
- Sobre los transformadores de intensidad y de tensión se realizarán las siguientes pruebas:
  - Prueba de tensión a frecuencia industrial
  - Pruebas de aislamiento entre arrollamientos primario y secundario
  - Prueba de tensión con onda de choque
  - Sobreintensidad / sobretensión admisible en permanencia

## 15. TRANSFORMADOR 45 KV

### 15.1 Descripción general

El presente artículo especifica las características básicas, ejecución de las obras y ensayos de aceptación para todos los transformadores previstos en Centros de Transformación de la planta solar fotovoltaica encargados de elevar la tensión de la energía generada por el inversor. Cumplirán con el Reglamento sobre Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como la Norma UNE 60076.

Cada transformador se recibirá perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con todos los accesorios requeridos y conectados en el primario de AT y secundario de BT. Los relés de protección por temperatura serán suministrados con el transformador por el mismo fabricante.

Los Transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, de potencia 2.750-5.500 kVA (o aquella potencia que designe el adjudicatario), refrigeración mediante aceite, tensión primaria 45 kV y tensión secundaria según a la tensión de operación en AC del inversor. Serán adecuados para trabajar en altitudes inferiores a 1.000 m sobre el nivel del mar y con una temperatura ambiente de 40°C.

### 15.2 Normativa

Norma UNE 60076 Transformadores de potencia

NSE-2-1, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios.

Sección 1: Dimensionamiento de transformadores de transformadores de acometida, de

aislamiento y para generación;

NSE-3-1, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 1: Transformadores de potencia trifásicos sumergidos en aceite;

NSE-6-2, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 6: Prescripciones relativas a instalación y montaje de equipos y materiales. Sección 2: Criterios de montaje e instalación de transformadores de potencia;

### **15.3 Características técnicas**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como las directrices que la Dirección de Obra estime oportunas. Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de AENA. Además de cumplir las normativas citadas anteriormente los transformadores han de cumplir las siguientes características técnicas:

- Tensión primario: 45 kV
- Tensión secundario: Según tensión del inversor
- Potencia nominal: Según configuración de la planta
- Regulación en el primario: +2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 6%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Los transformadores estarán sumergidos en aceite mineral y contarán con refrigeración tipo ONAN.
- Debido a que los transformadores serán instalados a intemperie estarán diseñados para trabajar en un ambiente salino tropical con un nivel de protección mínimo IP54.
- Agujeros de arrastre sobre el chasis.
- Los circuitos magnéticos serán de chapa magnética de grano orientado y primerísima calidad y del tipo de chapas apiladas.
- Los bobinados primarios y secundarios serán independientes de hilo o pletina de cobre esmaltado.
- Los transformadores estarán diseñados para soportar cargas cíclicas ligadas a la generación fotovoltaica y serán completamente compatibles con los inversores que se instalarán en la planta generadora.
- 2 Tomas de puesta a tierra.

- Placa de características (visible desde el lado de la puerta).
- Señal de advertencia "Peligro eléctrico".
- Barritas de conmutación de las tomas de regulación, maniobrables con el transformador sin tensión. Las tomas actúan sobre la tensión más elevada para adaptar el transformador al valor real de la tensión de alimentación.
- 4 Cáncamos para elevación y desplazamiento del transformador.

Los transformadores contarán con las certificaciones básicas para transformadores de potencia IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 61439-1, además de las certificaciones de niveles de aislamiento y ensayos mínimos UNE-EN 60076-3:2014, UNE-EN 61558-1:2007/A1:2009 y las normas sobre transformadores de potencia sumergidos en líquido aislante UNE-EN 60076-14:2014.

#### **15.4 Ejecución de las obras**

Los transformadores se instalarán en el lugar indicado en planos. Una vez colocados, se realizarán todas las conexiones primarias y secundarias, la puesta a tierra del neutro y de la envolvente, y cualquier trabajo necesario para dejar los transformadores correctamente instalados y bloqueados.

La instalación ha de realizarse de acuerdo con la legislación vigente aplicable a la misma y siguiendo los consejos que el fabricante proporciona. Hay que tener en cuenta las siguientes observaciones de la máquina:

- Colocar a tierra las partes metálicas sin tensión, mediante el tornillo que a tal efecto se dispone.
- Conectar el neutro de B.T. a tierra cuando sea preceptivo o lo exija el sistema de protección por faltas a tierra.
- Asegurar una buena conexión de las bornas y puentes, así como una buena sujeción de cualquier parte móvil del transformador.
- Comprobar si la posición del conmutador es la correcta de acuerdo con la red.
- Consultar la placa de características cuando se cambie de posición.
- Conectar la protección térmica según el esquema suministrado.
- Repasar el apriete de todos los tornillos.

El paso de corriente eléctrica por los arrollamientos, así como la magnetización del circuito magnético producen pérdidas eléctricas que se transforman en calor. Para evitar que este calor se acumule en el transformador, con los riesgos que esto lleva consigo, el transformador está



diseñado para que de forma natural se refrigere, no obstante es necesario que en el lugar del emplazamiento se permita la ventilación adecuada.

Es necesario permitir la ventilación adecuada para limitar el calentamiento del transformador más allá de los límites permitidos por las normas. Si el transformador se monta dentro de una cubierta, hay que asegurar en ella una buena ventilación y el buen dimensionamiento de la entrada y salida del aire. El transformador ha de estar como mínimo a 100 mm de las paredes de la cubierta y sus pasatapas a una distancia mínima del techo y las paredes de la misma de 350 mm.

El transformador deberá contar con protección térmica. Se utilizan dos sistemas de protección térmica los cuales son:

Protección a base de termistores con señal de alarma y disparo en centralita.

Protección a base de sondas Pt100 con medida de señales de alarma y disparo en centralita.

Las instrucciones para el ajuste de las protecciones térmicas y el cambio para las señales de alarma y disparo estarán indicadas en la información que se suministra adjunta a la centralita. Las temperaturas de ajuste aconsejadas de los niveles de alarma y disparo serán para un calentamiento medio en el arrollamiento de 100 K y una temperatura ambiente máximo de 50 °C.

## **15.5 Ensayos**

Se realizarán todas aquellas pruebas que juzgue necesarias el Director de Obra, para lo cual el contratista pondrá a su disposición las personas y herramientas que necesiten.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

Se requiere la realización de los siguientes ensayos a cada uno de los transformadores, de acuerdo con la norma UNE EN 60076-11:2005, excepto cuando expresamente se especifique otra cosa:

### **Ensayos de rutina:**

Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.

Medida de la resistencia de los devanados para la toma principal y para las tomas extremas.

Comprobación de la relación de transformación para todas y cada una de las tomas.

Comprobación de la polaridad y correspondencia de fases de los devanados en la toma principal.

Comprobación del grupo de conexión.

Ensayo de resistencia de aislamiento.

Determinación de las pérdidas en vacío a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la toma principal.

Medida de la corriente de excitación a la tensión nominal y al 110% de la tensión nominal para la toma principal.

Determinación de la tensión de cortocircuito y de las pérdidas en el cobre a la intensidad nominal para la toma principal.

Ensayo de tensión aplicada.

Ensayo de tensión inducida.

Ensayo de descargas parciales (resultados inferiores a 10 pC).

Serán presenciados por el Cliente, o personal designado por éste, los ensayos de rutina en dos máquinas a elegir por el propio Cliente.

De los ensayos que se indican a continuación se entregarán certificados de ensayos realizados a máquinas similares.

#### **Ensayos tipo:**

Medida de la corriente de derivación a tierra de las bobinas de AT.

Ensayo de impulso a onda plena.

Ensayo de nivel de ruido.

Se presenciará por parte del Cliente, o personal designado por éste, las pruebas de calentamiento en dos máquinas a elegir por el propio Cliente. Para las demás máquinas se considerará válida la entrega de certificados de pruebas de calentamiento realizadas a máquinas similares.

Todos los instrumentos que forman parte o se utilicen en los trabajos de recepción estarán calibrados por una autoridad independiente y acreditada.

Toda la mano de obra, materiales, aparatos e instrumentos para los ensayos de fábrica, serán proporcionados por el Contratista.

Estos ensayos se realizarán en fábrica en todos los transformadores estando éstos completamente montados y con todos sus accesorios.

#### **Ensayos de recepción definitiva**

Estos ensayos se realizarán directamente en la instalación antes de expirar el plazo de garantía. Para ello se repetirán los ensayos necesarios para comprobar si los equipos suministrados conservan sus características y cumplen las condiciones necesarias para realizar perfectamente su misión.

Se procederá, así mismo, al examen de los elementos fundamentales, no debiendo presentar éstos señal alguna de anomalía por calentamiento o esfuerzos mecánicos.

Si los resultados de los ensayos y comprobaciones anteriores son satisfactorios, se llevará a cabo la recepción definitiva, levantándose el acta correspondiente.

## **16. TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES**

### **16.1 Descripción general**

El presente artículo especifica las características básicas para todos los transformadores de servicios auxiliares previstos en los Centros de Transformación e Inversores de la planta solar fotovoltaica encargados de reducir la tensión de la energía generada por el inversor a baja tensión 400/220 V y poder alimentar a los equipos auxiliares (tomas de fuerza, iluminación, ventilación y comunicaciones y control). Es de aplicación lo expuesto en el capítulo anterior para los transformadores de potencia de la planta, modificándose los siguientes aspectos:

- Tensión primario: Según tensión inversor
- Tensión secundario: 400 V
- Potencia nominal: Según necesidades de servicios auxiliares
- Grupo de conexión: Ynyn11

En el caso de Centro de Reparto el transformador tendrá las siguientes características:

- Tensión primario: 30000 V
- Tensión secundario: 400 V
- Potencia nominal: Según necesidades de servicios auxiliares
- Grupo de conexión: Dyn11

## **17. PUESTA A TIERRA**

### **17.1 Descripción general**

En este apartado se describirá la instalación de puesta a tierra. Esta instalación consiste en conectar todas las masas de la instalación mediante un electrodo o grupo de electrodos



enterrados en el terreno, para la derivación de posibles corrientes de fuga, evitar diferencias de potencial peligrosas, pérdidas por diferencias de potencial (PID), etc.

El dimensionado de las instalaciones se hará de forma que no se produzcan calentamientos que puedan deteriorar sus características o aflojar elementos desmontables.

El dimensionado de la instalación de tierra se hará en función de la intensidad que, en caso de defecto, circula a través de la parte afectada de la instalación de tierra y del tiempo de duración del defecto. Para garantizar la seguridad de las personas en caso de corriente de defecto, se establece  $5 \Omega$  basándonos en la IEEE 80 que recomienda un rango para esta resistencia entre 1 y  $5 \Omega$ . Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conectará tanto la estructura soporte, como el terminal de puesta a tierra del inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuitos son muy elevados.

Los electrodos y demás elementos metálicos llevarán las protecciones precisas para evitar corrosiones peligrosas durante la vida de la instalación. Se tendrán en cuenta las variaciones posibles de las características del suelo en épocas secas y después de haber sufrido corrientes de defecto elevadas.

Se conectarán a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como la de alterna. Se realizará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la compañía eléctrica distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defecto a la red de distribución.

Para el caso de la presente planta solar fotovoltaica se distinguirán las siguientes instalaciones de puesta a tierra:

## **17.2 Puesta a tierra de la parte de continua de la planta generadora**

La puesta a tierra de la parte de continua de la planta generadora incluye módulos fotovoltaicos, estructuras soporte, cajas string, etc. El adjudicatario diseñará una malla de cobre enterrada con conductor de cobre, que se conectará al principio y final de cada una de las mesas, garantizándose así la equipotencialidad con el número de picas necesario para obtener una resistencia inferior a  $5\Omega$ . En las esquinas y zonas más aisladas se dispondrán electrodos de refuerzo si fuese necesario.

El cable negativo irá conectado a tierra para toma de referencia del sistema de continua. Este sistema permite que fallos a tierra del positivo sean detectados por los elementos de protección y se produzca su activación.

Además de la puesta a tierra del negativo de la instalación, todas las masas de la instalación de continua irán puestas a tierra mediante un cable de equipotencialidad de cobre.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se conectará a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas. También permite a los interruptores diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes de defecto o descarga de origen atmosférico. Las masas de las estructuras irán unidas dos veces como mínimo con objeto de garantizar las uniones de las estructuras a la red de puesta a tierra ante posibles incidencias.

Con el fin de evitar la degradación inducida por el potencial en los módulos (PID), se conectarán a tierra los negativos de todas las series de los módulos fotovoltaicos. Para ello, el inversor contará con un kit especial de puesta a tierra del polo negativo.

### **17.3 Puesta a tierra sistemas de corriente alterna**

Para la puesta a tierra de la instalación se dimensionará un conductor de cobre en el fondo de las zanjas de corriente alterna (alta y baja tensión). Esta toma se interconectará con las tomas de tierra de masas, centros de inversores y partes de corriente continua formando una tierra única de la planta fotovoltaica.

Las pantallas metálicas de los cables de media tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos. Toda la puesta a tierra de la instalación deberá cumplir lo detallado en la normativa y reglamentación relacionada con Instalaciones Fotovoltaicas.

En el caso de que durante el diseño o ejecución se opte por que las tierras del lado de continua y de alterna estén separadas, estas tendrán una resistencia no superior a 5 Ohm.

### **17.4 Puesta a tierra de los centros de transformación e inversores**

El diseño de la red de tierras deberá incluir una puesta a tierra propia para el funcionamiento de los equipos y protecciones de baja tensión y para la protección necesaria de los centros de inversores y transformadores. La instalación se realizará de acuerdo con la normativa vigente y

se unirá a la red de puesta a tierra general de la planta con objeto de garantizar la equipotencialidad y seguridad de las instalaciones. Esta red de tierras se interconectará con el resto de puesta a tierra de la instalación.

La red de tierras de los centros de transformación constará de las siguientes instalaciones que, aunque sean independientes, estarán interconectadas con la red general de la planta:

- Puesta a tierra con una resistencia de  $1 \Omega$  de los neutros de los transformadores de potencia denominada "tierra de servicio". La puesta a tierra de los neutros se realizará con un electrodo en línea con cuatro picas.
- Puesta a tierra de herrajes de media tensión denominada "tierra de protección".

La puesta a tierra de herrajes consiste en la conexión de las masas metálicas de los centros de inversores y transformadores a tierra. Estará constituida por un electrodo de forma rectangular perimetral al edificio con picas de acero cobrizado dimensionada para las corrientes de falta prevista. Esta puesta a tierra tiene como objetivo evitar tensiones de contacto peligrosas y contará con medidas de seguridad adicionales:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior de los edificios no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión, debido a defectos o averías.
- El piso contará con un mallazo cubierto por una capa de hormigón, conectado a la puesta a tierra de protección del centro de transformación.
- Las celdas de MT dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

## 17.5 Normativa

- IEEE-STD-80 Guide for Safety of AC Substation Grounding
- UNE 21056:1981 Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero cobre.
- UNE 60364-5-54:2015 Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.
- UNE 60364-7-712:2017 Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 60364-5-54:2015 Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección.



- ITC-BT 19 Instalaciones Interiores o Receptoras
- ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos
- NSE-1-7, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 1: Prescripciones relativas al diseño. Sección 7: Diseño de los sistemas de puesta a tierra
- NSE-2-14, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 2: Cálculos y estudios. Sección 14: Dimensionamiento de equipos de puesta a tierra y selección del esquema de puesta a tierra
- NSE-3-18, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 3: Prescripciones generales de materiales, equipos y sistemas eléctricos. Sección 18: Material de puesta a tierra
- NSE-6-8, Normalización de los Sistemas Eléctricos Aeroportuarios. Parte 6: Prescripciones relativas a instalación y montaje de equipos y materiales. Sección 8: Criterios de montaje e instalación de sistemas de puesta a tierra
- ITC-RAT 13 Instalaciones de Puesta a Tierra
- ITC-LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados

## **17.6 Dimensionado de la instalación**

Al proyectar una instalación de tierras se seguirá el procedimiento que sigue:

- Estudio de las características del suelo. A partir del estudio geotécnico se determinará la resistividad eléctrica del terreno y se considerarán los valores más conservadores.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de la eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o sustitución.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo. Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

Cuando la humedad del terreno varíe considerablemente de unas épocas del año a otras se tendrá en cuenta esta circunstancia al dimensionar y establecer el sistema de tierra. Se podrán

usar recubrimientos de gravas como ayuda para conservar la humedad del suelo.

Al alcanzar el suelo temperaturas inferiores a cero grados centígrados aumenta mucho su resistividad. Por ello en zonas con peligro de heladas, los electrodos se enterrarán a una profundidad que no alcance esa temperatura o se tendrá en cuenta esta circunstancia en el cálculo.

El proyectista deberá tener en cuenta los posibles tipos de defectos a tierra y las intensidades máximas en los distintos niveles de tensiones existentes en la instalación y tomará el valor más desfavorable.

Para el cálculo de las intensidades de defecto y de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta la forma de conexión del neutro a tierra, así como la configuración y características de la red durante el período subtransitorio.

Se deberá emplear un software especializado que tenga la posibilidad de realizar el cálculo mediante el método de elementos finitos debido a la gran extensión y complejidad de cada una de las subplantas. El cálculo deberá tener en cuenta varios parámetros a la hora del diseño:

- Características del terreno según profundidad
- Geometría de la planta y de la malla de puesta a tierra
- Duración de las corrientes de falla
- Valores de la corriente de falla a tierra y parte de esa intensidad que va a la malla

El programa deberá calcular las tensiones de paso y contacto y comparar con los valores teóricos para aprobación del modelo simulado. También se empleará este método para el cálculo de la red de los edificios.

## **17.7 Consideraciones de diseño**

### **Uniones a tierra**

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

Los materiales seleccionados deberán cumplir los siguientes criterios:

- El valor de resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación.
- Los conductores estarán diseñados para soportar la circulación de las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga.

- La integridad de los materiales seleccionados quedará garantizado independientemente de las condiciones externas.
- Se contemplarán los posibles riesgos debido a electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### **Tomas de tierra**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.

Los conductores de cobre utilizados serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

La profundidad ha de ser calculada para que el valor de resistencia no se vea modificado por la humedad, temperatura u otros efectos climáticos. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales para la instalación de la toma de tierra han de ser seleccionados para que se mantengan en el tiempo los valores de resistencia mecánica y eléctrica. Las canalizaciones metálicas de otros servicios no se podrán utilizar como tomas de tierra por razones de seguridad.

### **Conductores de tierra**

La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones recogidas en la siguiente tabla. La sección mínima no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegidos mecánicamente	No protegidos mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		



Tabla 6: Secciones mínimas de los conductores de tierra

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra, debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### **Conductores de protección**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

También es el conductor que une los diferentes tramos procedentes de cada uno de los grupos de estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos hasta llegar al armario del inversor correspondiente. La sección de los conductores de protección es, como mínimo la misma que la de los conductores activos de la instalación o polares.

Los conductores empleados en las líneas de tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión.

Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto o de descarga atmosférica no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones.

Sin embargo en ningún caso se admitirán secciones inferiores a 25 mm<sup>2</sup> en el caso del cobre, y 50 mm<sup>2</sup> en el caso del acero.

En otros casos reciben el nombre de conductores de protección aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red
- A un relé de protección

La sección de los conductores de protección será como mínimo los valores recogidos en la siguiente tabla:

Sección de conductores de fase S(mm <sup>2</sup> )	Sección de conductores de protección S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
S < 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S < 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

*Tabla 7: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase*

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### **Electrodos**

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de varillas, cables, chapas, perfiles, que presenten una resistencia elevada a la corrosión por si mismos, o mediante una protección adicional, tales como el cobre o el acero debidamente protegido, en cuyo caso se tendrá especial cuidado de no dañar el recubrimiento de protección durante el hincado.

Los conductores podrán disponerse de las siguientes formas:

- Picas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.
- Varillas, barras o cables enterrados, dispuestos en forma radial, mallada, anular.
- Placas o chapas enterradas.

Las dimensiones mínimas de las picas se ajustarán a las especificaciones siguientes:

- Los redondos de cobre o acero recubierto de cobre, no serán de un diámetro inferior a 14 mm, los de acero sin recubrir no tendrán un diámetro inferior a 20 mm.
- Los tubos no serán de un diámetro inferior a 30 mm ni de un espesor de pared inferior a

3 mm.

- Los perfiles de acero no serán de un espesor inferior a 5 mm ni de una sección inferior a 350 mm<sup>2</sup>.
- Los conductores enterrados, sean de varilla, cable o pletina, deberán tener una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup> los de cobre, y 100 mm<sup>2</sup> los de acero. El espesor mínimo de las pletinas y el diámetro mínimo de los alambres no será inferior a 2 mm los de cobre y 3 mm los de acero.

### **Derivadores y distribuidores**

Para constituir la red de tierras exterior y poder conectar todos los equipos y elementos metálicos con la malla de tierras enterrada se dispondrán derivadores y embarrados de conexión (distribuidores) de puesta a tierra en el interior de las casetas prefabricadas.

Los embarrados de conexión estarán constituidos por pletina de cobre electrolítico de características según Norma UNE 20003, mecanizada y tratada contra la corrosión mediante galvanizado o cadmiado electrolítico de espesor mínimo 10 micras, aplicado después del mecanizado, de dimensiones 400 x 60 x 6 mm. Provistos de 2 taladros y 2 tornillos M12x150 electro galvanizados (10 micras) para fijación. Irán equipados con 4 ó 6 bridas aptas cada una para 2 cables de cobre de 95 mm<sup>2</sup>. Las bridas irán provistas de tornillería de acero inoxidable 18/8. Material de las bridas, Custan 2.

Las pletinas de derivación serán de acero inoxidable 18/8 y dimensiones 150 x 60 x 6 mm, con un taladro de 12,5 mm de diámetro centrado a 30 mm de un extremo.

### **Abrazaderas**

Serán de aleación Custan-2 según UNE 37.103 con tornillo de amarre en U (M-10) de acero inoxidable 18/8 y aptas para una intensidad permanente de 400 A. Intensidad de corta duración (1 segundo) 10 kA.

### **Terminales para cables**

Se emplearán terminales de bayoneta de cobre electrolítico según Norma UNE 20003, aptos para conductores de cobre desnudo de 120, 70, 50 y 35 mm<sup>2</sup> y soldadura aluminotérmica ó fijación por compresión. Estarán protegidos contra corrosión y oxidación mediante recubrimiento electrolítico de zinc o cromo (bicromado). El diámetro del taladro será de 12,8 mm.

### **Grapas**

Serán de aleación rica en cobre con tornillos de acero inoxidable.



Tipo Apolo o similar.

### **Soldadura aluminotérmica**

Se suministrarán los moldes y cartuchos para soldadura aluminotérmica de conductores cobre-cobre, conductores de cobre a pletinas y/o embarrados, conductores de cobre a estructuras de acero, galvanizado o no. En sus precios incluirán la parte proporcional de moldes, mangos, pistola de ignición masilla, etc. Tipo Cadweld o similar.

### **Puesta a tierra de Centros de Transformación**

La puesta a tierra de los centros de transformación se divide en 3 partes:

- Puesta a tierra de protección.
- Puesta a tierra de servicio.
- Puesta a tierra de elementos interiores.

### **Puesta a tierra de protección**

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

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

La envolvente dispondrá de una pletina de cobre que constituye el colector de tierras de protección, a la que se conectarán las pantallas de los cables subterráneos y demás elementos.

### **Puesta a tierra de servicio**

Para los transformadores de servicios auxiliares (SSAA) y de generación instalados en los edificios de transformación, y con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, el neutro del sistema de BT de se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de herrajes de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado. La profundidad de la instalación será como mínimo de 50 cm.

### **Puesta a tierra elementos interiores**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad

eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final de una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

### **17.8 Ejecución de las obras**

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
  - Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
  - La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
  - Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe

extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra:

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte de la Dirección de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.



## 17.9 Ensayos

Se requerirá la presentación de certificados de cumplimiento de la normativa referenciada en este pliego de prescripciones.

Los ensayos o pruebas a que serán sometidos los diferentes elementos que se incluyen en este pliego, se describen a continuación:

- Medida de la resistencia óhmica de los conductores.
- Medida de las tensiones de paso ( $V_p$ ) y contacto ( $V_c$ ) en cada local técnico y puntos intermedios señalados por la Dirección de obra.

Se medirá la continuidad de los conductores de la red, una vez instaladas y realizadas las uniones. Se comprobará la equipotencialidad de red de tierras aérea de la instalación mediante la realización de mediciones en presencia del personal competente para verificar su continuidad.

Se garantizará la continuidad de las tierras aéreas mediante las interconexiones necesarias entre los distintos tramos de bandejas y el tendido de conexiones entre los distintos puntos.

## 18. VALLADO DE SEGURIDAD

### 18.1 Descripción general

El adjudicatario deberá diseñar un vallado de seguridad en el perímetro de todas las subplantas y edificios auxiliares (si estos no se encuentran en el entorno de las subplantas). La propuesta se realizará de acuerdo a los criterios de AENA de manera que se establezcan las zonas a acotar, la sustitución de vallados existentes si estos se encuentran en el perímetro de las subplantas y determinar si algunas parcelas pueden pasar en un futuro a formar parte del lado aire.

El vallado deberá proteger la instalación y su integridad frente a accesos exteriores en combinación con el sistema de video vigilancia e iluminación.

El dimensionamiento del vallado perimetral de seguridad se realizará conforme a la tipología existente en el aeropuerto, formado a grandes rasgos por un murete de hormigón sobre el cual se instala postes metálicos con malla de simple torsión y bayonetas de seguridad anti intrusión. De tal forma que mantenga las mismas características tanto de materiales como de altura, cumpliendo siempre con el Manual de Seguridad para el diseño de aeropuertos. Módulo 2. Requisitos Técnicos y de diseño de vallado de perimetrales, de Aena Aeropuertos con fecha 20 de diciembre de 2016, emitido por la División de Seguridad Operacional.

La cimentación del vallado estará formada por un murete de hormigón armado de 80 cm de altura

por 30 cm de espesor, sobresaliendo del terreno 40 cm.

Se prevé un relleno de suelo seleccionado bajo la cimentación de un metro, de espesor mínimo de un metro que se definirá completamente con el estudio geotécnico. La base para el vallado perimetral de seguridad estará constituida por un murete de hormigón armado de 40 cm de espesor.

Para favorecer la evacuación de agua la base dispondrá de aperturas inferiores para el paso de agua cada 3 metros.

En aquellas secciones en que se prevea la existencia de crecidas de caudales de drenaje cercanos el murete irá acompañado de aletas laterales armadas, que evitan la aparición de vegetación, así como cunetas de hormigón.

Los muretes tendrán embutidos los correspondientes tubos eléctricos y de comunicaciones para los equipos de seguridad indicados en el presente pliego (CCTV, iluminación y reserva).

Los postes, elementos sustentadores de la malla y las bayonetas, se instalarán empotrados en el vallado y serán de acero galvanizado de 60 mm de diámetro y con los mismos acabados que el vallado existente para conservar el aspecto visual del conjunto del vallado.

La altura de los postes deberá cumplir la normativa de Aena y conservará las características del vallado existente. El poste debe estar embebido en el murete de base, al menos, 60 cm.

La distancia entre cada poste será de 3 m, asegurando así la rigidez del vallado.

Se dispondrá una malla metálica galvanizada de simple torsión de 50/16, con luz de 50 mm, forma romboidal (alambre de 400N/mm<sup>2</sup>). Asimismo, dispondrá de tratamiento superficial (plastificadas en verde) para proteger al máximo el material interior y asegurar su durabilidad.

La malla cubrirá toda la altura de los postes hasta el punto de inicio de la bayoneta y quedará completamente anclada al hormigón de base y a los postes mediante grapas de fijación en los vértices de la malla, distribuidas en el caso del murete a la distancia que se considere conveniente, sin sobrepasar un máximo 30 cm, o bien utilizando barra anti intrusión.

Sobre la malla existirá una línea de tres alambres de espino y una bayoneta de 0,30 m de largo con una inclinación de 45° hacia fuera de la instalación fotovoltaica. La altura total del cerramiento desde la rasante del terreno será de 2,80 m.

Con el objetivo de evitar interferencias en los equipos de ayudas a la navegación aérea se instalará un mallado permeable a la radiación electromagnética.



Finalmente, a lo largo del vallado y en posición legible, deberán ubicarse carteles anunciadores de Zona Restringida de Seguridad, que se instalarán siempre cada 100 m.

Se instalará un cable sensor de vibración de vallados similar al existente, consistente en un cable de fibra óptica adherido al vallado a proteger.

El vallado incluirá puertas normalizadas de seguridad para el acceso de vehículos en los viales que se designen para tal efecto.

## **19. SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA**

### **19.1 Descripción general**

El objeto del presente apartado es el de establecer las especificaciones técnicas para la definición del suministro, instalación y mantenimiento del Sistema de Seguridad Perimetral y Redde Datos de Seguridad. Se realizará la descripción del sistema de seguridad de la planta fotovoltaica, realizándose una descripción analítica de dicho sistema, así como de los

subsistemas que lo componen, pasando posteriormente a enumerar los equipos que conformarán cada uno de ellos. Por otra parte, se describen las características técnicas de los equipos y dispositivos del sistema de seguridad y el modo en que habrán de ser instalados.

Se describen a continuación los distintos subsistemas que conforman el Sistema de Seguridad. Cada uno de ellos desempeña una función concreta y está compuesto por un grupo de dispositivos específicos.

Los subsistemas que conforman la instalación son:

- Subsistema de Detección de Intrusión.
- Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Subsistema de Control de Accesos.
- Red de Seguridad del PV.
- Subsistema de Centralización.

### **19.2 Normativa**

- UNE-EN 62676 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad.
- UNE-EN 50130 Sistemas de alarma.
- UNE-EN 50131 Sistemas de alarma de intrusión y atraco.
- UNE-EN 50136 Sistemas y equipos de transmisión de alarmas.



- UNE-EN 60839 Sistemas electrónicos de alarma y seguridad.
- UNE-EN 60793 Fibra óptica.

### 19.3 Subsistema de Detección de Intrusión

El sistema de Detección de Intrusión estará compuesto por sensores y dispositivos adecuados para garantizar que se detectará cualquier tipo de sabotaje o intento de intrusión en algún edificio de las instalaciones.

Estos dispositivos darán señal de alarma ante cualquier intento de sabotaje. Se deberá realizar la configuración necesaria en el sistema para que, ante un salto de alarma, se interprete y posicione en pantalla la cámara próxima asociada, con el fin de poder visualizar la zona afectada, así como la imagen del domo asociado a la zona.

En el Centro de Control y en el nuevo Centro de Reparto se instalarán las medidas de intrusión descritas a continuación mediante detectores volumétricos en el interior y contactos magnéticos para las puertas de acceso exterior.

Las siguientes medidas estarán inhabilitadas durante el horario laboral, cambiando su estado a activo durante el horario nocturno (horario en el que no exista personal en las instalaciones), en su defecto se establecerá con el cliente el protocolo de actuación a seguir.

- Contactos magnéticos. Se instalarán en las zonas indicadas en planos contactos magnéticos cubriendo los posibles accesos a zonas del interior del edificio. Estos elementos se conectarán a la unidad central por medio de módulos de expansión. Tendrán distancias de montajes variables, instalación de superficie o empotrada en diferentes tipos de materiales, interruptor magnético, imán, caja de protección y sistema antisabotaje.
- Detectores bivolumetricos de doble tecnología (infrarrojos+microondas), protegidos contra interferencias radioeléctricas, sensibilidad ajustable y para montaje adosado en zonas de acceso a los edificios.
  - Alcance: 11 m x 11 m.
  - Relé de Alarma: Energizado Forma A
  - Requisitos de Alimentación: 7.5-20 VCC
  - Rizo CA: 3 V pico-a-pico a 12 VCC nominal
  - Frecuencias: 24.125 GHz (Banda-K)
  - Inmunidad a la Luz Blanca del PIR: 6.500 Lux
  - Filtro de Luz Fluorescente: Seleccionable 50 Hz o 60 Hz

- Inmunidad RFI: 30 V/m, 10 MHz - 1000 MHz
- Temperatura de Funcionamiento: -10° a 55° C (14° a 131° F)
- 5% - 95% humedad relativa (sin condensación)
- Intervalos de Auto-Comprobación: Supervisión Microondas Continua
- Auto-comprobación PIR Una vez cada hora
- Compensación de Temp. Cada 30 segundos
- Campos de Visión del Pir: 22 largo alcance
- Unidad central anti-intrusión. La unidad central de anti-intrusión se instalará en la sala principal del control. Aquí también se instalará un teclado para la activación o desactivación de las señales que emitan los contactos Magnéticos y detectores volumétricos. A partir de aquí se tenderá el cableado RS-485 hacia los módulos de expansión que interconectarán todos los detectores. Contará con teclado de mando incorporado, código de acceso, pantalla con display L.C.D., para visualización de incidencias, salida para transmisión de alarma a distancia, transmisor telefónico, módulo de alimentación, pruebas y señalización, módulo horario y plan de alarma día-noche, sirena electrónica de dos tonos, modulo para conexión con sistema de control central, fuente de alimentación y baterías estancas Ni/Cd de emergencia para funcionamiento de 1 hora en alarma y 72 horas en reposo, incorporará a su vez marcador telefónico de aviso automático a central exterior en caso de alarma.
- Sirena electrónica autoalimentada y autoprotegida para montaje exterior compuesta de módulo de sonido y dispositivo luminoso intermitente. Dicha sirena se instalará en el acceso principal de cada edificio.

Las líneas de detección de intrusión y módulos de direccionamiento y control se dimensionarán con capacidad suficiente para admitir una ampliación de puntos vigilados no inferior al 30% de los instalados, con el fin de poder absorber las ampliaciones necesarias.

La central de detección de intrusión se dimensionará con capacidad suficiente para admitir una ampliación de puntos controlados no inferior al 30% de los instalados.

Desde la Central de Seguridad se dará la señal correspondiente para activar el funcionamiento de la cámara de la zona donde se haya activado una señal de alarma, a fin de efectuar un seguimiento visual de la zona.

Todo el cableado irá siempre por tubo, a su vez este tubo irá por la bandeja prevista para las instalaciones de seguridad. A la salida de la bandeja se empleará tubo rígido de Ø20 para montaje visto o tubo flexible de Ø25 empotrado en paramentos.

Para la detección de intrusión se dispondrá de un software que podrá ser propietario o de terceros con la capacidad de detectar movimiento y/o intento de intrusión en el perímetro cubierto.

Las características mínimas de las que dispondrá el software para análisis de video serán:

- Programa de análisis del sistema sobre la última plataforma de Windows disponible y contrastada en el mercado industrial.
- Permitirá al operador establecer alertas sobre objetos inmóviles y patrones repetitivos en personas.
- Mantendrá una bitácora que lleve el registro de las acciones que se llevan a cabo sobre el sistema.
- Deberá soportar la creación de diferentes perfiles, desde el administrador del programa, hasta el usuario final, todos estos perfiles deberán tener diferentes niveles de acceso.
- Será 100% compatible con el sistema de grabación de video descrito anteriormente.

#### **19.4 Control de acceso a la planta**

El acceso a la PSPV será controlado a través de un sistema de control de accesos que será análogo y compatible con el usado en el Aeropuerto. La instalación se tendrá que integrar en el GSA del Aeropuerto.

El control de acceso contará con lectores de proximidad de tarjetas de Identificación en las puertas de acceso al recinto de cada subplanta y en el acceso a los edificios previstos. El objetivo del sistema de control de accesos será únicamente para inhabilitar las alarmas de intrusión del edificio permitiendo el acceso al personal autorizado en las distintas salas o espacios.

Como apoyo al sistema de control de accesos, en todos los puntos definidos con la necesidad de lector se dispondrá de un elemento intercomunicador SIP con el Centro de Control de la planta o con el centro de seguridad que designe AENA.

#### **19.5 Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)**

El subsistema de CCTV, pese a que puede operar de manera aislada, suelen cubrir algunas de las funciones requeridas por los Sistemas de Seguridad. De esta manera, el CCTV deberá actuar como subsistema, integrado en mayor o menor medida con otros subsistemas que refuercen y complementen sus funciones, para obtener el nivel de seguridad requerido en la instalación.

El sistema de CCTV permitirá satisfacer varias de las funciones, gracias a componentes específicos y especializados que serán comentados en detalle en los siguientes puntos.

- Visualizar escenas de una manera remota.



- Visualizar escenas desde uno o más puestos de visualización.
- Almacenar las imágenes de las cámaras para su posterior visualizado.
- Visualizar imágenes en tiempo real o a partir de grabaciones o registros.
- Identificar a integrantes de una escena y comprobar incidentes.

Para visualizar en tiempo real las imágenes captadas por las cámaras se instalarán monitores de CCTV con cuadrantes. El sistema ha de ser capaz de gestionar y visualizar tanto en tiempo real como a través de grabaciones, las imágenes captadas por las cámaras para ello se instalarán grabadores de CCTV, un PC de gestión y visualización de CCTV.

Las medidas a disponer se diseñarán teniendo en cuenta los criterios y necesidades como la situación de la planta, dando prioridad a las zonas críticas del estudio (vallado perimetral y acceso principal).

Es necesario que los diversos componentes del sistema CCTV se comuniquen entre sí, transmitiendo las imágenes entre ellos del siguiente modo:

- Cámaras IP con grabadores: Las cámaras IP deberán crear un flujo constante de transmisión de las imágenes con la mayor calidad que se defina para la función que haya de desempeñar la cámara.
- Cámaras IP con puestos o monitores de visualización y/o gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a una cámara IP, ésta transmitirá la misma con una calidad adecuada a las necesidades de visualización.
- Servidores con puestos o monitores de visualización y/o gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a un grabador, éste la enviará con la misma calidad con la que haya sido almacenada, aunque habitualmente se transmitirá con la misma calidad empleada para almacenar la imagen.

Las imágenes transmitidas hasta el servidor en red de CCTV se almacenarán sin sufrir compresiones adicionales en el formato en que fueron transmitidas.

La grabación de las imágenes de las cámaras vendrá determinada por una de las siguientes situaciones:

- De manera automática, ante la generación de una incidencia considerada en el sistema como de importancia suficiente para ser grabada.
- De manera manual, cuando el operador que visualice las cámaras ordene al sistema hacerlo a través de un puesto de visualización o de gestión del sistema.

- De manera automática, en caso de que se haya programado el grabador para que almacenen imágenes durante un periodo de tiempo determinado y de forma continua.

Como criterio general, se suelen almacenar imágenes de todas las cámaras de un sistema con una tasa de imágenes y una resolución determinada, y que ésta cambie a voluntad de un operador o ante una incidencia.

Los puestos de visualización permitirán a los operadores visualizar imágenes captadas por las cámaras, tanto en directo como provenientes de grabaciones.

En este sentido, el sistema de visualización será capaz de realizar las siguientes funciones:

- Disponer de pre-configuraciones para la presentación en pantalla de varias cámaras.
- Posibilidad de asociar ciertas pre-configuraciones y selecciones de cámara con el horario, situación de la instalación u operador que maneja el sistema.
- Capacidad de solicitar las imágenes a mostrar con la resolución adecuada al número de cámaras a visualizar y al ancho de banda disponible.
- Capacidad de trazabilidad de las actuaciones de los operadores sobre el sistema.

Se dispondrá de los siguientes tipos de cámaras:

- Cámaras térmicas fijas a lo largo de todo el perímetro vallado de casa subplanta. La interdistancia entre cámaras térmicas será de aproximadamente 100 m (o aquella distancia que establezca el fabricante para la correcta detección de incidencias) y mediante un software de análisis de datos, generará las alarmas.
- Las cámaras domos cubrirán todo el perímetro de la planta con la función de realizar un enfoque en cualquier zona afectada por un intento de intrusión detectado por las cámaras térmicas, de forma automática. Las cámaras domo se ubicarán a interdistancias mayores (aproximadamente 300m) para dar visionado a las incidencias que indiquen las cámaras térmicas. Se ubicarán en el mismo sentido de orientación, de forma que una supervise a la siguiente, minimizando el ángulo muerto que éstas producen e incluyendo la eliminación del ángulo muerto cubriendo la zona muerta entre cámaras compuestas.
- Las cámaras fijas se emplearán para el control en el acceso a la planta, dónde registrarán los vehículos y las personas que entran y salen de la instalación.

Cada cámara perimetral deberá quedar cubierta por una anterior, con objeto de evitar dejarlas inoperativas sin grabar al vándalo.

El sistema se complementará con un videograbador con función de estación de operación y un software de análisis de imágenes para detección de intrusión. La plataforma será 100% digital, siendo todas las comunicaciones de los equipos por Ethernet IP.

Tanto las cámaras como el sistema de enlace deberán estar respaldado por UPS, tecnología ON LINE y como mínimo de 1.000 VA o 45 minutos de autonomía, el más restrictivo.

Los enlaces entre los armarios perimetrales CCTV y el nodo de comunicaciones exterior se realizarán por medio de fibra óptica monomodo del tipo 62,5  $\mu$ m.

#### Cámaras domo láser o IR

- Cámara domo de tipo pan-tilt-zoom (PTZ) de tipo compacta para instalación a la intemperie.
- Sensor 1/2,8" CMOS.
- Resolución de al menos 2 MPx (1920x1080).
- Iluminación láser o IR para la correcta visualización de las imágenes a 0 lux, a una distancia de al menos 400 m.
- Zoom óptico x45.
- Control de enfoque manual y automático.
- Compresión de video H.265/H.264.
- Conexiones de comunicación para Ethernet (puerto RJ-45) y protocolos serie (RS-485).
- Protección ambiental IP67.

#### Cámara digital fija

- Cámara digital fija de tipo compacta para instalación a la intemperie.
- IP HD 1080 p, 25/30 ips H.264
- Conmutación día/noche
- Iluminación IR integrada
- Protección ambiental IP67.

#### Cámara térmica

- Cámara térmica fija tipo bala para vigilancia de larga distancia y aplicación exterior
- Apta para día y noche.
- Rango espectral de 7.5-13.5  $\mu$ m.
- Campo de visión: 24°x19° Longitud focal de 13 mm.



- Pixeles efectivos de al menos 320x240 30Hz
- Óptica fija, lente 19 mm (17°x13°), alcance máximo 250 m.
- Compresión de video H.264, MPEG4, M-JPEG
- Alimentación por ethernet PoE IEEE 802.3af.
- Protección ambiental IP67.
- Conforme al estándar ONVIF S, para posibilitar integraciones futuras.

#### Columna de acero

Las principales características de la unidad son las siguientes:

- Columna de exterior fabricada en acero de carbono S-235-JR según UNE-EN10025 y galvanizada por inversión en caliente según normas UNE37501-37508-88 y R.D. 2531/1985.
- Incluye placa base y plantilla para pernos, cimentación, tuercas, arandelas y demás accesorios necesarios para su instalación y resistencia a vientos de 177 Km/h.
- Grado de Protección IP-67, DIN 40050.

#### Armario a pie de cámara de poliéster

El armario a pie de cámara será el encargado de contener los elementos eléctricos necesarios para la alimentación de las cámaras. Las características de estos equipos son las siguientes:

- Tipo: Poliéster, exterior calefactado.
- Estructura: Autoextinguible. Resistencia al choque.
- Protección: IP-659 Norma (UNE 20234).IP-65 Norma (DIN 40050).
- Sujeción módulo: Mediante bisagras, abatible para un fácil mantenimiento.
- Anclaje en columna con pletina metálica.
- Interruptor magnetotérmico: 10A
- Consumo máximo del calefactor 40 W.
- Alimentación 230 Vca  $\pm$  10%, 50 Hz (según normativa europea)
- Protección contra sobretensiones en la línea de alimentación.

#### Estación de operación CCTV y videograbador digital

El procesador digital de video será un computador dedicado y diseñado para la adquisición, proceso y almacenamiento del total de cámaras IP que resulten del diseño de todas las subplantas, el Centro de Control y la subestación. Además, cumplirá la función de estación de

operación. Para este cometido se suministrarán dos pantallas LED's de 21". El visionado de todas las cámaras se realizará mediante un video-wall.

Se podrá controlar el movimiento de las cámaras domos mediante joystick o teclado/ratón y se podrán definir posiciones preestablecidas. Se podrá realizar un despliegue de cámaras en vivo, con composición de videos de distintas cámaras. Se permitirá arrancar y detener despliegues de una cámara en particular o de múltiples cámaras.

El sistema también dispondrá de las siguientes características:

- Sistema de administración mediante niveles de acceso, incluyendo un administrador para cada módulo y un administrador general.
- Se debe permitir acceso al video en cualquier punto de la red Ethernet, LAN y WAN.
- Sistema de administración flexible que permita llevar el video de cualquier cámara a cualquier estación de monitoreo.
- Capacidad de encriptamiento y compresión de video adecuada para poder trasegar la información sin causar problemas en el ancho de banda asignado.
- Capacidad de grabación continua con un periodo de almacenamiento de al menos dos meses.

Su instalación se realizará en el Centro de Control ó donde indique el Director del expediente del proyecto, preferiblemente en rack de 19" con todas las bandejas necesarias para la correcta instalación del cableado de entrada y salida.

#### Análisis de imágenes térmicas

Para la detección de intrusión se dispondrá de un software con la capacidad de detectar movimiento y/o intento de intrusión en el perímetro cubierto. Las características mínimas de las que dispondrá el software para análisis de video serán:

- Programa de análisis del sistema sobre la última plataforma de Windows disponible y contrastada en el mercado industrial.
- Permitirá al operador establecer alertas sobre objetos inmóviles y patrones repetitivos en personas.
- Mantendrá una bitácora que lleve el registro de las acciones que se llevan a cabo sobre el sistema.
- Deberá soportar la creación de diferentes perfiles, desde el administrador del programa, hasta el usuario final, todos estos perfiles deberán tener diferentes niveles de acceso.

- Será 100% compatible con el sistema de grabación de video descrito anteriormente.

### Videowall

Debido a la amplitud de datos a visionar en la sala del Centro de Control y al elevado número de cámaras del sistema de CCTV se deberá disponer de un videowall mural formado por los siguientes elementos:

- En la parte central del sistema de visualización se dispone de una matriz de 3 filas y 4 columnas de pantallas de 55" de tecnología TFT-LED.
- Adyacentes a la parte central del sistema de videowall se dispone de un total de 12 pantallas de 24" de tecnología TFT-LED. En cada uno de los monitores del sistema se visualiza el flujo de vídeo de una única cámara.
- Hardware controlador de video-wall con software específico.

La configuración de la visualización de las distintas cámaras en cada uno de los monitores la realiza el operador de manera remota interactuando con el controlador del sistema de visualización.

Las funcionalidades del software del controlador del videowall son las siguientes:

- Es accesible desde cualquier puesto de operación que se requiera. Todos los puestos de operación pueden eliminar señales o información presente, agregar nuevas fuentes, desplazar o modificar las existentes de forma simultánea, en tiempo real y sin ningún tipo de interferencia entre puestos.
- Puede representar en el terminal que esté siendo utilizado para tal control, una imagen esquemática simulada el conjunto de pantallas en el que pueda verse:
- Toda la información y señales presentes en el conjunto de pantallas, visualizando el contenido íntegro del mural (incluyendo datos y señales RGB y video)
- Cualquier cambio de posición o forma de las imágenes o información presentes en las pantallas se refleja en todos los terminales que se estén utilizando para realizar el control de las pantallas en tiempo real.
- Dispone de un interface gráfico intuitivo que permite eliminar fácilmente señales o información presente, agregar nuevas fuentes, desplazar o modificar las existentes de forma simultánea, en tiempo real y sin ningún tipo de interferencia entre puestos.
- Dispone de Drag & Drop. El usuario puede añadir una nueva fuente simplemente seleccionándola de la lista de posibles fuentes, arrastrándola y eligiendo la zona donde



quiera que sea posicionada.

Una vez colocadas las ventanas todas son libremente desplazables y podrá cambiarse su tamaño. Será capaz de manejar estos tipos de fuente:

- Señales de video compuesto, S-video
- Señales gráficas RGB/DVI inyectadas directamente en el controlador.
- Señales de Video IP (MPEG 2/4 – H264).
- Cualquier tipo de aplicación Windows o Unix, ejecutada directamente en el propio controlador o en una máquina remota.
- Captura vía LAN de pantallas de todo tipo de terminales.

Otras funcionalidades que incorpora son:

- Posibilidad de registrar la posición y tipo de la diferente información presente para crear un escenario. Los usuarios podrán seleccionar diferentes layouts en cualquier momento, produciéndose automáticamente los cambios necesarios para adecuarse a la nueva distribución de imágenes y señales.
- Cualquier usuario será capaz de actuar directamente sobre las pantallas capturadas y sobre el videowall, utilizando su propio teclado y ratón: licencia corporativa ilimitada en número de usuarios
- La aplicación de control constituye un sistema abierto, programable y configurable para que el personal de operación pueda añadir cualquier tipo de fuente de información nueva para su presentación en las pantallas.
- Incluye la posibilidad de interactuar directamente con el ratón y teclado de la electrónica, para abrir aplicaciones de forma directa y controlar las aplicaciones abiertas de forma directa en el panel.
- Posibilidad de llevar a cabo la integración del software de control del videowall con software de terceros mediante un SDK.

## **19.6 Red de seguridad del complejo**

Deberá realizarse el suministro, tendido y conexionado de la red de datos de seguridad, así como la realización de las pruebas específicas para la fibra óptica instalada. Igualmente, se configurará toda la red de seguridad en base a los requisitos de la instalación.

Tanto en el diseño de la arquitectura de la red como en la elección de los equipos que la componen, prima la criticidad del sistema de comunicaciones fiable y robusta, que dispone de

una gran capacidad de procesamiento de datos para la transmisión de la información de la red.

Se dispondrán de armarios de campo distribuidos a lo largo del perímetro, instalados de acuerdo a las especificaciones de las prescripciones técnicas. Cada uno de estos armarios se conectará a la red de seguridad del parque mediante la electrónica especificada, y de ellos partirán las alimentaciones a cada cámara. Estos switches serán de uso exclusivo para el sistema de seguridad perimetral a instalar, y se requerirá su instalación en el interior de cada armario su configuración y conexionado, lo que permitirá la puesta en marcha de cada uno en el anillo activo.

### **19.7 Subsistema de centralización**

El subsistema de centralización se encargará de transmitir y procesar las señales de los distintos subsistemas, actuando automáticamente según su programación y presentando la información resultante a los operadores cuando esto sea necesario, de manera que estos puedan reaccionar ante las distintas incidencias que puedan presentarse.

Para ello existirán tres puestos dedicados a las siguientes funciones:

- Puesto de gestión y control de accesos.
- Puesto de monitorización de CCTV.
- Puesto de supervisión del sistema de seguridad.

Todo el sistema de seguridad irá conectado a un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), el cual garantizará el funcionamiento del sistema en caso de fallo o avería de la instalación.

### **19.8 Ejecución de la obra**

Toda la instalación ha de ser realizada por un instalador autorizado y quedará legalizada.

Las obras se realizarán conforme a lo indicado en los planos. Los equipos se colocarán en el lugar indicado en los planos, o donde indique el Ingeniero Director, en caso de nuevo replanteo.

No se utilizará ningún tipo de conector que necesite sustancias que se puedan fundir.

Los materiales utilizados para encapsular y cubrir cumplirán por exceso las condiciones ambientales especificadas para cada sustancia.

No se utilizarán dispositivos de germanio si existen equivalentes de silicio.

Hasta donde sea factible, todos los elementos serán lo más comunes posible y se podrán obtener de dos suministradores diferentes, por lo menos.

Los equipos deberán cumplir, tanto en emisión como en inmunidad de los campos electromagnéticos, compatibilidad electromagnética de acuerdo a la norma EN 50081 (emisión) y EN 50082 (inmunidad). Los mismos requisitos deben aplicarse a las distorsiones armónicas, según normas aplicables.

Los equipos se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobado por la Dirección de Obra. El instalador deberá, en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que como consecuencia del cambio se vea afectada.

Se realizarán todas aquellas pruebas que juzgue necesarias el Ingeniero Director, para lo cual el contratista pondrá a su disposición las personas y maquinaria que se necesiten.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que el personal que realiza los trabajos cumpla con las normas reguladas en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en vigor.

Todos los materiales deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE indicadas en el NTE-IEN de última edición: "Instalaciones Audiovisuales".

Todos los materiales deberán cumplir, además de con las normativas aplicables locales/comunales y nacionales, con los de la Comunidad Europea. En caso de discrepancia, será de aplicación la más restrictiva.

Se entenderá que cada equipo está totalmente terminado cuando sea sometido a prueba y el Ingeniero Director dé su aprobación.

Los ensayos o pruebas a los que serán sometidos los diferentes elementos que se incluyen en este apartado, se enumeran a continuación:

#### Pruebas de Nivel 1

- Recepción y comprobación de todos los certificados de homologación y calidad, así como de los certificados de las pruebas pasadas en fábrica por los equipos que aseguren el cumplimiento de las características técnicas y funcionalidades requeridas. Asimismo, se comprobará toda la documentación técnica necesaria que haya suministrado el fabricante, incluidos números de serie de los equipos. Esto es:
  - Prueba de movimiento horizontal (velocidad).



- Prueba de movimiento vertical (velocidad).
- Prueba de definición/calidad de la imagen.
- Prueba de zoom.
- Prueba de servofoco (foco monitorizado).
- Inspección visual del estado general de los equipos.

### Pruebas de Nivel 2

Se realizará una inspección visual del conjunto (instalación de la columna y cámara):

- Canalizaciones correctamente cubiertas, arquetas cerradas.
- Material en buen estado aparente, sin arañazos o raspaduras.
- Cables firmemente sujetos, peinados y correctamente identificados.
- Equipos firmemente sujetos identificados con número de serie.
- Armarios estancos, sólidamente enclavados a su cimentación.
- Inventario de equipos, conforme a lo previsto en el proyecto verificando además la instalación de doble protección en aquellas instalaciones en las que un vehículo que se salga de la calzada pudiera impactar contra la columna.

### Pruebas de Nivel 3

- Verificación de que todos los equipos están dados de alta y en operación en el centro de control.
- Comprobación de la existencia de todas las cámaras comprendidas dentro del proyecto.
- Ajuste de color, enfoque y contraste (calidad y definición de la imagen).
- Encuadre y cobertura de la cámara.
- Comprobación visual del recorrido angular de las cámaras, así como la capacidad de enfocar a objetos predeterminados o preposicionarse según eventos.
- Prueba de alarma de fallo en las comunicaciones.
- Comprobación de funcionamiento del software de detección para las cámaras térmicas.

## **20. ILUMINACIÓN**

### **20.1 Descripción general**

El adjudicatario deberá diseñar un sistema de iluminación en el perímetro exterior de todas las subplantas con el objetivo de dotar de mayor seguridad a la instalación a la hora de posibles

robos y vandalismos.

La solución consistirá en la implantación de un sistema a base de luminarias led cuya altura, interdistancia, orientación deberá definir el adjudicatario en base a un estudio lumínico.

Deberá definir también el sistema de suministro eléctrico a las luminarias y sus canalizaciones eléctricas. La iluminación de la planta se podrá activar de forma remota o automática con células fotoeléctricas.

## 20.2 Normativa

- Orden Circular 36/2016 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles
- UNE-EN 13201-2 Iluminación de Carreteras Parte 2: Requisitos de prestaciones
- Reglamento Electrotécnico para B.T. Decreto 842/2.002 de 2 de agosto. (B.O.E. nº 224 del 18 de septiembre 2002).
- RD 1890/2008 Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07
- ITC-EA-06 Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones
- UNE-EN 60598-1: Luminarias. Requisitos generales y ensayos.
- UNE-EN 60598-2-3: Luminarias. Requisitos particulares. Luminarias de alumbrado público.
- UNE-EN 60598-2-5: Luminarias.
- UNE-EN 62031: Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.
- UNE-EN 55015: Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
- UNE-EN 61547: Equipos para alumbrado de uso general. Requisitos de inmunidad CEM.
- UNE-61347-2-13: Dispositivos de control electrónico.
- UNE-EN 61000-3-2: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos de corriente de entrada  $\leq 16A$  por fase).
- UNE-EN 61000-3-3: Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 3: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente de entrada  $\leq 16A$  por fase y no sujetos a una conexión condicional.
- UNE-EN 62471 de Seguridad Foto-biológica.

- Certificado que incluye el ensayo y estudio fotométrico de las luminarias conforme a lo establecido en la Norma UNE-EN 13032.
- Certificado de reciclabilidad, en el que se justifique el cumplimiento de las directivas RoHS y WEEE.
- Certificado del Fabricante de cumplimiento ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

### 20.3 Dimensionado de la instalación

Por su uso, los viales perimetrales de la instalación se ha considerado que deberán tener una clase de alumbrado ME4a según la UNE-EN 13201-2. Este nivel de alumbrado tiene los siguientes requerimientos:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| • Luminancia media Lm                  | >0,75cd/m <sup>2</sup> |
| • Uniformidad global Uo                | >0,4                   |
| • Uniformidad global UI                | >0,6                   |
| • Deslumbramiento incapacitativo TI(%) | <15                    |
| • Alumbrado de alrededores SR          | 0,5                    |

El coeficiente de mantenimiento considerado se calculará según se establece en la ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética en alumbrado exterior RD 1890/2008:

$$f_m = FDFL \times FSL \times FDLU$$

Donde:

$f_m$ : Factor de mantenimiento (adimensional)

FDFL: Factor de depreciación del flujo de la lámpara (adimensional)

FSL: Factor de supervivencia de la lámpara

FDSR: Factor de depreciación de la luminaria

El cálculo de la iluminación para el cumplimiento de estos parámetros se debe realizar mediante un software específico tipo DiaLux o similar

### 20.4 Conductores eléctricos

Cumplirán con lo establecido en el apartado de conductores de baja tensión del presente pliego para cables del tipo RHZ1 (0,6-1 kV).

### 20.5 Luminarias



### 20.5.1 Características

Las luminarias deberán ser iguales que el modelo con el que se ha realizado el estudio lumínico, en caso de modificación se deberá ajustar estudio lumínico que cumpla o supere los mismos parámetros lumínicos.

Las luminarias estarán compuestas por dos piezas, cuerpo y marco de fundición de aluminio inyectado a alta presión, con cierre de protector de vidrio templado, dotando así a todo el elemento con un grado de hermeticidad mínimo IP66, de forma que se garantice el mantenimiento de las prestaciones fotométricas a lo largo del tiempo. Con un índice de resistencia mínimo a impactos global de la luminaria IK08.

La apertura se realizará sin herramientas mediante un único clip de apertura, para facilitar las labores de mantenimiento y montaje.

La luminaria deberá ir pintada en el color de RAL definido por la dirección de obra, con pintura al polvo en poliéster mediante electrodeposición con al menos 60 micras de espesor, y además deberá disponer de manera opcional, la posibilidad de una protección extra para situaciones extremas.

Los proyectores deberán tener una vida útil mínima de L90\_100.000h (para corrientes de 350-500mA y Tq: 25°C, así como L80\_100.000h para corrientes de 700mA y Tq: 25°C). Dispondrá de un dispositivo protector contra sobretensiones (SPD), integrado en la luminaria, que proteja de hasta 10kV.

El motor fotométrico estará basado en un sistema flexible basado en el principio de óptica plana de adición fotométrica, mediante múltiples fuentes de luz tipo LED de alta potencia. Cada LED, estará asociado a una lente específica fabricada en PMMA (Metacrilato), y la luminaria en su totalidad generará la distribución fotométrica de salida determinada, de forma que se pueda ofrecer el mismo aparato para las diferentes aplicaciones, tipologías y secciones de estudio.

La eficacia mínima de este tipo de proyectores equipados con LED blanco neutro (NW), considerando el flujo real emitido por la luminaria y el consumo total de la misma con una alimentación a 350mA será mayor a 100lm/w.

La luminaria deberá disponer como opción, la posibilidad de integración de fábrica del controlador para su Telegestión punto a punto, dicho controlador deberá ser de tecnología abierta y del mismo fabricante para evitar incompatibilidades.

Para optimizar la eficiencia energética y que haya una menor contaminación lumínica el flujo he-

misférico superior del proyector será del 0% en su posición horizontal.

Rango mínimo de temperatura de funcionamiento de -15 a +35°C.

#### 20.5.2 Proceso de ejecución

Se instalarán las luminarias definidas en los planos de alumbrado, en las posiciones marcadas en los mismos, cualquier modificación tanto de los modelos como de las implantaciones de los planos deberán ser aceptadas por el Ingeniero Director de la Obra.

En tal caso el contratista deberá avalar por cálculo lumínico las modificaciones planteadas. Dichas modificaciones no supondrán merma en la calidad del proyecto lumínico realizado, basado en los niveles y uniformidades obtenidos e incluidos en el documento de anejos de cálculo.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexiónados, montadas y debidamente probadas.

Las luminarias irán sustentadas sobre el tipo de apoyo o anclaje que se indique en el proyecto o el que aconseje el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no pueda girar u oscilar en el caso de posicionado fijo.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán las operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios de forma que se mantenga el grado de protección original de diseño.

Las luminarias se conectarán a tierra mediante el conductor de protección al tornillo de puesta a tierra de luminarias.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en la instrucción MI BT 032. Para su instalación se seguirá en general las indicaciones de la misma instrucción.

Las placas de conexión se instalarán en el interior de cajas de material plástico libre de halógenos. Sobre la placa se fijarán los elementos tales como bornas, bases portafusibles si procede en vía de perfil DIN, etc.

Todas las cajas de registro y derivación serán de material termoplástico ABS libre de halógenos. Se colocarán adosadas a muros y paredes, a una altura no inferior a 2 m sobre el nivel del suelo, salvo donde se indique lo contrario. Se fijarán mediante tacos y tornillos, y fijaciones SPLIT.

La entrada de conductores a los equipos se realizará mediante prensaestopas adecuado al tipo de cable, garantizando el grado de protección del equipo o elemento al cual se conecta. Las conexiones de los cables se realizarán mediante bornas de capacidad adecuada a las secciones de los cables a instalar. Cuando haya varios circuitos distintos a conectar, se instalarán varias cajas de derivación y conexión.

En todos los materiales se emplearán los medios necesarios para que durante el transporte y manipulación no sufran deterioro alguno.

## 20.6 Columnas

### 20.6.1 Características

Las columnas serán galvanizadas en caliente, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m<sup>2</sup>. Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm. cuando la altura útil no seasuperior a 7 m. y de 3 mm. para alturas superiores.

Las columnas resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

Altura (m)	Fuerza horizontal (Kg)	Altura de aplicación (m)
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7
14	90	7

Tabla 8: Esfuerzo horizontal en columnas según altura

En cualquier caso, resistirán las solicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.



Las columnas deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas fijadas o incorporadas a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

#### 20.6.2 Proceso de ejecución

Para el transporte e izado de las columnas se emplearán los medios auxiliares necesarios para que no sufran daño alguno durante esas operaciones.

Una vez colocadas y bien apretadas las tuercas de fijación, quedarán perfectamente aplomadas en todas las direcciones, sin que de ningún modo sea admisible para conseguir el aplomo definitivo, utilizar cuñas de madera, piedras, tierras u otros materiales no adecuados. En caso imprescindible se utilizarán para ello trozos de pletina de hierro.

### 20.7 Cimentación de columnas

#### 20.7.1 Características

Se refiere esta unidad a los dados de hormigón sobre los que se fijan las columnas y báculos.

Están comprendidos en esta unidad, además del dado, los pernos de anclaje y los tubos en forma de codo que enlazan las canalizaciones con las bases de los soportes.

El hormigón a utilizar en estos elementos será del tipo HA-20/P/20/IIa. Sus condiciones son las que se establecen en el correspondiente aparatado de este pliego.

El tubo que constituye los codos será de las mismas características que el del resto de canalizaciones.

El acero utilizado para los pernos de anclaje será del tipo F-III según las Normas UNE 10083-1, "Aceros para temple y revenido. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados" y Norma UNE 10083-2 "Aceros para temple y revenido. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad no aleados". Será perfectamente homogéneo y carecerá de sopladuras, impurezas y otros defectos de fabricación. La rosca de los pernos de

---

anclaje será realizada por el sistema de fricción, según la Norma UNE 17.704-02.

## 20.7.2 Proceso de ejecución

### Excavación

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de las columnas, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

### Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar se mezcle con tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m<sup>3</sup>. La composición normal de la mezcla será: Cemento 1/Arena 3/Grava 6.

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

Tabla 9: Altura de hormigón según consistencia del material

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

## 20.8 Centro de mando

### 20.8.1 Características

Los armarios serán de chapa de acero F-111 de 3 mm, con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las



proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del centro de mando serán de fabricantes de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del  $\pm 10\%$ . Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos.

El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20 % y la tensión podrá variar en un  $\pm 20\%$ . Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. +/- 15%, con regulación de 20 a 200 lux. El cuadro maniobra tendrá capacidad para ser teledirigido desde el Centro de Control de la planta.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

#### 20.8.2 Proceso de ejecución

Los centros de mando se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobada por el Ingeniero Director de Obra. El instalador deberá, en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen las nuevas canalizaciones para paso de conductores y cualquier otra instalación que como consecuencia del cambio se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director de Obra.

Los centros de mando vendrán equipados con su aparellaje, de fábrica o del taller del instalador.

Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente, referenciada en otros apartados de este documento.

El transporte y colocación de los centros de mando se hará con elementos de transporte y útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Los centros de mando, durante los trabajos de colocación, serán arrastrados sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que los mismos no sufren deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

El nivelado de los centros será total a fin de que los interruptores automáticos puedan insertarse sin dificultad.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todos los cuadros y a la misma deberán conectarse todas las envolventes de los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra, con elementos apropiados de conexión.

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables.

Todas las armaduras de los cables deberán ponerse a tierra.

En aquellos casos en que los cables de entrada y salida sean de aluminio, se preverán terminales del tipo bimetálico.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los

trabajos, se cumplan las normas reguladas en la ley de prevención de riesgos laborales.

## 20.9 Canalización alumbrado

### 20.9.1 Características

Se utilizará tubería de PEAD de alta densidad, corrugado exterior e interior liso. Serán de tubos corrugados de doble pared, lisa interiormente y corrugada al exterior, estarán fabricados con polietileno de alta densidad. Su diámetro exterior será de 110 mm. Serán de color normalizado rojo. Las uniones se realizarán mediante manguitos de unión. Cumplirán la Norma NFV 68.171.

El polietileno de alta densidad cumplirá las siguientes especificaciones:

- Peso específico: 0,95 kg/dm<sup>3</sup>.
- Resistencia de rotura a la tracción: 18 Mpa.
- Alargamiento a la rotura: 350%.
- Módulo de elasticidad: 800 N/mm<sup>2</sup>.
- Resistencia a los productos químicos: según Norma UNE 53389

En el exterior deberán llevar impresa la marca, así como las características y norma bajo la cual están fabricados.

Se dispondrán en tramos rectos, debiendo instalarse una arqueta de registro cuando se cambie de dirección o de altura en el trazado de la canalización.

### 20.9.2 Proceso de ejecución

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9. Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

El tendido de tubos se efectuará asegurándose que en la unión un tubo penetre en el otro al menos ocho centímetros (8 cm). Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas, por lo que deberán taparse de



forma provisional las embocaduras desde las arquetas.

El replanteo de las canalizaciones será efectuado por el Contratista, siendo preceptiva su posterior aprobación por la Dirección Técnica. Se dejarán las marcas precisas para que en todo momento sea comprobable que la obra ejecutada se corresponde con el replanteo aprobado, correspondiendo la responsabilidad del mantenimiento de las marcas al Contratista.

Las zanjas tendrán la sección tipo representada en el plano de detalles correspondiente, no procediéndose a su excavación hasta que estén disponibles los tubos.

La apertura, relleno y compactación de las zanjas se ajustará a lo establecido en los correspondientes apartados de este pliego.

Los dos tubos de polietileno de Ø 110 mm. estarán protegidos por hormigón tipo HM- 20/P/20/IIa, con los recubrimientos de 30 cm. de espesor representados en los planos.

El tendido de tubos se efectuará asegurándose que en la unión un tubo penetre en el otro al menos ocho centímetros (8 cm). Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas, por lo que deberán taparse de forma provisional las embocaduras desde las arquetas.

#### Excavación y relleno

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia. Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores

en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

#### Cruces con canalizaciones o calzadas

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm. En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

### **20.10 Arquetas de alumbrado**

#### 20.10.1 Características

Elementos para el registro de las canalizaciones de protección de las líneas, que se disponen en los cambios bruscos de dirección, en los puntos intermedios de los tramos de longitud excesiva y en los extremos de cruces de calzadas.

Las arquetas de alumbrado serán de hormigón prefabricado de dimensiones:

- Arquetas de paso, derivación o toma de tierra: 0,60 x 0,60 x 0,80 m.
- Arquetas para cruce de calzada: 0,60 x 0,60 x 1 m.

Dispondrán de marco y tapa de fundición dúctil clase C-250, con sus correspondientes inscripciones identificativas.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

#### 20.10.2 Proceso de ejecución

La ubicación de las arquetas se establecerá al efectuar el replanteo de las canalizaciones.

Las dimensiones de estos elementos se ajustarán a las definidas en los detalles representados en planos. Dispondrán de drenaje en el fondo.

## **20.11 Trabajos comunes**

### Fijación y regulación de las luminarias

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada.

En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

### Cuadro de maniobra y control

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a la toma de tierra general, constituida según lo especificado en el capítulo II-A.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.

### Célula fotoeléctrica

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la Dirección Técnica.

### Medida de iluminación

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.



Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60° y 70° con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de coseno". Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50°.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

### Seguridad

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente Código de la Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.

## **21. ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

En cada una de las subplantas se instalará una estación meteorológica sobre mástil que pueda transmitir los datos ambientales. Cada estación contará con los siguientes elementos:

- Célula solar calibrada para calcular la radiación solar real en  $W/m^2$  situada junto a los módulos en su mismo plano. Tendrá capacidad de medir en el rango  $0-1400W/m^2$ , compensación por temperatura, medida de temperatura de la sonda y ambiente, comunicación vía RS485, precisión  $<2,2\%$ .
- Anemómetro de cazoletas con salida por pulsos, rango de velocidad 2-200 Km/h, precisión  $\pm 2\%$ .
- Sensor para medir la temperatura ambiente en una zona de sombra próxima a los módulos.
- Sensor para medir la temperatura de los módulos.



- Piranómetro de alta precisión, de primera clase según ISO 9060 para la supervisión del rendimiento de la PSFV, al poder comparar la producción de energía solar con la radiación en ese momento. Será del tipo calefactado para evitar la formación de partículas de agua o cualquier otra sustancia que impida su correcto funcionamiento. Contará con un sensor de temperatura para control de calidad adicional.
- Mástil de 2 metros de altura, compuesto por secciones tubulares de acero galvanizado, en el que se colocarán los mecanismos de medición.
- Estación de adquisición de datos con 16 entradas analógicas, fuente de alimentación y batería, protecciones y módem de comunicaciones. Compatible con ModbusTCP.

Todos los datos ambientales recogidos por estos dispositivos se transmitirán en tiempo real al sistema de control y monitorización para su posterior gestión y elaboración de informes del rendimiento de la planta.

Todos los equipos utilizados en la estación meteorológica serán válidos para instalación en exterior con IP65 o superior.

## 22. SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA

### 22.1 Consideraciones generales

Para asegurar el control de la potencia vertida a la red la planta fotovoltaica dispondrá de un sistema con control dinámico de la potencia (CDP) generada por los inversores. Este equipo permitirá adelantarse al comportamiento de las plantas fotovoltaicas y garantiza la calidad y estabilidad del suministro eléctrico, dando orden a los centros de inversores de adaptar la generación a la curva de demanda de energía.

### 22.2 Funcionamiento

Para realizar el control de manera adecuada, el CDP toma los siguientes datos:

- Potencia activa, potencia reactiva, tensión y frecuencia del punto de conexión, proporcionados por la unidad de medida.
- Requerimientos del operador en el punto de conexión. Establece las referencias de parámetros como tensión del punto de conexión, potencia activa y reactiva, rampas de variación de potencia, reserva de potencia activa o cualquier otra variable establecida por el operador de la red. Estos requerimientos pueden ser predeterminados y modificarse de manera dinámica mediante una consigna externa.
- Valores instantáneos de inyección de potencia activa y reactiva de los diferentes

inversores. Con todos estos datos la unidad de control determina las consignas de funcionamiento para cada uno de los inversores que forman la instalación y la transmite a través de la red de comunicaciones.

A partir de los datos anteriores el sistema determina las consignas de funcionamiento de los inversores para adaptarse a los requerimientos del inversor.

Las funciones relativas al control de la potencia activa que pueden implementarse en el CDP son las siguientes:

- Control de la potencia de salida global de la planta fotovoltaica limitándola al valor deseado.
- Regulación de la tensión, potencia activa y reactiva en el punto de inyección
- Capacidad de adaptar la producción de potencia en función de las variaciones de frecuencia
- Capacidad de limitar las oscilaciones rápidas de potencia debidas por ejemplo a un aumento brusco de la irradiación solar

Se instalará un analizador de redes que tomará lectura en el punto de conexión de la planta solar a la red. Su función es la adquisición, visualización, evaluación y transmisión de variables eléctricas medidas, tales como intensidad y tensiones de fase y compuestas, frecuencia, potencia activa, reactiva y aparente, calidad de onda (desequilibrios, armónicos, etc.). Las variables medidas se enviarán en tiempo real al PC de control de la planta, que representará y registra los parámetros de red con precisión suficiente según Clase A según la norma UNE-EN 61000 y UNE-EN 50160. La información del analizador estará integrada en el sistema de control de la planta. Tendrá una capacidad de memoria de 2 GB para el almacenamiento de datos de la grabadora durante 25 años de datos de calidad de energía. El sistema de control tendrá un software de reportes propios con representación gráfica.

Tendrá capacidad de controlar la potencia reactiva de salida de la planta, ajustándola a una referencia dada.

### **22.3 Características**

El sistema de control de potencia deberá contar con los siguientes elementos y características:

- Analizador de potencia capaz de representar y registrar los parámetros de red con precisión suficiente para apreciar tensión, corriente, frecuencia, potencia, energía, factor de potencia THD, armónicos en tensión, armónicos en corriente, flickers de corto y largo



plazo y desequilibrios. Estará conectado a los transformadores de medida situados en la conexión de la evacuación de la planta con la red.

- Switch de comunicaciones. Deberá tener capacidad de conexión con todos los inversores de la planta independientemente del fabricante y capacidad de comunicación con el operador de red. Deberá ser capaz de comunicarse mediante diferentes protocolos de comunicación (Modbus TCP/RTU, IEC 61850, IEC 60870) de manera que pueda ser compatible con el operador de red, así como con el SCADA de la planta.
- Sistema de monitorización y control o SCADA
- Control del sistema mediante PLC
- Salidas y entradas analógicas y digitales con capacidad de ampliación
- Fuente de alimentación
- Protecciones eléctricas
- Toma de fuerza para labores de mantenimiento y reparación
- Armario con grado de protección IP65 (instalación exterior) o IP42 (instalación interior)

Las comunicaciones entre los elementos y con exterior será mediante base ethernet, empleándose cableado de fibra o cobre según el caso.

El armario de control se comunicará con cada uno de los centros de inversores distribuidos por la planta solar mediante un cable de fibra óptica multimodo.

Para las comunicaciones dentro de la sala de control se utilizará cable UTP categoría 6A.

Estará comunicado e integrado en el sistema de control de la planta.

Estará formado principalmente por un controlador dinámico de la potencia y todos los elementos necesarios para poder monitorizar la producción a la salida de los inversores y el consumo energético en el punto de conexión.

## **23. SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN**

### **23.1 Descripción general**

En este apartado se describirán los elementos que componen el Sistema de Monitorización y Control (SCFV) y su funcionalidad. Este sistema es el encargado de monitorizar y controlar los equipos instalados en la planta solar ( relés de protección, contadores, inversores, equipos de control de temperatura, de tensión, de corriente, etc.), controlar la producción de energía y todos aquellos parámetros que reporte el control dinámico de potencia y el registro de los datos suministrados por dichos equipos, permitiendo centralizar todos estos datos en un servidor web

para su gestión. También recibirá información para monitorizar los parámetros eléctricos y calidad de la red en el punto de conexión mediante los equipos de medida y relés instalados en la cabina de conexión.

El SCFV tendrá una plataforma o entorno que pueda ser accesible localmente en la estación de trabajo, o de forma remota automáticamente. Se podrá acceder a esta plataforma desde cualquier dispositivo fijo o móvil.

El objetivo de la instalación es la medida a tiempo real de la producción energética, la detección de posibles averías, el rendimiento y la disponibilidad de recurso solar, etc., y almacenar toda esta información en una base de datos.

El centro de control deberá estar interconectado con los centros de transformación mediante una red de fibra óptica con topología en anillo. La red de fibra óptica estará interconectada por switches gestionables Ethernet tanto en el centro de control como en todos los centros de transformación.

El SCFV será totalmente compatible con los sistemas de comunicación del aeropuerto y el SCADA corporativo de aena para su posterior integración al sistema. El sistema de inventario y gestión del mantenimiento debe ser similar y totalmente compatible con MAXIMO o cualquier otro sistema indicado por el Director del Expediente en este sentido.

Los equipos de campo que pertenezcan a un centro de transformación concreto deberán estar conectados al switch Ethernet de ese centro. Todos los equipos necesarios deberán ir instalados en un armario denominado “armario de monitorización y control”, cada centro de transformación dispondrá de un armario de monitorización.

El sistema será capaz de integrar al menos las siguientes señales:

- Tensión e intensidad a la entrada de cada inversor
- Tensión y potencia a la salida de inversor
- Potencia reactiva a la salida de inversor
- Potencia total instantánea
- Históricos de energía generada, con grado horario, diario, mensual, anual y acumulada.
- Temperatura y humedad en las distintas subplantas
- Estado de transformadores
- Estado de celdas de media tensión
- Temperatura del módulo estimada

- Radiación solar y sus componentes
- Porcentaje de cobertura de energía solar

El SCFV podrá emitir informes sobre la producción, disponibilidad y estado de la operación de la PSFV. El sistema integrará todas las señales de estado, alarmas, sensores, notificaciones por averías, etc., de los equipos ubicados en los centros de transformación y la parte de generación.

El sistema deberá ser flexible para permitir que el usuario pueda elaborar, de forma automática, periódica o puntualmente programable, informes sobre el régimen de producción de la instalación fotovoltaica en función de los parámetros registrados, según se requiera.

Los informes y consultas mínimos que debe proporcionar el sistema de monitorización se detallan a continuación:

- Informe de rendimiento y producción de la instalación fotovoltaica
- Informe de operación. Estado en tiempo real de la instalación fotovoltaica
- Informe de mantenimiento
- Consulta de estado de parámetros de la instalación fotovoltaica en tiempo real
- Consulta de históricos de la instalación fotovoltaica
- Consulta de eventos ocurridos

Dichos informes estarán preconfigurados y cargados en el sistema. Además, se podrán crear informes con los datos seleccionados por el usuario.

El cableado necesario para las comunicaciones y registro de toda la información de la PSFV será adecuado, similar y compatible al actualmente instalado en el aeropuerto. Se incluirán todos aquellos equipos de comunicaciones intermedios con el objeto de llevar la información a la red de multiservicio del aeropuerto (RMS).

### **23.2 Información mostrada**

Los datos instantáneos se presentará en varias pantallas. Los valores instantáneos medidos como mínimo serán los siguientes:

- Voltaje y corriente continua a la entrada del inversor.
- Voltaje entre fases en la red, potencia total de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Potencia instantánea total.
- Históricos de energía producida, con resolución horaria, diaria, mensual, anual y total



acumulada de la PSFV.

- Temperatura y humedad local en recinto fotovoltaico.
- Temperatura de módulo o estimación.
- Radiación solar y sus componentes.
- Porcentaje de cobertura de energía solar. CDP.

### **23.3 Normativa**

- UNE-EN 61724:2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- UNE-EN 61724-1:2017 Rendimiento del sistema fotovoltaico. Parte 1: Monitorización.

### **23.4 Características**

El objetivo del sistema SCADA es la implantación de un sistema que monitorice los equipos instalados en la planta fotovoltaica (relés de protección, inversores, analizadores, contadores BT, equipos de control de temperatura en transformadores, celdas motorizadas, estaciones meteorológicas, UPS, CDP...). El SCADA almacena y registra los datos suministrados por dichos equipos, permitiendo centralizar en un sistema informático con servidor web incorporado la gestión de esta información.

Los principales objetivos del sistema SCADA serán los siguientes:

- Detección de defectos en la instalación y actuación
- Medida de la producción energética, eficiencia y disponibilidad
- Almacenamiento de estas variables en una base de datos para generar informes específicos
- Generación de eventos y alarmas

El diseño del sistema de control podrá estar basado en dos sistemas SCADA independientes que consultarán a los distintos dispositivos de campo de forma simultánea haciendo uso de la misma red de comunicaciones de la instalación.

Una de estas aplicaciones se ejecutará sobre un servidor dedicado exclusivamente a tal fin ubicado en la ubicación que designe AENA (en adelante SCADA REMOTO), el cual se conecta con los equipos de la planta haciendo uso de la conexión a internet disponible en la planta. Se considera esta aplicación opcional dentro del presente proyecto, por lo que el diseño del sistema de control no contará con esta segunda aplicación pero será apto para poder contar con ella en un futuro.

La otra aplicación SCADA corre sobre un servidor local ubicado en el Centro de Control de la

planta (en adelante SCADA LOCAL). El servidor debe estar localizado en un armario tipo rack de 19" con UPS y será necesario contar con una estación de trabajo de sobremesa, que utilizará el personal de mantenimiento en la planta para revisar y operar con el SCADA local.

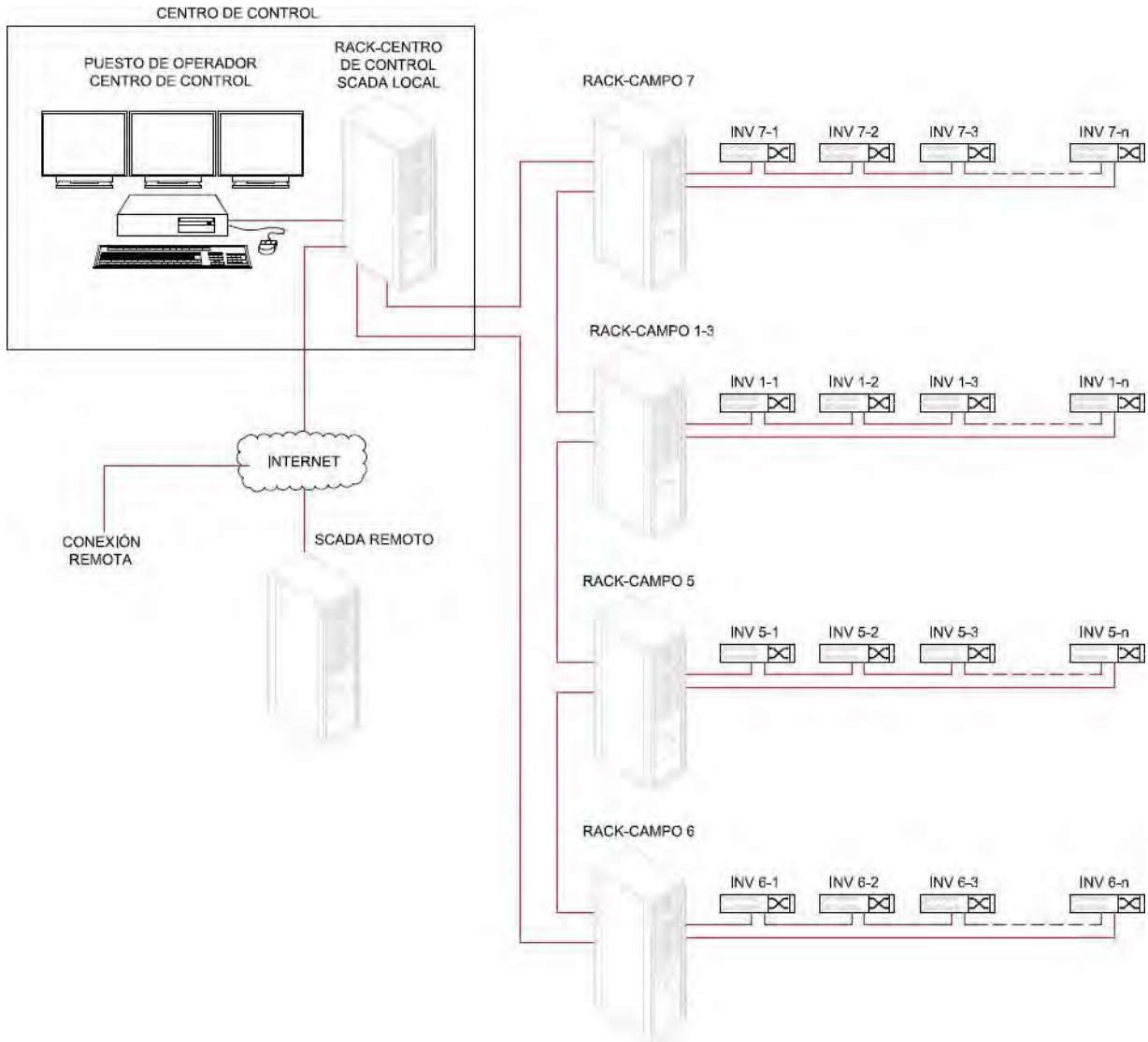


Ilustración 3: Esquema sistema de control

El Centro de Control deberá estar interconectado con las estaciones de inversión/transformación mediante una red de fibra óptica con topología en anillo. La red de fibra óptica estará interconectada por switches gestionables Ethernet tanto en el Centro de Control como en todas las estaciones de inversión-transformación.

Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados, deberán llevar protocolo de comunicaciones Modbus/TCP or Modbus/RTU. Estarán conectados al switch Ethernet del centro

de inversión-transformación más cercano.

Todos los equipos necesarios (contadores AC, convertidores RS485/Modbus TCP, switches ethernet fibra óptica...) se deberán instalar en un armario localizado en cada centro de inversores/transformación denominado "armario de monitorización y medida".

El sistema SCADA se desarrollará a través de una aplicación específica para gestión, control y supervisión energética.

Los datos recogidos por las aplicaciones serán mostrados en varias pantallas tipo sinóptico, así como también son almacenados en base de datos con un periodo de registro. Las alarmas y los informes estarán también disponibles en el SCADA.

### **23.5 Información a presentar por el Sistema de Control**

La presentación de los datos instantáneos más representativos se organizará en pantallas. Todos los equipos incluidos en cada pantalla deberán estar vinculados al correspondiente dispositivo. Las ventanas disponibles serán como mínimo las siguientes dependiendo de los equipos de campo integrados en el sistema de control:

Layout: Esta ventana mostrará la distribución general de la planta. Localizará cada centro de transformación y el centro de control, mostrando la potencia producida en cada subplanta y estará vinculada con su correspondiente ventana de subplanta.

Inversores: Esta ventana mostrará valores de tensión AC y DC, intensidad AC y DC y potencia activa exportada de los inversores simultáneamente. Para mostrar todos los valores del inversor, cada uno tendrán acceso directo.

Estación meteorológica: Esta ventana mostrará cada canal de todas las estaciones meteorológicas de la planta. Todas las estaciones tendrán un acceso directo para visualizar todas las variables. Todas las células calibradas y piránómetros deberán estar etiquetados con la situación y el uso.

Sistema de control dinámico de potencia: Esta ventana mostrará las variables de funcionamiento del sistema de control dinámico de potencia activa.

Topología MT centros de inversion-transformación: Esta ventana mostrará el estado de cada relé e interruptor automático de cada CT y del centro de conexiones. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.



Monitorización de temperatura: Esta ventana mostrará los valores de los dispositivos. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para poder visualizar sus variables.

Subestación: Esta ventana mostrará el estado de cada equipo de la subestación. La energía y la potencia se mostrarán claramente como exportada o importada.

Todas las ventanas mostrarán en la cabecera: fecha y hora del sistema, potencia exportada e irradiancia de la célula de referencia para el cálculo del Performance Ratio (PR). A continuación se hace una breve descripción de cada ventana.

### 23.6 Informes y alarmas del Sistema de Control

Con el fin de acceder al histórico de la base de datos, se tendrán al menos, los siguientes informes:

- Informe de producción en distintos periodos y sobre distintas secciones de las plantas (llegando al nivel del inversor)
- Informe de PR (performance ratio) en distintos periodos y sobre distintas secciones de las plantas (llegando al nivel del inversor)
- Informe de disponibilidad en distintos periodos y sobre distintas secciones de las plantas (llegando al nivel del inversor)
- Informe sobre incidencias de todos los dispositivos monitorizados

El servidor dedicado, donde se genera el informe de disponibilidad, y sus especificaciones se seleccionarán dependiendo del número de dispositivos a monitorizar y sus variables. Se instalará en el Centro de Control de la planta fotovoltaica en un armario tipo rack de 19". Todos los informes mostrarán, en la cabecera, fecha y hora del sistema, fecha y hora del comienzo y final del periodo de tiempo seleccionado.

Los sucesos son procesos ejecutados de forma continua por el sistema de control para verificar el cumplimiento de ciertas condiciones programadas, dando lugar a una notificación en el visor cada vez que dicha condición se cumpla durante un tiempo determinado quedando dicho suceso registrado en la base de datos. El sistema tendrá al menos las siguientes alarmas:

- Alarmas generadas por los dispositivos de campo.
- Alarmas calculadas (producción cero, string abierto, fallo de alimentación, fallos en sensores de estación meteo comparado con valores medios, parada de planta, alta temperatura en inversores o transformadores, producción por debajo del valor medio,

etc.).

- Alarmas por fallo de comunicación

El sistema de control permitirá crear diferentes perfiles de usuario. Cada usuario tendrá una clave de identificación con contraseña y diferentes permisos. Dependiendo del nivel de usuario podrán gestionar o no los equipos de campo, gestionar alarmas, visionar ventanas de control o generar informes. Los usuarios podrán acceder al sistema de control desde un navegador web y los datos serán exportables en formato Excel.

### **23.7 Equipos a monitorizar**

A continuación se listan los equipos y variables a monitorizar por el sistema de control. Todos deberán contar con el protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU.

- Inversor: Se monitorizará la potencia activa y reactiva, tensión e intensidad en AC, potencia, intensidad y tensión en DC, frecuencia, temperatura de funcionamiento, alarmas. Energía activa importada y exportada y energía reactiva importada y exportada. El operador tendrá capacidad para abrir el interruptor de salida del inversor y desconectar el equipo de la red.
- Medición de temperatura: Se contará con un dispositivo de medida que informe de la temperatura del relé de protección de los transformadores y temperatura ambiente del habitáculo donde se encuentre, tendrá temperaturas de consigna para activación de ventilación o señal de alarma.
- Estación meteorológica. Deberá informar de la temperatura ambiente, temperatura de panel, irradiancia, velocidad y dirección del viento, voltaje de la batería y señal de dos piranómetros y dos células calibradas.
- UPS. Los sistemas de alimentación ininterrumpida deberán informar de la potencia de salida, capacidad de la batería, estado de funcionamiento y tiempo de autonomía de la batería
- Relés celdas MT: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables: Estado del seccionador de puesta a tierra, estado del seccionador de línea, estado del interruptor automático, modo operación local/remoto, alarmas, orden de apertura/cierre del interruptor automático.
- Interruptor MT. Todas las celdas de línea y protección de la red de MT estarán motorizadas, por lo que el sistema de control deberá conocer el estado del interruptor, si está en modo de operación Local/Remoto, posibles alarmas y dar órdenes de apertura y

cierre de forma remota.

- Subestación. A la salida de la subestación en AT se deberán medir los siguientes parámetros: Intensidad de línea, Tensión de línea, Potencia activa en la línea, Potencia Reactiva, Energía activa y reactiva.
- Contador AT. Medirá la energía generada en el punto frontera entre la planta y la red. Deberá aportar la siguiente información al Sistema de Control: Intensidad de línea, Tensión de línea, Potencia activa y reactiva, Factor de potencia, Energía activa y reactiva.
- Control Dinámico de Potencia. Este dispositivo recibe datos y consignas de la compañía eléctrica con el fin de cumplir con el correspondiente código eléctrico y responder ante las órdenes de la compañía actuando sobre el inversor. El sistema podrá monitorizar las siguientes variables: Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa y reactiva, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Orden local y remota, Eventos...El equipo tendrá una frecuencia de muestreo y respuesta de acuerdo a los requerimientos de REE.

### **23.8 Elementos del sistema de Control y monitorización**

#### 23.8.1 Rack de monitorización

Cada centro de transformación e inversores contará con un rack para control y comunicaciones que contará con los siguientes equipos:

- Switch gestionable Ethernet-fibra óptica. Formará parte del anillo principal gestionando la red y se interconectará con los switches no gestionables dentro del propio rack de comunicaciones de cada centro de transformación/inversoresCT así como en el Centro de Control. También se conectarán a él directamente otros equipos a monitorizar.
- Switch Ethernet. Se contactará con el resto de equipos a monitorizar en cada centro de transformación/inversores o Centro de Control.
- Cassettes de FO. Conectarán cada centro de transformación/inversores con los centros anteriores y posteriores para dar continuidad al anillo. En cada una de las subplantas uno de los centros tendrá capacidad también para la interconexión con el anillo general de la planta
- Fuente de alimentación para los equipos en DC.
- Termostato + kit de ventilación para regular la temperatura en el interior del cuadro.
- Interruptor magnetotérmico.



- Interruptor diferencial.
- Bases portafusibles para protección de equipos en el interior del cuadro.

#### Anillo de fibra óptica

La Conexión entre racks de monitorización de cada subplanta se realizará mediante un anillo de fibra óptica monomodo

#### 23.8.2 Servidor local en Centro de Control

El servidor instalado en el centro de control se utilizará para la aplicación de control local. Tendrá las siguientes características mínimas:

- Procesador Intel Xeon Silver 4214 2.2G, 12C/24T, 9.6GT/s, 16.5M Cache o similar
- 32 GB RAM RDIMM
- 2 Discos duros SSD SATA – 1,92 Terabyte (+1 de repuesto)
- Windows server 2019 Standard ROK.
- Monitor led 21"
- Sistema backup RDX Removable disk backup system + 2x (2TB) disk cartridge +software.

#### 23.8.3 Workstation

Se instalarán cuatro estaciones de trabajo en el Centro de Control para que el equipo de control y mantenimiento pueda visualizar y operar sobre el sistema de control y monitorización. Deberá tener las siguientes características mínimas:

- Intel Xeon Bronze 3104 a 1,7 GHz, 6 núcleos/6 subprocesos, 9,6 GT/s 2UPI, 8 MB de caché
- Windows 10 Pro para estaciones de trabajo multilingüe: inglés, francés y español
- Tarjeta Radeon™ Pro WX 2100, 2 GB, FH, 3 Mini DP (7 X 20 T)
- Memoria RDIMM de 16 GB (2 x 8 GB) a 1 x 8 GMHz
- Disco duro SATA de 500GB a 7200 rpm de 2,5"
- 2 Monitores LCD con retroiluminación LED 24" por estación de trabajo

## 24. RED DE FIBRA ÓPTICA

### 24.1 Consideraciones generales

El medio físico de las redes de comunicaciones será un cable de fibras ópticas monomodo. El adjudicatario deberá definir el número de fibras de cada cable según el uso previsto. Como mínimo se tenderán las siguientes redes de fibra óptica:

- Anillo general que conecte el Centro de Control con las diferentes subplantas.
- Cada subplanta tendrá su propio anillo para la interconexión de todos los centros de inversores/transformadores.
- Adicionalmente se planteará el cableado de fibra óptica necesario para llegar a los equipos periféricos que se encuentren a cierta distancia de los rack de comunicaciones de los centros de inversores/transformadores (control de accesos, sistema CCTV, estaciones meteorológicas...)

## 24.2 Normativa

El cable de fibra óptica deberá cumplir con los siguientes estándares internacionales:

- IEC 60793-2-50 Category B.1.1.
- EN 60793-2-50: Class B1.1.
- ITU Recommendation G.652.B.

## 24.3 Especificaciones técnicas

El cable de fibra óptica tendrá armadura de protección anti-roedores y cubierta PESP-R. Estará formado por los siguientes materiales:

- Soporte central: resina reforzada con fibras de vidrio
- Tubos de protección holgada de las fibras. Los tubos irán rellenos con un compuesto bloqueante del agua.
- Núcleo óptico protegido contra la propagación longitudinal del agua por medio de un compuesto bloqueante del agua
- Cubierta interior de polietileno. Espesor nominal 0.8 mm.
- Armadura de acero protegido contra la corrosión corrugado y solapado.
- Cubierta PESP-R
- Cubierta exterior de material termoplástico ignífugo libre de halógenos en los casos que la fibra se tienda en el interior de un edificio. Espesor nominal 1.5 mm.

El cable estará constituido por fibras ópticas de sílice, tipo monomodo con perfil de índice refracción en escalón, con las características indicadas en la recomendación G.652 de la ITU-T.

No se utilizará fósforo como dopante.

Diámetro Núcleo ( $\mu\text{m}$ )	9 $\pm$ 1
Diámetro Envoltura ( $\mu\text{m}$ )	125 $\pm$ 3

Diámetro Exterior, primer recubrimiento ( $\mu\text{m}$ )	250 $\pm$ 15
Atenuación a 1300nm (dB/km)	0,38
Atenuación a 1550nm (dB/km.)	0,25
Atenuación máxima por empalme de termofusión (dB)	0,1
Atenuación máxima de las inserciones por conectores (dB)	0,35
Apertura numérica (adimensional)	0.11

*Tabla 10: Características fibra óptica monomodo*

Los empalmes se realizarán con la técnica de fusión por arco eléctrico. La atenuación máxima en los mismos será de 0,1 dB. El número de empalmes será reducido al mínimo.

#### Características ópticas / físicas

- Atenuación típica a 1310 nm: 0,35 dB/km.
- Atenuación típica 1550 nm: 0,21 dB/km.
- Atenuación máxima a 1310 nm: 0,40 dB/km.
- Atenuación máxima a 1550 nm: 0,25 dB/km.
- Diámetro campo modal a 1310 nm: 9,1  $\pm$  0,5  $\mu\text{m}$ .
- Diámetro campo modal a 1550 nm: 10,5  $\pm$  0,1  $\mu\text{m}$ .
- Longitud de onda de corte (fibra cableada):  $\leq$  1270 nm.
- Radio de curvatura mínimo: 40 mm.
- Alargamiento con 700 gr/FO:  $\leq$  1 %.
- PMD con fibra cableada  $\leq$  0,5 Ps/nm $\cdot$ km.
- Dispersión Total Máxima entre 1288 y 1339 nm: 3,5 Ps/nm $\cdot$ km.
- Dispersión Total Máxima entre 1271 y 1360 nm: 5,3 Ps/nm $\cdot$ km.
- Dispersión Total Máxima a 1550 nm: 18 Ps/nm $\cdot$ km.

#### Características geométrico – mecánicas

- $\Phi$  revestimiento: 125  $\pm$  1  $\mu\text{m}$ .
- No circularidad revestimiento:  $\leq$  2 %.
- Concentricidad núcleo-revés:  $\leq$  0,6  $\mu\text{m}$ .
- $\Phi$  sobre protección primaria 245  $\pm$  10  $\mu\text{m}$ .
- No circularidad protección Primaria:  $\leq$  5 %.



- Error de concentración Protección Primaria:  $\leq 12 \mu\text{m}$ .
- No circular. del núcleo ca. mo. :  $\leq 1 \mu\text{m}$ .
- Carga de rotura: 100 kpsi.
- Adherencia: con disolventes adecuados.
- Longitud de onda de dispersión cero:  $1311 \pm \text{nm}$ .
- Pendiente de dispersión cero:  $\leq 0,093 \text{ Ps/nm}^2 \cdot \text{km}$ .
- Longitud de onda de corte: 1150 – 1330.

#### Elemento central de refuerzo

- Diámetro:  $2,1 \pm 0,1 \text{ mm}$ .
- Peso específico:  $2,1 \text{ gr/cm}^3$ .
- Modulo Young:  $> 50.000 \text{ N/mm}^2$ .
- Carga al 0,5 % de alargamiento: 850 N (valor medio).

#### Código de colores

Estos códigos son orientativos y, en todo caso, el suministrador deberá proporcionar la relación exacta de estos códigos.

Los cables de más de 8 fibras ópticas (16, 24, 32, 48) estarán compuestos tubos holgados con cuatro fibras cada uno. A modo de ejemplo, para un cable de 32 fibras ópticas los tubos tendrán, como colores diferenciadores los siguientes:

TUBO	COLOR
1	Blanco
2	Blanco
3	Rojo
4	Rojo
5	Azul
6	Azul
7	Verde
8	Verde

El coloreado de cada una de las cuatro fibras en los tubos será el siguiente:

FIBRA	COLOR
1	Verde
2	Rojo
3	Azul
4	Amarillo

Tabla 11: Código colores cable de fibra óptica

#### 24.4 Canalización fibra óptica

Las especificaciones de la canalización para comunicaciones están incluidas en el correspondiente apartado de Canalizaciones del presente pliego. Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos para la canalización de comunicaciones:

- Los tubos de las las canalizaciones de comunicaciones serán independientes de otros servicios, sin embargo se podrán tender paralelos a las redes eléctricas respetando las distancias reglamentarias.
- Las arquetas para registro de comunicaciones en cambios de dirección y a intervalos máximos de 45 m para facilitar el tendido serán independientes también de otros servicios.

El adjudicatario deberá diseñar la red de cableado que permita el enlace en anillo de todas las instalaciones con nodos de comunicaciones y de aquellos equipos periféricos que necesiten comunicación con el sistema de control de la planta.

#### 24.5 Ejecución de las obras

Las obras se realizarán conforme a lo indicado en los planos. Se colocarán en el lugar indicado en los planos, o donde indique el Ingeniero Director, en caso de nuevo replanteo.

No se utilizará ningún tipo de conector que necesite sustancias que se puedan fundir. Los materiales utilizados para encapsular y cubrir cumplirán por exceso las condiciones ambientales especificadas para cada sustancia. No se utilizarán dispositivos de germanio si existen equivalentes de silicio.

Hasta donde sea factible, todos los elementos serán lo más comunes posible y se podrán obtener de dos suministradores diferentes, por lo menos.

Los equipos deberán cumplir, tanto en emisión como en inmunidad de los campos

electromagnéticos, compatibilidad electromagnética de acuerdo a la norma EN 50081 (emisión) y EN 50082 (inmunidad). Los mismos requisitos deben aplicarse a las distorsiones armónicas, según normas aplicables.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas. No se dará a los cables curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor de 10 veces el diámetro exterior.

La recepción de los cables se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a estos sistemas.

## **24.6 Pruebas y ensayos**

Una vez instalado el cable de fibra óptica se procederá a la verificación de la instalación.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Además, la Dirección de Obra podrá someter a las pruebas que considere oportunas cualquier cable de fibra óptica, para lo que el Contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario, así como la asistencia del suministrador en los casos que la Dirección de Obra considere oportunos. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

Los ensayos o pruebas a que serán sometidos los diferentes elementos que se incluyen en este apartado, se enumeran a continuación.

- Medida de la longitud de la fibra.
- Atenuación entre dos puntos, valor absoluto.
- Coeficiente de atenuación por tramo.
- Atenuación por empalme.
- Pérdidas de inserción.
- Pérdidas de retorno.
- Prueba de características químicas.

Antes de la entrega de la obra, se llevarán a cabo pruebas de calidad del tendido realizado en



todos los tramos y fibras afectados.

Las mediciones se realizarán en el 100% de las secciones afectadas por el tendido. Al final de las mismas, serán entregadas, en papel y en formato digital, tal y como se especifica en el apartado relativo a documentación a entregar asociada a la instalación.

Las pruebas que se deberán realizar para la validación y aceptación de los trabajos de instalación del cable de fibra óptica, serán de diversos tipos:

- Visuales.
- Mediciones de atenuación:
- De potencia óptica.
- Reflectométricas.

#### Medidas de potencia óptica

Las medidas de atenuación se realizarán en un solo sentido. Para las fibras monomodo estándar (ITU-T G.652).

Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba, para lo cual se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica. Para realizar las medidas de potencia óptica deberá ser tenido en cuenta lo siguiente:

- El emisor deberá ser de gran estabilidad y el receptor deberá presentar respuesta lineal.
- Las variaciones sufridas en el acoplo del emisor a la fibra óptica deberán ser mínimas ante variaciones del nivel de potencia, longitud de onda y temperatura.
- Se deberá tener especial cuidado en no ensuciar ninguno de los componentes con los que se realice la medida.

Los equipos de medida utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir. Inicialmente, se medirá la potencia óptica a la salida de la fuente de luz, utilizando los latiguillos y transiciones de acoplo a la fibra que se utilizarán en la medida.

A continuación, sin soltar las conexiones de los latiguillos a los equipos de medida, se realizarán las mediciones del tramo de fibra requerido, obteniendo un valor PI (dBm). El valor de la atenuación total en el tramo se calculará mediante la expresión:

$$A \text{ (dB)} = P_0 - P_I,$$

Para verificar que no se ha producido ningún error en la medida, al final del proceso se volverá a medir la potencia de la fuente óptica P0 (dBm), comprobando que el resultado no varía en más

de 0,3 dB del obtenido al principio.

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

$$A=L*\alpha T + N_e*\alpha E + N_c*\alpha C$$

- A: Atenuación máxima de la sección (dB).
- L: Longitud de la fibra (Km).
- $\alpha T$ : Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra (dB/Km).
- Ne: Numero de empalmes en el tramo medido.
- $\alpha E$ : Atenuación media máxima por empalme permitida (0,10 dB). Número de conectores.
- Nc: Número de conectores.
- $\alpha C$ : Atenuación máxima por conjunto conector pigtail permitida (0,60 dB).

### Medidas de Reflectometría

Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. Serán medidas de retroesparcimiento realizadas con reflectómetros ópticos (OTDR), trabajando en diferentes longitudes de onda en función del tipo de fibra:

- Fibra monomodo estándar (ITU-T G. 652): las medidas se realizarán a 1.310 nm y 1.550 nm.
- Las medidas reflectométricas deberán realizarse obligatoriamente en ambos sentidos, obteniéndose las atenuaciones correspondientes como la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de la transmisión.
- Entre el OTDR y la fibra bajo prueba se deberá instalar una bobina de lanzamiento de una longitud no inferior a 800 metros. Los OTDR utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir.
- La anchura del pulso empleado en cada tramo deberá el menor posible para aumentar la resolución en distancia, pero debiendo garantizarse al mismo tiempo una relación señal a ruido (SNR) adecuada en el extremo opuesto de la fibra bajo prueba. Se valorará que se utilicen diferentes longitudes del pulso (pulsos cortos para caracterizar las zonas más cercanas a la fibra y pulsos de mayor longitud para las más alejadas).
- Deberá realizarse un promediado de un número suficiente de pulsos de modo que la traza obtenida sea de buena calidad.
- En la documentación proporcionada por el adjudicatario deberá indicarse la anchura del pulso utilizada en cada medición, así como el índice de refracción de la fibra considerado.

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido. Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo de cada tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

#### Comprobaciones visuales

Además de las medidas de atenuación indicadas anteriormente, deberán realizarse las siguientes comprobaciones visuales:

- Verificación de que hay cable instalado.
- Verificación de que el cable se ha tendido por el conducto designado para ello.
- Verificación del correcto etiquetado del cable.
- Verificación de que el radio de curvatura del cable es superior al especificado en todas las arquetas del recorrido.

Se entregará, en formato papel y electrónico, los resultados de las pruebas realizadas tras el tendido del cable de fibra óptica.

- Tramo en el que se ha realizado la prueba.
- Tipo de cable al que se ha realizado la prueba.
- Fecha de ensayo.
- Tipo de medida realizada (potencia óptica o reflectométrica).
- Marca, modelo y número de serie del equipamiento utilizado para la prueba.
- Anchura del pulso e índice de refracción empleados en la medida (únicamente para mediciones reflectométricas).
- Resultados obtenidos. En el caso de medidas reflectométricas se deberá recoger el gráfico de la traza medida, así como una tabla con los eventos detectados.

## 25. UPS

### 25.1 Consideraciones generales

Para garantizar la estabilidad y continuidad del suministro eléctrico a los consumos más críticos o especiales el adjudicatario deberá proponer una dotación de UPS de manera que ante un corte del suministro eléctrico o parada de la planta se mantengan durante 30 minutos los siguientes



equipos:

- Todos los servidores, estaciones de trabajo y rack de comunicaciones del Centro de Control.
- Los rack de comunicaciones y control de todos los centros de inversores.
- Alimentación a los equipos de medición ambiental
- Alimentación a toda la red de CCTV, tanto en las cámaras como de los sistemas de gestión, visualización y grabación del Centro de Control.
- Alumbrado de emergencia y sistema de control de acceso del Centro de Control.

Por lo tanto el diseño de detalle de la planta determinará la potencia, capacidad de baterías y tipo de UPS (monofásico, trifásico) que mejor cumpla con estas necesidades.

## 25.2 Normativa

Cumplirán con las Normas

- UNE 60439
- UNE 60947
- UNE 62040
- UNE 60146
- UNE 60086
- UNE 60896
- UNE 60044
- UNE 60076

## 25.3 Características

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) proporcionará una alimentación segura (respaldada por baterías ante un fallo de la red normal) y estable (margen de tensión en la salida de  $\pm 1\%$ ) a las cargas críticas.

El UPS tendrá un funcionamiento normal, en el cual la red proporciona la energía requerida para alimentar a los distintos consumos por medio de un rectificador-cargador y un ondulador. Si existe ausencia de tensión a la entrada o ésta se halla fuera de tolerancias, el UPS deberá pasar a funcionamiento de emergencia, alimentando la carga en tiempo cero (sin microcorte, sistema on-line) mediante una o varias baterías y el ondulador. El tiempo de autonomía de la batería limitará el tiempo de funcionamiento del equipo, siendo este como mínimo de 30 minutos trabajando el equipo a pleno rendimiento.

El UPS está compuesto por:

- Filtro de entrada.
- Electrónica de control (microprocesador).
- Rectificador.
- Cargador de baterías.
- By-pass estático sin microcorte manual o automático.
- Transformador-separador de aislamiento.
- Inversor.
- Equipos de medida y señalización.
- Baterías incorporadas.
- Display multifuncional.

Todos los equipos funcionarán de forma local, tomando datos en los puntos de medida y realizando las actuaciones locales dependiendo de la información adquirida.

Los UPS tendrán capacidad de comunicación mediante protocolo ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485) para informar el sistema de control de su estado.

Cada uno de los SAI's completo (rectificador+inversor+by-pass estático) irá instalado en un armario independiente o en el propio rack de comunicaciones.

Los armarios y las baterías irán instalados juntos en la misma sala o cerramiento. Este área dispondrá de aire acondicionado o ventilación garantizando una temperatura ambiente entre 20°C y 25°C en todo momento.

Los armarios estarán realizados en calderería especial, autosoportados, montados sobre bastidores apoyados en el suelo y con acceso exclusivamente frontal.

Las entradas y salidas a cada cuadro se efectuarán por la parte inferior del mismo. Cada cuadro se diseñará de modo que sea totalmente accesible por la parte delantera para todas las operaciones de mantenimiento. La parte frontal llevará marco fijo y puerta plena con cerradura de llave. El grado de protección de la envolvente exterior no será inferior a IP42 IK10.

Cada SAI tendrá un módulo rectificador, empleado para transformar la tensión alterna (AC) de la Red de Entrada en tensión continua (DC), que alimenta al Inversor. Asimismo, proporcionará la tensión de carga y mantenimiento de la Batería, cuidando y controlando con precisión y estabilidad los parámetros de carga y niveles de tensión, con objeto de obtener una larga vida de la batería.

Además, proporcionará las siguientes protecciones entre el SAI y la Red de Entrada:

- Protección de corriente de entrada a través de un interruptor magneto-térmico.
- Protección frente a sobretensiones de la Red de Entrada.
- Filtro EMC.

En caso de fallo de la alimentación normal de 400Vca o en el rectificador, el SAI daría servicio a través de las baterías y del inversor (30 minutos de autonomía).

Este módulo inversor será el encargado de transformar la tensión continua (DC) en alterna (AC), similar a la de la Red General. Estará constituido por un Inversor en Puente.

En la salida del Inversor se empleará un transformador de aislamiento galvánico, que convierte la tensión proveniente del Módulo de Potencia IGBT en la requerida por la Carga, obteniéndose un aislamiento total entre la Utilización (Salida) y el SAI.

Asimismo, cada unidad tendrá la opción de dar servicio directamente de la alimentación normal que recibe el SAI a través del by-pass estático. Esta alimentación tendrá un transformador estabilizador para proporcionar una tensión estabilizada en la salida de 400/230V±1%. El transformador estabilizador será único para ambas unidades del SAI, pero se podrá alimentar de dos fuentes independientes con conmutación automática entre ellas.

Para labores de mantenimiento o fallos del by-pass estático, cada unidad poseerá un seccionador de by-pass manual. El by-pass manual permite seleccionar la alimentación de la carga de cualquiera de las dos fuentes existentes: Red Inversor, Red Auxiliar. Estará diseñado para poder manipular dentro del SAI sin tensión. Una vez ejecutada la maniobra el equipo se encontrará totalmente desconectado, pero siempre sin cortar el suministro a la Red de Salida. De esta manera se pueden realizar labores de mantenimiento con el máximo nivel de seguridad.

Todos los transformadores de aislamiento interno, así como el estabilizador del by-pass, tendrán el neutro del secundario conectados entre sí y a tierra, de manera que se garantice la misma configuración de neutro que en la red (TN).

Las características básicas de cada SAI serán las siguientes:

#### Generales

- Rendimiento a plena carga: >90%



- Rendimiento a 50% carga: >84%
- THDi entrada a plena carga: <5%
- Tiempo Medio entre Defectos (MTBD): 100.000 horas
- Tiempo Medio para reparar (MTTR): <0,5 horas
- EMC según UNE-EN 50091: SI
- Rango de temperatura de trabajo: 0°C – 40°C
- Tensión Nominal: 400V, 3F+N
- Margen de Tensión AC: +10%, -15%
- Frecuencia: 50Hz
- Margen de Frecuencia: +5%, -5%
- Precisión: +/-0.5%
- Rizado CC: +/-1,2Vdc
- Factor de Potencia: >0,95
- Protección Red Entrada: I.A Magneto-térmico
- Protección Sobretensiones de la Red de Entrada
- Filtro RFI: EN 55022, Clase A

#### Baterías

- Tipo de Baterías: Plomo hermético
- Autonomía: 30 minutos
- Vida media: 10 años
- Límite de corriente carga de baterías: 10%·C10 (Ah)
- Compensación de la Tensión de Baterías en función de la Temperatura

#### Control

- Protección: IA. Magneto-térmico
- Control de conexión de Baterías
- Desconexión Automática
- Rearme automático a la vuelta de Red aún con baterías descargadas
- Posibilidad de gestionar la vida de las baterías mediante test programables de forma

periódica (trimestral, semestral o anual) para comprobar de forma automática el estado de las mismas.

El control estará formado por tarjetas independientes para cada uno de los SAI's empleándose técnicas de multiprocesador. El conjunto estará gestionado por un control central, asegurando la fiabilidad del sistema.

Cada uno de los SAI dispondrá localmente de una unidad de señalización digital compuesta por:

- Sinóptico
- Teclado
- Display (LCD alfanumérico)
- Histórico de alarmas y autodiagnóstico
- Medidas: Tensiones y corrientes eficaces de todas las redes de alterna y continua; Potencias activas, aparentes y reactivas (con signo) de entrada y de salida; Temperaturas; Rendimiento; Factor de potencia de entrada y salida; Autonomía; Frecuencia de entrada y de salida.

El sinóptico representará por medio de bloques los distintos equipos de los que se compone el sistema, interconectados entre sí de acuerdo al diagrama unifilar. Cada bloque dispondrá de un led de señalización que representa el estado de cada bloque. Además de este sinóptico de bloques funcionales, existirá otro sinóptico donde también a través de leds se mostrará el estado de los distintos interruptores del sistema.

Además de la señalización local, se podrán enviar remotamente al Sistema de Control señales de tensión e intensidad a la salida y entrada y alarmas a través de comunicación Modbus (puerto de comunicaciones RS485):

## **25.4 Ejecución de las obras**

Se procederá a la colocación de los distintos elementos mencionados y a la verificación del perfecto estado de cada uno de ellos.

Cada UPS se recibirá junto con sus baterías asociadas perfectamente montado, probado y puesto en marcha, con todos los accesorios requeridos, protecciones, circuitos auxiliares y de mando, cableado interior y conectado con el cuadro de BT que lo alimenta.

El UPS se colocará en el interior de la sala electrónica, según planos de distribución de equipos o en una envolvente. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el

Director de Obra. El instalador deberá en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen en detalle las modificaciones requeridas de diseño. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobadas por la Dirección de Obra.

El cuadro vendrá equipado con todo su aparellaje de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de los equipos se hará con elementos de transporte y útiles adecuados, como carretilla de horquillas o dispositivos de elevación. Durante los trabajos de colocación, será arrastrado lo menos posible y, en caso de hacerlo, se asegurará que el mismo no sufra deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Cuando el equipo sea enviado a la obra en más de un conjunto, éstos se ensamblarán teniendo en cuenta la alineación y nivelación. Asimismo, se ensamblarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

El contratista deberá conectar las baterías con el SAI una vez instalados todos los conjuntos de armarios y bancadas de baterías. Una vez instalados todos los equipos y elementos, se procederá a la puesta en marcha, comprobando que todos los equipos responden a las condiciones técnicas para los que han sido diseñados.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan la normativa vigente de Seguridad y Salud.

## **25.5 Ensayos**

Se realizarán los siguientes ensayos de rutina especificadas en las normas:

- Inspección de cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
  
- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo en aquellos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo.
  
- Verificación de los distintos valores de tensiones e intensidades para varios porcentajes de carga y los siguientes regímenes:
  - Flotación con batería y sin batería.
  - Carga rápida.
  - Carga excepcional o profunda.

Especial atención se tendrá en los valores máximos y de rizado de la tensión de salida del



rectificador.

- Comprobación del ciclo de descarga de la batería.
- Medida de armónicos
- Ensayo a plena carga
- Ensayo de rendimiento
- Comprobación del funcionamiento del by-pass estático, Medida de tiempo de transferencia.

El fabricante adjuntará, a los planos e información técnica, los protocolos de ensayos.

Ensayos y pruebas a realizar en obra:

- Repaso general de toda la instalación, limpiando todos los posibles residuos de la instalación, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- Medida de aislamiento de los circuitos principales y timbrados de los circuitos auxiliares, siguiendo las instrucciones y planos del fabricante.
- Comprobación manual de todos los elementos de protección y control, verificando el reglaje de los elementos de protección.
- Verificar el estado de las baterías, comprobando el nivel y densidad del electrolito.
- Al dar tensión al sistema poner los indicativos de peligro y/o señales de "Cuadro con Tensión", hasta finalizar las obras.

Siguiendo las instrucciones del fabricante, se dará una carga excepcional o profunda a las baterías, antes de empezar a conectar los consumidores.

## 26. EDIFICIO DE CONTROL

### 26.1 Consideraciones generales

El adjudicatario se encargará del diseño y construcción de un edificio que albergue el Centro de Control y otras instalaciones auxiliares de la planta. Como mínimo deberá contar con los siguientes espacios y superficies:

- Sala de Control: Superficie mínima 75 m<sup>2</sup>, Apta para cuatro puestos de operación y un video-wall de medidas aproximadas 6,00x2,10m y altura libre del forjado 5 m. Tendrá espacio también para cuatro puestos adicionales de operación según necesidades del operador
- Despacho con dos puestos de operación de 18 m<sup>2</sup>

- Sala de reuniones y contingencias de 18 m<sup>2</sup>
- Vestuarios masculinos y femeninos con zona de taquillas, 2 lavabos y 2 platos de ducha en cada uno y superficie por vestuario de 15m<sup>2</sup>
- Aseos masculinos y femeninos con superficie por aseo de 10 m<sup>2</sup> y dos inodoros y lavabos cada uno.
- Cuarto de instalaciones para alojar el rack de comunicaciones, cuadro eléctrico, UPS y transformador si el edificio no tiene suministro en baja tensión
- Almacén de superficie mínimo 120 m<sup>2</sup>. Alojará los repuestos de paneles, inversores, transformadores y todos los materiales. Tendrá un acceso peatonal y una puerta seccional de medidas 4x4 m para entrada de material de manera que pueda acceder un vehículo de transporte ligero o una carretilla elevadora. La altura libre en planta será de 5 m.

## **26.2 Fábrica de bloque**

Fábrica de bloque hueco de hormigón vibrado tomada con mortero de cemento y arena, aplomado, nivelado, replanteo humedecido del bloque, grapas metálicas de unión a la estructura, y parte proporcional de armadura de refuerzo.

### **MATERIALES**

- Bloque de hormigón, liso estándar color gris, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), para revestir. Según UNE-EN 771-3.
- Medio bloque de hormigón, liso estándar color gris, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), para revestir. Según UNE-EN 771-3
- Bloque de esquina de hormigón, liso estándar color gris, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), para revestir. Según UNE-EN 771-3
- Bloque en "U" de hormigón, liso color gris, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), para revestir. Según UNE-EN 771-3.
- Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.
- Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.
- Armadura de tendel prefabricada de acero galvanizado en caliente con recubrimiento de resina epoxi de 3,7 mm de diámetro y 75 mm de anchura, con dispositivos de separación, geometría diseñada para permitir el solape y sistema de autocontrol del operario (SAO). Según UNE-EN 845-3.

- Cemento Portland CEM II/B-L 32,5 R, color gris, en sacos, según UNE-EN 197-1.
- Agua
- Arena de cantera, para hormigón preparado en obra.
- Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-7,5 (resistencia a compresión 7,5 N/mm<sup>2</sup>), suministrado a granel, según UNE-EN 998-2.
- En el caso de necesitar aislamiento será lana de roca de 5cm de espesor, según norma UNE-EN13162:2002 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana Mineral (MW). Especificación.

## **EJECUCIÓN**

- Los bloques serán humedecidos antes de su colocación.
- No se utilizarán piezas menores de medio bloque.
- Los muros estructurales estarán dispuestos con armadura vertical y de encadenado, según proyecto.
- Los cerramientos de más de 3,5 m de altura estarán anclados en sus cuatro caras.
- Los que superen la altura de 3,5 m. estarán rematados por un zuncho de hormigón armado.
- Los muros de cerramiento irán arriostrados con otros transversales, o con pilastras y contrafuertes. La longitud del muro de arriostramiento será mayor que dos veces la altura del muro arriostrado, y el espesor de las pilastras el doble que el del muro.
- Los muros tendrán juntas de dilatación y de construcción. Las juntas de dilatación serán las estructurales, que quedarán arriostradas y se sellarán con productos sellantes adecuados.
  
- En el arranque del cerramiento se colocará una capa de mortero de 1 cm. de espesor en toda la anchura del muro. Si el arranque no fuese sobre forjado, se colocará una lámina de barrera antihumedad.
- En el encuentro del cerramiento con el forjado superior se dejará una junta de 2 cm. que se rellenará posteriormente con mortero de cemento, preferiblemente al rematar todo el cerramiento.
- Los muros conservarán durante su construcción los plomos y niveles de las llagas y serán estancos al viento y a la lluvia.
- Todos los huecos practicados en los muros irán provistos de su correspondiente cargadero.



- Al terminar la jornada de trabajo, o cuando haya que suspenderla por las inclemencias del tiempo, se arristrarán los paños realizados y sin terminar.

## **CONTROL**

- Control de replanteo de ejes
- Humedecido de los bloques en el momento de su puesta en obra
- Verticalidad de esquinas y paramentos, no admitiéndose más de 10 mm. por planta
- Dimensionado de huecos
- Situación y verticalidad de juntas de dilatación
- Planeidad de paramentos, realizada con regla de 2 m. admitiéndose una variación de 10 mm.
- Se comprobará la estanqueidad
- Alineación y nivelación de las llagas, no mayor de 2 mm/m.
- Dosificación de morteros de agarre
- Tipos de acero y disposición de las armaduras, de acuerdo con el proyecto
- El cargadero tendrá como mínimo una entrega de 19 cm.
- Enfoscado maestrado con mortero de cemento M-450 y bruñido con mortero de cemento tipo M-600, sobre paramentos horizontales o verticales.

## **MATERIALES**

- Agua y arenas de río.
- Mortero industrial para revoco y enlucido de uso corriente, de cemento, tipo GP CSII W0, suministrado en sacos, según UNE-EN 998-1

## **EJECUCIÓN**

Se repararán los defectos del soporte con mortero de la misma dosificación del utilizado para el enfoscado y no se comenzará el trabajo hasta que los repasos hayan fraguado totalmente.

Se confeccionará el mortero a mano a máquina, hasta que se haya obtenido una mezcla homogénea. No se confeccionará cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o pueda llegar a serlo en las siguientes 24 horas.

No se añadirá agua al mortero una vez amasado, ni se utilizará cemento que presente síntomas de comienzo de fraguado.

Se humedecerá el soporte, una vez limpio, antes de comenzar la colocación del enfoscado.

Se suspenderá la ejecución del enfoscado durante las heladas, se protegerá de éstas y se comprobará la parte afectada al reanudar los trabajos.

Asimismo, se protegerán los paramentos enfoscados de la lluvia, así como del tiempo seco y excesivamente caluroso.

El enfoscado se mantendrá húmedo al menos 48 horas después de su ejecución.

El espesor de los enfoscados no será superior a 15 mm. Las muestras se colocarán a 0,90 m de distancia, en el caso de enfoscados maestreados.

En los pasos del enfoscado por delante de encuentros de soportes con fábricas, esquinas, etc., se dispondrán telas metálicas galvanizadas.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará en m<sup>2</sup> de la superficie de los paramentos terminados enfoscados. En los precios de las unidades de enfoscado se incluyen remates, pérdidas de material, etc.

Se descontarán todos los huecos y se considera incluido dentro del precio la formación de jambas, esquinas y molduras.

Se abonarán al precio:

703 R01.0040 m<sup>2</sup> Enfoscado maestrado con mortero de cemento M-450 y bruñido con mortero de cemento tipo M-600, sobre paramentos horizontales o verticales

## PINTURAS

Revestimiento fluido continuo aplicado sobre paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería y elementos de instalaciones, situados al interior o al exterior, que una vez aplicado se transforma en una película sólida, tenazmente adherida al substrato sobre el se aplica.

## MATERIALES

Forman parte de esta familia los siguientes elementos:

\* Pintura al temple: Pintura de aspecto mate, con acabados en liso, rugoso o goteado, con coloraciones generalmente pálidas, porosas y permeables, con poca resistencia al agua y al roce. Utilización en interiores.

\* Pinturas plásticas: Pintura de aspecto mate o satinado, con acabados en liso, rugoso o gotea-

do, admitiendo toda gama de colores, con buena resistencia al roce y al lavado. Utilización tanto en interiores como exteriores.

\* Esmaltes: Pintura de aspecto mate, satinado o brillante, con acabado liso, admitiendo toda gama de colores, con buena resistencia al roce y al lavado. Utilización tanto en interiores como exteriores.

\* Pinturas pétreas: Pintura de aspecto mate, con acabado rugoso y gran resistencia a la abrasión, choques, golpes y rayados, admitiendo toda gama de colores. Utilización para exteriores, y con una gran impermeabilidad.

\* Pinturas a la cal: Pintura de aspecto mate, acabado liso, blanca o con coloración generalmente muy pálida, porosa y absorbente, con buen comportamiento a la intemperie, endureciendo con la humedad y el tiempo y con buenas propiedades microbicidas.

\* Pintura al silicato: Pintura de aspecto mate, acabado liso, con coloración generalmente pálida, algo absorbente, dura y de gran resistencia a la intemperie.

\* Pintura al óleo: Pintura de aspecto satinado, acabado liso, admitiendo toda gama de colores, con resistencia al roce y lavabilidad media, amarilleando sensiblemente con el tiempo y con buena flexibilidad.

\* Barnices: Revestimiento con aspecto mate, satinado o brillante en elementos interiores y brillante satinado en exteriores, con acabado liso y transparente, utilizable donde se precise resistencia a la intemperie y al roce.

\* Lacas nitrocelulósicas: Pintura de aspecto mate, satinado o brillante, con buen extendido, rápido secado y con toda la gama de colores. Buena dureza, con resistencia al roce y lavado pero con poca elasticidad.

\* Revestimientos textiles: Revestimiento continuo de paramentos interiores, con materiales textiles o moquetas a base de fibras naturales, artificiales o sintéticas.

## **CONDICIONES PREVIAS**

- Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

- Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc....



- Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28°C ni menor de 6°C.
- El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.
- La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.
- En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.
- Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.
- Según el tipo de soporte o superficie a revestir se considerará:

\* En soportes de yeso, cementos, albañilería y derivados:

- La superficie del soporte no tendrá una humedad mayor del 6%, habiéndose secado por aireación natural.
- Se eliminarán las eflorescencias salinas antes de proceder a pintar, mediante tratamiento químico a base de una disolución en agua caliente de sulfato de zinc, con una concentración de un 5 al 10%.
- Se comprobará que en las zonas próximas a los paramentos a revestir no haya elementos que se desprendan o dejen partículas en suspensión.
- Las manchas producidas por moho se eliminarán mediante rascado y desinfectándolas posteriormente con disolventes fungicidas.
- Las manchas originadas por humedades internas que lleven sales de hierro, se aislarán

En soportes metálicos:

- Limpieza de óxidos y suciedades mediante cepillos.
- Desengrasado a fondo de las superficies a revestir.
- Los revestimientos textiles que vayan a ser colocados en locales en los que estén instalados aparatos eléctricos o electrónicos y cuya humedad relativa sea inferior al 40% estarán tratados contra la electricidad estática.
- Tendrán un índice de resistencia a luz solar, al lavado, al frotamiento y un índice de solidez de las tinturas mayor al dispuesto en las normas UNE.
- El revestimiento textil presentará una superficie a base de fibras naturales, artificiales o

sintéticas, con o sin base de papel, de resinas sintéticas o de fibras. Podrá ser tejido o no tejido, sencillo o llevar incorporado el muletón.

## EJECUCIÓN

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

- Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

\* Yesos y cementos así como sus derivados:

- Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte. Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

\* Metales:

- Se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

- A continuación se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

- Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

## NORMATIVA DE REFERENCIA

UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas de protección de superficie.

Carpintería de aluminio

Ventanas y puertas tanto exteriores como interiores de aluminio anodizado:

## MATERIALES

Las ventanas y puertas de aluminio estarán ejecutadas con los perfiles y accesorios indicados en planos, y conforme a la relación de unidades.

Puerta en hojas abatibles de aluminio anodizado en color standard de 13 micras con cerco de 50x40 mm, hoja de 70x48 mm y 1,4 mm de espesor, para un acristalamiento máximo de 30 mm consiguiendo una reducción del nivel acústico de 39 dB, con zócalo inferior ciego de 40 cm, mainel para persiana, herrajes de colgar, dos manos de pintura antioxidante y dos manos de Oxirón, p.p. de cerradura y dispositivo de apertura en casos de emergencia. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 3,4 W/m<sup>2</sup> K y cumple en las zonas A, B, C y D, según el CTE/DB-HE 1.

Ventana en hoja corredera de aluminio anodizado, perfiles con rotura de puente térmico, con cerco de 60x45 mm, hoja de 70x35 mm y 1,5 mm de espesor, para un acristalamiento máximo de 26 mm, consiguiendo una reducción del nivel acústico de 37 dB, mainel para persiana, herrajes de colgar, p.p. de cerradura similar y costes indirectos. Homologada con Clase 3 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 4,0 W/m<sup>2</sup> K y cumple en las zonas A, B y C, según el CTE/DB-HE 1.

Los precercos estarán constituidos por tubo de acero estirado de sección rectangular y dimensiones acordes con el cerco, galvanizado y recibido y recibido al muro mediante clavos de acero.

## **EJECUCIÓN**

Las uniones entre perfiles se harán por medio de escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos o remaches.

Los ejes de los perfiles se unirán por medio de escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos o remaches.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en el mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto. Los planos formados por la hoja y el cerco serán paralelos.

Tanto en su puesta en obra y recibido como en su control se estará lo dispuesto en la NTE FCL y a las normas UNE correspondientes.

## **NORMATIVA DE REFERENCIA**

UNE-EN 1935:2002 Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN 13165:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.



### **26.3 Mobiliario centro de control**

La sala de operadores del Centro de Control dispondrá el mobiliario necesario para asegurar el confort y las necesidades de esta sala. A continuación pasan a describirse todos los componentes del mobiliario de la sala de operadores:

- Estructura compuesta por patas fabricadas en chapa de 4 mm. , huecas en su interior para la subida de cables desde el falso suelo y unidas entre si mediante marco bastidor tubular de acero de 40 x 40 mm., pintado en pintura epoxi micro texturizada y diseñada para soportar toda la canalización del cableado, forradas en laminado decorativo. Tapas laterales registrables.
- Encimera de trabajo fabricada en laminado decorativo compacto de gran espesor, alta presión, ignífuga M1 y con el mismo diseño en las dos caras. La superficie es mate antirreflexiva y antirrayado (sin porosidad y de alta resistencia a la abrasión y rayado).
- Buck para extraíble: Bucks extraíbles situados en el inferior de la encimera y equipado con cajón + archivador y ruedas.
- Módulos de alojamiento CPU: Módulo individual para alojamiento de CPU's con las siguientes características:
  - Dimensiones: 650 x 550 x 600 mm
  - Situado en la parte inferior del soporte de monitores
  - Previsto para el alojamiento de 2-3 CPU's y accesible por las dos caras mediante puertas equipadas con ranuras de ventilación.
- Mueble archivador: Mueble bajo de fabricación especial con las siguientes características técnicas:
  - Dimensiones: 2000 x 500 x 740 mm
  - Cuerpo interior de melamina
  - Laterales, frontal y puertas dobles chapeado en laminado decorativo a juego con el resto del mobiliario y en el interior con estantes para alojamiento de documentación y manuales.
- 4 Sillones con respaldo alto, mecanismo basculante delantero con regulación de tensión, regulación de altura mediante resorte de gas, brazos en polipropileno, con altura y posición regulable, base giratoria en poliamida, con 5 apoyos y ruedas, asiento tapizado.
- 4 Mesas de 1 operador para sala de control: Mesa formada por 4 copas de amarre a columna, 4 columnas 4b de aluminio pulido y encimera de vidrio naranja. dimensiones

1800 x 800 mm.

- Buck para la mesa de operador, uno por cada mesa.

La instalación del mobiliario se llevará a cabo en aquellos emplazamientos de la sala de operadores del Centro de Control según se indica en los planos.

Una vez instalado el mobiliario se procederá a la verificación de la instalación.

La recepción de cada una de las piezas del mobiliario de la sala de operadores se hará comprobando que cumple las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las correspondientes normas u disposiciones vigentes relativas a estos sistemas.

Cuando el material llegue a obra con certificado que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Además, la Dirección de Obra podrá someter al material a las pruebas que considere oportunas, para lo que el Contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario, así como la asistencia del suministrador en los casos que la Dirección de Obra considere oportunos. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

A Coruña, Mayo 2024

Fdo.:   


**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ, MADRID-BARAJAS**

**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MWn  
(50,4 MWp)**



**PROYECTO BASICO REVISIÓN 01  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**



**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ, MADRID-BARAJAS**

**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MWn  
(50,4 MWp)**



**PROYECTO BASICO  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DOCUMENTO N°5  
PLANOS ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD**

**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ, MADRID-BARAJAS**

**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MWn  
(50,4 MWp)**



**PROYECTO BASICO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**MEMORIA**

## Contenido

1.	DATOS DE OBRA.....	8
1.1.	INTRODUCCIÓN .....	8
1.2.	OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	8
1.3.	DEBERES OBLIGACIONES Y COMPROMISOS .....	8
1.4.	PRINCIPIOS BÁSICOS .....	10
2.	DATOS GENERALES.....	12
2.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL Y SOLUCIÓN ADOPTADA .....	12
2.2.	SITUACIÓN Y ENTORNO .....	12
2.3.	AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	17
2.4.	PRESUPUESTOS, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA .....	17
2.5.	CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO .....	18
2.6.	TRÁFICO RODADO .....	19
2.7.	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA .....	20
2.8.	EQUIPOS DE TRABAJO, MAQUINARIA E INSTALACIONES AUXILIARES PREVISTAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.....	20
3.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	21
3.1.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN SER EVITADOS Y, EN CONSECUENCIA, SE EVITAN .....	22
3.2.	RELACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO SE HAN PODIDO ELIMINAR.	22
4.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS UNIDADES DE OBRA .....	24
4.1.	SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	24
4.1.1	SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	24
	Riesgos (derivados de su utilización).....	24
	Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	24
4.1.2	VESTUARIO .....	25
	Riesgos (derivados de su utilización).....	25
	Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores .....	25
4.1.3	COMEDOR.....	25
4.1.4	BOTIQUÍN.....	25



Riesgos (derivados de su utilización) .....	26
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores: .....	26
<b>4.1.5 OFICINA DE OBRA .....</b>	<b>26</b>
Riesgos (derivados de su utilización) .....	26
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores: .....	27
<b>4.2. OPERACIONES PREVIAS. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE OBRA</b>	
Descripción: .....	27
Riesgos más frecuentes: .....	27
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores: .....	27
Equipos de protección individual: .....	27
<b>4.3. DEMOLICIONES Y DESMONTAJES</b>	
Riesgos más frecuentes: .....	28
Normas preventivas: .....	28
Protecciones individuales: .....	29
Protecciones colectivas: .....	30
<b>4.4. TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN</b>	
Riesgos más frecuentes: ...	30
Normas preventivas: .....	30
Protecciones individuales: .....	32
Protecciones colectivas: .....	32
<b>4.5. ALBAÑILERIA. TRABAJOS CON YESOS Y MORTEROS .....</b>	<b>32</b>
Riesgos más frecuentes: .....	33
Normas preventivas: .....	33
Protecciones individuales: .....	34
Protecciones colectivas: .....	34
<b>4.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PERMANENTE</b>	
Riesgos más frecuentes: .....	34
Instrucciones de operatividad .....	34
Equipos de protección individual .....	35
<b>4.7. TRABAJOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>35</b>
Riesgos más frecuentes .....	36

Terminología.....	36
Instrucciones de operatividad.....	39
Instalaciones de alta tensión (excepto canalizaciones subterráneas).....	41
Canalizaciones eléctricas subterráneas .....	45
Normas relativas a líneas aéreas .....	48
Equipos de protección individual recomendados. ....	50
<b>4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TRABAJOS EN TENSIÓN .....</b>	<b>51</b>
Riesgos más frecuentes .....	51
Trabajos en alternadores y motores.....	52
Incendio en las instalaciones eléctricas .....	53
Interruptores y aparellaje eléctrico .....	53
Tendido de cables .....	54
Equipos de protección individual recomendados .....	54
<b>4.9. CANALIZACIONES SUBTERRANEAS .....</b>	<b>55</b>
Relación de riesgos laborales más frecuentes:.....	55
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	55
Equipos de protección individual: .....	57
<b>4.10. TRABAJOS NOCTURNOS .....</b>	<b>58</b>
Relación de riesgos más frecuentes: .....	58
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	58
Equipos de protección individual: .....	59
<b>5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES .....</b>	<b>59</b>
<b>5.1. ESCALERAS DE MANO .....</b>	<b>59</b>
Descripción del medio .....	59
Relación de riesgos laborales más frecuentes (operaciones de utilización y traslado en obra).....	59
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	59
Normas básicas del trabajo sobre una escalera son: .....	64

	Almacenamiento de las escaleras.....	64
	Inspección y mantenimiento.....	64
	Conservación de las escaleras en obra.....	65
	Equipos de protección individual (durante su utilización y traslado en obra):.....	65
6.	<b>RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA DE OBRA. MAQUINARIA EN GENERAL.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1.</b>	<b>CAMIÓN DE TRANSPORTE.....</b>	<b>65</b>
	Riesgos más frecuentes.....	65
	Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores.....	66
	Normas de seguridad para los trabajos de carga y descarga de camiones:.....	66
	Protecciones individuales:.....	67
<b>6.2.</b>	<b>CAMIÓN HORMIGONERA Riesgos más frecuentes:.....</b>	<b>67</b>
	Normas preventivas:.....	67
	Protecciones individuales:.....	68
<b>6.3.</b>	<b>CAMIÓN GRÚA.....</b>	<b>68</b>
	Riesgos más frecuentes:.....	68
	Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores.....	69
	Protecciones individuales.....	71
<b>6.4.</b>	<b>RETROEXCAVADORA Descripción:.....</b>	<b>71</b>
	Relación de riesgos laborales más frecuentes:.....	71
	Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	72
	Equipos de protección individual:.....	75
<b>6.5.</b>	<b>CAMIÓN BASCULANTE Riesgos más frecuentes:.....</b>	<b>76</b>
	Normas preventivas:.....	76
	Protecciones individuales:.....	77
	Protecciones colectivas:.....	77
<b>6.6.</b>	<b>GRUPO ELECTRÓGENO Riesgos más frecuentes:.....</b>	<b>77</b>
	- Conexión del grupo a la línea eléctrica:.....	78



Cuadros eléctricos de obra:.....	79
6.7. COMPRESOR.....	80
Riesgos más frecuentes: .....	80
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	80
Protecciones individuales: .....	81
<b>6.8. MAQUINARIA MANUAL.....</b>	<b>82</b>
Relación de riesgos más frecuentes .....	82
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores .....	82
Equipos de protección individual .....	82
<b>6.9. HORMIGONERA ELÉCTRICA O AMASADORA .....</b>	<b>83</b>
6.10. TALADRO PORTÁTIL Riesgos más frecuentes:.....	85
Normas preventivas:.....	86
Protecciones individuales:.....	87
6.11. ROZADORA ELÉCTRICA Riesgos más frecuentes:.....	87
Normas preventivas:.....	87
Protecciones individuales:.....	88
6.12. PISTOLA NEUMÁTICA GRAPADOR Riesgos más frecuentes .....	89
Normas preventivas.....	89
Protecciones individuales .....	90
<b>6.13. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS.....</b>	<b>90</b>
Relación de riesgos laborales más frecuentes: .....	90
Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:.....	91
Equipos de protección individual: .....	92
<b>7. RIESGOS A TERCEROS.....</b>	<b>92</b>
<b>7.1. CONDUCCIONES E INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS .....</b>	<b>93</b>
<b>7.2. OTRAS ACCIONES QUE AFECTAN A TERCEROS .....</b>	<b>93</b>
<b>8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>93</b>
<b>9. MEDIDAS PREVENTIVAS ADICIONALES .....</b>	<b>94</b>
<b>9.1. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>94</b>

---

9.2.	SUSTANCIAS PELIGROSAS .....	94
10.	TRABAJOS DE REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO (RECYM) .....	95
10.1.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN .....	95
10.2.	CRITERIOS DE UTILIZACIÓN DE MEDIOS DE SEGURIDAD .....	95
10.3.	LIMITACIONES DE USO .....	95

## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores. Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de Seguridad y Salud (publicado en BOE número 256 de 25/10/1997, páginas 30875 a 30886).

### 1.2. OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según se especifica en el artículo 4 del capítulo II, del R.D. 1627/97, de 24 de octubre "Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras":

- a) El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 Euros).
  - Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
  - Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
  - Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
- b) En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Por tanto, procede elaborar el ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD en fase de redacción de proyecto.

### 1.3. DEBERES OBLIGACIONES Y COMPROMISOS

Según los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario



de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
- El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

Equipos de trabajo y medios de protección:

- El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando

la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá 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. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

#### 1.4. PRINCIPIOS BÁSICOS

De acuerdo con los Arts. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

- El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
  - Evitar los riesgos.
  - Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
  - Combatir los riesgos en su origen.
  - Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
  - Tener en cuenta la evolución de la técnica.
  - Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
  - Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
  - Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
  - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en

materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.

- El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales solo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
- Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Evaluación de los riesgos:

- La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.
- Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.
- Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión



de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

## **2 DATOS GENERALES**

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y SOLUCIÓN ADOPTADA**

Siguiendo con la apuesta de AENA SME S.A. de conseguir progresivamente un suministro energético basado en la sostenibilidad energética, se proyecta la construcción en el Aeropuerto de Adolfo Suárez, Madrid-Barajas, una Planta Solar Fotovoltaica (en adelante PSFV) de 45 MW de potencia nominal (50,4 MWp) y su conexión a la subestación PSFV MADRID 120 MW de 220/45 kV de la que saldrá línea de 220 KV a la subestación REE AENA 220/45 KV. Esta planta de generación operará bajo la modalidad de consumo con excedentes.

La PSFV, con una potencia nominal instalada de 45 MW (50,4 MWp), se compone de cinco campos fotovoltaicos con un total de 10 Centros de Transformación (CT) 8 de potencia 5.000 kVA y 2 de potencia 2.500 kVA. A estos centros de transformación se conectarán 18 Inversores centrales de potencia 2.500 kVA. El número total de módulos fotovoltaicos será de 84.000, disponiendo cada uno de ellos de una potencia pico de 600 Wp.

### **2.2. SITUACIÓN Y ENTORNO**

El Aeropuerto de Adolfo Suárez está situado en la provincia de Madrid.

La instalación fotovoltaica se ubicará en el interior de la parcela de AENA del Aeropuerto de Adolfo Suárez, Madrid-Barajas perteneciente a las Zonas de Reserva Aeroportuaria y de subsistema de aeronaves, concretamente en su franja norte, siendo el titular del inmueble y el de la instalación propuesta AENA SME S.A., con número de referencia catastral BICE 4A28900A03AERO AEROPUERTO DE BARAJAS (parcelas 17308K4VK5813B0001LJ y 17308K3VK5813B0001PJ).

La planta solar fotovoltaica ocupa una superficie de 53 Ha

Las coordenadas UTM de cada uno de ellos se muestran en las siguientes tablas.

La instalación constará de cinco campos ubicados concretamente en la zona norte del aeropuerto con las siguientes coordenadas:

El campo 1 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 1 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	451684	4485985
Punto 2	451668	4486029
Punto 3	451623	4486030
Punto 4	451599	4485990
Punto 5	451599	4485883
Punto 6	451599	4485883
Punto 7	451594	4485883
Punto 8	451584	4485870
Punto 9	451565	4485658
Punto 10	451560	4485554
Punto 11	451560	4485442
Punto 12	451630	4485442
Punto 13	451678	4485442
Punto 14	451803	4485686
Punto 15	451813	4485760
Punto 16	451818	4485820
Punto 17	451808	4485846
Punto 18	451808	4485884
Punto 19	451807	4485935
Punto 20	451807	4485958
Punto 21	451688	4485958

El campo 2 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 2 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	452027	4485743
Punto 2	452085	4485731
Punto 3	452098	4485731
Punto 4	452099	4485818
Punto 5	452095	4485867

<b>CAMPO 2 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N</b>		
	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Punto 6</b>	452071	4486023
<b>Punto 7</b>	451941	4486022
<b>Punto 8</b>	451941	4485743

El campo 3 que se encontrará en las coordenadas:

<b>CAMPO 3 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N</b>		
	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Punto 1</b>	452185	4485966
<b>Punto 2</b>	452183	4485858
<b>Punto 3</b>	452184	4485811
<b>Punto 4</b>	452279	4485811
<b>Punto 5</b>	452276	4485865
<b>Punto 6</b>	452209	4485965

El campo 4 que se encontrará en las coordenadas:

<b>CAMPO 4 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N</b>		
	<b>X:</b>	<b>Y:</b>
<b>Punto 1</b>	451645	4485122
<b>Punto 2</b>	451559	4485032
<b>Punto 3</b>	451559	4484472
<b>Punto 4</b>	452127	4484470
<b>Punto 5</b>	452128	4484807
<b>Punto 6</b>	452014	4484807
<b>Punto 7</b>	452014	4484912
<b>Punto 8</b>	452026	4484912
<b>Punto 9</b>	452005	4484993
<b>Punto 10</b>	451914	4485041
<b>Punto 11</b>	451771	4485084
<b>Punto 12</b>	451758	4485088
<b>Punto 13</b>	451743	4485097
<b>Punto 14</b>	451692	4485122



El campo 5 que se encontrará en las coordenadas:

CAMPO 5 COORDENADAS UTM ETRS89, H30N		
	X:	Y:
Punto 1	453958	4481904
Punto 2	454135	4481890
Punto 3	454260	4481807
Punto 4	444245	4481672
Punto 5	454271	4481568
Punto 6	454043	4481564
Punto 7	453960	4481717

Tabla 1 Coordenadas situación campos solares



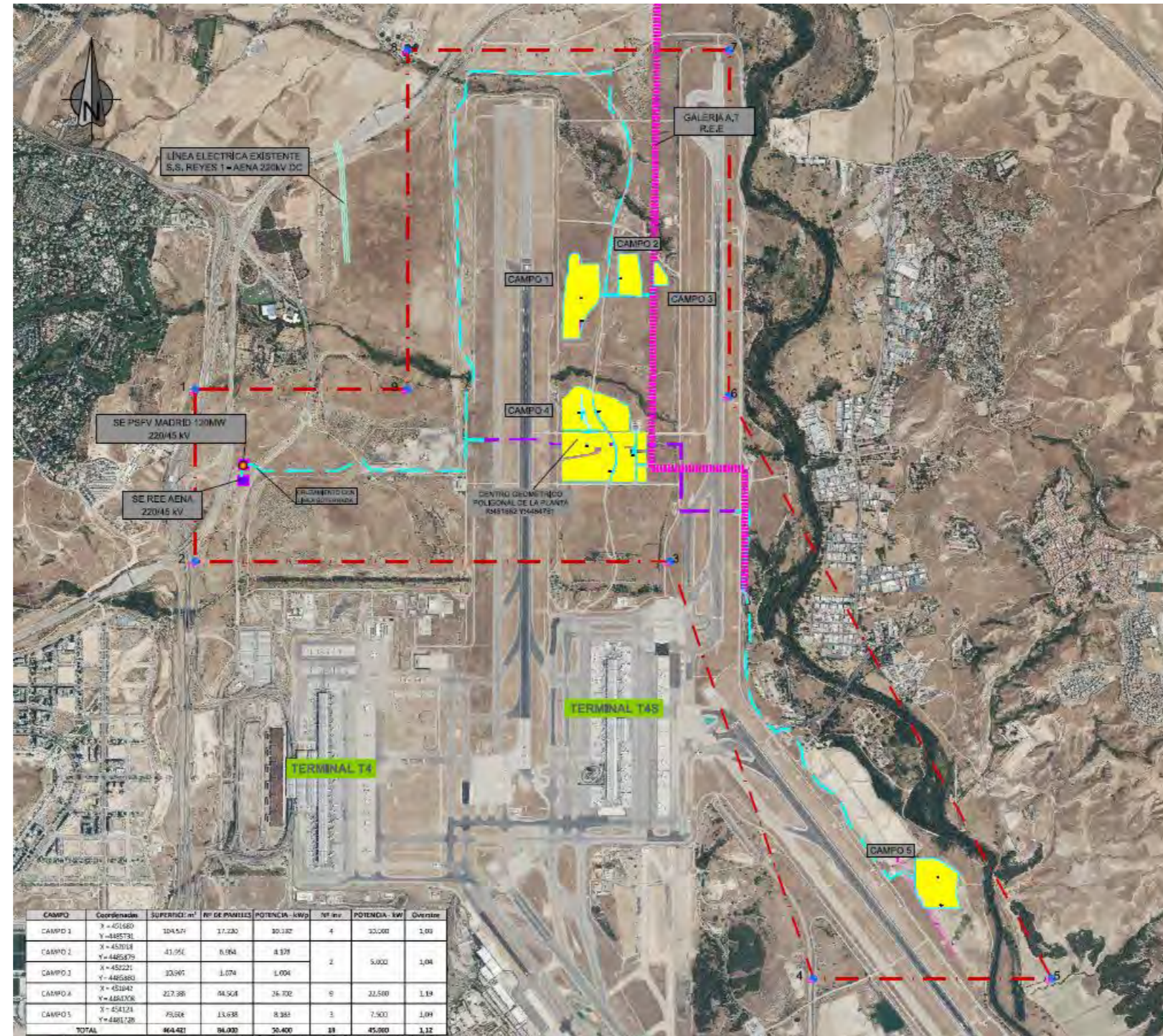


Ilustración de la Planta Fotovoltaica en el entorno del aeropuerto



### 2.3. AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El autor del proyecto es D. [REDACTED] Ingeniero Industrial colegiado nº 2.377 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia (ICOIIG).

### 2.4. PRESUPUESTOS, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

#### PRESUPUESTO DE LA OBRA

El presupuesto estimado de ejecución material para el presente Proyecto es de **TREINTA MILLONES OCHOCIENTOS NOVENTA MIL CUARENTA Y OCHO EUROS CON CERO CÉNTIMOS (30.890.048,00 €)**.

#### PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El plazo previsto para la ejecución de la totalidad de las obras es de **diecisiete (17 MESES)**.

#### PERSONAL PREVISTO

Para el cálculo medio de trabajadores, se ha realizado la siguiente estimación:

1. Se parte de que la mano de obra es un porcentaje del presupuesto de ejecución. La forma de determinar este porcentaje ha sido consultando lo que suponía la mano de obra en las unidades de obra que se ejecutarán, en una base de precios adecuada. El porcentaje obtenido es del 10 %.
2. Aplicado este porcentaje al presupuesto de ejecución, se obtiene la estimación del coste medio aproximado de la mano de obra.
3. Esta cantidad, será igual, aproximadamente al coste de las horas que se tendrá durante el plazo de ejecución de la obra de un trabajador medio, por el número de trabajadores que será necesario para ejecutar la obra en ese plazo.
4. Se ha supuesto que se trabaja una media de 8 horas al día y 22 días al mes durante los meses de ejecución de la obra, y que el precio medio de la hora de trabajo es de 19,62 €.

CALCULO MEDIO DEL NUMERO DE TRABAJADORES	
Presupuesto de ejecución	30.890.048,00 €
Importe de la mano de obra	3.890.004,8 €
Nº de horas trabajadas en 28 meses	8h/d x 22d/mes x 17 meses = 2.922 horas
Precio medio hora trabajador	22,62 €

Coste medio de un trabajador	2.992 horas x 19,62 €/hora = 67.679,04 €
Nº de trabajadores medio necesarios	3.890.004,8 € / 67.679,04 €/t = 45 trabajadores

Como se ha indicado, este número de trabajadores es una estimación media de los operarios los que es necesario añadir los maquinistas, estimado en un 25% de incremento. Durante la ejecución de los trabajos habrá fases de obra con más operarios y otros con menos por lo que como base para el dimensionado de las instalaciones provisionales de bienestar e higienede los trabajadores nos puede servir el dato obtenido incrementando un 15 %. Se considera que el número de trabajadores punta es de 45 operarios.

Para el cálculo de consumo de los "equipos de protección individual", no se escoge los que corresponden al número de trabajadores punta; sino al número de trabajadores distintos que van a pasar por la obra durante su ejecución, estos son los que resultan del cálculo según las fases en el plan de ejecución de la obra, y se han considerado 55 trabajadores.

En este segundo número, que refleja el aumento en la concurrencia en un determinado instante por necesidad en la programación, quedan englobadas todas las personas que intervienen en el proceso de esta construcción, independientemente de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

Luego el resumen de las estimaciones serán las siguientes:

- Número de trabajadores en el día punta = 45
- Número de trabajadores distintos que pasan por la obra = 55

Si el plan de seguridad y salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad. Así se exigen el pliego de condiciones particulares.

## 2.5. CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO

No existe centro de asistencia médica en el aeropuerto, siendo el punto más cercano el:

- Hospital Universitario Santa Sofía, P.º de Europa, 34, 28703 San Sebastián de los Reyes, Madrid.

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante la contratación de un servicio de ambulancias, que el Contratista definirá exactamente, a través de su plan de seguridad y salud tal y como se contiene en el pliego de condiciones particulares.



Hospitales más cercanos y teléfonos de interés

TELEFONO DE URGENCIAS	
URGENCIAS	112
BOMBEROS	112-080
POLICÍA NACIONAL	091
POLICÍA LOCAL	092
GUARDIA CIVIL	062
AMBULANCIAS	061

A continuación, se muestra de forma esquemática el recorrido hasta los hospitales más cercanos,

CENTROS HOSPITALARIOS	
Hospital Universitario Santa Sofía	P.º de Europa, 34, 28703 San Sebastián de los Reyes, Madrid



## 2.6. TRÁFICO RODADO

Dada la naturaleza de la obra en general, la mayoría de los trayectos se realizarán en zonas aeroportuarias. Los detalles exactos de las diversas circulaciones variarán según la zona en la que se esté actuando. Se accederá a través de los controles más cercanos, después de estos se utilizarán los viales de servicio para acceder a las distintas zonas. Se respetarán las normas vigentes de control y señalización del tráfico rodado.

El contratista y sus empleados deberán cumplir con las medidas de seguridad establecidas en el Régimen Interior del Aeropuerto, para no interferir en las operaciones de “tierra y/o aire”.

El contratista tendrá que recabar, a través del Director de Obra, las autorizaciones correspondientes para el acceso, tanto de personas como vehículos, atendiéndose para ello a las instrucciones que sean señaladas por la oficina de seguridad del Aeropuerto.

Durante su permanencia dentro del recinto aeroportuario, el personal del contratista se encontrará convenientemente uniformado y portará, en lugar visible, la tarjeta de identificación facilitada por el Aeropuerto.

## **2.7. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA**

De cara a la identificación y Prevención de riesgos se pueden agrupar las unidades de obra en los siguientes capítulos:

- Operaciones Previas
  - Identificación de servicios afectados.
  - Adecuación de la parcela (demoliciones, desbroces, retirada vallado...).
  - Instalaciones auxiliares.
- Obra Civil.
  - Edificios inversores, centros de transformación y reparto
  - Armarios para ubicación de inversores
  - Canalizaciones y puesta a tierra.
- Instalación de módulos fotovoltaicos.
- Tendido de conductores eléctricos.
- Instalación de edificio prefabricado
- Instalación de elementos en edificios prefabricados.
- Sistema de monitorización y control.

## **2.8. EQUIPOS DE TRABAJO, MAQUINARIA E INSTALACIONES AUXILIARES PREVISTAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA**

Se usarán como herramientas, maquinaria y equipos de trabajo los siguientes:

- MEDIOS AUXILIARES
  - Escaleras de mano
  - Plataforma elevadora

- Andamio móvil
- MAQUINARIA EN GENERAL
  - Retroexcavadora
  - Camión transporte
  - Autovolquete
  - Camión pluma
  - Carretilla elevadora
  - Compactadora manual
  - Camión basculante
- MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL
  - Grupo Electrónico portátil.
- MÁQUINARIA MANUAL
- HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

### **3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

A la vista de la metodología de construcción, del proceso productivo previsto, del número de trabajadores y de las fases críticas para la prevención, los riesgos detectables expresados globalmente son:

- Los propios del trabajo realizado por uno o varios trabajadores.
- Los derivados de los factores formales y de ubicación del lugar de trabajo.
- Los que tienen su origen en los medios materiales empleados para ejecutar las diferentes unidades de obra.

Se opta por la metodología de identificar en cada fase del proceso de construcción, los riesgos específicos, las medidas de prevención y protección a tomar, así como las conductas que deberán observarse en esa fase de obra.

Esta metodología no implica que en cada fase sólo existan esos riesgos o exclusivamente deban aplicarse esas medidas o dispositivos de seguridad o haya que observar sólo esas conductas, puesto que dependiendo de la concurrencia de riesgos o por razón de las características de un trabajo determinado, habrá que emplear dispositivos y observar conductas o normas que se especifican en otras fases de obra.

Otro tanto puede decirse para lo relativo a los medios auxiliares a emplear, para las máquinas y las herramientas cuya utilización se previene.

La especificación de riesgos, medidas de protección y las conductas o normas, se reiteran en muchas de las fases de obra.

Esto se debe a que esta información deberá llegar a los trabajadores de forma fraccionada



y

por especialidades, para su información-formación, acusando recibo del documento que se le entrega.

Las protecciones colectivas y personales que se definen, así como las conductas que se señalan tienen carácter de obligatorias y el hecho de incluirse en la memoria obedece a razones metodológicas, pero tienen el mismo carácter que si estuvieran insertadas en el Pliego de Condiciones.

### **3.1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE PUEDEN SER EVITADOS Y, EN CONSECUENCIA, SE EVITAN**

En este trabajo, se consideran riesgos evitados los siguientes:

- Los derivados de las interferencias de los trabajos a ejecutar, que se han eliminado mediante el estudio preventivo del plan de ejecución de obra.
- Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas; con todas sus protecciones.
- Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento o en su caso, de toma de tierra de sus carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de toma de tierra general eléctrica.
- Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se han resuelto mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización.
- Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminan mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión de que no falte en ellas, ninguna de sus protecciones específicas y la exigencia en su caso, de poseer el marcado CE.
- Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos; mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.
- Los derivados por el mal comportamiento de los materiales preventivos a emplear en la obra, que se exigen en su caso, con marcado CE o con el certificado de ciertas normas UNE.

### **3.2. RELACIÓN DE RIESGOS LABORALES QUE NO SE HAN PODIDO ELIMINAR**

En este trabajo, se consideran riesgos existentes en la obra, pero resueltos

---

mediante laprevención contenida en este trabajo el listado siguiente:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios.
- Accidentes causados por seres vivos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Patologías no traumáticas.
- “In itinere”.

Cada uno de los 25 epígrafes de la lista precedente surge de la estadística considerada en el “Anuario de Estadística de Accidentes de Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales”; tiene su desarrollo en función de la peculiaridad de cada actividad de obra, medios auxiliares y máquinas utilizadas, en combinación con los oficios presentes en la obra y las protecciones colectivas a

montar para eliminar los riesgos.

#### **4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS UNIDADES DE OBRA**

##### **4.1. SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR**

###### **4.1.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS**

Los servicios higiénicos a utilizar en esta obra reunirán las siguientes características:

- Dispondrán de agua caliente en duchas y lavabos.
- Los suelos, techos y paredes serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria; asimismo dispondrán de ventilación independiente y directa.
- La altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 m, teniendo cada uno de los retretes una superficie de 1 x 1,20 m.
- La obra dispondrá de abastecimiento suficiente de agua potable en proporción al número de trabajadores, fácilmente accesible a todos ellos y distribuidos en lugares próximos a los puestos de trabajo.
- Se indicará mediante carteles si el agua es o no potable.
- En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados.
- Existirán al menos un (1) inodoro para hombres y otro (1) para mujeres

##### **Riesgos (derivados de su utilización)**

- Infección por falta de higiene.
- Peligro de incendio.

##### **Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:**

- Deberá procederse a la limpieza periódica del local, en evitación de infecciones.
- En el caso de que los trabajadores realicen trabajos marcadamente sucios o manipulen sustancias tóxicas, se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.
- No existirán conexiones entre el sistema de abastecimiento de agua potable y el de agua que no sea apropiada para beber, evitándose la contaminación por porosidad o por contacto.
- Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.
- Cuando los retretes comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.



- Se dispondrá de extintores.

#### 4.1.2 VESTUARIO

Para cubrir las necesidades se dispondrá de los módulos necesarios para obtener una superficie mínima de vestuario de 30 m<sup>2</sup> necesarios para los 25 trabajadores de la obra.

- La altura libre a techo será de 2,30 m.
- Se habilitará un tablón conteniendo el calendario laboral y las notas informativas de régimen interior que la Dirección Técnica de la obra proporcione.
- La obra dispondrá de cuartos de vestuarios y de aseo para uso del personal, debidamente separados para los trabajadores de uno u otro sexo.
- Los cuartos vestuarios o los locales de aseo dispondrán de dos lavabos de agua corriente, provisto de jabón, y de dos espejos de dimensiones adecuadas.

#### Riesgos (derivados de su utilización)

- Infección por falta de higiene.
- Peligro de incendio.

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

- Deberá procederse a la limpieza periódica del local, en evitación de infecciones.
- Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria. Asimismo, dispondrán de ventilación independiente y directa.
- Los vestuarios estarán provistos de una taquilla individual con llave para cada trabajador y asientos.
- Se dispondrá de extintores.

#### 4.1.3 COMEDOR

Para cubrir las necesidades de comedor se utilizarán los restaurantes existentes en el Aeropuerto, por lo que no será necesaria la instalación en obra de módulo-comedor.

#### 4.1.4 BOTIQUÍN

- Se dispondrá de un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los teléfonos de urgencia de los centros hospitalarios más próximos, médicos, ambulancias, bomberos, policía, etc.
- En la obra se dispondrá de un botiquín con los medios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

- Los botiquines estarán a cargo de personas capacitadas designadas por la empresa.
- El contenido mínimo será: Agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurcromo, amoniaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor y termómetro clínico.

#### Riesgos (derivados de su utilización)

- Infecciones por manipulaciones indebidas de sus componentes.

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:

- Se prohíbe manipular el botiquín y sus componentes sin antes haberse lavado a conciencia las manos.
- Las gasas, vendas, esparadrapo y demás componentes en mal estado por suciedad o manipulación indebida deberán desecharse y reponerse inmediatamente.
- Se revisará mensualmente su contenido y se repondrá inmediatamente lo usado.
- En la obra siempre habrá un vehículo para poder hacer el traslado al hospital.
- En la caseta de obra existirá un plano de la zona donde se identificarán las rutas a los hospitales más próximos.
- Rótulo con todos los teléfonos de emergencia, servicios médicos, bomberos, ambulancias, etc.

#### 4.1.5 OFICINA DE OBRA

- Para cubrir las necesidades se dispondrá de una oficina de obra.
- En ella se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.
- La altura libre a techo será de 2,30 m.
- Se habilitará un tablón conteniendo el calendario laboral, avisos a las empresas contratistas y subcontratistas, comunicaciones y las notas informativas de régimen interior que la Dirección Técnica de la obra proporcione.

#### Riesgos (derivados de su utilización)

- Infección por falta de higiene.
- Peligro de incendio.

**Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:**

- Deberá procederse a la limpieza periódica del local, en evitación de infecciones.
- Se dispondrá de un extintor.

**4.2. OPERACIONES PREVIAS. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE OBRA Descripción:**

Al ser una obra que se ejecuta en varias zonas, siendo todas ellas al aire libre, estas zonas de trabajo no afectarán en ningún momento a los pasajeros, se realizará vallado solo de la zona en la que se actué cada jornada dado que las zonas afectadas seguirán manteniendo su actividad del personal del propio Aeropuerto. Se procederá a la señalización pertinente con cinta de balizamiento o malla de polipropileno y señales de advertencia de riesgos.

**Riesgos más frecuentes:**

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Choques o golpes contra objetos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobre esfuerzos.
- Cuerpos extraños en los ojos.

**Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:**

- Limpieza de la zona de objetos con los que puedan tropezar los trabajadores.
- Conservación adecuada de las vías de circulación.
- El cerramiento de la zona de obras se hará mediante cinta de balizamiento o malla de polipropileno de 1 m de altura, balizando aquellas zonas de acceso y materiales mediante vallas de contención de peatones.
- Si por necesidades del proceso de producción se deben quedar sin cerrar y/o terminar la sustitución de elementos en alguno de los tajos, la zona de obras deberá quedar adecuadamente señalizada.

**Equipos de protección individual:**

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad homologado.
- Guantes de lona y piel.



- Ropa de Trabajo.

#### **4.3. DEMOLICIONES Y DESMONTAJES Riesgos más frecuentes:**

- Caídas a diferente nivel.
- Caídas de objetos.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Explosiones.
- Incendios.
- Aprisionamiento y arrollamientos.
- Daños y lesiones a personal ajeno a la obra.
- Ruido puntual y ambiental.
- Polvo ambiental.
- Proyecciones de elementos de demolición.
- Inhalación de polvo.
- Contactos eléctricos.

#### **Normas preventivas:**

- Los vehículos y maquinaria alquilada serán revisados antes del comienzo de la obra en todos sus elementos de seguridad, exigiéndose mantener actualizado el libro de mantenimiento.
- No se permitirá la presencia de personas en la zona de demolición.
- Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.
- Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo.
- Delimitación de áreas de trabajo de máquinas y prohibición de acceso a las mismas, ni a pie ni con maquinaria.
- Previsión de la necesidad de riego para evitar formación de polvo en exceso.
- Utilización de Equipos de Protección Individual adecuados para la realización de la tarea.
- Se dispondrá de extintores en obra en la zona de trabajos.
- La obra se mantendrá en las debidas condiciones de orden y limpieza en todo momento.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.

- La iluminación en la zona de trabajo será siempre suficiente.
- Se deberá emplear protectores oculares en aquellos trabajos que pueda provocar proyección de partículas.
- Se vigilará el mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Si alguna manguera presenta algún deterioro en su capa aislante, deberá ser sustituida inmediatamente.
- Las operaciones de carga y descarga se realizarán empleándose, siempre que sea posible, medios mecánicos, que hagan el trabajo manual menos penoso.
- Para el transporte de materiales y equipos y la descarga de material, se acotará la zona y se vigilará especialmente si hay tránsito de personal.
- Antes de comenzar los trabajos con máquinas eléctricas, se realizará una inspección visual si todo está en orden.
- Se darán instrucciones al personal designado para actuar en caso de incendio o accidente de caso eléctrico.
- Se deberá emplear protectores oculares en aquellos trabajos que pueda provocar proyección de partículas.
- Los trabajadores que precisen herramientas para ejecutar su trabajo, con el objetivo de evitar su caída y pérdida, serán provistos de cinturón portaherramientas.
- El desmontaje de los aparatos eléctricos será realizado por personal especializado.
- Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario.
- Verificar la ausencia de tensión antes de realizar trabajos con riesgos eléctricos.
- Para el empleo de maquinaria eléctrica y de elementos auxiliares, como escaleras, se deberán observar las medidas preventivas correspondientes a cada uno de ellos.

### **Protecciones individuales:**

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Gafas contra impactos.
- Guantes para manipulación de objetos.
- Mono de trabajo.
- Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos.

- Protectores auditivos.
- Chaleco reflectante.

#### Protecciones colectivas:

- Los andamios de trabajo, en caso de que sean necesarios, estarán equipados con barandillas, de 0,90 m de altura, con listón superior, intermedio y rodapié.
- Cinta de balizamiento.
- Señalización de riesgos
- Topes de desplazamiento de los vehículos

#### 4.4. TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DE

##### HORMIGÓN Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pinchazos y golpes por o contra objetos, materiales, etc.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Hundimientos
- Atrapamientos.
- Vibraciones por manejo de la aguja vibrante.
- Electrocutión.
- Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido puntual y ambiental.

##### Normas preventivas:

###### *Vertidos directos mediante canaleta*

- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertido será dirigida por personal competente que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

###### *Vertidos mediante cubo o cangilón*

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se



señalará mediante una traza horizontal el nivel máximo de llenado del cubo.

- Se prohíbe trasladar cargas suspendidas en las zonas donde se encuentre trabajando personal.
- Se prohíbe rigurosamente a toda persona permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca dispuesta al efecto, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se evitará golpear con el cubo los encofrados.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

#### *Vertido de hormigón mediante bombeo*

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar golpes o caídas por la acción incontrolada de la boca de vertido.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie (un forjado o losas, por ejemplo), se establecerá un camino de tabloncillos seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista.
- Al inicio del trabajo de hormigonado se enviarán lechadas fluidas de mortero de pobre dosificación para que actúen como lubricantes en el interior de las tuberías facilitando el deslizamiento del material para ya posteriormente bombear con la dosificación requerida.
- Después de hormigonar, se lavará y limpiará el interior de los tubos.
- Habrá que evitar tapones porque estos producen riesgo de accidente al desmontar la tubería. Esto se logrará eliminando al máximo los codos de la tubería y, sobre todo, los codos de radio pequeño, pues esto da lugar a grandes pérdidas de carga y, por lo tanto, a un mal funcionamiento de la instalación.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar el receptáculo de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero

y se desmontará a continuación la tubería.

- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando la documentación correspondiente.

#### *Vibrado del hormigón*

- Para el uso de vibradores eléctricos es fundamental, dado el ambiente de trabajo, su aislamiento y protección adecuada.

#### **Protecciones individuales:**

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones (contra salpicaduras del hormigón).
- Guantes impermeabilizados.
- Traje impermeable para tiempo lluvioso.
- Mandil.
- Cinturón de seguridad
- Cinturón antivibratorio.
- Protectores auditivos.

#### **Protecciones colectivas:**

- Barandillas reglamentarias de seguridad que llevan incluidas las cestas elevadoras.
- Barandillas en los bordes de los tableros.
- Pasarelas.
- Redes horizontales y verticales.
- Conexión correcto con clavija macho hembra de todos los elementos eléctricos.
- Setas de plástico en punta de barras que creen peligro.
- Utilización de castilletes de hormigonado.
- Extintor de incendios timbrado y con las revisiones al día.

#### **4.5. ALBAÑILERIA. TRABAJOS CON YESOS Y MORTEROS**

---

**Riesgos más frecuentes:**

- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
- Golpes por uso de herramientas, (miras, regles, terrajas, maestras).
- Caídas al vacío.
- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

**Normas preventivas:**

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones sin protección contra las Caídas desde altura.
- Para la utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acuñados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablones formando una barandilla sólida de 90 cm de altura, medidas desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m
- La iluminación mediante portátiles se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

#### Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).
- Guantes de P.V.C. o goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.
- Cinturón de seguridad clases A y C.

#### Protecciones colectivas:

- Redes en huecos de ventanas o puertas que carezcan de peto, protección o similar.
- Plataformas de trabajo con barandillas con listón superior, listón intermedio y rodapié.

### 4.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### PERMANENTE Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

#### Instrucciones de operatividad

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar determinado a tal efecto.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.



Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadena limitadora de apertura.

Para la utilización de escalera se recomienda el seguimiento de las instrucciones de seguridad expuestas en los procedimientos correspondientes.

Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.

Para la utilización de andamios se recomienda el seguimiento de las instrucciones de seguridad expuestas en los procedimientos correspondientes.

Se prohíbe, de manera general, la utilización de escaleras de mano o andamios de borriquetas en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión.

La entrada de servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal y en presencia de la dirección de obra.

### Equipos de protección individual

Los equipos de protección personal a utilizar por los operarios de estos trabajos serán:

- Casco de seguridad aislante, de protección contra arco eléctrico, para la protección de la cabeza.
- Pantalla de seguridad contra arco adaptable a casco, para la protección de la cara
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 4.7. TRABAJOS ELÉCTRICOS

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos eléctricos.

### Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos eléctricos
- Exposición a radiaciones
- Explosiones
- Incendios

### Terminología

Aislamiento funcional. - Aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal de un aparato y la protección fundamental contra los contactos directos.

Aislamiento de protección o suplementario. - Aislamiento independiente del funcional, previsto para asegurar la protección contra los contactos indirectos en caso de defecto del aislamiento funcional.

Aislamiento reforzado. - Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hacen que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

Alta sensibilidad. - Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 miliamperios.

Cebado. - Régimen variable durante el cual se establece el arco o la chispa.

Circuito. - Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparatos, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrecargas por él o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que forman parte de los aparatos de utilización no receptores.

Conductores activos. - Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica

a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna, a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

Conductores aislados bajo cubierta estanca. - Son conductores que, aislados por cualquier materia, presentan una cubierta de protección constituida por un revestimiento de policloruro de vinilo, de policloropreno, de polietileno o de materias equivalentes.

Conductor flexible. - Están previstos para canalizaciones móviles, aunque pueden ser instalados en canalizaciones amovibles y fijas.

Conductor rígido. - Están previstos para canalizaciones amovibles y fijas.

Contactos directos. - Contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.

Contactos indirectos. - Contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajotensión.

Corriente de contacto. - Corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando está sometido a una tensión.

Corriente de defecto a de falta. - Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

Corte omnipolar. - Corte de todos los conductores activos. Puede ser simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro y en las fases, y no simultáneo, cuando la conexión del neutro se establece antes que las de las fases y se desconectan éstas antes que el neutro.

Choque eléctrico. - Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

Defecto franco. - Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos puntos adistintos o iguales potenciales.

Defecto a tierra. - Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

Doble aislamiento. - Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento de protección suplementario.

Elementos conductores. - Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc., y que son susceptibles de propagar un potencial, tales como estructuras metálicas o de hormigón armado, canalizaciones, etc.

Fuente de energía. - Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

Fuente de alimentación de energía eléctrica. - Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tienen que transmitir, repartir o utilizar.

Impedancia. - Cociente de la tensión entre los bornes de un circuito por la corriente que fluye entre ellos.

Instalación eléctrica. - Conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un

finparticular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la

energía eléctrica.

Intensidad de defecto. - Valor que alcanza una corriente de defecto.

Línea general de distribución. - Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

Luminaria. - Aparato que sirve para repartir, fijar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y protegerlas y para conectarlas al circuito de alimentación.

Mesa. - Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Partes activas. - Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las mesas no se consideran como partes activas cuando están unidas al neutro con finalidad de protección contra los contactos indirectos.

Punto de potencial cero. - Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable cuando pasa por dicha instalación un acorriente de defecto.

Receptor. - Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin particular.

Red de distribución. - El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos desujeción, protección, etc., que une una fuente de energía o una fuente de alimentación de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

Resistencia global o total de tierra. - Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

Resistencia de tierra. - Reacción entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que recorre.

Suelo no conductor. - Se considera así el suelo (o la pared) que presenta una resistencia iguala 50.000 ohmios como mínimo.

Tensión de contacto. - Diferencia de potencial que durante un efecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona, que toque con aquella una masa o elemento metálico, normalmente sin tensión. Para determinar este valor se considerará que la persona tiene los pies juntos, a un metro de la base de la masa o elemento que toca y que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohmios.

Tensión de defecto. - Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra.



Tensión nominal de un aparato. - Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se designa.

Tensión nominal de un conductor. - Tensión a la cual el conductor puede funcionar permanentemente en condiciones normales de servicio.

Tensión a tierra. - Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

Tierra. - Masa conductora de tierra o todo conductor unido a ella por una impedancia muy pequeña.

Zona protegida. - En una instalación de alta tensión en descargo, es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocadas los puntos de corte, sea en la proximidad de los mismos o no. Una zona protegida no puede considerarse una zona de trabajo.

Zona de trabajo. - Zona definida y señalizada por el responsable de los trabajos y asignada por él, al personal de su equipo. En determinados casos esta zona debe, asimismo, delimitarse materialmente.

## Instrucciones de operatividad

### A) Instalaciones de baja tensión (excepto canalizaciones subterráneas)

Una instalación de baja tensión, o en proximidad, en la que deban efectuarse trabajos, no podrá considerarse sin tensión si no ha verificado su ausencia de tensión.

En la adopción de las medidas de prevención de accidentes, debe tenerse en cuenta, que incluso aquellos contactos con instalaciones en tensión, que por su naturaleza no son peligrosos, pueden provocar movimientos irreflexivos que produzcan pérdida de equilibrio y caídas graves.

#### - *Trabajos en instalaciones de baja tensión en tensión*

El responsable de los trabajos determinará en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad previstas, puede realizarse el trabajo en tensión.

Todo personal que realice trabajos en tensión en baja tensión debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso, y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.

Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:

- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)
- Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.
- Utilizar gafas de protección o pantalla, cuando exista riesgo particular de accidente ocular.

- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia, en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.
- Está prohibido realizar trabajos en tensión en los lugares que exista riesgo de explosión.
  - *Trabajos en instalaciones de baja tensión sin tensión*

Antes de iniciar todo trabajo, se realizarán las operaciones siguientes:

- En el lugar de corte:

- a) Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendiendo el neutro, y en los conductores de alumbrado público si los hubiere. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará el corte y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro es necesario abrir en el origen.
- b) Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.
- c) Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.

- En el propio lugar de trabajo:

- d) Verificación de la ausencia de tensión.
- e) Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- f) Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando haya posibilidad de error en la identificación de la misma.

La manipulación de fusibles aéreos se hará, generalmente, previo corte y comprobación de ausencia de tensión a ambos lados del mismo.

- *Trabajos en proximidad de instalaciones en tensión*

Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión pertenecientes a instalaciones de baja tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, necesarias para garantizar la seguridad del personal:

- Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
- Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.
- Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión o insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor.
- En el caso de trabajos en instalaciones de baja tensión próximas a otras de alta tensión, se seguirá lo establecido en el apartado "trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión".

- *Reposición después del trabajo*

Después de la ejecución del trabajo y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

- En el lugar de trabajo:

- a) Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar servicio.
- b) Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.

- En el lugar del corte:

- a) Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
- b) Cerrar circuitos.

- *Trabajos eléctricos en locales de características especiales*

En aquellos lugares de trabajo donde se presenten condiciones especiales de humedad o impregnación por líquidos conductores, emanación de vapores corrosivos, etc., se utilizarán especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido o que, en particular, sean capaces de resistir a la acción de la humedad.

En recintos muy conductores se utilizarán exclusivamente pequeñas tensiones de seguridad y las tomas de corriente se emplazarán en el exterior del recinto de trabajo.

### **Instalaciones de alta tensión (excepto canalizaciones subterráneas)**

Una instalación de alta tensión en la que, o en cuya proximidad, deban efectuarse

trabajos, no puede ser considerada sin tensión, si no ha sido consignada o en descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

Queda terminantemente prohibido tocar puntos de alta tensión en tensión, incluso con guantes aislantes, así como el efectuar trabajos sobre los mismos, incluso con herramientas aisladas, salvo en el caso de trabajos en tensión.

Esta prohibición no comprende el uso, en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos

concebidos para los controles de tensión.

Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas.

Para estas maniobras, es obligatorio el empleo de banqueta o alfombra aislante y el uso de los guantes aislantes.

Cuando el mando de un aparato está al alcance del público, debe quedar siempre enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

- *Trabajos en instalaciones de alta tensión sin tensión*

Todo trabajo sin tensión en una instalación de alta tensión requiere la previa petición de descargo de la citada instalación.

Para la realización de los trabajos, el jefe de los mismos debe poner a disposición de la persona encargada de dejar la instalación en situación de descargo los documentos que permitirán la identificación de la misma.

Las operaciones que incumben a la persona encargada de realizar el descargo de la instalación serán:

- Apertura con corte visible de los circuitos o instalaciones solicitadas. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, existirán dispositivos que garantizarán que el corte sea efectivo.
- Enclavamiento, en posición de apertura, de los aparatos de corte y señalización en el mando de los citados aparatos. La señalización constituye la protección mínima en el caso de que no sea posible inmovilizar materialmente, por medio de candados, cerraduras, etc., los aparatos de corte, como por ejemplo seccionadores de mando, etc. Dicha señalización será muy visible y llevará una inscripción como "PROHIBIDO MANIOBRAR TRABAJOS", con el nombre de la persona que ha solicitado el descargo.
- Verificación de la ausencia de tensión. Debe hacerse en cada uno de los conductores, siendo obligatoria la comprobación, antes y después de la operación, del correcto funcionamiento del detector. Al efectuar esta verificación la instalación se considerará en tensión, debiendo el operario utilizar el dispositivo adecuado



(pértigas, etc.) y aislándose con guantes y banqueta o alfombra si es posible.

- Puesta a tierra y en cortocircuito. Se efectuará mediante los dispositivos especiales previstos para este efecto en todos y cada uno de los conductores. Si la puesta a tierra se hace mediante seccionadores de tierra fijos, hay que comprobar que las cuchillas han quedado cerradas. Si no se dispone de puntos fijos, es necesario preparar la instalación para que las pinzas de tierra hagan un buen contacto. (Rascar pintura, preparar puntos donde puede realizarse la toma de tierra, etc.) En el caso de fases muy separadas, si el conductor de una fase no está afectado por los trabajos y no queda en la zona de trabajo o en su proximidad podrá dejarse sin poner a tierra y en cortocircuito.
- La persona encargada del descargo mencionará explícitamente en el documento de consignación, que remitirá, si es posible al jefe de los trabajos, los límites de la zona protegida de las instalaciones en descargo.
- Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas, de tal forma que eviten cualquier contacto accidental. El emplazamiento de estas pantallas será mencionado en la hoja del descargo.
- Una vez confirmada, por la persona encargada del descargo, la realización de las operaciones que al mismo le incumben, el jefe de trabajos, en el lugar donde se van a realizar los trabajos, deberá proceder a realizar obligatoriamente, antes de iniciar el trabajo, las operaciones siguientes:
  - Verificación de la ausencia de tensión. Esta operación se realizará con las mismas precauciones que en el apartado anteriormente descrito. En caso de que al efectuar dichas operaciones se observara presencia de tensión en alguno de los conductores, el jefe de trabajos lo comunicará a la persona de la que ha recibido el descargo y no iniciará la colocación de las puestas a tierra y en cortocircuito hasta que reciba la confirmación de aquél de que puede hacerlo y haya comprobado nuevamente la ausencia de tensión. Se presentará especial atención al peligro que representa la presencia de condensadores estáticos.
  - Puesta en tierra y cortocircuito. Esta operación, con las precauciones indicadas anteriormente, se realizará lo más cerca posible al lugar de trabajo y a uno y otro lado de cada uno de los conductores que penetren en la zona de trabajo.
  - Delimitación de la zona de trabajo. La zona de trabajo que afecta a cada brigada debe delimitarse materialmente en todos los planos necesarios para la protección del personal (incluso ajeno a la brigada de trabajo), mediante dispositivos de señalización visibles, tales como pancartas, banderines, barreras, cintas, etc., previstos a este efecto.

- Cuando el jefe de trabajos sea al mismo tiempo la persona encargada del descargo, efectuará previamente todas las operaciones propias del descargo.
- Cuando no sea posible separar los límites de la zona protegida y de la zona de trabajo, lo que conducirá a la superposición de puestas a tierra, la persona que garantiza que la instalación está en descargo efectuará las puestas a tierra y en cortocircuito previstas y el jefe de trabajos podrá ser dispensado de dicha operación. No obstante, es obligación de éste comprobar que dicha puesta a tierra se ha realizado correctamente y que se ha reflejado en la hoja de descargo. Sin embargo, el jefe de trabajo podrá, si lo juzga necesario, situar aquellas puestas a tierra complementarias racionalmente distribuidas, que aseguren la total protección de la zona de trabajo, y poner el enclavamiento y señalización que considera oportunos (riesgos por las dimensiones de la zona de trabajo o los peligros particulares: cruce de una línea en tensión, inducción, etc.)

- *Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión*

Se consideran distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión no protegidas (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema de los operarios), las siguientes:

TENSIÓN ENTRE FASES (Kv)	DISTANCIA MÍNIMA (m)
Hasta 10	0,80
Hasta 15	0,90
Hasta 20	0,95
Hasta 25	1,00
Hasta 30	1,10
Hasta 45	1,20
Hasta 66	1,40
Hasta 110	1,80
Hasta 132	2,00
Hasta 220	3,00
Hasta 380	4,00

Para personal no especializado y ajeno a las empresas eléctricas se determinarán distancias superiores.

En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas en la tabla anterior, se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras y vigilancia del jefe de trabajos. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse, se solicitará el descargo de las instalaciones próximas en tensión.

- *Reposición de la tensión al finalizar los trabajos*

Para dar tensión a una instalación en descargo es necesario haber realizado las operaciones siguientes:

Bajo responsabilidad del jefe de trabajos:

g) Reagrupación del personal en un punto convenido anteriormente, con llamada nominal y modificación a este personal, de que va a efectuarse el restablecimiento de la tensión.

h) Retirada del material de obra utilizado, de los dispositivos de protección y de los elementos de señalización colocados.

i) Retirar las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo nuevo recuento del personal.

j) Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado el descargo.

Por la persona que ha dejado la instalación en descargo:

k) Retirada del material de señalización utilizado.

l) Retirada de las puestas a tierra y en cortocircuito. Operaciones de restitución de la instalación a la explotación.

En el caso de que en una misma instalación se encuentren trabajando varios equipos con sus jefes de trabajo respectivos, la instalación quedará descargada hasta que se haya confirmado por todos los jefes de trabajos el haber realizado las operaciones de su responsabilidad.

### Canalizaciones eléctricas subterráneas

Una canalización eléctrica subterránea en la que deban efectuarse trabajos no podrá ser considerada sin tensión si no se han cumplido todas las etapas del descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

Dicha norma se aplicará también al caso de trabajos a efectuar en la proximidad de

instalaciones en tensión, respecto a la presencia de tensión en los conductores próximos.

Es esencial proceder a una identificación precisa de los cables en los cuales se ha de trabajar.

- *Trabajos en una canalización subterránea sin tensión*

Todo trabajo en canalizaciones subterráneas sin tensión requiere una serie de operaciones previas.

Las operaciones que incumben a la persona encargada de realizar el descargo serán:

Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.

Enclavamiento, en posición de apertura, de los aparatos de corte, y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados. La señalización constituye la mínima

protección en el caso en que no sea posible inmovilizar materialmente (por ejemplo, con candados o cadenas) los aparatos de corte. Dicha señalización será muy visible y llevará una inscripción tal como "Prohibido maniobrar Trabajos", con el nombre de la persona que ha solicitado la consignación o descargo.

Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra y en cortocircuito. En las canalizaciones de baja tensión se procederá a la puesta en cortocircuito, mientras que, en las canalizaciones de alta tensión, esta puesta en cortocircuito se complementará con la puesta a tierra. Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida, en los puntos de corte de la instalación en descargo o en puntos lo más próximos posible a estos.

Estas operaciones se efectuarán de la siguiente forma:

Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los casos que deben colocarse la puesta en cortocircuito, o en su caso, la puesta a tierra y en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.

Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.

Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito de dichos puntos para las canalizaciones de alta tensión, o puesta en cortocircuito para las de baja tensión. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.

Para colocar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se utilizarán guantes aislantes, banqueta o alfombra aislante, gafas y casco. Se recomienda el uso de



pantalla facial.

La persona encargada del descargo mencionará explícitamente en el documento de descargo que remitirá a ser posible al jefe de trabajos, los límites de la zona protegida de la canalización en descargo.

Cuando la proximidad de otras instalaciones en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas, de tal forma que eviten cualquier contacto accidental. El emplazamiento de dichas pantallas será mencionado en la hoja de descargo.

Las operaciones que incumben al jefe de trabajos serán:

Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados, situando, si lo considera necesario, las puestas a tierra complementarias racionalmente distribuidas, que aseguren totalmente la protección de la zona de trabajo, así como los enclavamientos y señalizaciones que crea oportunos.

Definición de la zona de trabajo, cuya delimitación material podrá estar constituida, en particular, por los bordes de la excavación que estará cercada por barreras apropiadas y balizada de forma muy visible por medio de señales, que pueden ser luminosas en los casos que se precise.

Localización e identificación del cable. Esta operación, particularmente importante, debe ser efectuada en aquel lugar de trabajo con la ayuda de los planos de posición, de las señales y etiquetas de los cables, de las características de los mismos, de los aparatos y procedimientos de estudio de los cables próximos, su colocación, etc.

Se recuerda que para la utilización de la pértiga sierracables o del picacables, es obligatoria la puesta a tierra de dichos elementos y la utilización de guantes aislantes para alta tensión, alfombra aislante y gafas de protección ocular contra arco eléctrico.

Es conveniente el apantallamiento del sierracables o del picacables.

Si es preciso efectuar nuevos cortes en un cable en otros lugares distintos al que se identificó y comprobó la ausencia de tensión, y no se ha podido seguir en toda su longitud, deberá efectuarse lo indicado en los párrafos anteriores en lo referente a identificación del cable.

Efectuada dicha identificación, se procederá a marcar o señalar de forma visible el cable en que debe trabajarse.

Cuando el jefe de trabajos deba efectuar ensayos (reconocimientos de las fases, etc.) que requieran la supresión temporal de la puesta a tierra y en cortocircuito, esta supresión se efectuará bajo su responsabilidad y la instalación deberá quedar en descargo.

Cuando el jefe de trabajos sea al mismo tiempo la persona encargada del descargo, efectuará previamente todas las operaciones propias del descargo.

- *Reposición de tensión al finalizar los trabajos.*

Para dar tensión a una instalación en descargo es necesario haber realizado las operaciones siguientes:

Bajo la responsabilidad del jefe de trabajos:

A) Reagrupación del personal en un punto convenido anteriormente, con llamada nominal y notificación a este personal, de que va a efectuarse el restablecimiento de la tensión.

B) Retirada del material de obra utilizado, de los dispositivos de protección y de los elementos de señalización colocados.

C) Retirar las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo nuevo recuento del personal.

D) Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado el descargo.

Por la persona que ha dejado la instalación en descargo:

E) Retirada del material de señalización utilizado.

F) Retirado de las puestas a tierra y en cortocircuito

G) Operaciones de restitución de la instalación a la explotación.

En el caso de que en una misma instalación se encuentren trabajando varios equipos con sus

jefes de trabajo respectivos, la instalación quedará descargada hasta que se haya confirmado por todos los jefes de trabajos el haber realizado las operaciones de su responsabilidad.

### **Normas relativas a líneas aéreas**

Para los trabajos sin tensión en líneas aéreas, está prohibido aproximarse a los conductores a distancias inferiores a las indicadas en apartado de Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, si no se ha instalado algún dispositivo que permita identificar, sin duda alguna, que el conductor en que se va a trabajar se encuentra en tensión.

Este dispositivo puede ser:

- un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito situado en los conductores.
- una señal convencional fijada en los apoyos de los conductores.

El operario debe verificar la presencia de dicho dispositivo antes de acercarse a los conductores. Esta prescripción no se aplicará a las maniobras de verificación de la ausencia de tensión y de colocación de los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito.

La decisión de la suspensión de los trabajos cuando haya tormentas próximas dependerá del jefe de trabajos.

La sustitución de los fusibles aéreos para instalaciones de alta tensión debe hacerse como si se tratase de un trabajo sin tensión.

La intervención en líneas de telecomunicaciones instaladas en los mismos apoyos que otras líneas de alta tensión, se ajustará, en lo que concierne a medidas preventivas, a lo dispuesto para la línea de mayor tensión que esté en el mismo apoyo que la línea de telecomunicación.

- *Líneas de baja tensión en soportes comunes con líneas de alta tensión.*

Cuando sea posible proceder al descargo de las líneas de alta tensión, se podrá trabajar en línea de baja tensión, cumpliendo lo indicado en el apartado Trabajos en una instalación de baja tensión sin tensión, una vez que se haya recibido el descargo de las líneas de alta tensión y se haya procedido a su puesta a tierra y en cortocircuito.

Cuando no sea posible proceder al descargo de las líneas de alta tensión se procederá de la siguiente forma:

Trabajo en la línea de baja tensión sin tensión:

- a) Se efectuará el descargo de la línea de baja tensión y se procederá a su puesta a tierra en cortocircuito. Las partes metálicas de los aisladores de dicha línea en los soportes en los que debe intervenir se unirán a este mismo sistema de tierra, si la red de alta tensión es de neutro aislado o si sus aisladores no son imperforables.
- b) En dicha situación, el trabajo, con respecto a la línea de alta tensión, se efectuará según lo indicado en el apartado Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Trabajo en la línea de baja tensión en tensión:

- c) El trabajo se efectuará cumpliendo lo establecido en el apartado Trabajos en instalaciones de baja tensión en tensión.
- d) En lo que concierne a trabajos en líneas de baja tensión, próximas a las líneas de alta tensión, se cumplirá lo establecido en el apartado Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión.

Trabajo en una línea de baja tensión procedente de un tramo común con líneas de alta tensión:

Dicho trabajo se considerará como si se tratase de una línea de baja tensión normal, excepto para los apoyos comunes, que regirá lo expuesto anteriormente.

Al efectuar trabajos en dicha línea, se instalarán puestas a tierra y en cortocircuito antes y después de la zona de trabajo.

Líneas pertenecientes a otras empresas:

Antes de realizar los trabajos, los responsables de las distintas empresas se pondrán de acuerdo en la forma de coordinar su realización.

Para los trabajos en líneas de alta tensión que crucen líneas de baja tensión, se aplicarán las medidas preventivas indicadas en el apartado Trabajos en proximidad de instalaciones de bajatensión en tensión.

- *Puestas a tierra y en cortocircuito.*

La puesta a tierra y en cortocircuito, o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que se debe efectuar un trabajo debe hacerse mediante un dispositivo especial.

Las operaciones se deben realizar en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, están en buen estado.

Conectar el cable de tierra del dispositivo, utilizando guantes aislantes, sea en la tierra existente en las masas de las instalaciones o en los soportes; o sea en una pica metálica hundida en el suelo. (Al clavar la piqueta en el suelo, elegir el lugar apropiado para que la tierra sea lo mejor posible: terreno húmedo, no rocoso, etc.).

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o un cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano.

Algunas veces, en instalaciones de baja tensión, las pinzas pueden ser colocadas a mano, a condición de usar guantes aislantes.

Para la fijación de las pinzas, el operador debe mantenerse apartado de los conductores de

tierra y de los demás conductores.

Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se operará rigurosamente en el orden inverso.

### **Equipos de protección individual recomendados.**

Los equipos de protección personal a utilizar por estos operarios serán:

- Casco de seguridad contra acero eléctrico, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante.
- Guantes de trabajo.



- Guantes dieléctricos para baja tensión.
- Guantes dieléctricos para alta tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Cinturón de seguridad con arnés anticaídas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

Aunque no son como tales equipos de protección individual. Se enumeran algunos Accesorios de importancia, como pueden ser:

- Trepadores
- Banqueta y alfombra aislantes
- Verificadores de ausencia de tensión
- Pértigas aislantes para maniobras.
- Dispositivos de puestas a tierra y en circuito.

#### **4.8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. TRABAJOS EN TENSIÓN**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos con equipos eléctricos.

##### **Riesgos más frecuentes**

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.
  
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios.

En las instalaciones y equipos eléctricos, para la protección de las personas contra los contactos con parte habitualmente en tensión, se adoptarán algunas de las siguientes prevenciones.

- Se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, para evitar un contacto fortuito o por la manipulación de objetos conductores, cuando estos puedan ser utilizados cerca de la instalación.

- Se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo.
- Se interpondrán obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales.

Para la protección contra riesgos de contacto con las masas de las instalaciones que puedan quedar accidentalmente con tensión, se adoptarán, en corriente alterna, uno o varios de los siguientes dispositivos de seguridad:

- Puesta a tierra de las masas- Las masas deben estar unidas eléctricamente a una toma de tierra o a un conjunto de tomas de tierras interconectadas, que tengan una resistencia apropiada. Las instalaciones, tanto con neutro aislado de tierra como con neutro unido a tierra, deben estar permanentemente controladas por un dispositivo que indique automáticamente la existencia de cualquier defecto de aislamiento, o que separe automáticamente la instalación o parte de la misma, en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.
- De corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto o a la tensión de defecto.
- Unión temporal o por superficie aislada de tierra o de las masas.
- Separación de los circuitos de utilización de las fuentes de energía, por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización, incluido el neutro.
- Por doble aislamiento de los equipos y máquinas eléctricas.
- En corriente continua, se adoptarán sistemas de protección adecuados para cada caso, similares a los referidos para alterna.

### Trabajos en alternadores y motores.

Antes de manipular en el interior de una máquina, habrá que asegurarse de que:

- La máquina está parada
- Las bornas de salida están en cortocircuito y puestas a tierra.
- La protección contra incendios está bloqueada.
- Está retirados los fusibles de alimentación de la protección de tierra del rotor, cuando esta protección se mantenga en servicio permanente.

Si ha de realizarse una revisión después de haber funcionado el sistema de alarma (contra incendios, refrigeración, etc.), se dejará un tiempo prudencial, con las compuertas de ventilación abiertas.

## Incendio en las instalaciones eléctricas

Siempre que sea posible se dejará la instalación eléctrica sin servicio. Si es necesario, se emplearán medio de protección contra gases tóxicos. Se cerrarán todas las aberturas provistas de puertas, ventanas, etc.

Se utilizará únicamente los aparatos de extinción situados en la zona de la instalación eléctrica. Está prohibido el uso de todo extintor que tenga la indicación de no utilizar con corriente eléctrica.

Se atacará el fuego, siempre que las circunstancias lo permitan, de espaldas al viento, acercándose progresivamente al fuego.

Después de la extinción del incendio, se asegurará la evacuación de los gases tóxicos, ventilación los locales. Los vapores más producidos por la combustión son en general más pesados que el aire, se evacuarán dichos gases utilizando extractores.

## Interruptores y aparellaje eléctrico

Los interruptores deberán ser de equipo completamente cerrado, que imposibiliten, en cualquier caso, el contacto de persona o cosas con partes bajo tensión accesible.

Se prohíbe el uso de interruptores denominados de palanca o de cuchilla.

El aparellaje eléctrico en cuyas cercanías se tenga que manipular, como automáticos, contactores, relés, etc., tendrán un grado de protección mínima de IP 20, contra contactos eléctricos directos, de tal manera que los dedos de las manos no puedan acceder a las partes activas.

El interruptor seccionador general de entrada no deberá tener ningún otro dispositivo instalado en encima de él.

Los bornes de conexión estarán protegidos de forma eficaz contra contactos eléctricos y deberán llevar la señal de riesgo eléctrico (flecha en forma de rayo sobre fondo amarillo) en los bornes de entrada de tensión.

Asimismo, la borna de conexión que estén permanentemente en tensión, una vez desconectado el interruptor-seccionador general, llevarán la señal de riesgo eléctrico y las bornas de neutro y tierra serán de color azul y amarillo-verde respectivamente.

Los colores del aislamiento de los conductores eléctricos deberán de ser los siguientes:

- Circuito principal o de potencia: Negro, Marrón, Gris.
- Conductor neutro: Azul claro.
- Conductor de protección; Amarillo-verde.
- Circuito de maniobra: Rojo.

Se entiende por órganos de mando (funcionamiento), aquellos aparatos tales como

botones- pulsadores, selectores, etc., incluidos dentro del circuito de mando, que permiten su control mediante accionamiento manual.

Los órganos de mando deben ser fácilmente accesibles y situados cerca del emplazamiento normal de operador.

Los órganos de puesta en marcha (arranque) deben concebirse de forma tal que eviten el peligro de una maniobra (accionamiento) involuntaria.

### Tendido de cables

Los cables podrán ir en tendido aéreo sobre soportes, o subterráneos en zanjas. Se evitará el tendido aéreo de cables sobre carreteras o vías de paso.

Las bobinas de cable podrán colocarse sobre un vehículo o sobre soportes fijos, para proceder al desenrollado del cable. Si está sobre vehículo, éste se frenará y calzará. Si se colocan sobresoportes, éstos deberán ser adecuados para el peso a soportar y suficientemente estables para no ceder al empuje axial que puede producirse al desenrollar el cable.

Bobinas de cable para tendidos en zanja se situarán alejadas del borde de la misma, al menos una distancia igual a la profundidad de la zanja.

Las bobinas vacías y su embalaje se retirarán de obra tan pronto como se termine el desenrollado del cable.

### Equipos de protección individual recomendados

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante.
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico. Cinturón de seguridad con arnés anticaídas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

Aunque no son como tales equipos de protección individual, se enumeran algunos



accesorios de importancia, como pueden ser:

- Trepadores.
- Banqueta y alfombra aislantes.
- Verificadores de ausencia aislantes.
- Pértigas aislantes para maniobras.
- Dispositivos de puestas a tierra y en cortocircuito.

#### 4.9. CANALIZACIONES SUBTERRANEAS

Se efectuará con medios mecánicos, es decir, con maquinaria pesada, tales como retroexcavadoras, camiones volquetes, etc.

#### Relación de riesgos laborales más frecuentes:

- Atropellos y colisiones debidos a la maquinaria
- Desprendimientos del terreno por filtraciones, sobrecargas, vibraciones, etc.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel (al interior de la zanja).
- Atrapamientos de personas por la maquinaria
- Inundación.
- Golpes por o contra objetos, máquinas, etc.
- Caídas de materiales o herramientas.
- Los derivados por contactos con conducciones enterradas
- Inhalación de agentes tóxicos o pulverulentos.

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:

- Se procederá al vallado perimetral de seguridad de la zona de excavación para profundidades iguales o mayores de 2 m, a una distancia de seguridad de 2 m como mínimo. El vallado será de altura 0,90 m, estará sujeta a postes anclados adecuadamente al terreno de manera que el conjunto sea estable, y dispondrá de la señalización adecuada.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.

- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- Cuando la excavación supere 1,50 m de profundidad se dispondrá de escaleras metálicas de mano en número suficiente (cada 30 m) para el acceso y salida del personal de las zanjas. Deberán estar ancladas en la parte superior e inferior, y han de sobrepasar en 1,00 m los puntos superiores de apoyo para facilitar la entrada y salida.
- Se dispondrán pasarelas para el paso de personal. Estas pasarelas se protegerán con barandillas sólidas a 1,00 m de altura, listón intermedio y rodapié.
- Se realizará un cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda la zona.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se apoyarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa con mango aislado eléctricamente.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas (o trincheras), con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a “puntos fuertes” ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Se revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- No se trabajará en niveles superpuestos.
- Se procederá a la excavación adoptando un talud con pendiente 1/3 (relación ancho/alto), dejando una zona inferior libre de trabajo de un mínimo de 30 cm a cada lado para los trabajos de embridado y unión de los tubos.
- El talud estará realizado por bancadas cada 3 m de altura con una superficie horizontal de un mínimo de 40 cm
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizará maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.

- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendola distancia adecuada para evitar sobrecargas. Nunca se acopiará a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Los productos de la excavación se acopiarán a un solo lado de la zanja.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibaráo se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m, deberá instalarse una señalizaciónde peligro consistente, por ejemplo, en un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
- Cuando la profundidad de la zanja sea superior a 2 m, se dispondrá barandilla de 0,90m de altura con listón intermedio y rodapié.
- Cuando la zanja deba quedar abierta durante un largo periodo de tiempo, se tenderá sobre la superficie de los taludes, una malla de alambre galvanizado firmemente sujeta al terrenomediante redondos de hierro de 1 m de longitud hincados en el terreno (esta protección es adecuada para el mantenimiento de taludes que deberán quedar estables durante largo tiempo. La malla metálica puede sustituirse por una red de las empleadas en edificación; preferiblemente las de color oscuro, por ser más resistentes a la luz y en cualquier caso se efectuará el cálculo necesario).
- En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas (o trincheras), es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se establecerá un sistema de señales acústicas conocidas por el personal, para ordenar la salida de las zanjas en caso de peligro.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares, en aquellos casos en los quepuedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc. transitados por vehículos, y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso demartillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Se tendrá en cuenta todas las medidas de seguridad correspondientes a las máquinas de movimiento de tierras o excavaciones.

#### **Equipos de protección individual:**

- Casco de seguridad de polietileno
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Cinturón de seguridad
- Protectores auditivos.
- Guantes de protección.

- Calzado reforzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Trajes para ambientes húmedos o lluviosos.

#### 4.10. TRABAJOS NOCTURNOS

En previsión de posibles trabajos nocturnos para evitar que las obras afecten a la normal operatividad del Aeropuerto, se describen a continuación los riesgos previsibles con la adopción de las medidas preventivas que deben llevarse a cabo, junto con las protecciones previstas.

#### Relación de riesgos más frecuentes:

Todas las operaciones en trabajos nocturnos tienen los mismos riesgos descritos para cada una de ellas, con la particularidad de llevarse a cabo en condiciones de poca iluminación natural:

- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Caída de materiales en operaciones de carga y descarga.
- Cortes por el uso de herramientas manuales.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- Golpes por herramientas manuales.
- Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
- Electrocutión o quemaduras por conexiones directas sin clavijas macho-hembra.

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:

Además de las medidas preventivas específicas de cada una de las operaciones, se tendrán en cuenta las siguientes:

- En trabajos nocturnos, la iluminación será suficiente en todas las partes del tajo, con arreglo a la siguiente clasificación:



- Lugares de paso: 20 lux.
- Zona de trabajo: 100 lux.
- Cuadros eléctricos: 200 lux.

#### Equipos de protección individual:

Las especificadas para cada una de las operaciones.

## 5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES

### 5.1. ESCALERAS DE MANO

#### Descripción del medio

- Se utilizará este medio auxiliar en diferentes tajos de la obra.
- Las escaleras de mano deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.
- La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el apartado 4.1.1 del RD 1215/1997, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

#### Relación de riesgos laborales más frecuentes (operaciones de utilización y traslado en obra)

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre otras personas.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Atrapamientos por los herrajes o extensores.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras cortas para la altura a salvar, etc.).

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:

#### *De aplicación al uso de escaleras de madera*

Las escaleras de madera a utilizar en esta obra tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.

Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera que estén pintadas.

#### *De aplicación al uso de escaleras metálicas*

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

#### *De aplicación al uso de escaleras de tijera*

Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados para las calidades de madera o metal.

- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima que impidan su apertura al ser utilizadas.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
- Para el uso y transporte por obra de escaleras de mano, independientemente

---

de los materiales que las constituyen:

- No deben utilizar las escaleras personas que sufran algún tipo de vértigo o similares.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros.
- Para subir a una escalera se debe llevar un calzado que sujete bien los pies. Las suelas deben estar limpias de grasa, aceite u otros materiales deslizantes, pues a su vez ensucian los escalones de la propia escalera.
- Se prohibirá la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
- Los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán
- si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada.
- Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensión adecuada y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
- Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que

su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
- Las escaleras de mano con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas.
- Se prohibirá en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kgs. sobre las escaleras de mano.
- En general se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura.
- Se prohibirá apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.
- El transporte de escaleras por la obra a brazo se hará de tal modo que se evite el dañarlas, dejándolas en lugares apropiados y no utilizándolas a la vez como bandeja o camilla para transportar materiales.
- El transporte de escaleras a mano por la obra y por una sola persona se hará cuando el peso máximo de la escalera no supere los 55 kg.
- Las escaleras de mano por la obra y por una sola persona no se transportará horizontalmente. Hacerlo con la parte delantera hacia abajo.
- Durante el transporte por una sola persona se evitará hacerla pivotar ni transportarla sobre la espalda, entre montantes, etc.
- En el caso de escaleras transformables se necesitan dos personas para trasladarla por la obra y se deberán tomar las siguientes precauciones:

Transportar plegadas las escaleras de tijera.

- Las escaleras extensibles se transportarán con los paracaídas bloqueando los



peldaños en los planos móviles y las cuerdas atadas a dos peldaños vis a vis en los distintos niveles.

- Durante el traslado se procurará no arrastrar las cuerdas de las escaleras por el suelo. Para la elección del lugar donde levantar la escalera deberá tenerse presente:
- No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente.
- Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.
- No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.

Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones de situación del pie de la escalera:

- Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes y no deslizantes. La ausencia de cualquiera de estas condiciones puede provocar graves accidentes.
- No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, planchas, etc.).

Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relativas a la inclinación de la escalera:

- La inclinación de la escalera debe ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre 75,5° y 70,5°.
- El ángulo de apertura de una escalera de tijera debe ser de 30° como máximo, con la cuerda que une los dos planos extendida o el limitador de apertura bloqueado.

Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relacionadas al apoyo, fricción con el suelo y zapatas de apoyo:

- Suelos de cemento: Zapatas antiderrapantes de caucho o neopreno (ranuradas o estriadas)
- Suelos secos: Zapatas abrasivas.
- Suelos helados: Zapata en forma de sierra.
- Suelos de madera: Puntas de hierro

Las cargas máximas de las escaleras a utilizar en esta obra serán:

- Madera: La carga máxima soportable será de 95 Kg., siendo la carga máxima a transportar de 25 Kg.

- Metálicas: La carga máxima será de 150 Kg e igualmente la carga máxima a llevar por el trabajador es de 25 Kg.

### **Normas básicas del trabajo sobre una escalera son:**

- No utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario y siempre que no seaposible utilizar una plataforma de trabajo se deberán adoptar las siguientes medidas:
- Si los pies están a más de 2 m del suelo, utilizar cinturón de seguridad anclado a un puntosólido y resistente.
- Para trabajos de cierta duración se pueden utilizar dispositivos tales como reposapiés que seacoplan a la escalera
- En cualquier caso sólo la debe utilizar una persona para trabajar.
- No trabajar a menos de 5 m de una línea de A.T. y en caso imprescindible utilizar escalerasde fibra de vidrio aisladas.
- Una norma común es la de situar la escalera de forma que se pueda acceder fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación no se debe dudar en variar la situación de la escalera volviendo a verificar los elementos de seguridad de la misma.
- Nunca deben utilizarse las escaleras para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco sedeben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado, no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

### **Almacenamiento de las escaleras**

Las escaleras de madera deben almacenarse en lugares al amparo de los agentes atmosféricos y de forma que faciliten la inspección.

Las escaleras no deben almacenarse en posición inclinada.

Las escaleras deben almacenarse en posición horizontal, sujetas por soportes fijos, adosados a paredes.

### **Inspección y mantenimiento**

Las escaleras deberán inspeccionarse como máximo cada seis meses contemplando los siguientes puntos:

- Peldaños flojos, mal ensamblados, rotos, con grietas, o indebidamente sustituidos por barrasa sujetos con alambres o cuerdas.
- Mal estado de los sistemas de sujeción y apoyo.

- Defecto en elementos auxiliares (poleas, cuerdas, etc.) necesarios para extender algunostipos de escaleras.

Ante la presencia de cualquier defecto de los descritos se deberá retirar de circulación laescalera. Esta deberá ser reparada por personal especializado o retirada definitivamente.

### Conservación de las escaleras en obra

- Madera:
  - No deben ser recubiertas por productos que impliquen la ocultación o disimulo delos elementos de la escalera.
  - Se pueden recubrir, por ejemplo, de aceites de vegetales protectores o barnicestransparentes.
  - Comprobar el estado de corrosión de las partes metálicas.
- Metálicas:
  - Las escaleras metálicas que no sean de material inoxidable deben recubrirse depintura anticorrosiva.
  - Cualquier defecto en un montante, peldaño, etc. no debe repararse, soldarse, enderezarse, etc., nunca.

### Equipos de protección individual (durante su utilización y traslado en obra):

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad antideslizantes.
- Arnés de seguridad (cuando sea necesario) con dispositivo anticaídas.
- Chaleco de alta visibilidad homologado.

## 6. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA DE OBRA. MAQUINARIA EN GENERAL

### 6.1. CAMIÓN DE TRANSPORTE

#### Riesgos más frecuentes

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.

- Sobreesfuerzos (mantenimiento).

### **Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores**

Normas o medidas preventivas tipo:

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas, en caso necesario, por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- El gancho de la grúa auxiliar, estará dotado de pestillos de seguridad.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa en los planos del Plan de Seguridad.
- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en planos para tal efecto.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición, (salida), del camión serán dirigidas por un señalista, en caso necesario.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y

se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

- A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la normativa de seguridad, guardando constancia escrita de ello.

### **Normas de seguridad para los trabajos de carga y descarga de camiones:**

- Pida antes de proceder a su tarea, que le doten de guantes y manoplas de cuero.
- Utilice siempre el calzado de seguridad.
- Siga siempre las instrucciones del jefe del equipo.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno"



atados a ellas.

Evite empujarlas directamente con las manos.

- No salte al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.
- A los conductores de los camiones se les entregará la normativa de seguridad. De la entrega quedará constancia por escrito.

### **Protecciones individuales:**

Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE. Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina. Guantes de seguridad para las labores de mantenimiento.

Calzado de seguridad con suela antideslizante.

Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

### **6.2. CAMIÓN HORMIGONERA Riesgos más frecuentes:**

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión, (terrenos irregulares, embarrados, etc.).
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Caída a distinto nivel.
- Atropello.
- Colisión contra otras máquinas, (movimiento de tierras, camiones, etc.).
- Golpes por o contra objetos.
- Caída de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgos higiénicos por contacto con el hormigón.

### **Normas preventivas:**

- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidos en caso necesario por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- El recorrido de los camiones-hormigonera en el interior de la obra se efectuarán según lo definido en los planos del Plan de Seguridad.

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares plasmados en los planos paratal labor, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán separados a unadistancia adecuada que evite el riesgo de desprendimientos en el terreno.
- A los conductores de los camiones-hormigonera, al entrar en la obra, se les entregará lanormativa de seguridad, quedando constancia escrita de ello.

Normas de seguridad para visitantes:

- Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones que se le han dadopara llegar al lugar del vertido del hormigón.
- Cuando deba salir de la cabina del camión utilice el casco de seguridad que se le haentregado junto con esta nota.
- Respete las señales de tráfico internas de la obra.

#### Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de seguridad para el manejo de la canaleta y los mandos de control de la bombona.
- Guantes de goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad en la cabina.

#### 6.3. CAMIÓN GRÚA

##### Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caída a distinto nivel al subir o bajar a la zona de mandos
- Atropello de personas.
- Caída de materiales (desplome de la carga).

- Golpes por la carga a paramentos o contra objetos, materiales o máquinas.

### **Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores**

#### *Normas o medidas preventivas tipo*

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo-grúa.
- El gruísta tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para evitar el vuelco.
- Se prohíbe estacionar o circular con el camión grúa a distancias que puedan afectar a la estabilidad de las tierras por riesgo de desprendimiento.
- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20 % en prevención de atoramientos o vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado que lo capacite para realizar estas operaciones.
- Al personal encargado del manejo del camión grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. De su recepción quedará constancia por

escrito.

*Normas preventivas para los operadores del camión grúa*

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra" cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegúrese la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, la presión y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepasar el límite marcado en ella.



- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respete el resto del personal.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

### Protecciones individuales

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C.

### 6.4. RETROEXCAVADORA Descripción:

- Se utilizará la retroexcavadora para la excavación de zanjas, debido a que la pala tiene la cuchara con la abertura hacia abajo.
- Las cucharas, dispondrá de dientes intercambiables y con cuchillas laterales, está montada en la extremidad del brazo, articulado en cabeza de pluma; ésta a su vez, está articulada sobre la plataforma.
- La cuchara es fija, sin compuerta de vaciado.
- Puede llevar martillo rompedor para trabajos de demolición

### Relación de riesgos laborales más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).

- Choque contra otros vehículos.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento)
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Vibraciones.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Proyección de objetos.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

**Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:**

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria, éstos se trazarán según lo diseñado en los planos del Plan de Seguridad y Salud.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco pórtico de seguridad.
- Las cabinas serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo de "retroexcavadora" a utilizar.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con la cuchara bivalva sin cerrar, aunque quede apoyada en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos de las cucharas con carga se realizarán siempre lentamente y utilizando marchas cortas.

- Para subir o bajar de la "retroexcavadora", se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal menester. No se accederá, en ningún caso, a la máquina encaramándose a través de las cadenas o ruedas. El ascenso y descenso de la máquina se hará de forma frontal (mirando hacia ella) asiéndose al pasamanos.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe el transporte de personas en la "retroexcavadora", salvo en casos de emergencia.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las retroexcavadoras a utilizar en obra, estarán dotadas de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Las retroexcavadoras a contratar para obra cumplirán todos los requisitos para que puedan autodesplazarse por carretera.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará el entorno de la zona de trabajo, cuando las circunstancias lo aconsejen a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Se prohíbe la permanencia de personas dentro de este entorno.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- No se realizarán "ajustes" con la máquina en movimiento y con el motor en funcionamiento.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la correspondiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

Normas de actuación preventiva para los maquinistas de la retroexcavadora:

- Para subir o bajar de la "retroexcavadora", se han de utilizar los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.

- No se ha de acceder a la máquina encaramándose a través de las cadenas o ruedas.
- Subir y bajar de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella) asiéndose al pasamanos.
- No tratar de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento y con el motor en funcionamiento.
- No se permite el acceso a la "retroexcavadora" a personas no autorizadas.
- No trabajar con la "retroexcavadora" en situación de avería, aunque sea con fallos esporádicos. Repárela primero, luego, reanude el trabajo.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, apoyar primero la cuchara en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina; a continuación, realizar las operaciones de servicio que necesite.
- Mantener limpia la cabina de aceites, grasas, trapos, etc.
- No levantar en caliente la tapa del radiador. Esperar a que baje la temperatura y operar posteriormente.
- Ha de protegerse con guantes de seguridad adecuados si debe tocar líquidos corrosivos. Utilice además pantalla anti-proyecciones.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Para manipularlos, no fumar ni acercarse al fuego.
- Si se debe tocar el electrolito (líquido de la batería), de hacerse con la protección adecuada. Con guantes de seguridad adecuados.
- Si se desea manipular en el sistema eléctrico, se debe desconectar la máquina y extraer primero la llave de contacto.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, se deben vaciar y limpiar de aceite. Recuerde que el aceite del sistema hidráulico puede ser inflamable.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Si se debe arrancar la máquina mediante la batería de otra, se han de tomar precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrolitos emiten gases inflamables. Las baterías pueden estallar por causa de una chispa.
- Vigilar la presión de los neumáticos, se ha de trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de su retroexcavadora.
- Se han de tomar toda clase de precauciones, recuerde que cuando necesite usar la cucharabivalva, ésta puede oscilar en todas las direcciones y golpear a la cabina o a las personas circundantes que trabajan junto a usted durante los desplazamientos de la máquina.



- Antes de iniciar cada turno de trabajo, se ha de comprobar que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- No olvide que se ha de ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles con facilidad el trabajo le resultará más agradable.
- Las operaciones de control del buen funcionamiento de los mandos se han de hacer con marchas sumamente lentas.
- Si se topan con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado a la "retroexcavadora" del lugar. Seguidamente se ha de saltar, sin tocar un tiempo el terreno y la máquina.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe expresamente en obra el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la "retroexcavadora", se ha de efectuar situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).
- El cambio de la posición de la "retroexcavadora" en trabajos a media ladera, se ha de efectuarse situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.
- Se prohíbe estacionar la "retroexcavadora" en las zonas de influencia de los bordes de los taludes, zanjas y asimilables, para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras (o zanjas), en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.
- Se prohíbe verter los productos de la excavación con la retroexcavadora al borde de la zanja, respetando la distancia máxima que evite la sobrecarga del terreno.
- Los conductores deberán controlar el exceso de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.

#### **Equipos de protección individual:**

- Gafas anti-proyecciones.
- Casco de seguridad homologado (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.

- Cinturón elástico anti vibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (terreno embarrado).
- Chaleco de alta visibilidad homologado (de uso obligatorio para abandonar la cabina).

#### **6.5. CAMIÓN BASCULANTE Riesgos más frecuentes:**

- Atropellos de personas.
- Choques contra otros vehículos.
- Choques con elementos fijos de obra.
- Caída (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Vuelco del camión.
- Exposición a elevados niveles de polvo.

#### **Normas preventivas:**

- La caja se bajará inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionen los mandos correctamente, así como la señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Al realizar las entradas o salidas del solar, el conductor extremará la precaución, auxiliado por las señales de un operario de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y

alejado del camión.

- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.
- Mantener perfectamente limpios los filtros de aire, así como el sistema de aire acondicionado y calefacción para evitar el estrés térmico.
- Mojado ligero de vías de circulación en estaciones secas para evitar la formación de polvo.

#### Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (Lo deberá usar siempre que baje del camión).

#### Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éstecualquier tipo de maniobras.
- Si descarga material, en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00 m, garantizando ésta, mediante topes.

#### 6.6. GRUPO ELECTRÓGENO Riesgos más frecuentes:

Estos grupos electrógenos son los referidos a los accionados por un motor diesel o de gasolina, destinados a alimentar consumidores fuera del alcance de una red eléctrica pública.

Riesgo de contacto eléctrico indirecto, se entiende como el que se da entre un operario y las masas de las maquinas o aparatos eléctricos puestos accidentalmente bajo tensión como

consecuencia de un defecto de aislamiento.

Se denomina masa a las partes o zonas metálicas accesibles del equipo eléctrico que normalmente no están bajo tensión, pero que pueden estarlo por un defecto de aislamiento interno.

Las tensiones de contacto que pueden aparecer por un defecto deben ser anuladas en un tiempo suficientemente corto, para evitar efectos nocivos sobre el organismo humano. Esta se define como la tensión que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona que toque una masa normalmente en tensión.

#### Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico indirecto
- Golpes y

atrapamien

tos

Normas

preventiva

s

- Instalaciones temporales en obras; se basa en la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá de un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 3.000 mA.

- Para que puedan funcionar los interruptores diferenciales el neutro del alternador tiene que estar unido a tierra. Por tanto, los esquemas más adecuados serán el T. T.

#### - Conexión del grupo a la línea eléctrica:

##### *Sistema TT*

- Consiste en conectar a tierra el neutro del alternador.

- Las masas de la maquinaria están conectadas a otra toma de tierra a través de los conductores de protección.

- Debe de existir un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica, frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Este sistema se realizará siguiendo las instrucciones que a continuación se detallan:

1) Se conectará el neutro del alternador a una tierra cuya resistencia no sea superior a 10 ohmios.

2) Todas las masas de los aparatos eléctricos se unirán a un conductor de protección y este a su vez estará conectado eficazmente a una toma de tierra cuyo valor no será superior a 20 ohmios.

3) Cuando las masas de toda la maquinaria están puestas a tierra, y los valores de resistencia sean superiores a 80 ohmios, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad (30 mA).

- Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada máquina o aparato utilizado.

##### *Sistema TN*

- Consiste en conectar el neutro del alternador y las masas de la maquinaria a la misma toma, de tierra, por medio del conductor principal de tierra.

- Este sistema tiene la ventaja de que utiliza una sola toma de tierra.

- Cualquier intensidad de defecto franco fase-masa, provoca una intensidad elevada próxima al cortocircuito que hará actuar al interruptor automático en el caso de que



existiese una avería en el diferencial en un tiempo mínimo, antes de producirse una situación de riesgo.

- El conductor neutro estará unido eficazmente a tierra en forma tal que la resistencia de la toma de tierra sea lo más baja posible. Se recomienda sea igual o inferior a 2 ohmios, y nunca superior a 10 ohmios.
- Al circular elevadas intensidades por los conductores de protección en el caso de defecto franco a tierra, estos tendrán que tener una sección determinada, que es función de la sección de los conductores de fase.
- La sección para las líneas principales de tierra es decir el cable de unión del cuadro eléctrico a la toma de tierra, no será menor de 16 mm<sup>2</sup> y en el caso de tener que enlazar las picas o tomas de tierra, la sección del cable no será inferior a 35 mm<sup>2</sup>.
- La sección del conductor neutro debe ser igual a la correspondiente a los conductores de fase, para secciones hasta 50 milímetros cuadrados.

#### Cuadros eléctricos de obra:

- Entre el generador y la máquina deben instalarse cuadros eléctricos de obra, donde se ubicarán los dispositivos de protección contra corrientes de defecto (interruptores diferenciales) contra cortocircuitos y sobrecargas (interruptores automáticos).
- En los cuadros eléctricos de obra no es aconsejable el uso de fusibles ya que este tipo de protección presenta dos serios inconvenientes:
  - 1) Es muy fácil y muy habitual que los fusibles sean sustituidos por otros de menor calibre, o lo que es peor, que sean puenteados (trucados).
  - 2) Caso de fusión de uno de ellos, la maquinaria trifásica queda funcionando a dos fases, con riesgo de quemarse por sobreintensidad. Los interruptores automáticos, sin embargo, actúan simultáneamente en las tres fases, interrumpiendo la alimentación de la máquina averiada.
- Así los interruptores automáticos de protección general tendrán un poder de corte no inferior a 10 KA.
- Los envoltentes de los cuadros eléctricos serán de material aislante o de doble aislamiento.
- Las mangueras utilizadas llevarán además de los conductores de alimentación eléctrica de la maquinaria el conductor de protección (color amarillo verde).
- Los tomacorrientes serán de material aislante y estarán protegidos como mínimo contra las proyecciones de agua. Para saber a qué tensión están conectados se distinguirán por sus colores normalizados:  
Violeta = 24 voltios.

Frecuencia 50 Hz. Blanco

= 42 voltios. Frecuencia:

50 Hz. Amarillo = 110 voltios.

Frecuencia: 50 Hz. Azul =

220 voltios. Frecuencia: 50

Hz.

Rojo = 380 voltios.

Frecuencia: 50 Hz. Verde =

Frecuencia de 100 Hz a300

Hz. Protecciones

individuales

- Todos los equipos de protección individual llevarán el marcado CE
- Ropa de trabajo.
- Botas de aguas dieléctricas.
- Guantes dieléctricos de baja tensión.

## 6.7. COMPRESOR

### Riesgos más frecuentes:

- Vuelco.
- Atrapamientos de personas.
- Caída de la máquina por desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Riesgos higiénicos derivados de la emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante operaciones de mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:

- El compresor (o compresores), se ubicará en los lugares señalados para ello en los planos que completan el Plan de Seguridad y Salud, en prevención de los riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.

- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realiza a una distancia nunca inferior a los 2 m (como norma general), del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación, se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar en esta obra, serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir la contaminación acústica.
- Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar en esta obra, estarán siempre instalados en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada en esta obra para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m (como norma general) en su entorno, indicándose con señales de "obligatorio el uso de protectores auditivos" para sobrepasar la línea de limitación.
- Los compresores (no silenciosos) a utilizar en esta obra, se aislará por distancia del tajo de martillos (o de vibradores).
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar en esta obra, estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Una persona competente controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.
- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas (a 4 o más metros de altura) en los cruces sobre los caminos de la obra.

#### Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.

- Casco de seguridad con protectores auditivos incorporados.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o P.V.C.

### 6.8. MAQUINARIA MANUAL

Son herramientas cuyo funcionamiento se debe solamente al esfuerzo del operario que las utiliza.

#### Relación de riesgos más frecuentes

- Electrocutación.
- Caída de objetos a niveles inferiores
- Lesiones y/o cortes en manos y pies
- Sobreesfuerzos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Polvo ambiental

#### Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

- Doble aislamiento eléctrico de seguridad.
- Partes móviles cubiertas por carcasas
- Mangueras de alimentación antihumedad, protegidas en las zonas de paso.
- Conexión mediante enchufe a cuadro protegido
- Zonas de trabajo limpia y ordenada
- Cuando no se utilicen, las máquinas se desconectarán y recogerán los cables de conexión
- Utilización de máquinas en posturas adecuadas.
- Trabajadores con formación e información de riesgos.
- Extintor cercano a la zona de trabajos
- Acotar y señalizar zonas de influencia e inferiores, para evitar riesgos de caídas de objetos sobre operarios.

#### Equipos de protección individual

- Casco de seguridad



- Botas o calzado de seguridad
- Protectores auditivos
- Ropa de trabajo
- Gafas de seguridad, según casos.
- Chaleco de alta visibilidad homologado.

## 6.9. HORMIGONERA ELÉCTRICA O AMASADORA

En este apartado se recogen los riesgos y la prevención de las pequeñas hormigoneras de obra, dedicadas a la producción de morteros.

### Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos por órganos móviles (paletas, engranajes, etc.).
- Contactos eléctricos
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental

### Normas preventivas

- Las hormigoneras eléctricas, se ubican en los lugares reseñados para tal efecto en los “planos de organización de obra” que complementarán el Plan de Seguridad y Salud.
- Por tratarse de una máquina muy versátil su ubicación se debe realizar en el Plan de seguridad, no obstante, se pueden fijar las siguientes condiciones previas:
  - Las hormigoneras eléctricas no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros (como norma general), del borde de (excavaciones, zanja, vaciado y asimilables), para evitar los riesgos de caída a otro nivel.
  - Las hormigoneras eléctricas, no se ubicarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga
  - Se debe prever una visera resistente de protección contra la caída o derrames fortuitos de las cargas suspendidas en su caso.
  - La zona de ubicación de la hormigonera para prevenir accidentes quedará señalizada mediante cuerda de banderolas, una señal de peligro, y un rótulo con la leyenda: “Prohibido utilizar a personas no autorizadas”.

- Existirá un camino de acceso fijo a la hormigonera para los dúmperes, separado del de las carretillas manuales, en prevención de los riesgos por golpes o atropellos.
- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Se establecerá un entablado de un mínimo de 2 m de lado, para superficie de estancia del operador de las hormigoneras, en prevención de los riesgos por trabajar sobre superficies irregulares.
- Esta precaución le será de utilidad, además, para el mantenimiento en orden del entorno, acopios de cemento, gravas y caminos. Debe mantenerse limpio de pasta del entablado.
- Las hormigoneras eléctricas a utilizar en la obra tendrán protegidos mediante una carcasa metálica las partes móviles y los órganos de transmisión (correas, corona y engranajes), para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Tome sus precauciones, muchos de estos aparatos son muy viejos y han perdido, o jamás han poseído, las protecciones a las que se alude en la norma precedente. Su utilización puede ser peligrosa.
- Las hormigoneras eléctricas a utilizar en la obra estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- La alimentación eléctrica se realizará de forma aérea a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución), eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras eléctricas estarán conectadas a tierra.
- Se recomienda conectar a tierra en combinación con el cuadro general, para controlar mejor el funcionamiento. Como con el resto de la maquinaria eléctrica, caben otras posibilidades también válidas (pica independiente, 4 hilos).
- El personal encargado del manejo de la hormigonera estará autorizado mediante acreditación escrita de la constructora para realizar tal misión.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para prevención del riesgo eléctrico.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo en el tambor, cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.
- Prever los riesgos por actuación de los llamados "manitas". Las reparaciones debe

efectuarlas siempre el personal especialista.

- El cambio de ubicación de la hormigonera eléctrica a gancho de grúa se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda pendiente de cuatro puntos seguros.

#### Protecciones individuales

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antipolvo (antisalpicaduras de pastas)
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Trajes impermeabilizados (manejo de cargas).
- Botas de seguridad de goma o de P.V.C.
- Trajes impermeables.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

#### Protecciones colectivas

- Zona de trabajo claramente delimitada.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

## 6.10. TALADRO

### PORTÁTIL Riesgos más

#### frecuentes:

- Contacto con la energía eléctrica.
- Atrapamientos.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura de la broca.
- Los derivados del mal montaje de la broca.

---

**Normas preventivas:**

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes en su carcasa de protección (o la tiene deteriorada). En caso afirmativo, comuníquelo para que sea reparada la anomalía y no lo utilice.
- Compruebe que el estado del cable de la clavija de conexión rechace el aparato si aparece con repelones que dejen al descubierto hilos de cobre, o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., evitará los contactos con la energía eléctrica.
- Elija siempre la broca adecuada para el material a taladrar. Considere que hay brocas para cada tipo de material, no las intercambie, en el mejor de los casos, las estropeará sin obtener buenos resultados y se expondrá a riesgos innecesarios.
- No intente realizar taladros inclinados "a pulso", puede fracturarse la broca y producirle lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando en rededor la broca, puede fracturarse y producirse lesiones, si desea agrandar el agujero utilice brocas de mayor sección.
- El desmontaje y montaje de brocas no lo haga el mandril aún en movimiento, directamente con la mano. Utilice la llave.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille, ya que puede seguir taladrando, evitará accidentes.
- No intente reparar el taladro ni lo desmonte. Pida que se lo reparen.
- No presione el aparato excesivamente, por ello no terminará el agujero antes. La broca puede romperse y causarle lesiones.
- Las piezas de tamaño reducido taládre las sobre banco, amordazadas en tornillo sin fin, evitará accidentes.
- Las labores sobre banco ejecútelas ubicando la máquina sobre el soporte adecuado para ello. Taladrará con mayor precisión y evitará el accidente.
- Evite recalentar las brocas, girarán inútilmente y además pueden fracturarse y causarle daños.
- Evite posicionar el taladro aún en movimiento en el suelo, es una posición insegura.
- Desconecte el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones por el cambio de la broca.
- En esta obra, las taladradoras manuales estarán dotadas de doble aislamiento eléctrico.
- Los taladros portátiles serán utilizados, en esta obra por personal especializado.
- Se comprobará diariamente el buen estado de los taladros portátiles, retirando del servicio a aquellas máquinas que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para



los operarios.

- La conexión o suministro eléctrico a los taladros portátiles, se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotada con clavijas macho-hembra estancas.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado el taladro portátil conectado a la red eléctrica.

#### **Protecciones individuales:**

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado con suela antideslizante (trabajos de acabado)
- Botas de seguridad.

#### **6.11. ROZADORA**

#### **ELÉCTRICARiesgos más**

##### **frecuentes:**

- Contacto con la energía eléctrica.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Golpes por fragmentos en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura del disco.
- Los derivados de los trabajos con polvo ambiental.
- Pisadas sobre materiales (torceduras, cortes).
- Los derivados del trabajo con producción de ruido.

##### **Normas preventivas:**

- Compruebe que el aparato no carece de alguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección. En caso afirmativo entréguelo para que sea repasado y no lo utilice. Evitará el accidente.
- Compruebe el estado del cable de la clavija de conexión; rechace el aparato si

- presenta repelones que dejen al descubierto hilos de cobre o si tiene empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, evitará lesiones.
- Elija siempre el disco adecuado para el material a rozar. Considere que hay un disco para cada menester; no lo intercambie, en el mejor de los casos, los estropeará sin obtener buenos resultados y correrá riesgos innecesarios.
    - No intente "rozar" en zonas poco accesibles en posición inclinada lateralmente; el disco puede fracturarse y producirle lesiones.
    - Evite recalentar los discos, podría ser origen de accidentes.
    - Sustituya inmediatamente los discos gastados o agrietados.
    - Evite depositar la rozadora aún en movimiento directamente en el suelo, en una posición insegura.
    - No desmonte nunca la protección normalizada de disco ni corte sin ella. Puede sufrir accidentes serios.
    - Desconéctelo de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones de cambio de disco.
    - Moje la zona a cortar previamente, disminuirá la formación de polvo. Use siempre la mascarilla con filtro mecánico antipolvo, evitará lesiones pulmonares.
    - Las rozadoras a utilizar en esta obra estarán protegidas mediante doble aislamiento eléctrico.
    - Se revisará diariamente los discos de corte, cerciorándose de que se cambian inmediatamente los deteriorados.
    - Las rozadoras a utilizar en esta obra serán reparadas por personal especializado.
    - Se comprobará diariamente el buen funcionamiento de la conexión a tierra de las rozadoras a través del cable eléctrico de alimentación, retirando del servicio aquellas máquinas que la tengan anulada.
    - Se prohíbe dejar en el suelo o dejar abandonada conectada a la red eléctrica la rozadora, en una posición insegura.
    - El suministro eléctrico a la rozadora se efectuará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro general (o de distribución), dotada con clavijas macho-hembras estancas.

#### Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
  - Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Mandil y manguitos de cuero.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla de seguridad antipolvo con filtro mecánico recambiable.

## 6.12. PISTOLA NEUMÁTICA

### GRAPADOR Riesgos más frecuentes

Los derivados de los tiros fuera de control por:

- Conexión a la red de presión
- Agarroamiento de los elementos de mando.
- Presión residual de la herramienta.
- Error humano.

Los derivados de la utilización de sobrepresión para la pistola:

- Expulsión violenta de la cuchilla.
- Reventón del circuito.
- Los derivados de la proyección durante el disparo de los fragmentos de hilo metálicos de inyección de clavos o grapas.
- Ruido puntual (puede llegar en torno a los 120 dBA).

### Normas preventivas

- Compruebe el perfecto estado de la pistola y que no carezca de ninguno de sus elementos constitutivos.
- Apriete perfectamente los elementos de conexión al circuito de presión. La desconexión accidental puede producirle lesiones.
- Ponga el aparato en presión suavemente, no de presión de un sólo golpe, evitará daños al aparato y posibles lesiones.
- Compruebe que los controles funcionan correctamente. El ensayo debe realizarlo sin que implique riesgos para sus compañeros.
- No intente grapar piezas entre sí sujetas manualmente. El tiro puede resultar incontrolado.
- No intente disparar al límite de las piezas, la carga (o el clavo) puede sobresalir y dañar durante manipulación.
- Vigile la presión del aire; la sobrepresión puede provocar la expulsión

violenta de lascuchillas y producirle lesiones.

- No permita que su ayudante se sitúe hacia el lado por el que expulsan los fragmentos del alambre de sujeción de los clavos o grapas.
- Utilice cascos-protectores auditivos, recuerde que la pistola produce alto nivel de ruido de los disparos, y puede producirle lesiones en los oídos.
- No abandone la herramienta conectada al circuito de presión. Si ha de interrumpir su trabajo, cierre la válvula de aire, evitará accidentes.
- No permita que otra persona manipule o utilice su máquina, para evitar que pueda accidentarse o correr riesgos innecesarios.
- Las grapadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de elementos que obliguen a que se abandone el aparato para poder realizar la conexión al circuito de presión.
- Se controlará diariamente que la presión de los circuitos de alimentación es la específica para el funcionamiento de cada aparato.
- Las pistolas a utilizar estarán dotadas de palpador.
- Las grapadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de un desatascador rápido que permita retirar sin riesgos los clavos o grapas atoradas.

### Protecciones individuales

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de polietileno.
- Protectores auditivos (ayudantes).
- Guantes de cuero (manejo de piezas).
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.

### 6.13. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

En este apartado se engloba las herramientas manuales que emplean la energía eléctrica para su funcionamiento (taladros, etc.).

#### Relación de riesgos laborales más frecuentes:

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.



- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
  - Vibraciones.
  - Ruido.

**Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores:**

- La tensión de alimentación en las herramientas eléctricas portátiles de cualquier tipo no podrá exceder de 250 voltios con relación a tierra. Si están provistas de motor, tendrán dispositivos para unir las partes metálicas accesibles del mismo a un conductor de protección.
- En los aparatos y herramientas eléctricas que no lleven dispositivos que permitan unir sus partes metálicas accesibles a un conductor de protección, su aislamiento corresponderá en todas sus partes a un doble aislamiento reforzado.
- Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles en emplazamientos muy conductores, éstas estarán alimentadas por una tensión no superior a 24 voltios, si no son alimentadas por medio de un transformador de separación en circuitos.
- Los cables de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles estarán protegidos con material resistente que no se deteriore por roces o torsiones no forzadas.
- Se evitará el empleo de cables de alimentación largos al utilizar herramientas eléctricas portátiles.
- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia mecánica. Cuando se empleen sobre suelos, interior de depósitos, condensadores o similares, parámetros o superficies que sean buenas conductoras, no podrá su tensión exceder de 24 voltios.
- Las máquinas-herramientas eléctricas deben poseer el marcado CE y ser aptas para su uso.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto de energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.

- Las máquinas en situación de avería o de semi-avería se entregarán al Vigilante de Seguridad para su reparación.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo, o en marcha, en evitación de accidentes.
- En la mesa de sierra circular es de uso obligatorio el empujador.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes de seguridad y guantes de goma o de PVC
- Botas de goma o de PVC
- Botas de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Protectores auditivos
- Mascarilla filtrante
- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable
- Chaleco de alta visibilidad homologado

### 7. RIESGOS A TERCEROS

Se extremarán las medidas de seguridad para evitar que exista personal ajeno a la obra en el recinto sin previa autorización, instalando controles de seguridad en los accesos si fuera necesario. Aun así, se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.
- Se asegurará el mantenimiento de tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, con la señalización necesaria y de acuerdo con las vigentes normas.

- Toda la señalización será revisada y rectificada por el personal facultativo adscrito a la dirección de las Obras, con la periodicidad que sea razonable.
- Se extremará la señalización global de obra, mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

### 7.1. CONDUCCIONES E INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

En las fases de excavación de la obra, se tendrá consideración en cuanto a la existencia de instalaciones o conducciones subterráneas, debiendo utilizar detectores de las mismas mediante Georadar o similar, si fuera necesario, todo ello para prevenir la posible interferencia con otras instalaciones previas.

### 7.2. OTRAS ACCIONES QUE AFECTAN A TERCEROS

- Vertidos de residuos sólidos o líquidos al terreno o a los cauces y canales. Por ejemplo productos de excavación y demoliciones, envases, maderas, metales, productos químicos, hormigones y Residuos Sólidos urbanos. Está totalmente prohibido verter sustancias fuera de las zonas establecidas para ello.
- Polvo. Si fuera necesario, se regarán sistemáticamente los caminos de servicio susceptibles de producir polvo durante el movimiento de vehículos y máquina de obra.
- Ruidos. Se cuidará que las máquinas de obra mantengan las carcasas en su posición y no estén dañadas, evitando el trabajo nocturno.
- Barro. En los momentos que el barro dificulte en gran medida el control de vehículos se realizará saneamientos de los caminos en donde sea necesario.

En todo caso se deberán poseer los seguros de responsabilidad Civil que correspondan.

## 8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) establece la información y formación entre los derechos de los trabajadores.

La empresa o administración pública debe de garantizar que todos los empleados reciban la formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva.

Según el artículo 19 de la citada ley esta formación tiene que impartirse siempre que concurren las siguientes condiciones:

- Formación inicial, en el momento de la contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta.
- Cuando se produzcan cambios en las funciones que se desempeñen.
- Cuando se introduzcan nuevas tecnologías, procedimientos o cambios en los equipos de trabajos.

Esta formación se debe de realizar dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en

otrohorario, pero descontando siempre el tiempo invertido de la jornada de trabajo en la misma.

La información que tiene que recibir obligatoriamente el trabajador, según el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL):

- Los riesgos laborales de la empresa o administración pública donde se lleva a cabo la actividad laboral en su conjunto.
- Las medidas y actividades de protección y prevención que se aplican a los riesgos existentes.
- Las medidas de emergencia, lucha contra incendios, primeros auxilios y riesgo grave e inminente.

En cuanto a la formación de los trabajadores, y de acuerdo al Convenio General del Sector de la Construcción que está en vigor, el empresario tiene la obligación de que los trabajadores reciban la siguiente formación:

1. Los ciclos de formación de la Fundación Laboral de la Construcción (FLC) constarán de dos tipos de acciones en materia de prevención de riesgos en construcción:
  - a) El primer ciclo, denominado «Aula permanente», comprenderá formación inicial sobre los riesgos del sector y contendrán los principios básicos y conceptos generales sobre la materia; igualmente deberán conseguir una actitud de interés por la seguridad y salud que incentive al alumnado para iniciar los cursos de segundo ciclo. Esta formación inicial impartida en el primer ciclo no exime al empresario de su obligación de informar al trabajador de los riesgos específicos en el centro y en el puesto de trabajo.
  - b) El segundo ciclo deberá transmitir conocimientos y normas específicas en relación con el puesto de trabajo o el oficio.

El contenido detallado de estos dos ciclos se encuentra en el Convenio Laboral de la Construcción.

## **9. MEDIDAS PREVENTIVAS ADICIONALES**

### **9.1. INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS**

En obra se dispondrá de extintores de tipo A y de tipo C para zonas con equipos eléctricos para utilizarlos si fuera necesario. Todos los equipos tendrán al día las revisiones pertinentes. Estarán ubicados en cada zona de trabajo para que sean de fácil y rápido acceso a ellos.

### **9.2. SUSTANCIAS PELIGROSAS**

Está definido en cada unidad de obra las medidas preventivas a tener en cuenta con la



utilización de sustancias peligrosas, como por ejemplo con la mezcla bituminosa o la pintura. Se tendrá en cuenta para el almacenamiento de estos materiales lo dispuesto en el 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, así como de cualquier normativa vigente.

## **10. TRABAJOS DE REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO (RECYM)**

### **10.1. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN**

- Se contempla en este apartado la realización, en condiciones de Seguridad y Salud, de los trabajos de entretenimiento, conservación y mantenimiento (RECYM), durante el proceso de explotación y de la vida útil del Campo de Vuelos proyectado objeto del estudio, eliminando los posibles riesgos en los mismos.
- Se tomarán las medidas preventivas y de protección del Campo de Vuelos cuya función específica sea posibilitar en condiciones de seguridad los cuidados, manutenciones, repasos y reparaciones que han de llevar a cabo durante el proceso de vida del mismo, posteriores a las indicadas en la fase de obra, y en función del tipo y condiciones de trabajo que se realice.
- Se observará el cumplimiento de la Normativa Vigente de Seguridad y Salud en el trabajo en toda actuación y para cada momento, y especialmente en la Ley 1627/97, de 24 de Octubre, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de construcción.
- La propiedad contratará los servicios de un Técnico competente para supervisar la ejecución de los trabajos de mantenimiento, y verificar si las medidas de seguridad a adoptar son las adecuadas.
- Todos aquellos trabajos de mantenimiento que estén sujetos a Reglamentos o Normas propias y de obligado cumplimiento, se ejecutarán de acuerdo con los mismos, siendo responsable la empresa contratada al efecto.

### **10.2. CRITERIOS DE UTILIZACIÓN DE MEDIOS DE SEGURIDAD**

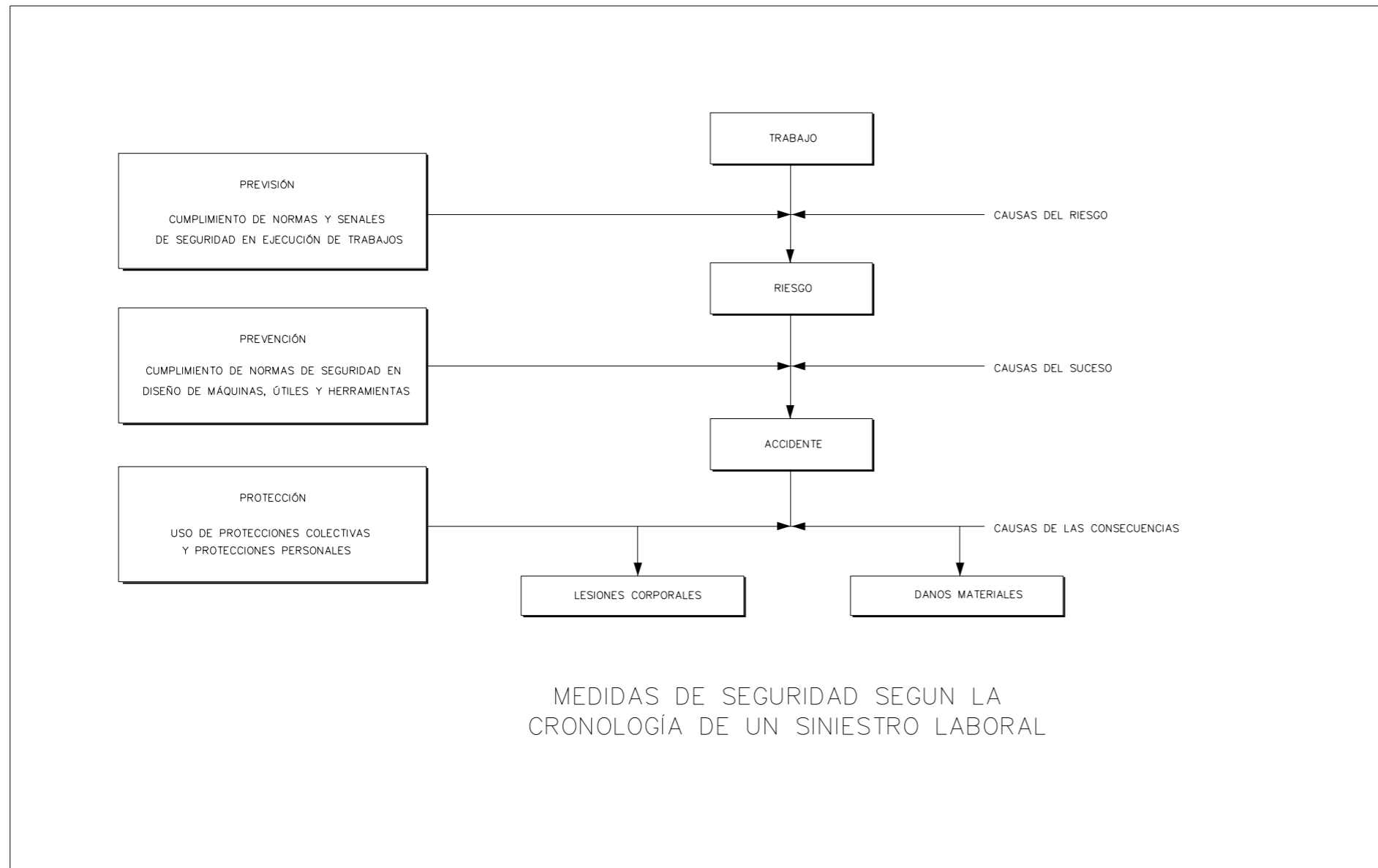
La utilización de los medios de seguridad del Campo de Vuelos responderá a las necesidades de cada momento surgidas durante la ejecución de los cuidados, repasos, reparaciones o actividades de manutención que durante el proceso de explotación de este Campo de Vuelos se lleven a cabo.

### **10.3. LIMITACIONES DE USO**

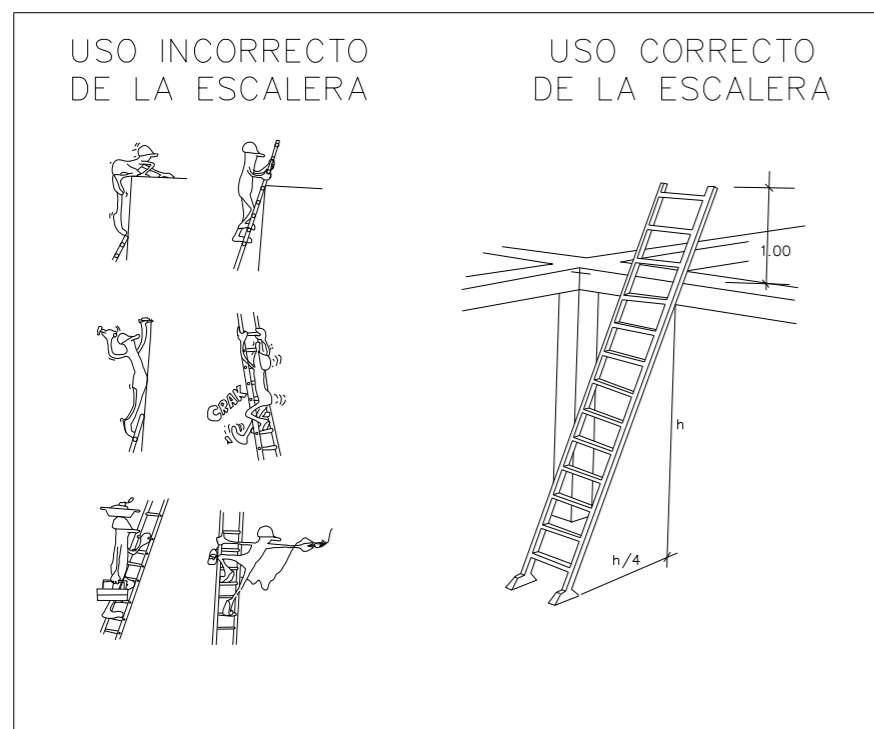
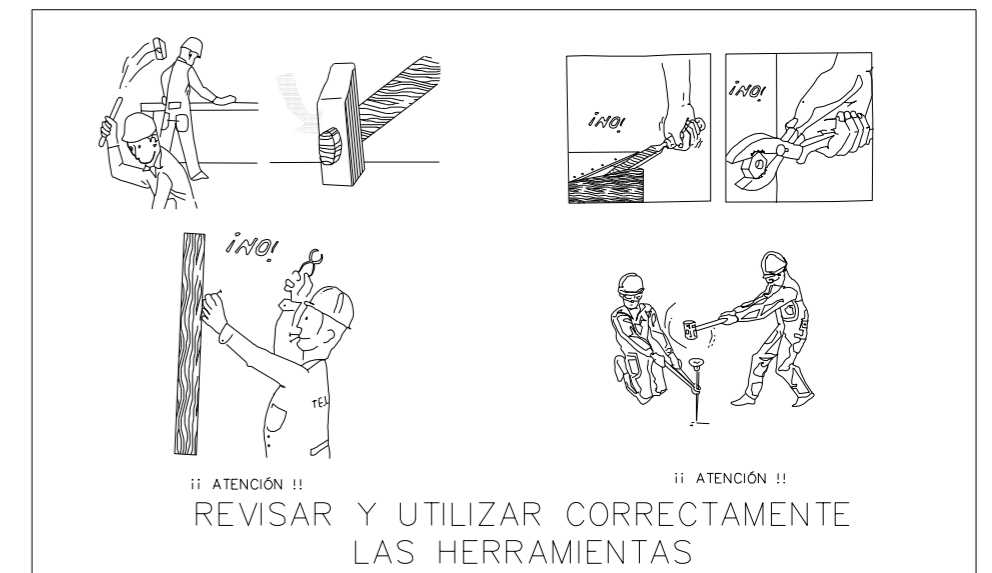
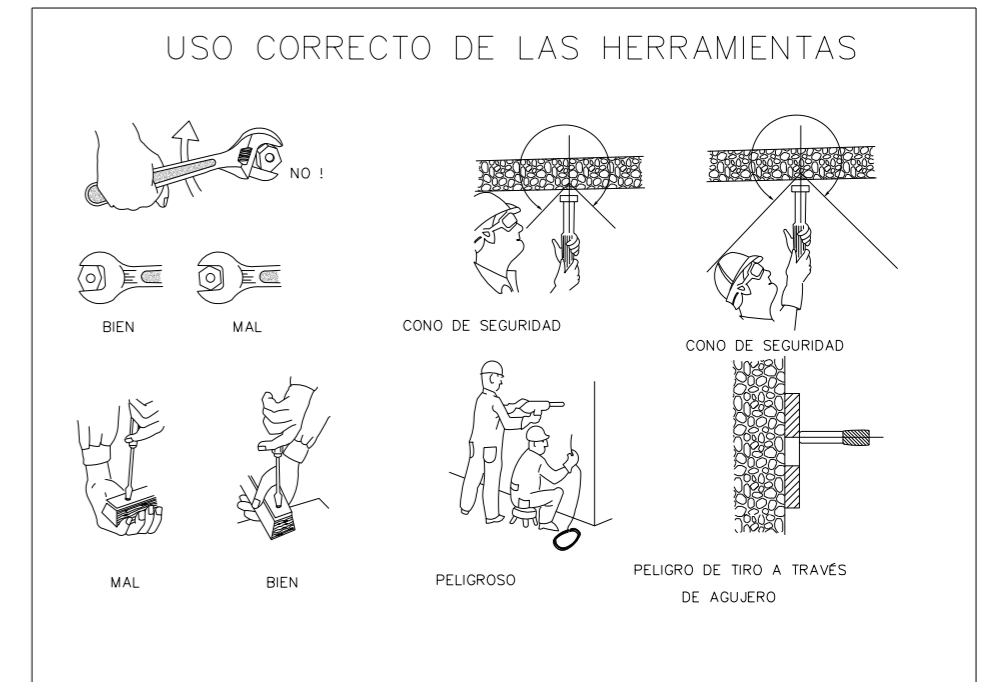
Durante el uso del Campo de Vuelos se evitarán aquellas actuaciones que puedan alterar las condiciones iniciales para las que fue proyectado y, por tanto, producir deterioros o modificaciones sustanciales en su funcionalidad.

A Coruña, mayo 2024

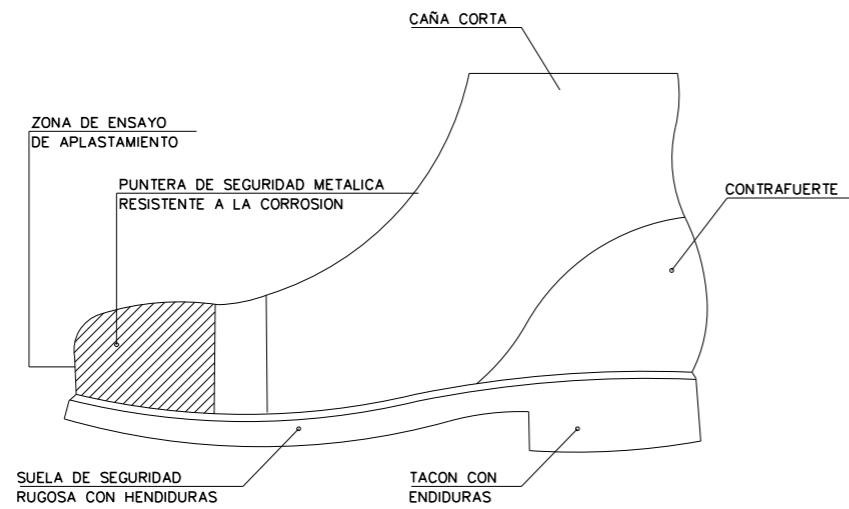
Fdo.: [REDACTED]  
[REDACTED]



MEDIDAS DE SEGURIDAD SEGUN LA CRONOLOGÍA DE UN SINIESTRO LABORAL

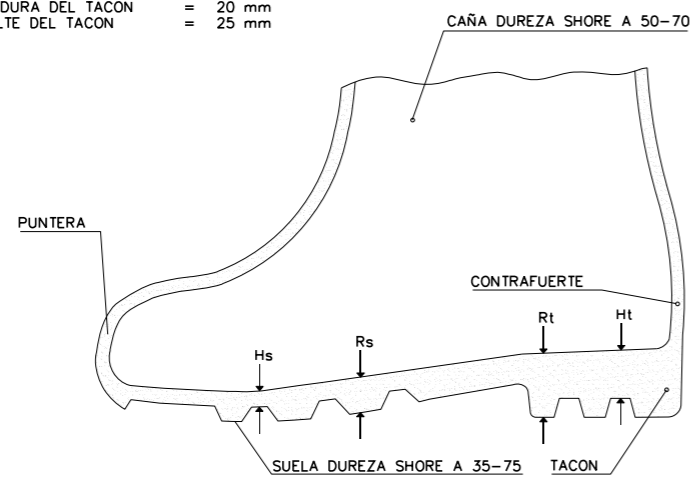


Nº		CONCEPTO	FECHA	POR	
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:					
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
1	1	26	MAYO 2024		1859_SYS
CONSULTORES:					



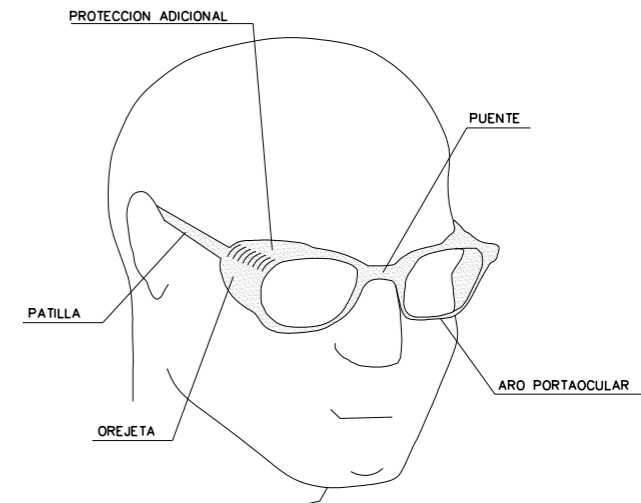
BOTAS DE SEGURIDAD CLASE III

- Hs HENDIDURA DE LA SUELA = 5 mm
- Rs RESALTE DE LA SUELA = 9 mm
- Ht HENDIDURA DEL TACON = 20 mm
- Rt RESALTE DEL TACON = 25 mm

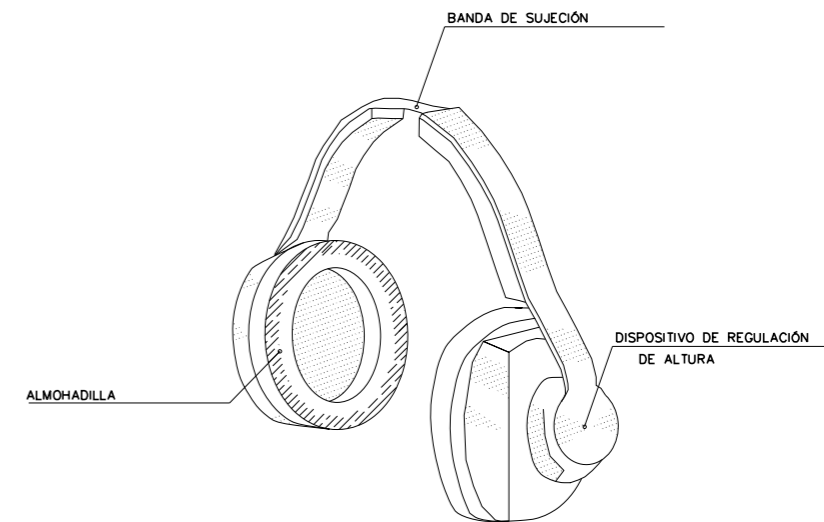


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

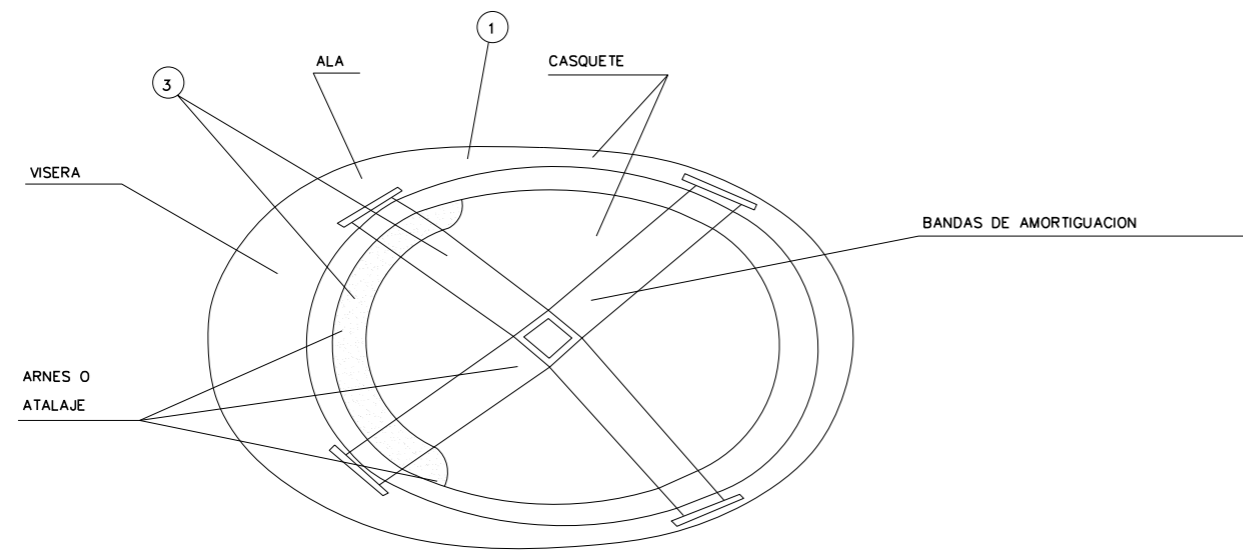
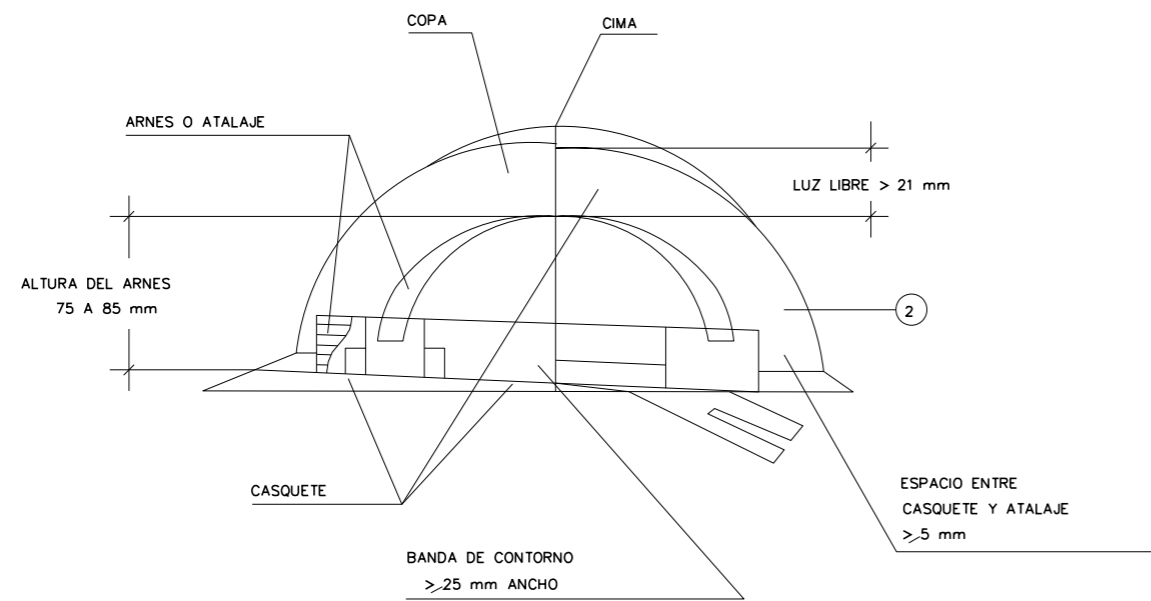


PROTECTORES AUDITIVOS



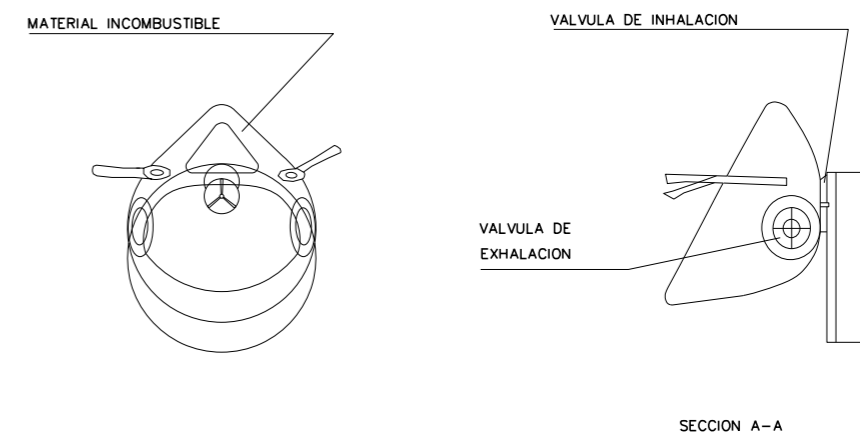
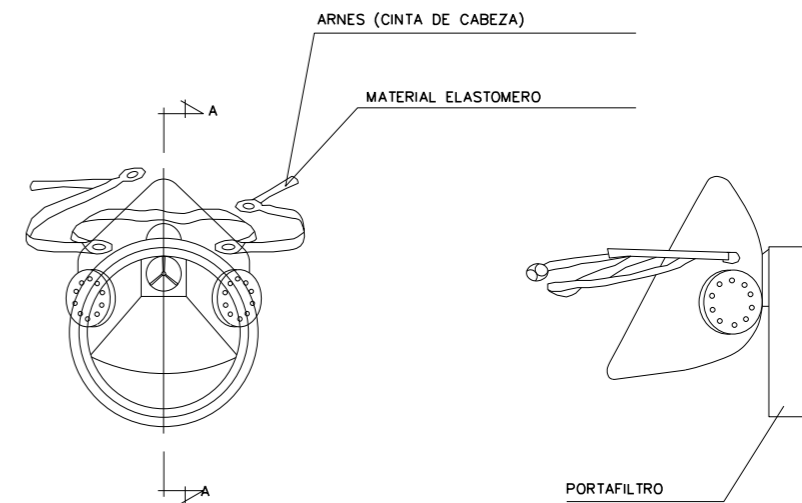
Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:			
DIRIGIDO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES 1	
HOJA Nº 1 4	PLANO Nº 2	Nº DE PLANOS 26	FECHA MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG 1959_SYS
			A1: S/E





- 1 MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUAS.
- 2 CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25.000 V
- 3 MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION.

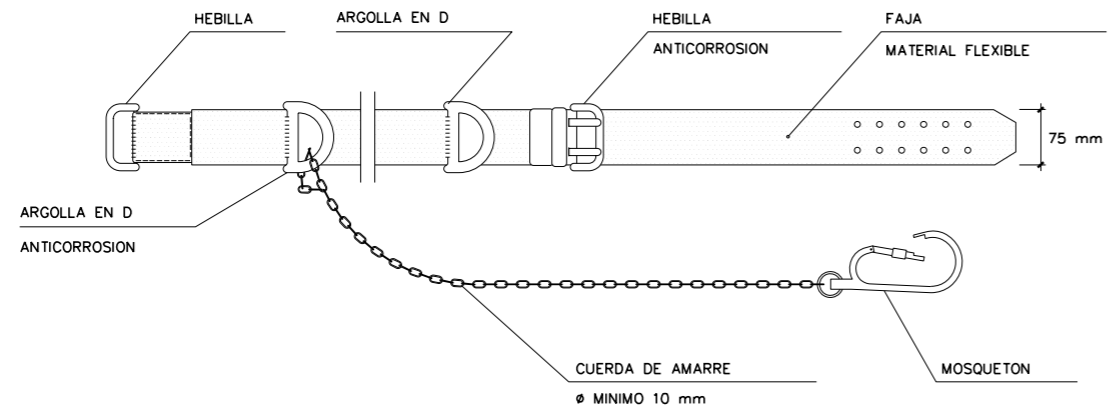
CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



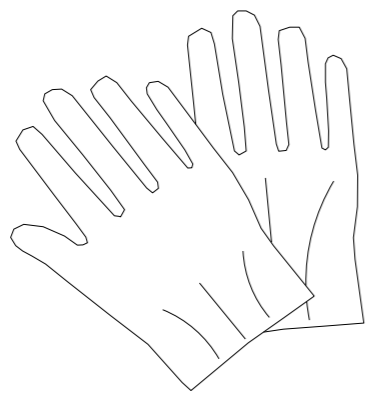
MASCARILLA ANTIPOLVO

Nº		CONCEPTO	FECHA	POR	
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES 2			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
2	4	3	26	MAYO 2024	1859_SYS
CONSULTORES:					A1: S/E

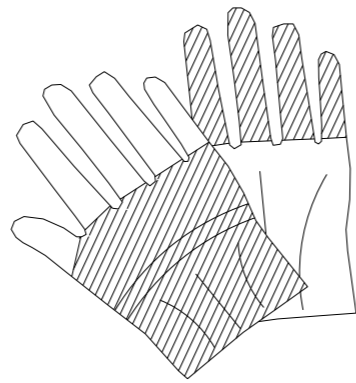
### CINTURON DE SEGURIDAD CLASE A. TIPO 2.



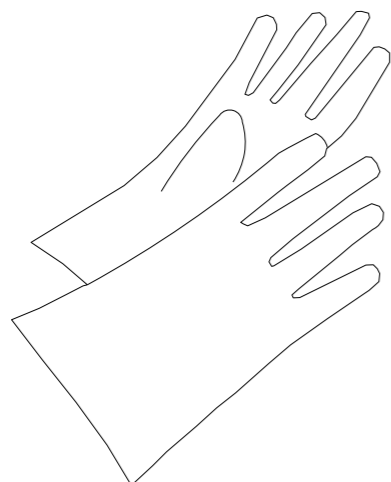
### GUANTES SEGÚN EL OFICIO



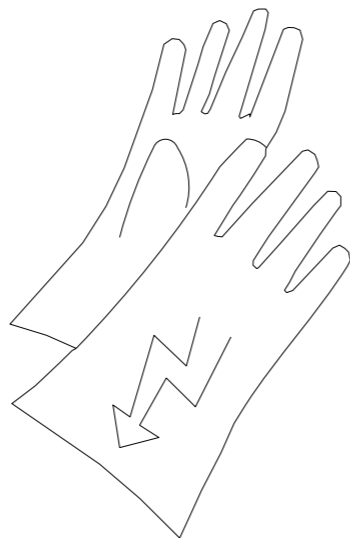
G. DE PVC



G. DE USO GENERAL

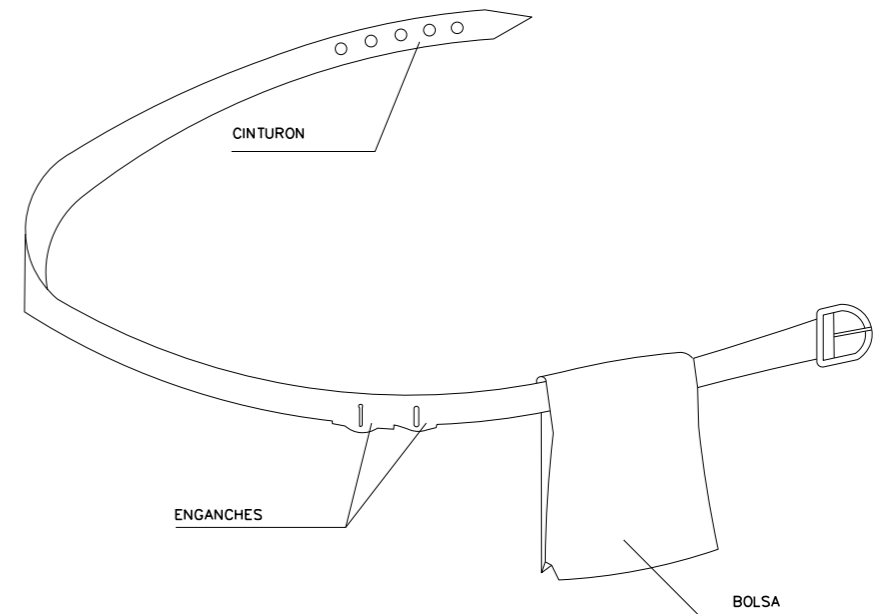


G. GOMA FINA



G. DIELECTRICOS

### CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS



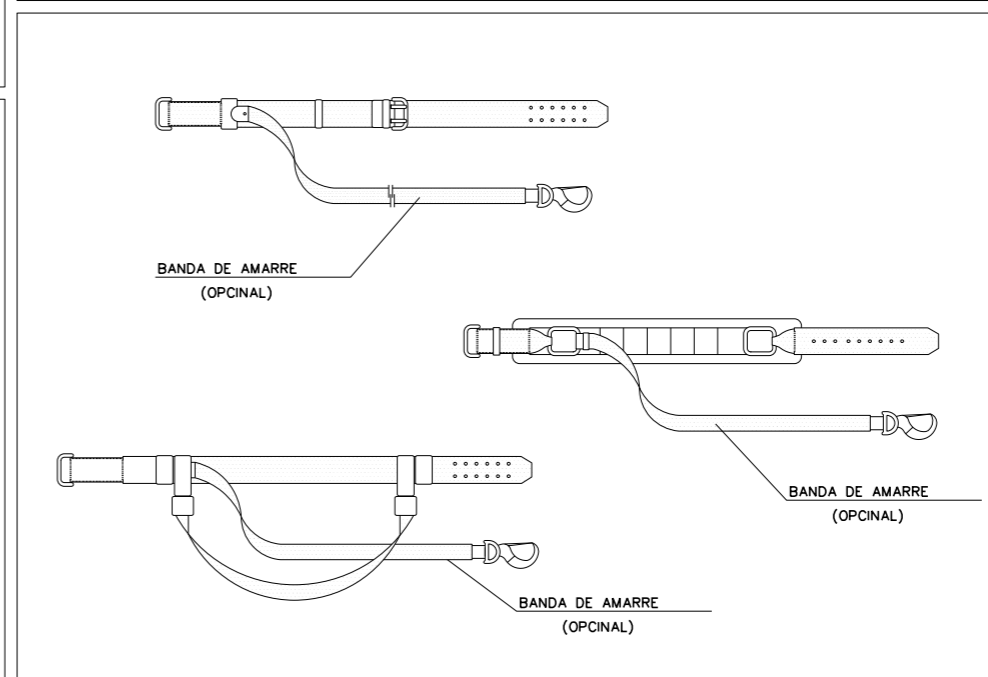
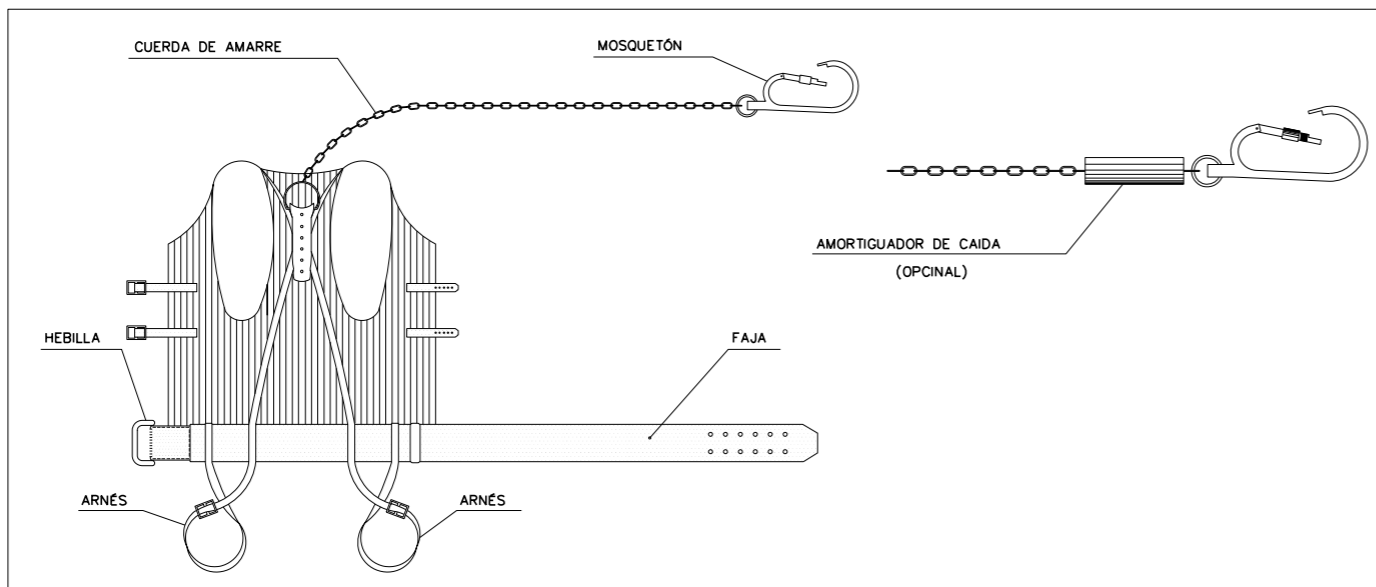
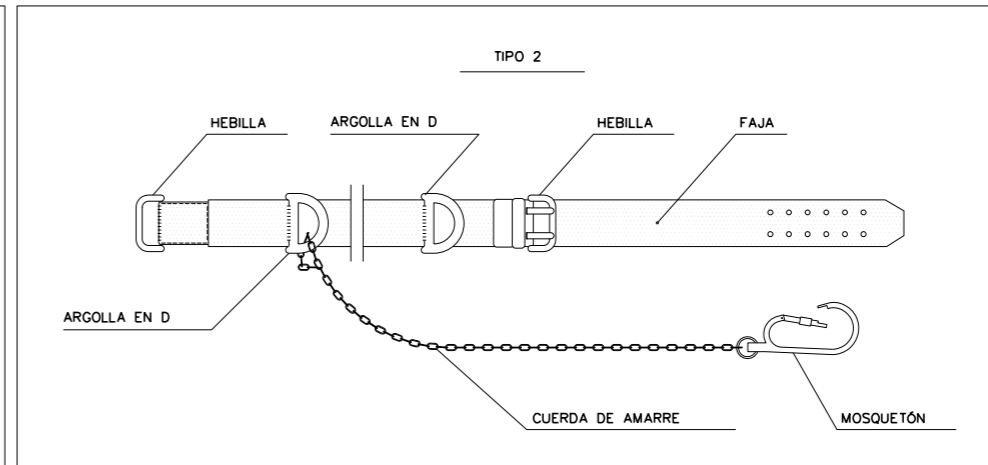
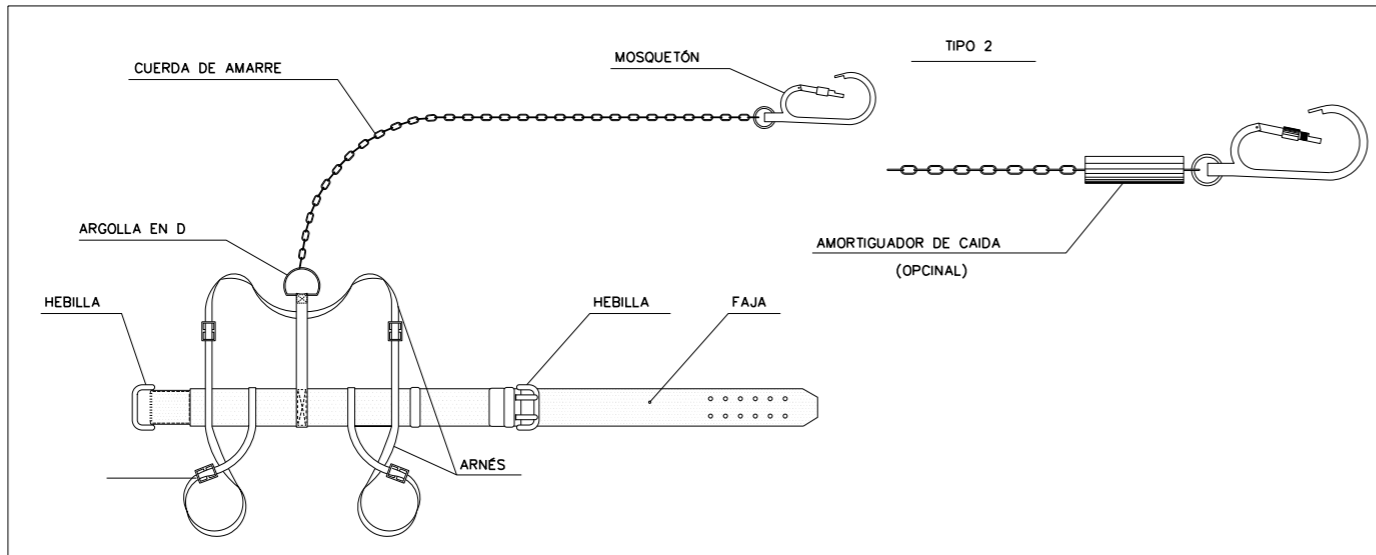
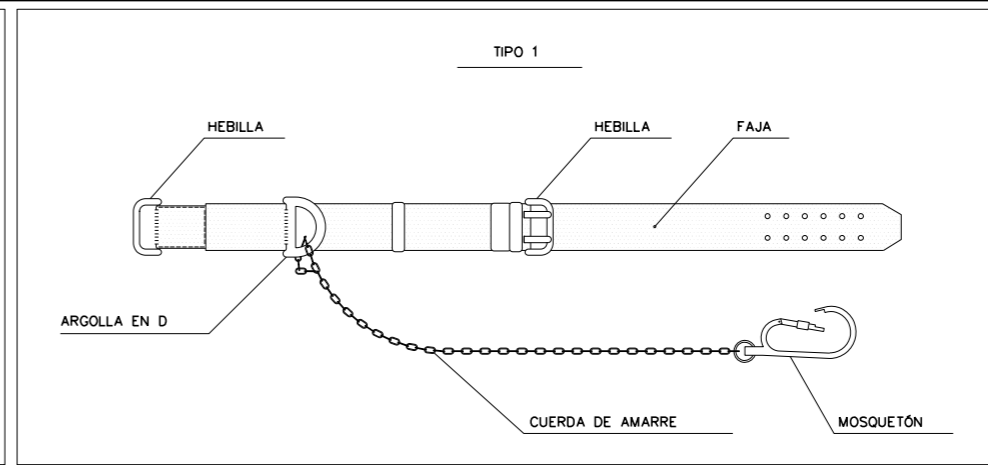
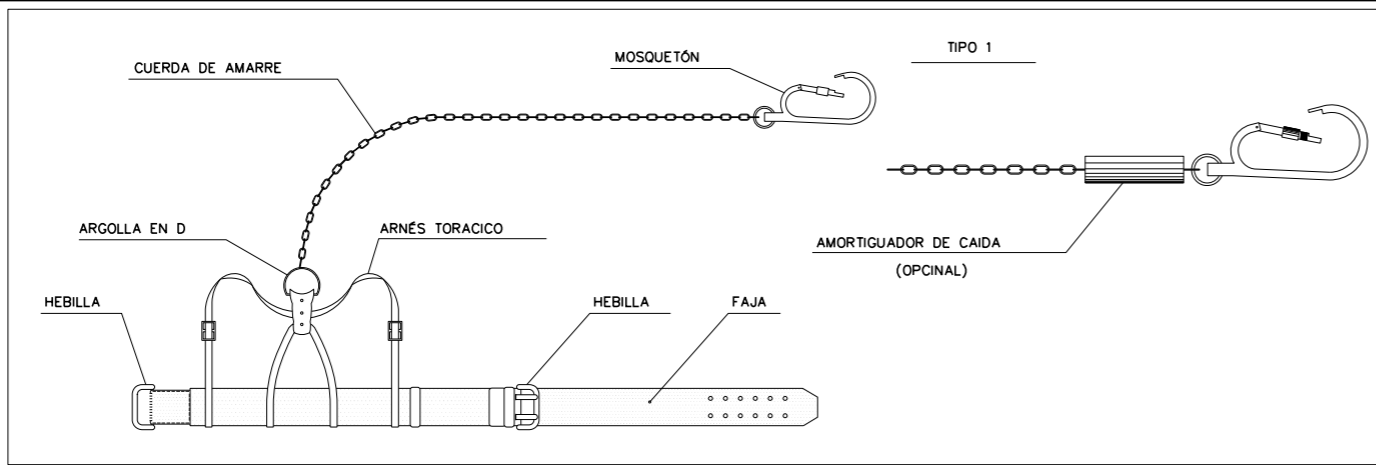
PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE

EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS

NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

- 1 MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- 3 MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION
- 2 CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.

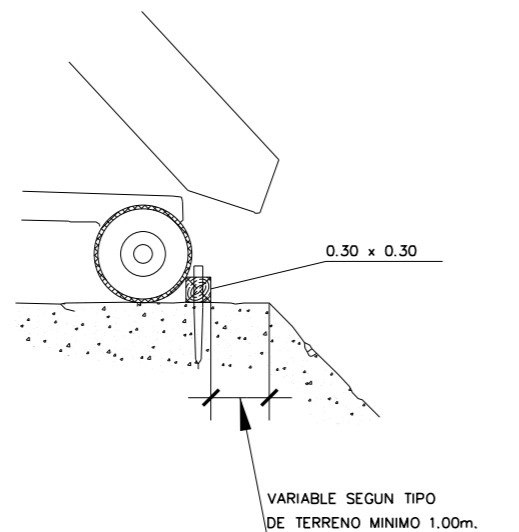
Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES 3	
DIRIGIDO:			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
3 4	4	26	MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG
		A1: S/E	1959_SYS



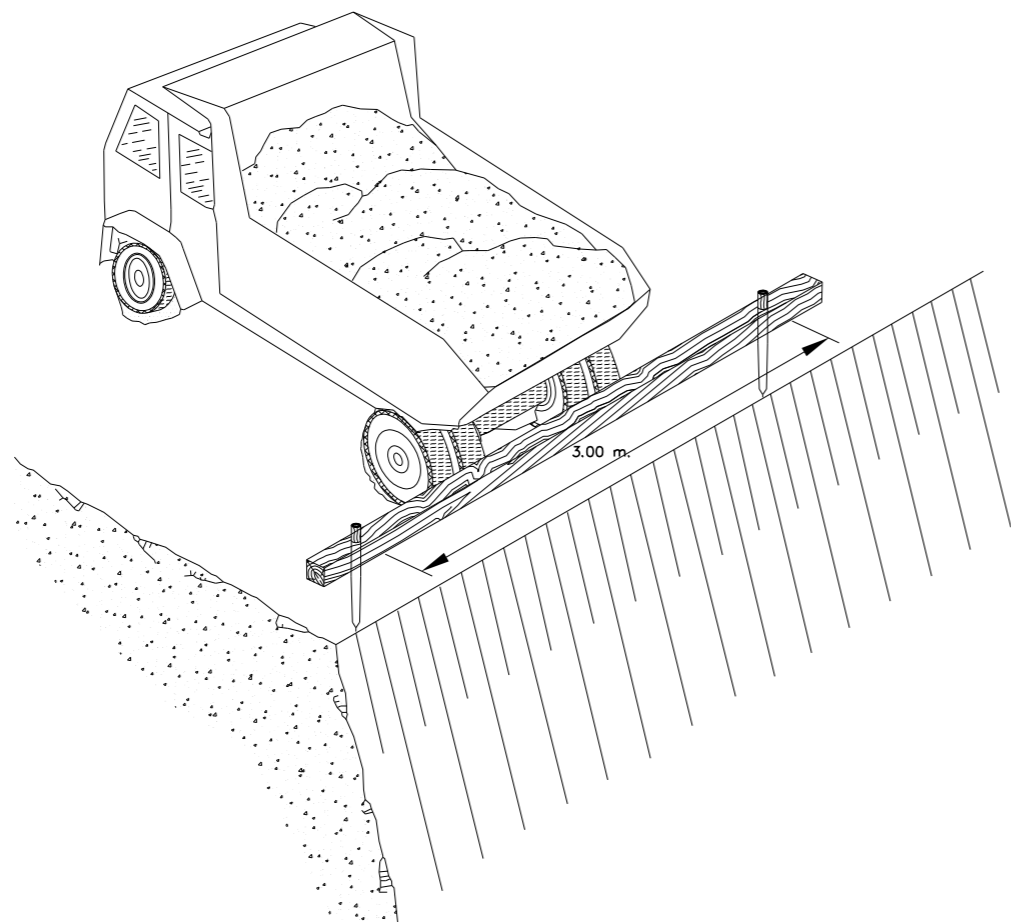
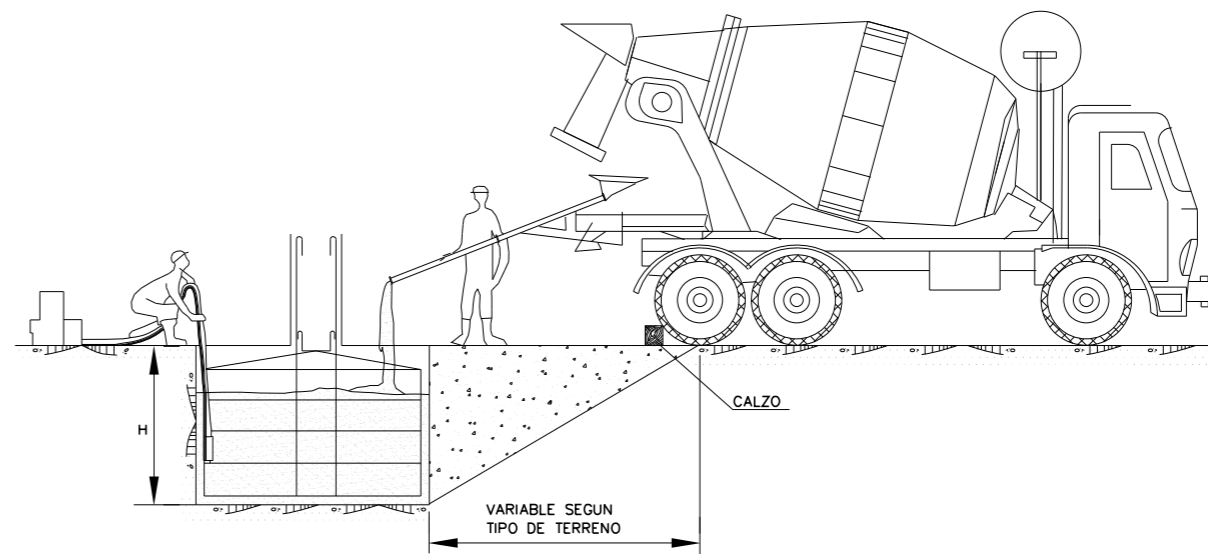
CINTURÓN ANTICAÍDAS

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES 4	
DIRIGIDO:			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
4	4	5	26
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG
		MAYO 2024	1959_SYS
			A1: S/E

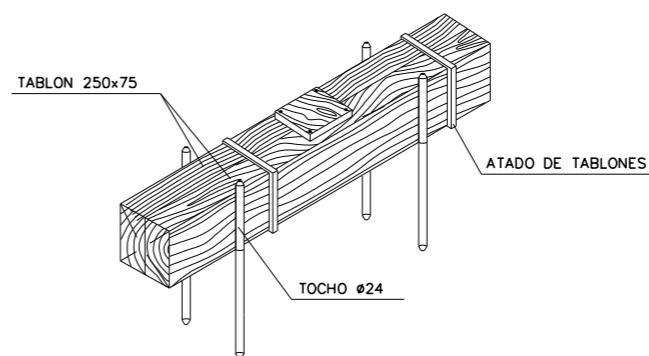
TOPE PARA VEHICULOS AUTOMOVILES




HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS O CIMENTACIONES



DETALLE DEL CALZO

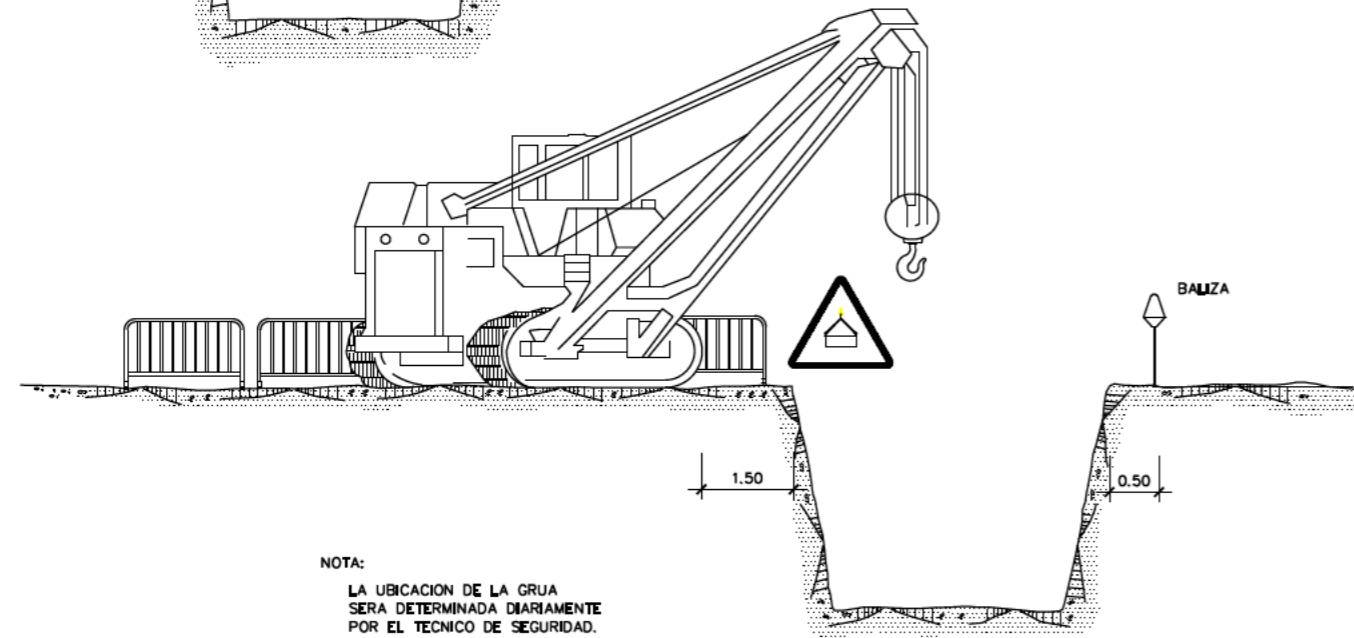
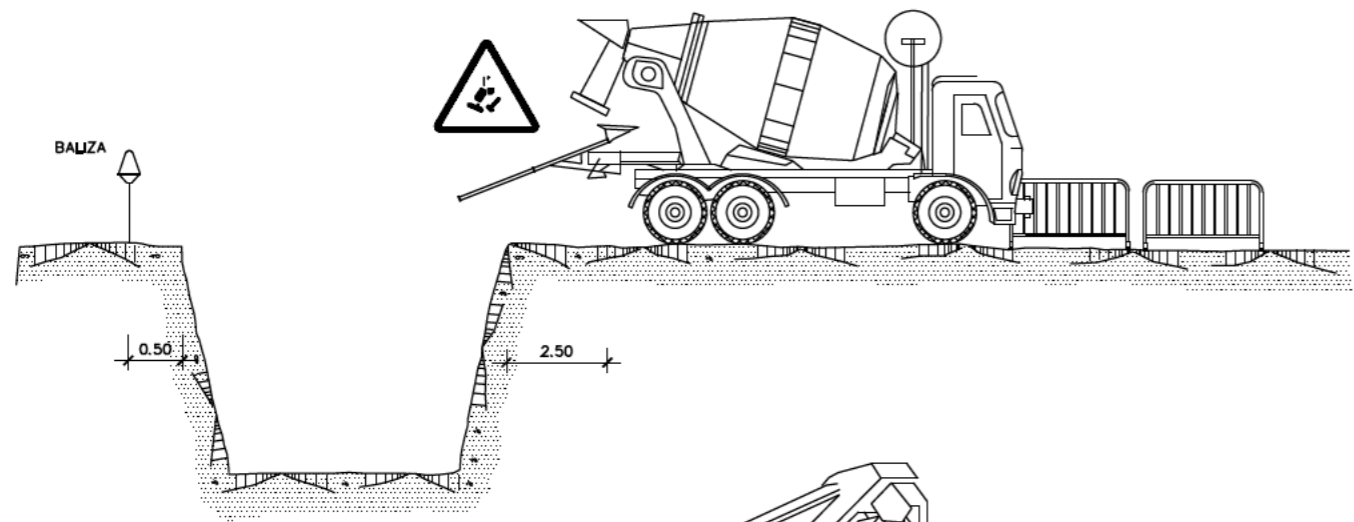


Nº		CONCEPTO	FECHA	POR	
REVISIONES					
 <b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 1</b>			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
1	8	6	MAYO 2024		1859_SYS
CONSULTORES:					A1: S/E

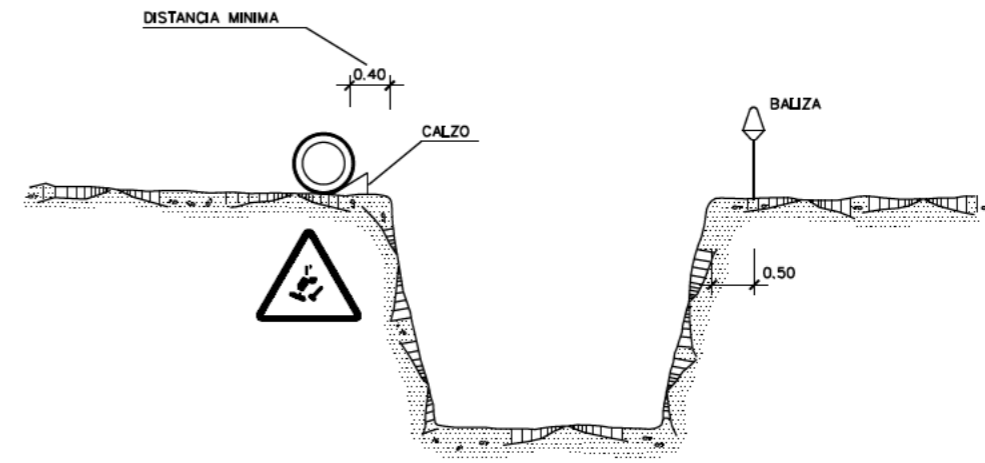
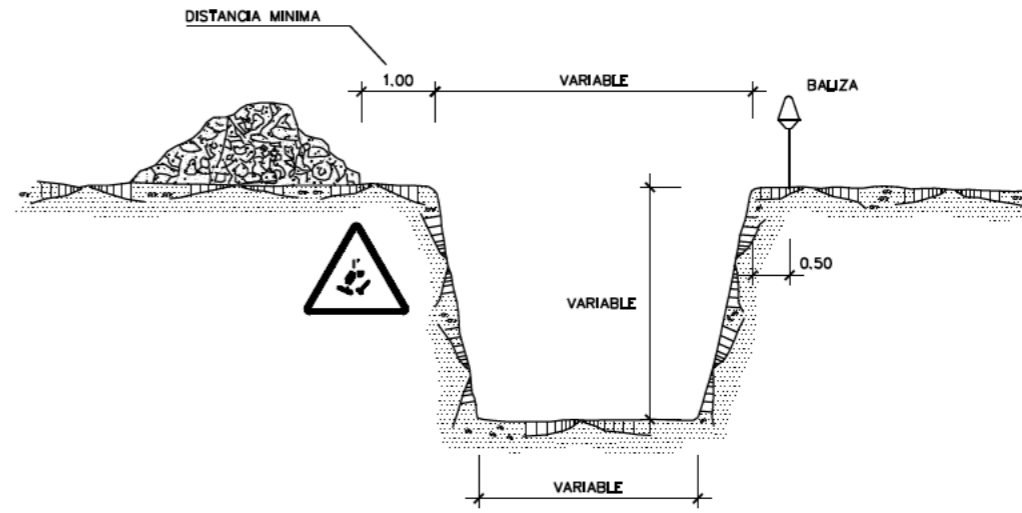
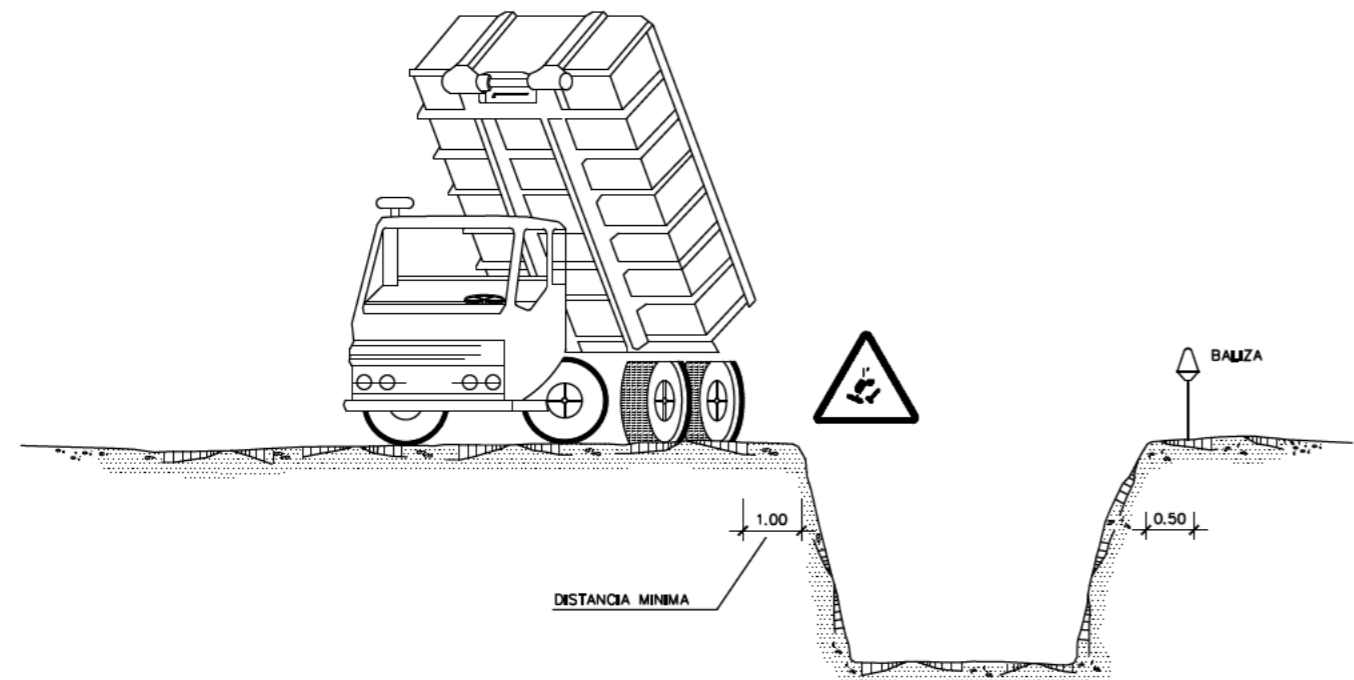


# DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA ELEMENTOS VIBRATORIOS

# ACOPIOS

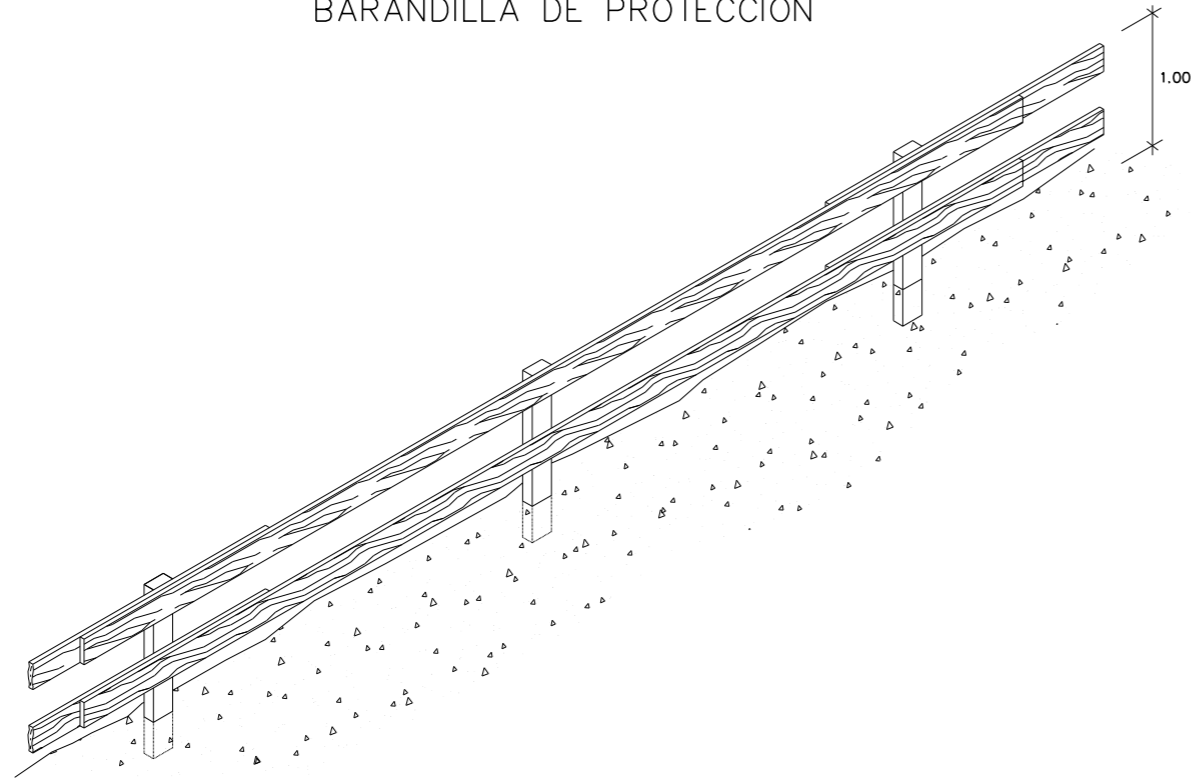


NOTA:  
LA UBICACION DE LA GRUA  
SERA DETERMINADA DIARIAMENTE  
POR EL TECNICO DE SEGURIDAD.

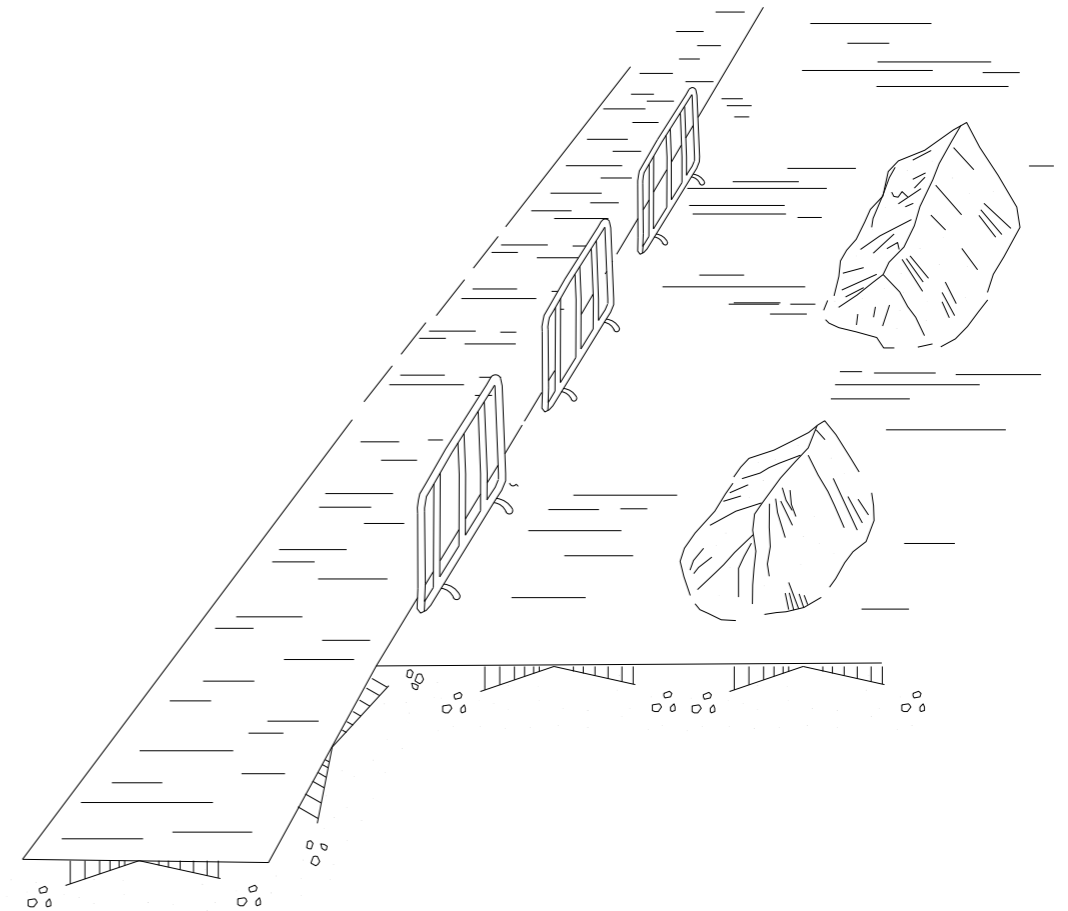


Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 2			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
2	8	7	MAYO 2024		1859_SYS
CONSULTORES:					A1: S/E

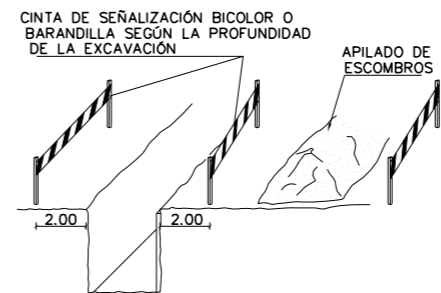
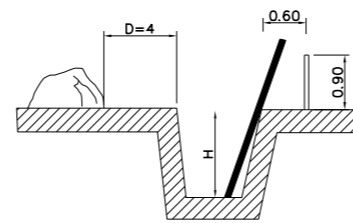
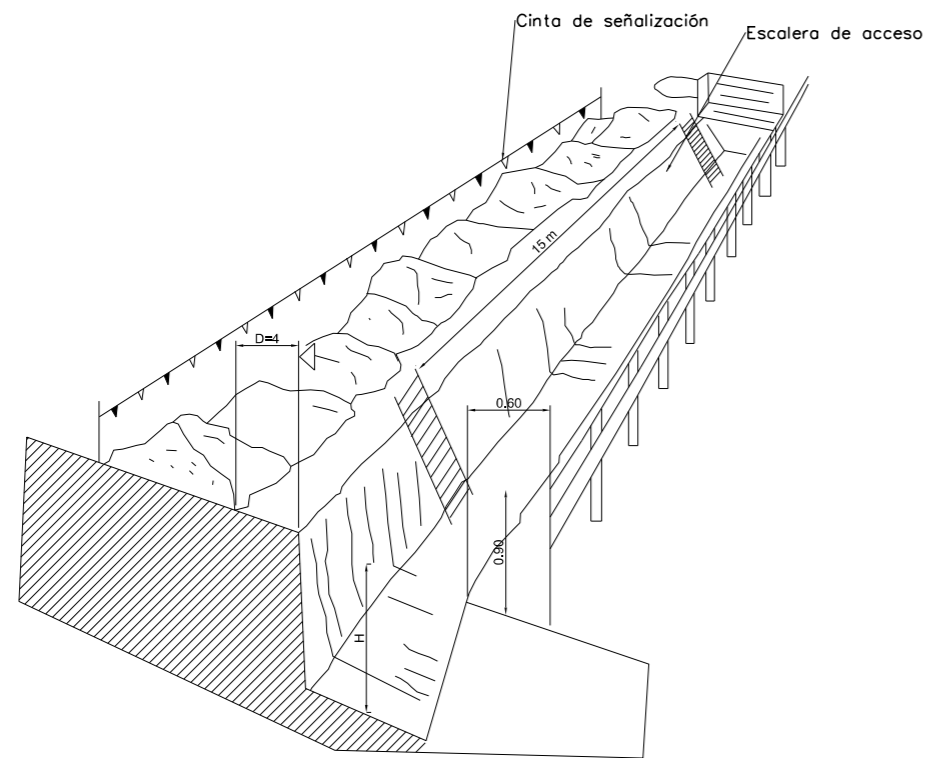
BARANDILLA DE PROTECCION



PROTECCIONES EN EXCAVACIÓN



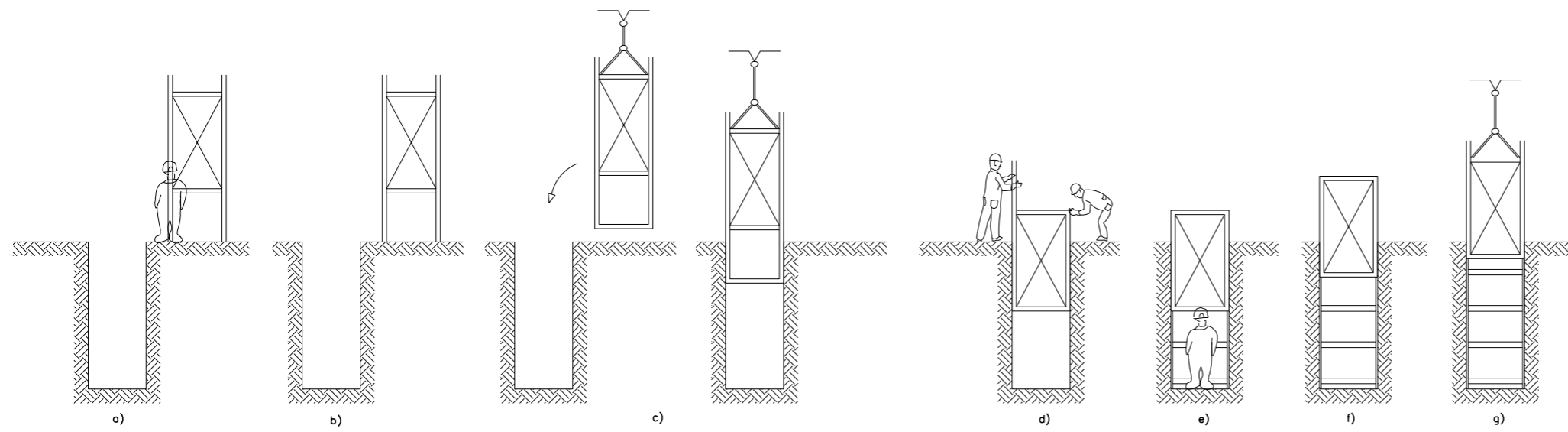
PROTECCION EN ZANJAS



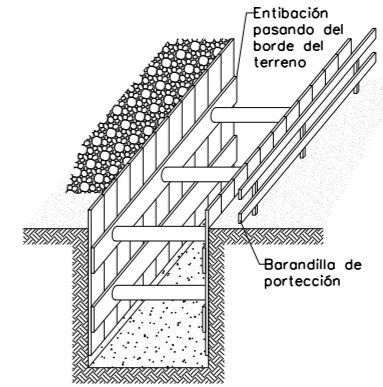
DETALLE PROTECCIÓN EXCAVACIÓN Y APILADO DE ESCOMBROS

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 3	
DIRIGIDO:			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
3	8	26	MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG
		A1: S/E	1959_SYS

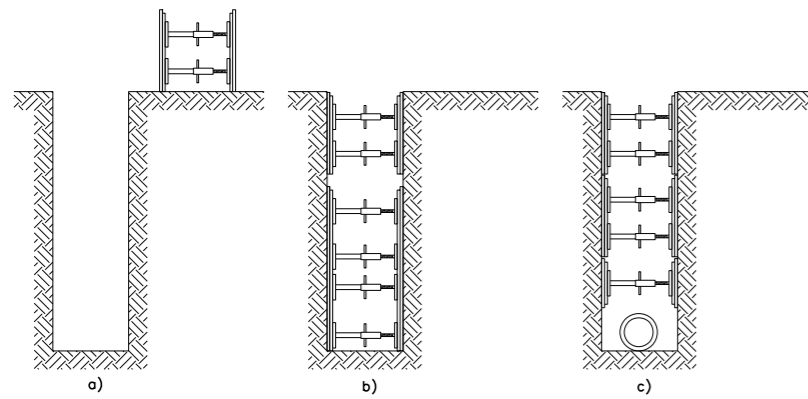
# ENTIBACIONES



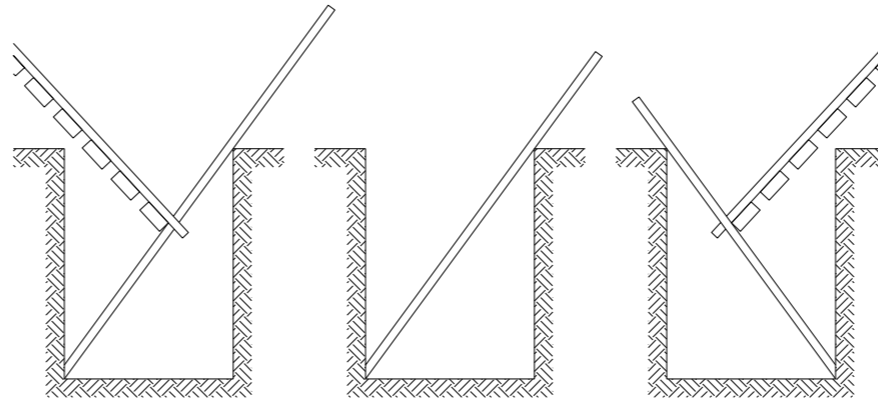
Entibación por método heidbreder



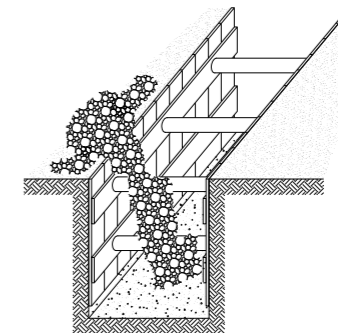
SANEAMIENTO HORIZONTAL CORRECTO



Entibación por método pronto

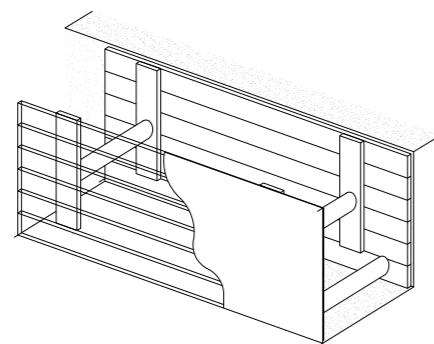


Entibación por el método Quilery

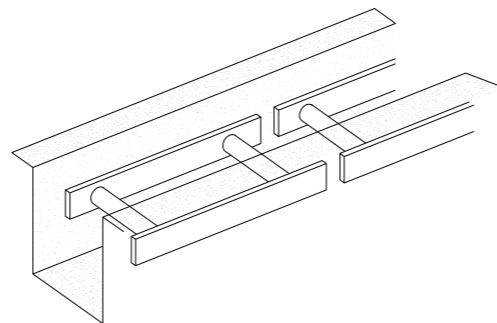


SANEAMIENTO HORIZONTAL INCORRECTO

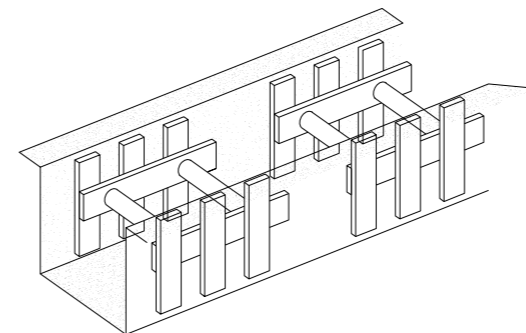
ENTIBACIÓN CUAJADA



ENTIBACIÓN LIGERA

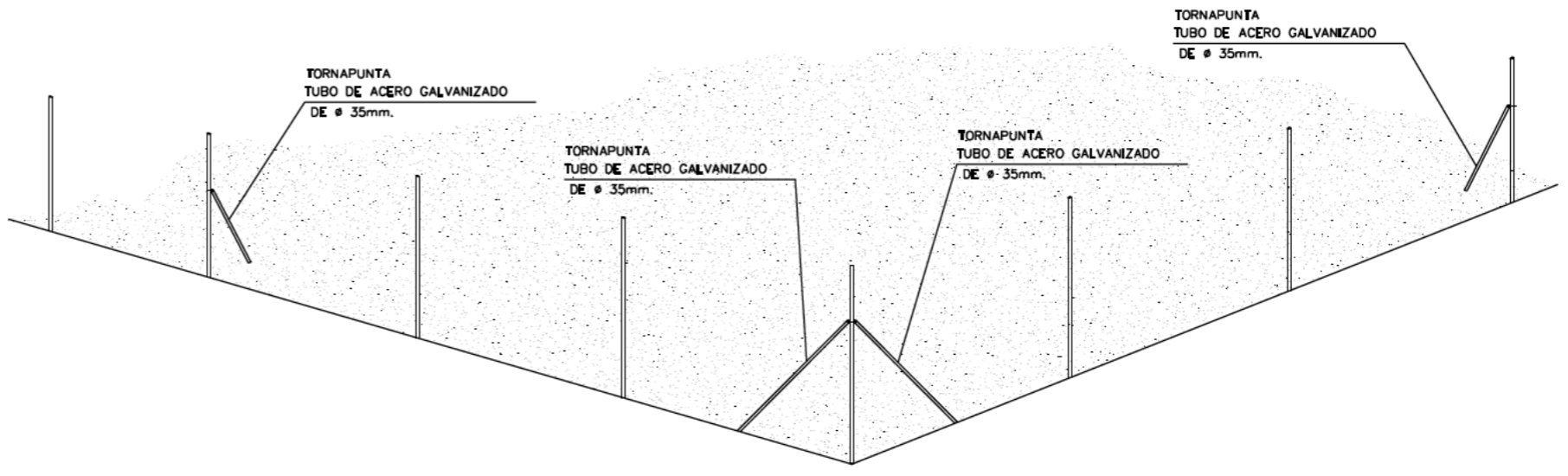
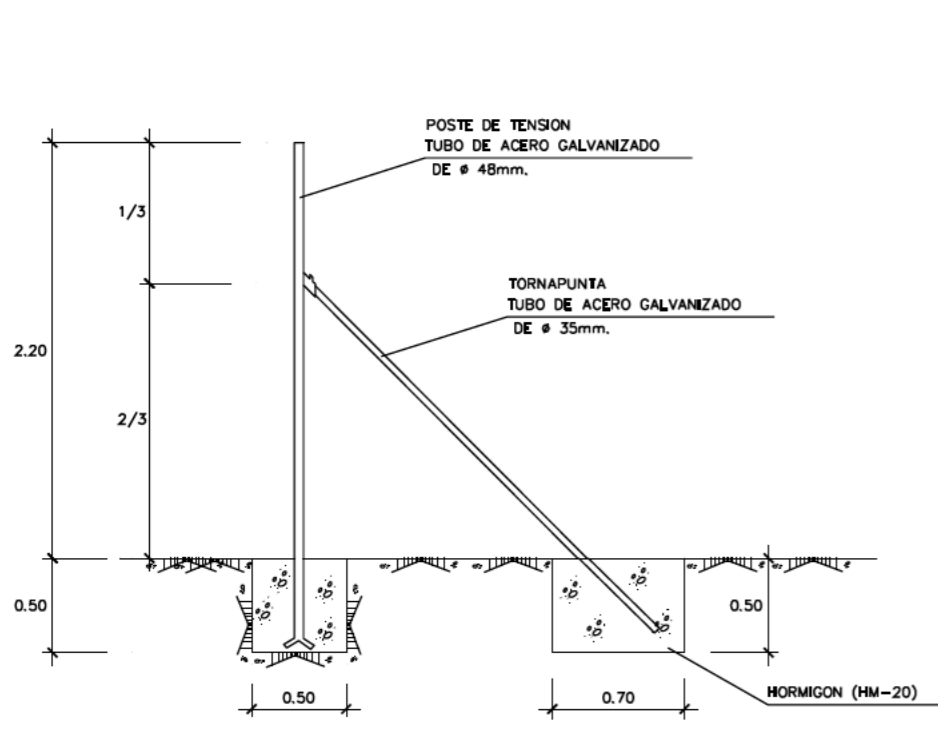
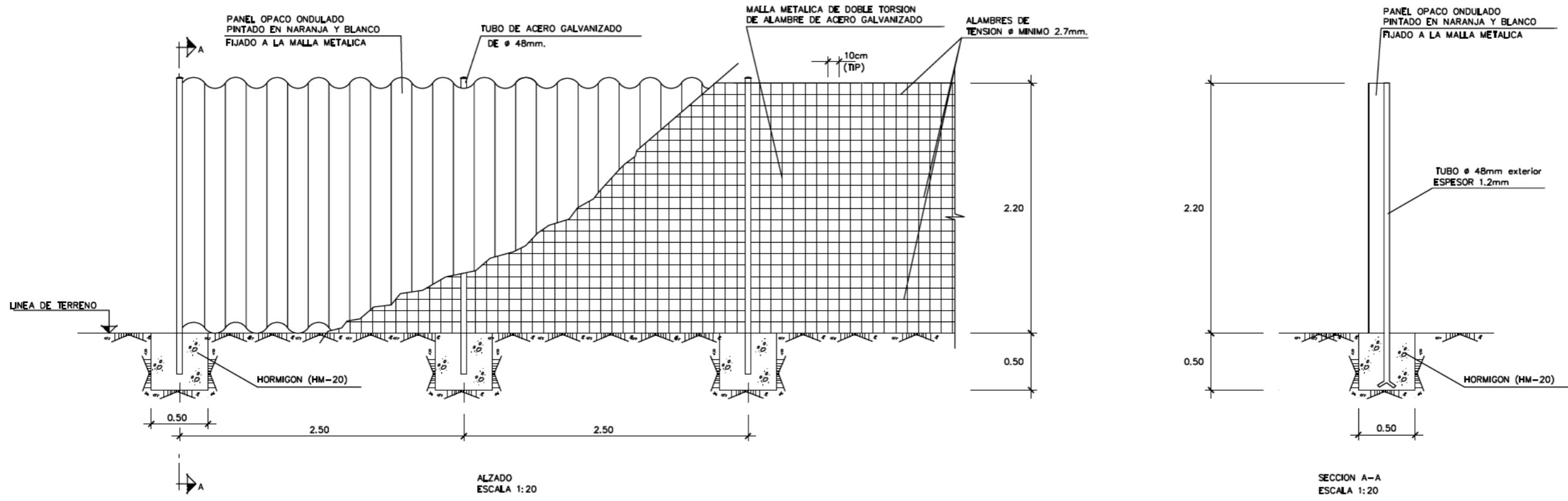


ENTIBACIÓN SEMICUAJADA



Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 4	
DIRIGIDO:			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
4	8	9	MAYO 2024
CONSULTORES:		ESCALA	FICHERO DWG
		A1: S/E	1859_SYS

# CERRAMIENTO TIPO DE ZONA DE OBRAS



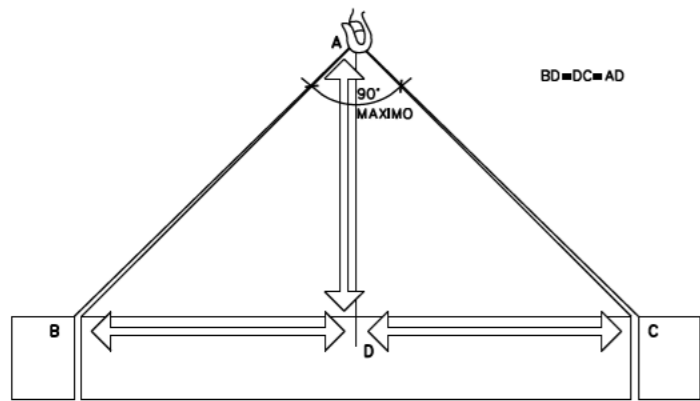
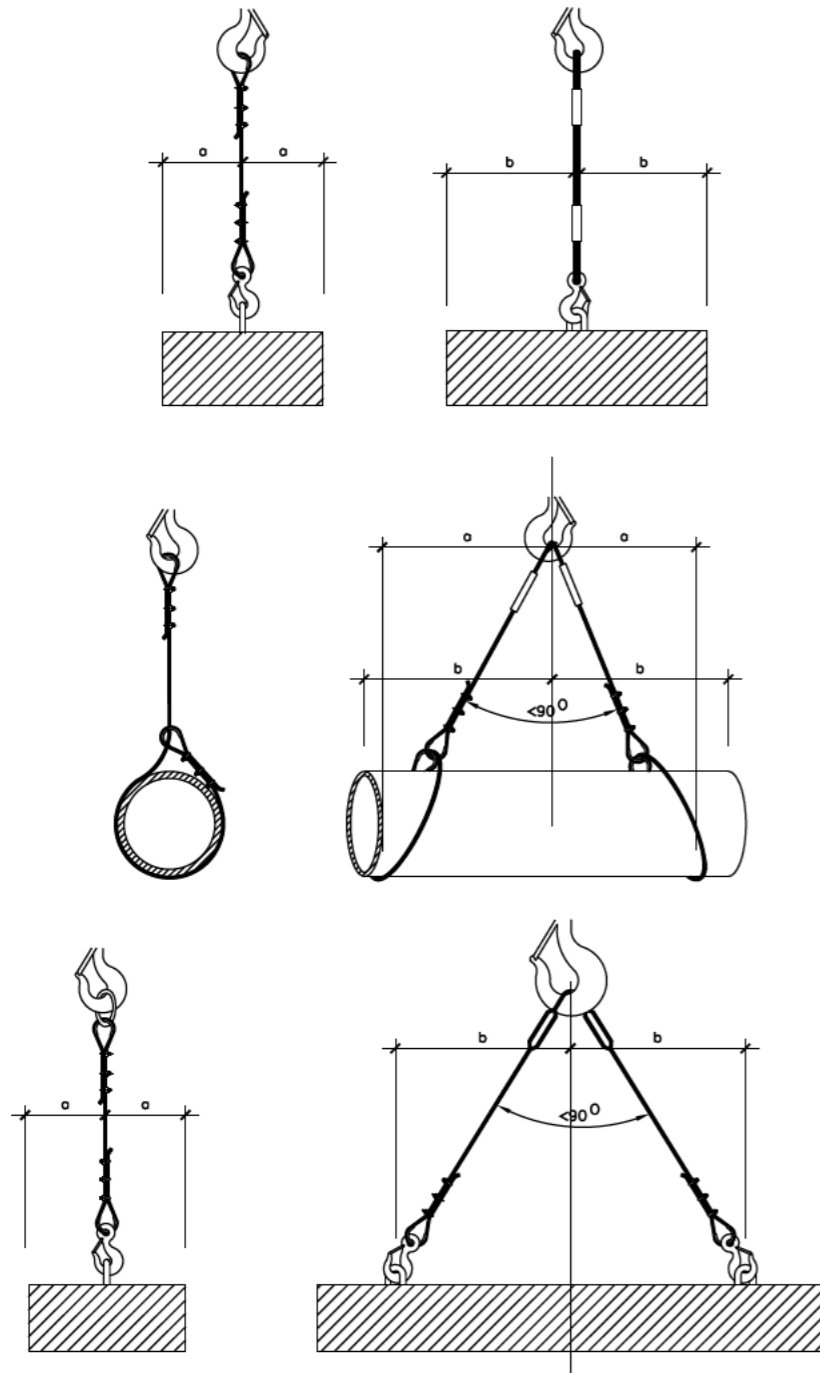
- 1- LOS TORNAPUNTAS SE COLOCARAN CADA 3 POSTES Y EN CADA MODIFICACION DE DIRECCION
- 2- SE UBICARAN EN EL INTERIOR DE LA ZONA DE OBRAS
- 3- LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LAS CIMENTACIONES SE CONSIDERAN MINIMAS.

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 5</b>			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
5	8	10	MAYO 2024	A1: S/E	1859_SYS
CONSULTORES:					



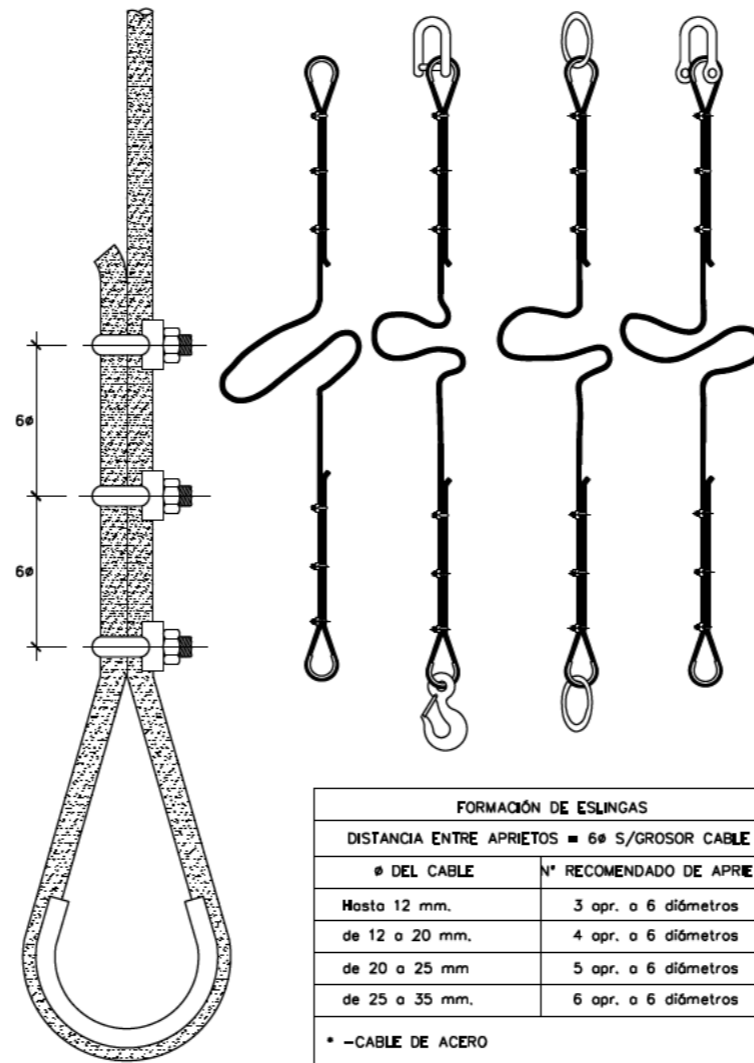


# FORMAS DE SUSTENTACIÓN DE CARGAS



LA CARGA DEBE IR BIEN CENTRADA Y LA ESLINGA NO DEBE TRABAJAR CON ANGULOS SUPERIORES A NOVENTA GRADOS

# FORMACIÓN DE ESLINGAS



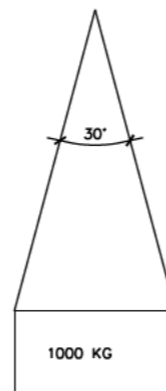
FORMACIÓN DE ESLINGAS	
DISTANCIA ENTRE APRIETOS = 6φ S/GROSOR CABLE	
φ DEL CABLE	Nº RECOMENDADO DE APRIETOS
Hasta 12 mm.	3 apr. o 6 diámetros
de 12 a 20 mm.	4 apr. o 6 diámetros
de 20 a 25 mm	5 apr. o 6 diámetros
de 25 a 35 mm.	6 apr. o 6 diámetros

- CABLE DE ACERO
- LAZOS PROTEGIDOS CON FORRILLO GUARDACABOS
- PUEDEN SUSTITUIRSE LOS APRIETOS POR CASQUILLOS SOLDADOS

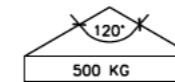
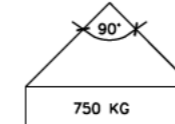
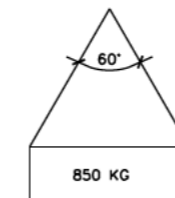
## MANEJO DE MATERIALES

### LA MISMA ESLINGA

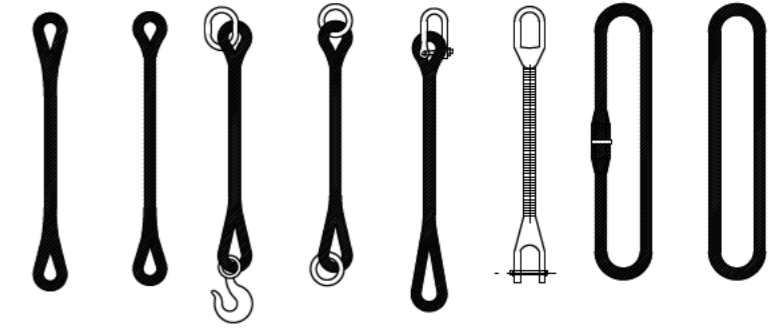
- ángulo 30° .....1000kg
- ángulo 60° ..... 850kg
- ángulo 90° ..... 750kg
- ángulo 120° ..... 500kg



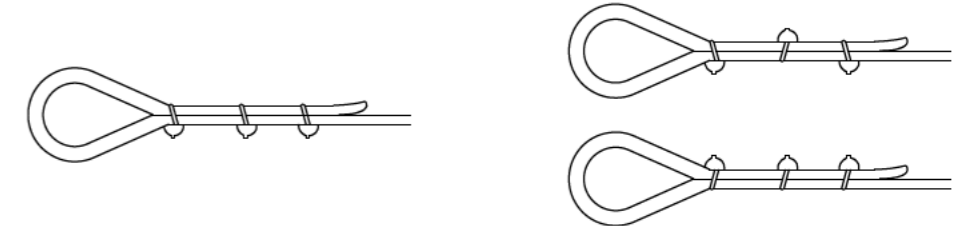
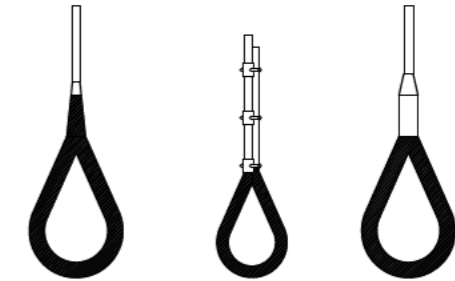
RELACION ENTRE EL ANGULO DE LA ESLINGA Y SU CAPACIDAD DE CARGA



# TIPOS DE ESLINGAS



## GAZAS

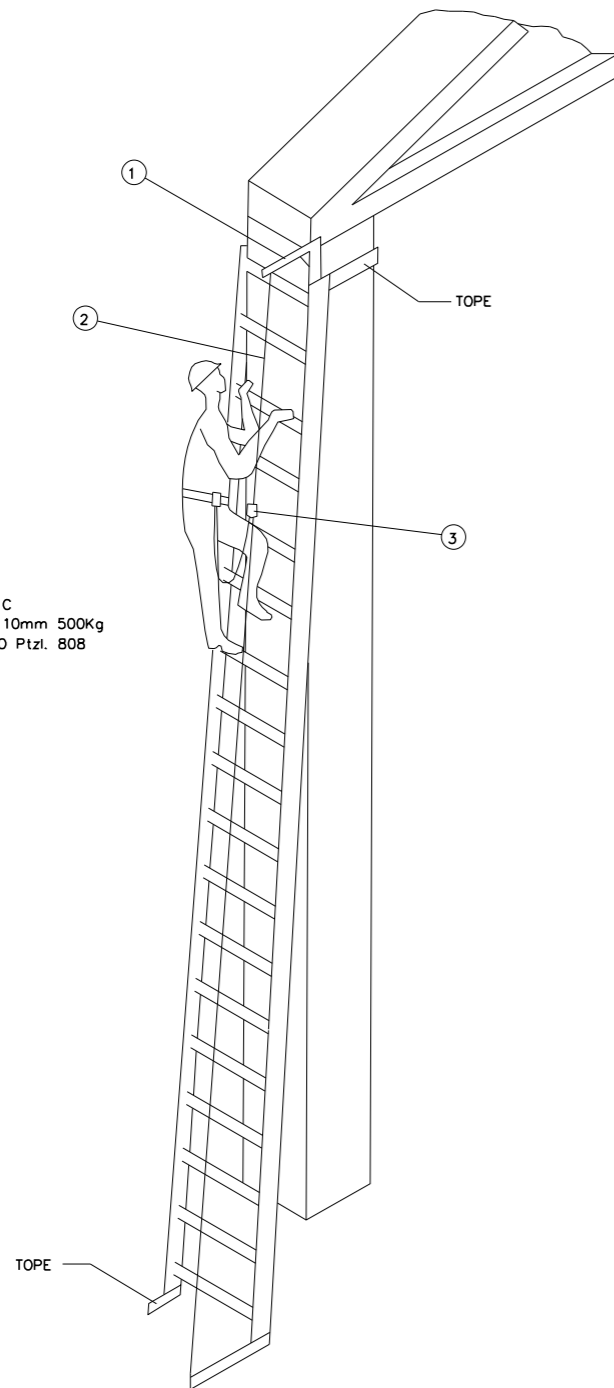
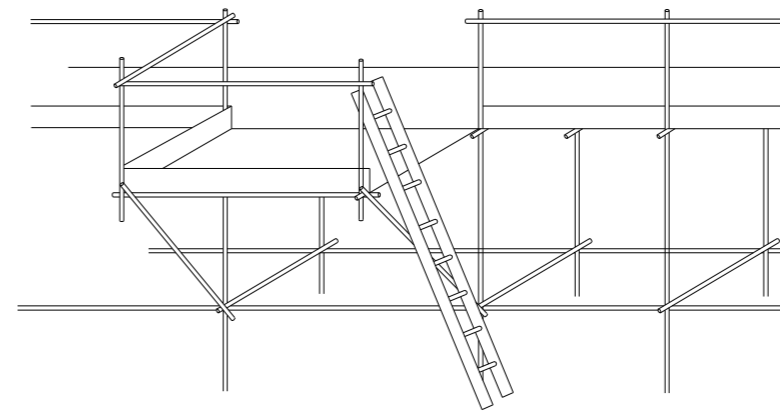


### METODO CORRECTO

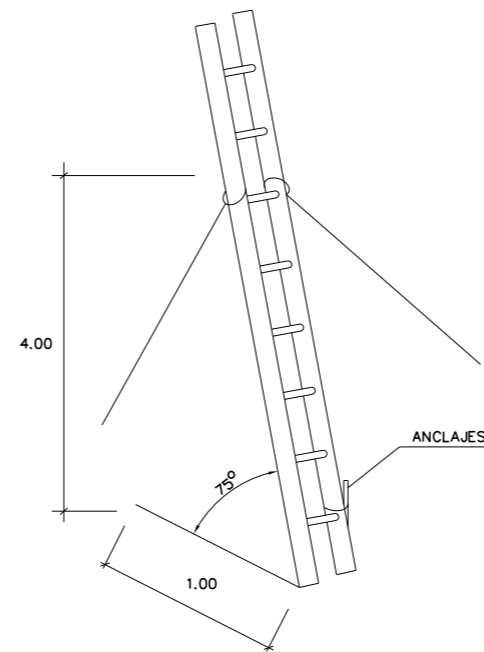
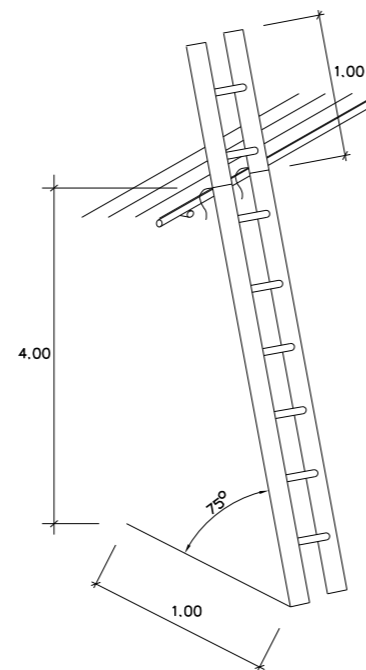
### METODOS INCORRECTOS

Diámetro del Cable	Número de Perrillos	Distancia entre Perrillos
Hasta 12 mm	3	6 Diámetros
12 mm a 20 mm	4	6 Diámetros
20 mm a 25 mm	5	6 Diámetros
25 mm a 35 mm	6	6 Diámetros

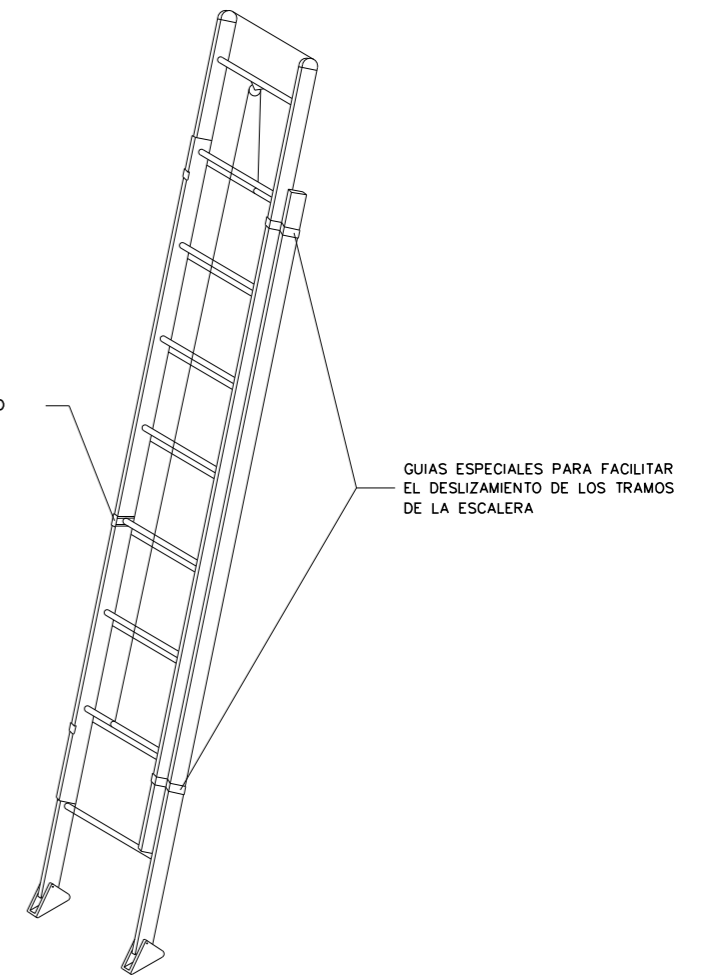
Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADOR:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADOR:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 6			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
6 8	11	26	MAYO 2024	A1: S/E	1859_SYS
CONSULTORES:					



CINTURON TIPO C  
CUERDA Ø MIN. 10mm 500Kg  
ANTIRRETROCESO Ptzl. 808



MECANISMO DE SUJECCION  
POR GRAVEDAD SUJETANDO  
DOS PELDAÑOS




SEGURIDAD EN ACCESOS Y ESTABILIDAD ESCALERA

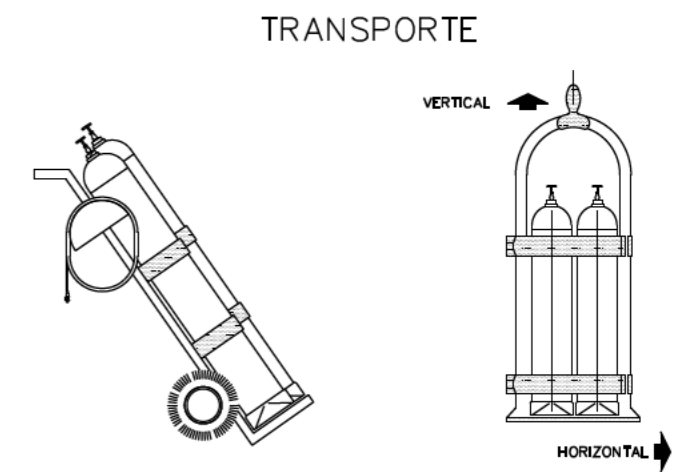
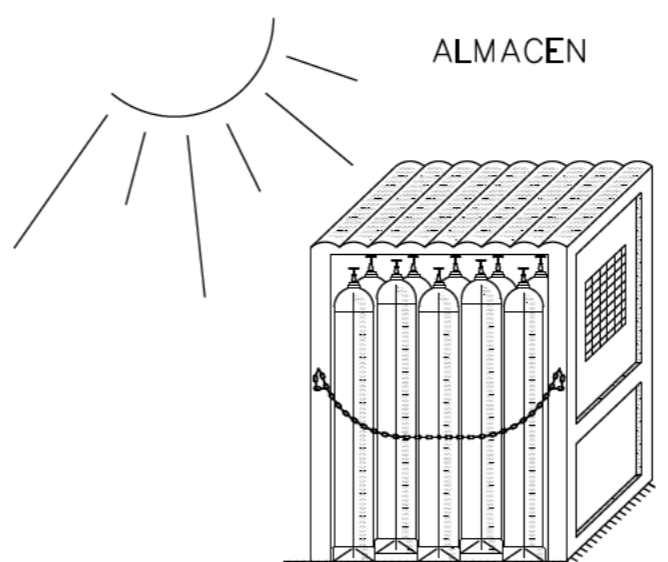
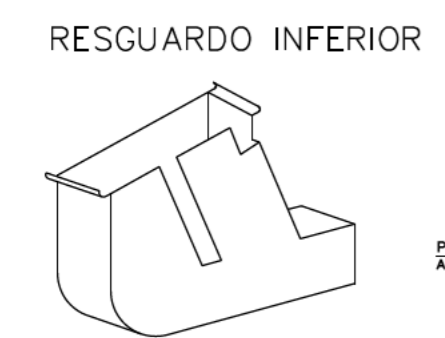
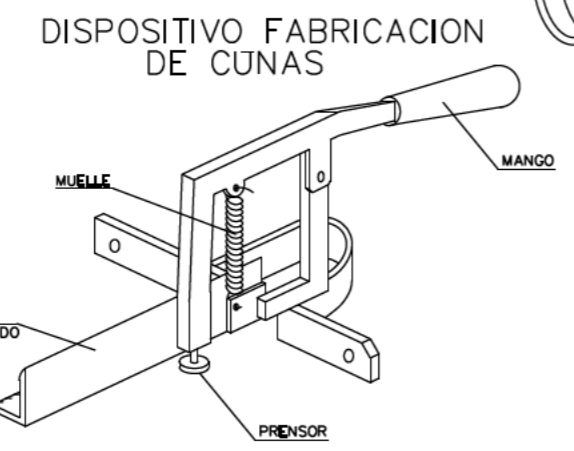
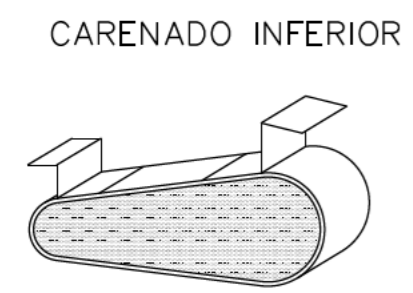
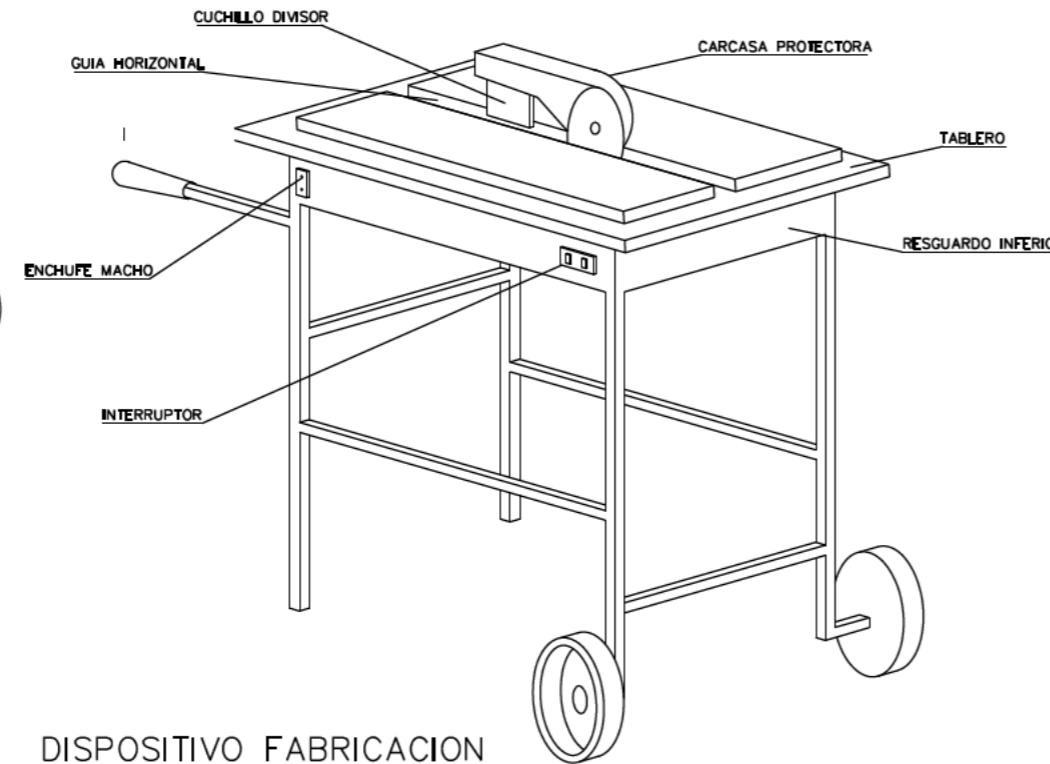
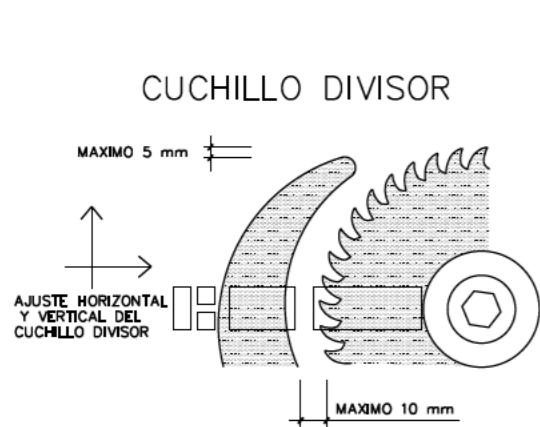
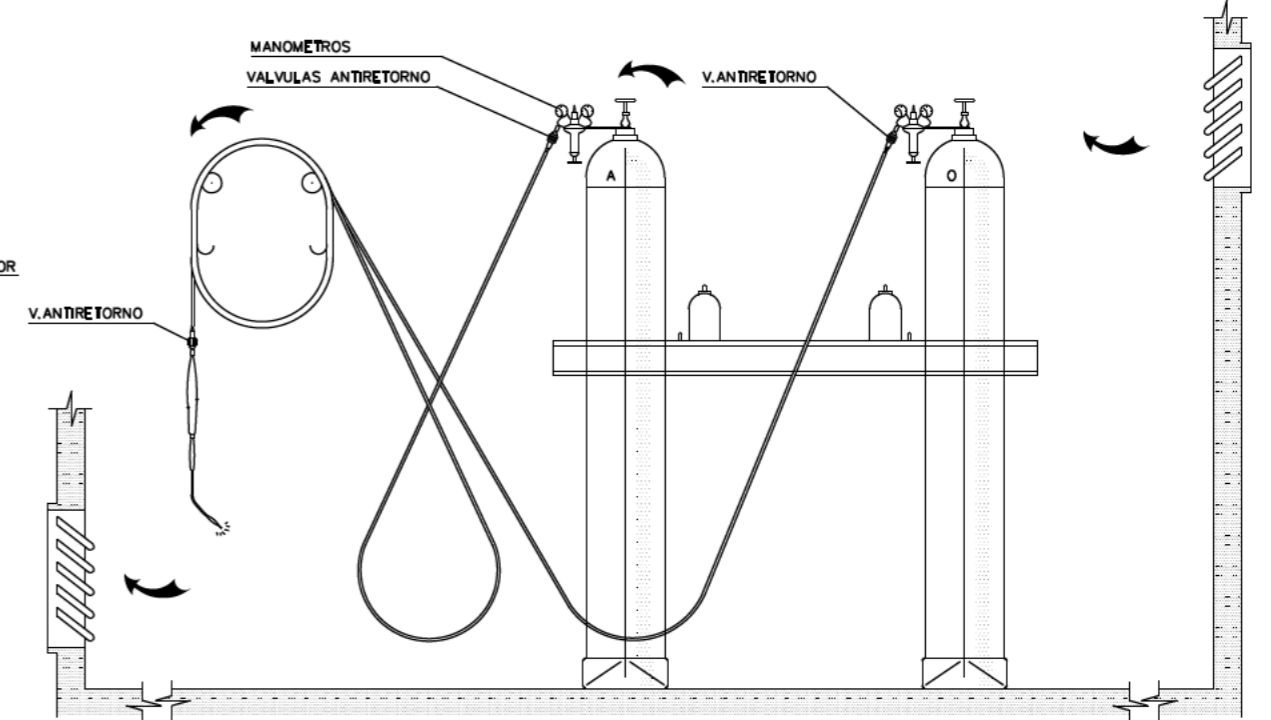
- ① CARTELA SUJECCION SIRGA ANCLAJE CINTURON
- ② SIRGA DE POLIAMIDA ANCLAJE CINTURON Ø 14 m/m
- ③ DISPOSITIVO PARA ANCLAJE CINTURON DESLIZANTE SOBRE SIRGA

ACCESO CON ESCALERA A CORONACION

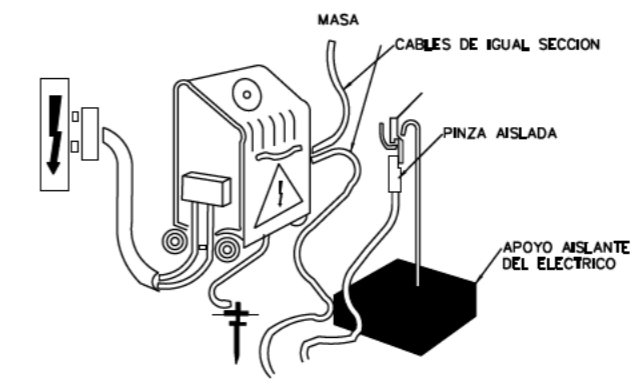
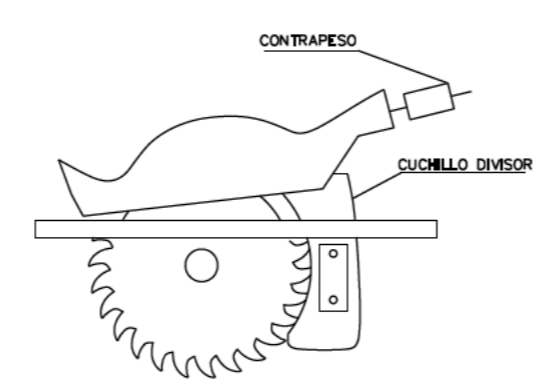
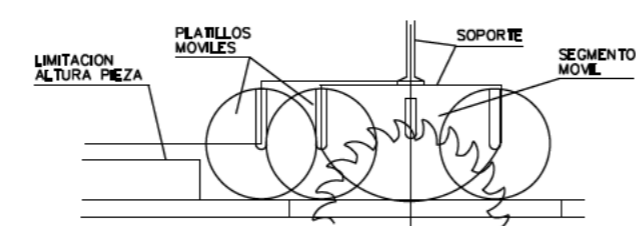
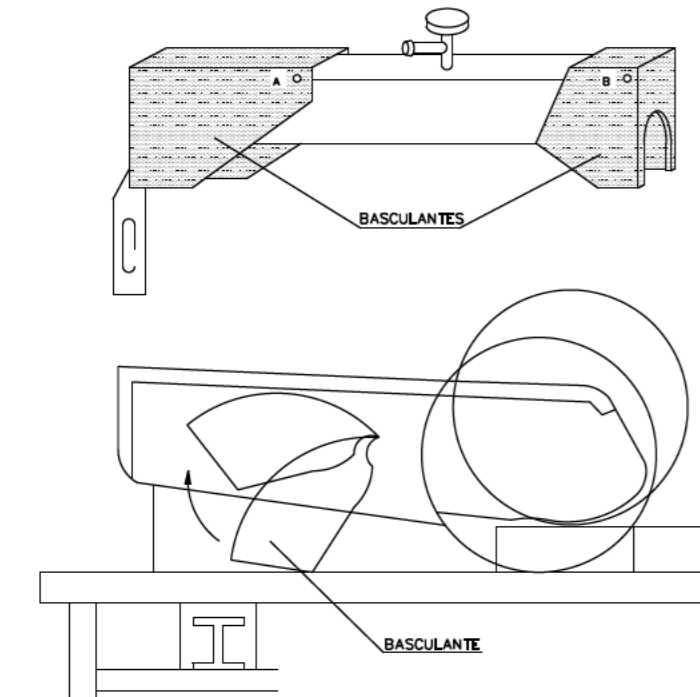
### POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 7			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
7	8	12	26	MAYO 2024	A1: S/E 1859_SYS
CONSULTORES:					

# INSTALACION DE BOMBONAS DE OXIGENO Y ACETILENO



## CARCASA PROTECTORAS

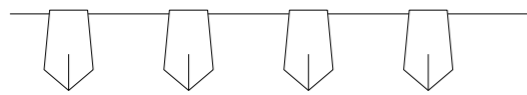


OBSERVACIONES:  
- Los soldadores y personal ayudante, irán dotados de protección personal adecuado

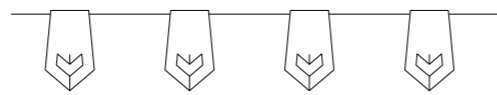
## SOLDADURA ELECTRÓGENA

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES COLECTIVAS 8			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
8	8	13	26	MAYO 2024	A1: S/E 1859_SYS
CONSULTORES:					

# BALIZAMIENTO DE OBRA Y SEÑALIZACIÓN VARIA



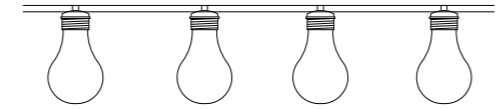
CORDON BALIZAMIENTO



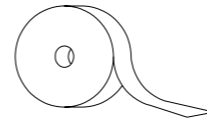
CORDON BALIZAMIENTO



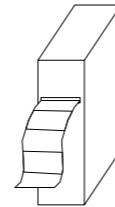
CORDON DE BALIZAMIENTO NORMAL Y REFLECTANTE



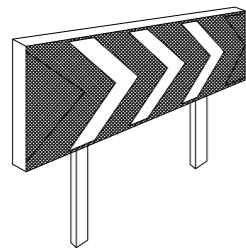
PORTALAMPARAS DE PLASTICO



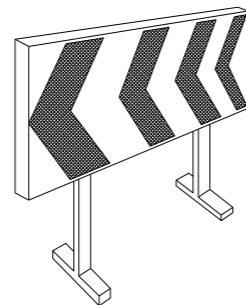
CINTA BALIZAMIENTO REFLECTANTE



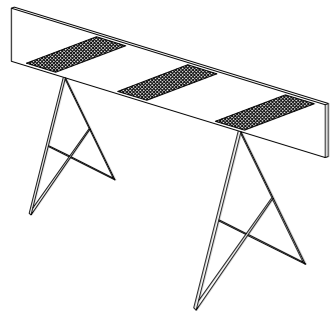
CINTA BALIZAMIENTO PLASTICO



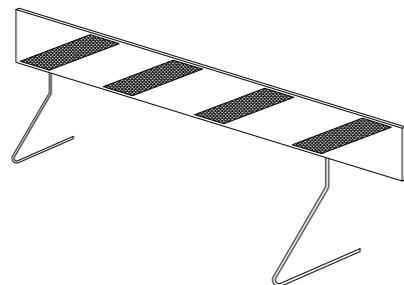
PANELES DIRECCIONALES PARA CURVAS



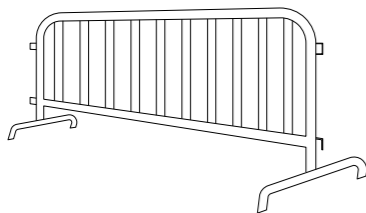
PANELES DIRECCIONALES PARA OBRAS



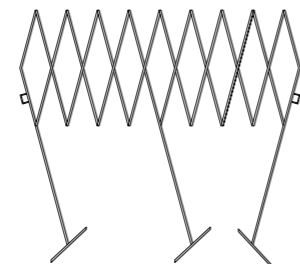
VALLA DE OBRAS MODELO 2



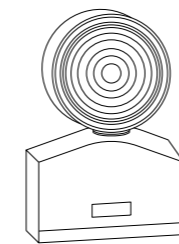
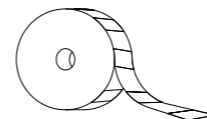
VALLA DE OBRAS MODELO 1



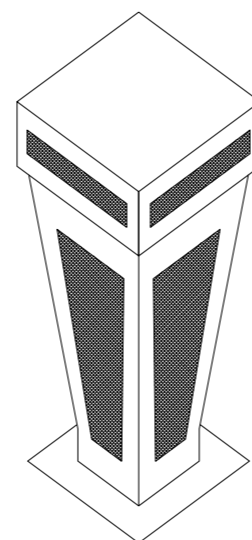
VALLA DE CONTENCIÓN DE PEATONES



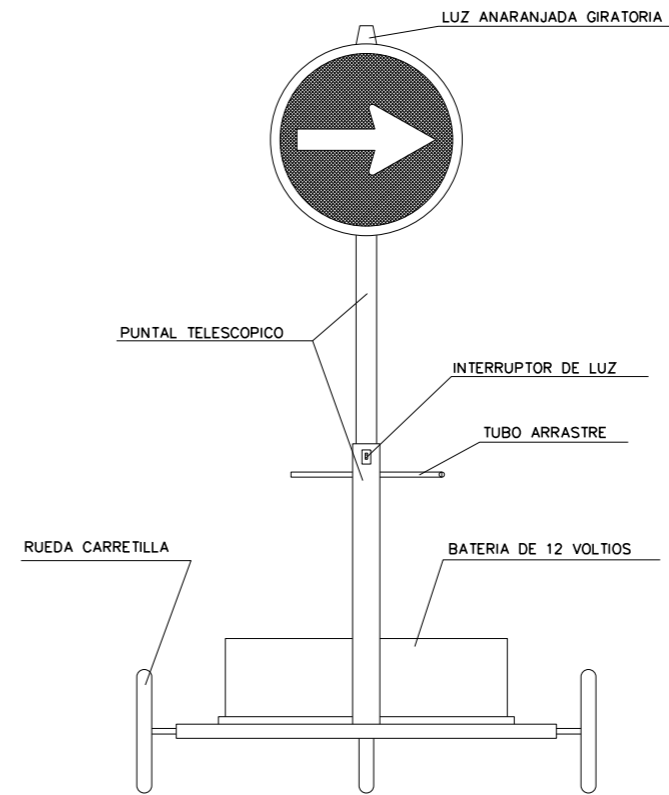
VALLA EXTENSIBLE



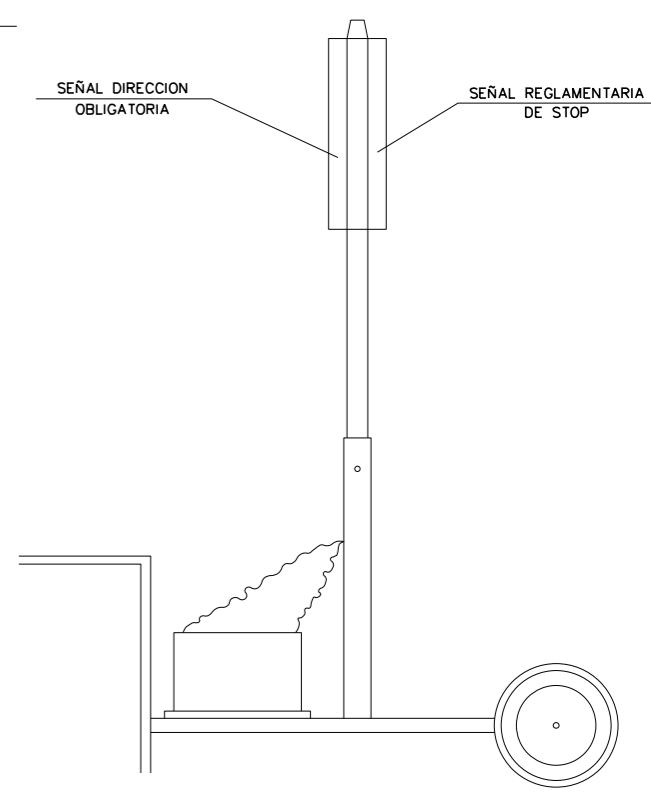
LAMPARA AUTONOMA FIJA INTERMITENTE



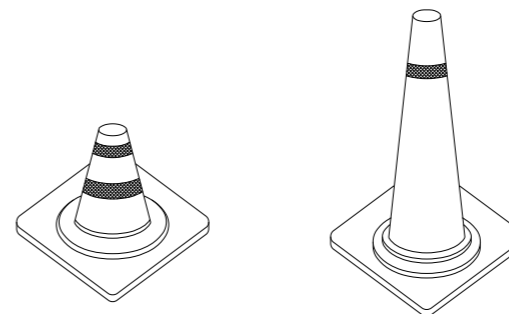
HITO LUMINOSO



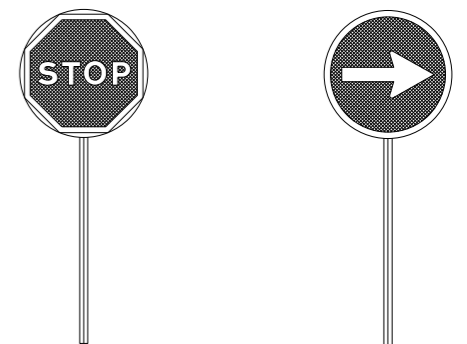
VISTA FRONTAL



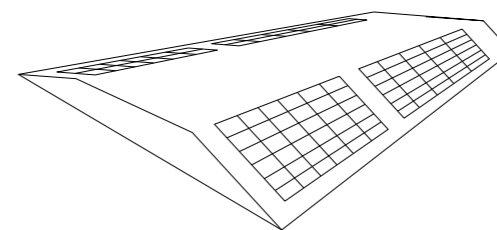
VISTA LATERAL



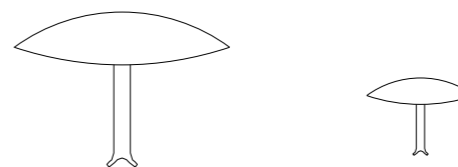
CONOS



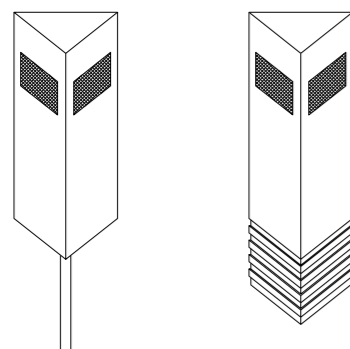
PALETAS MANUALES DE SEÑALIZACION



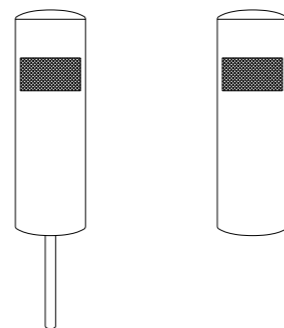
CAPTAFARO HORIZONTAL "OJOS DE GATO"



CLAVOS DE DESACELERACION



HITOS CAPTAFAROS PARA SEÑALIZACION LATERAL DE AUTOPISTA EN POLIETILENO

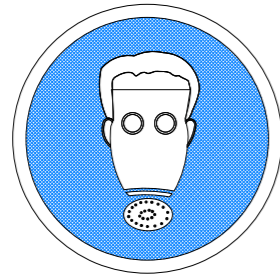


HITOS DE PVC

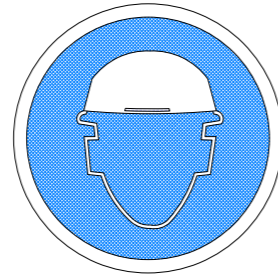
Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 1</b>			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
1	6	14	26	MAYO 2024	A1: S/E 1959_SYS
CONSULTORES:					



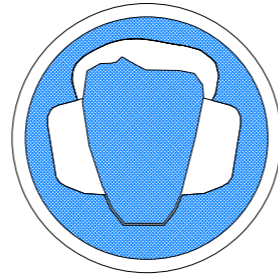
# SEÑALES DE OBLIGACIÓN



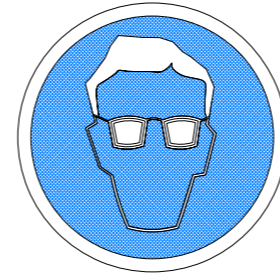
PROTECCION  
OBLIGATORIA DE LAS  
VIAS RESPIRATORIAS



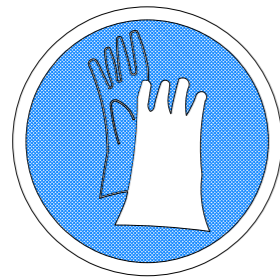
PROTECCION  
OBLIGATORIA  
DE LA CABEZA



PROTECCION  
OBLIGATORIA  
DEL OIDO



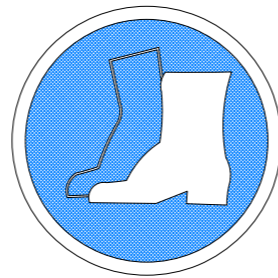
PROTECCION  
OBLIGATORIA  
DE LA VISTA



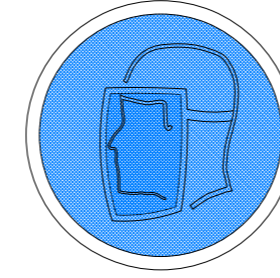
PROTECCION  
OBLIGATORIA DE LAS  
MANOS



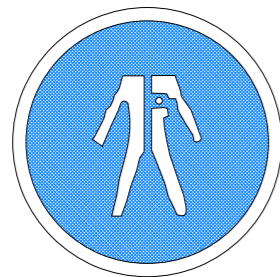
PROTECCION  
INDIVIDUAL OBLIGATORIA  
CONTRA CAIDAS



PROTECCION  
OBLIGATORIA  
DE LOS PIES



PROTECCION  
OBLIGATORIA DE  
LA CARA



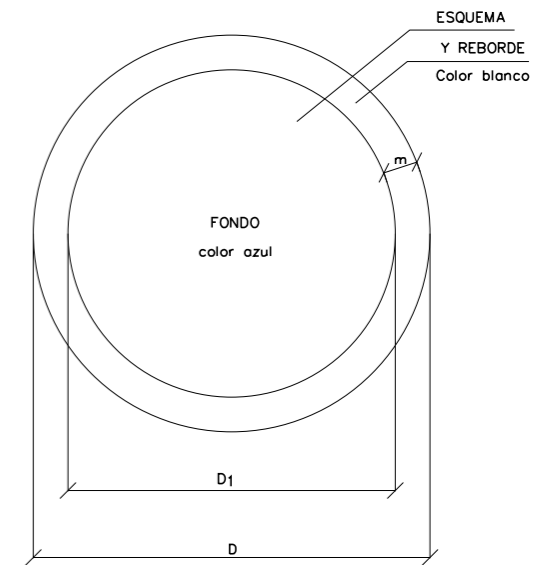
PROTECCION  
OBLIGATORIA DEL  
CUERPO



VIA  
OBLIGATORIA PARA  
PEATONES



OBLIGACION GENERAL  
ACOMPAÑADA DE UNA SEÑAL  
ADICIONAL SI PROCEDE



DIMENSIONES EN mm		
D	D1	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	87	5

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 2			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
2	6	15	26	MAYO 2024	A1: S/E 1959_SYS
CONSULTORES:					

# SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81.501)



AGUA NO POTABLE



PROHIBIDO APAGAR  
CON AGUA



PROHIBIDO ENCENDER  
FUEGO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO EL PASO  
A LOS PEATONES



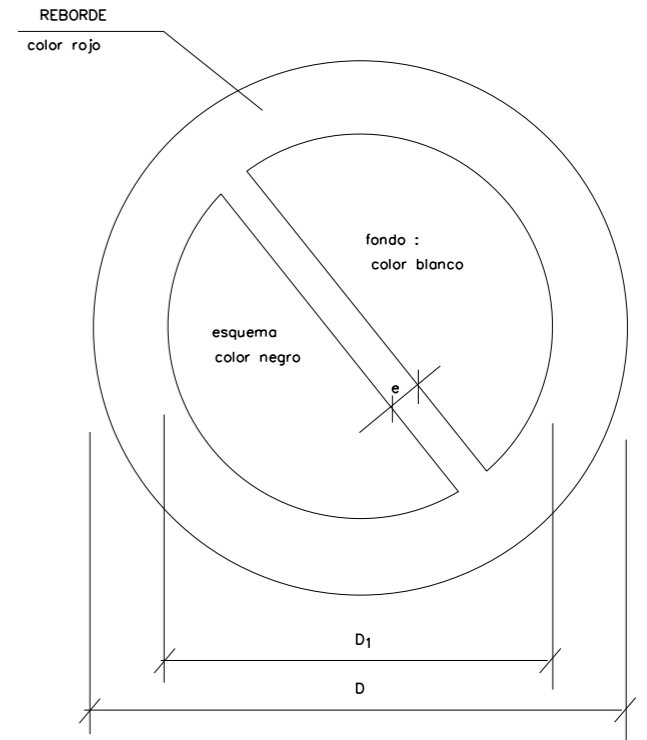
NO TOCAR



PROHIBIDO EL PASO  
A TODA PERSONA  
AJENA A LA OBRA



PROHIBIDO EL PASO  
A CARRETILLA



DIMENSIONES EN mm		
D	D 1	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

Nº		CONCEPTO	FECHA	POR	
REVISIONES					
		DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 3			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
3	6	16	MAYO 2024	A1: S/E	1859_SYS
CONSULTORES:					

# SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



MATERIAS INFLAMABLES



MATERIAS EXPLOSIVAS



MATERIAS RADIATIVAS



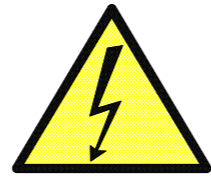
CARGAS SUSPENDIDAS



MATERIAS TOXICAS



MATERIAS CORROSIVAS



RIESGO ELECTRICO



PELIGRO INDETERMINADO



RIESGO DE TROPEZAR



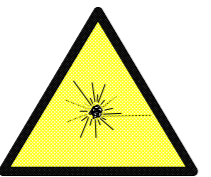
BAJA TEMPERATURA



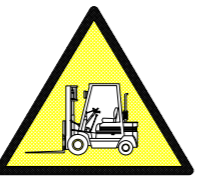
CAIDAS A DISTINTO NIVEL



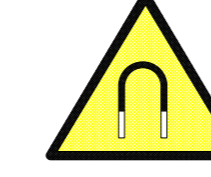
RIESGO BIOLÓGICO



RADIACIONES LASER



VEHICULO DE MANUTENCION



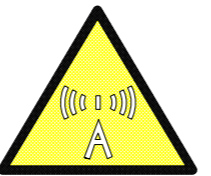
CAMPO MAGNETICO INTENSO



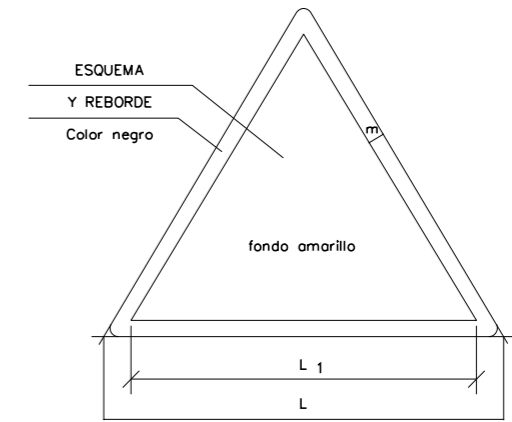
MATERIAS COMBURENTES



MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES



RADIACIONES NO IONIZANTES



DIMENSIONES EN mm		
L	L 1	m
594	492	30
420	348	21
297	248	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 4			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
4	6	17	26	MAYO 2024	A1: S/E 1959_SYS
CONSULTORES:					



# CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZON DE UN TALLER A OTRO. ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.  
NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACION SE INSERTAN A CONTINUACION.

1 LEVANTAR LA CARGA



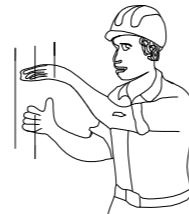
2 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA



3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILON O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



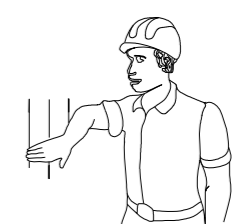
6 BAJAR LA CARGA



7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



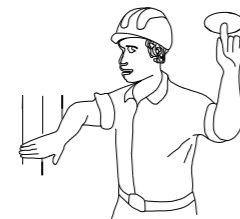
8 BAJAR EL AGUILON O PLUMA



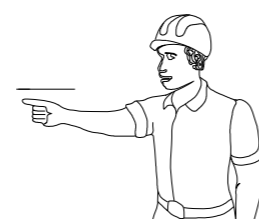
9 BAJAR EL AGUILON O PLUMA LENTAMENTE



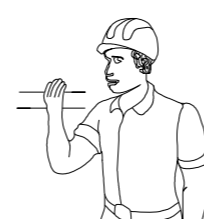
10 BAJAR EL AGUILON O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



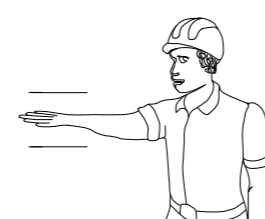
11 GIRAR EL AGUILON EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO



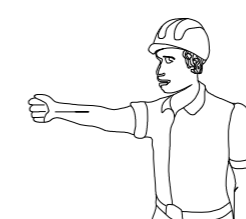
12 AVANZAR EN LA DIRECCION INDICADA POR EL SEÑALISTA



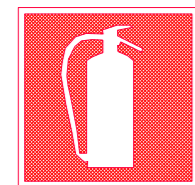
13 SACAR PLUMA



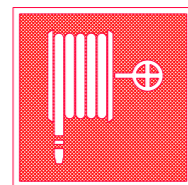
14 METER PLUMA



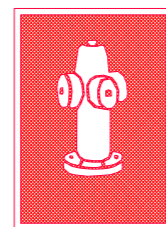
15 PARAR



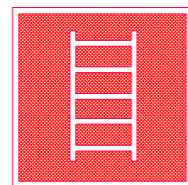
EXTINTOR (Rojo)



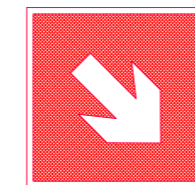
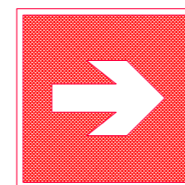
MANGUERA PARA INCENDIOS (Rojo)



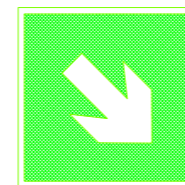
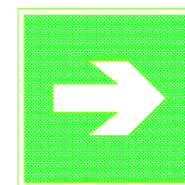
HIDRANTE DE INCENDIOS (Rojo)



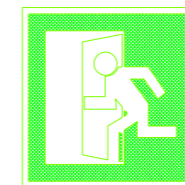
ESCALERA DE MANO (Rojo)



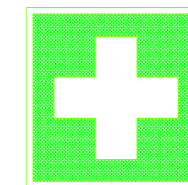
DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE (Rojo)



DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE (Verde)



SALIDA DE SOCORRO (Verde)






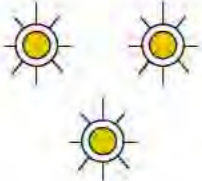



EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS (Verde)

## SEÑALES FIJAS DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS VIAS DE EVACUACIÓN E INFORMATIVAS

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 5			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
5	6	18	26	MAYO 2024	A1: S/E 1859_SYS
CONSULTORES:					



# LUMINOSOS

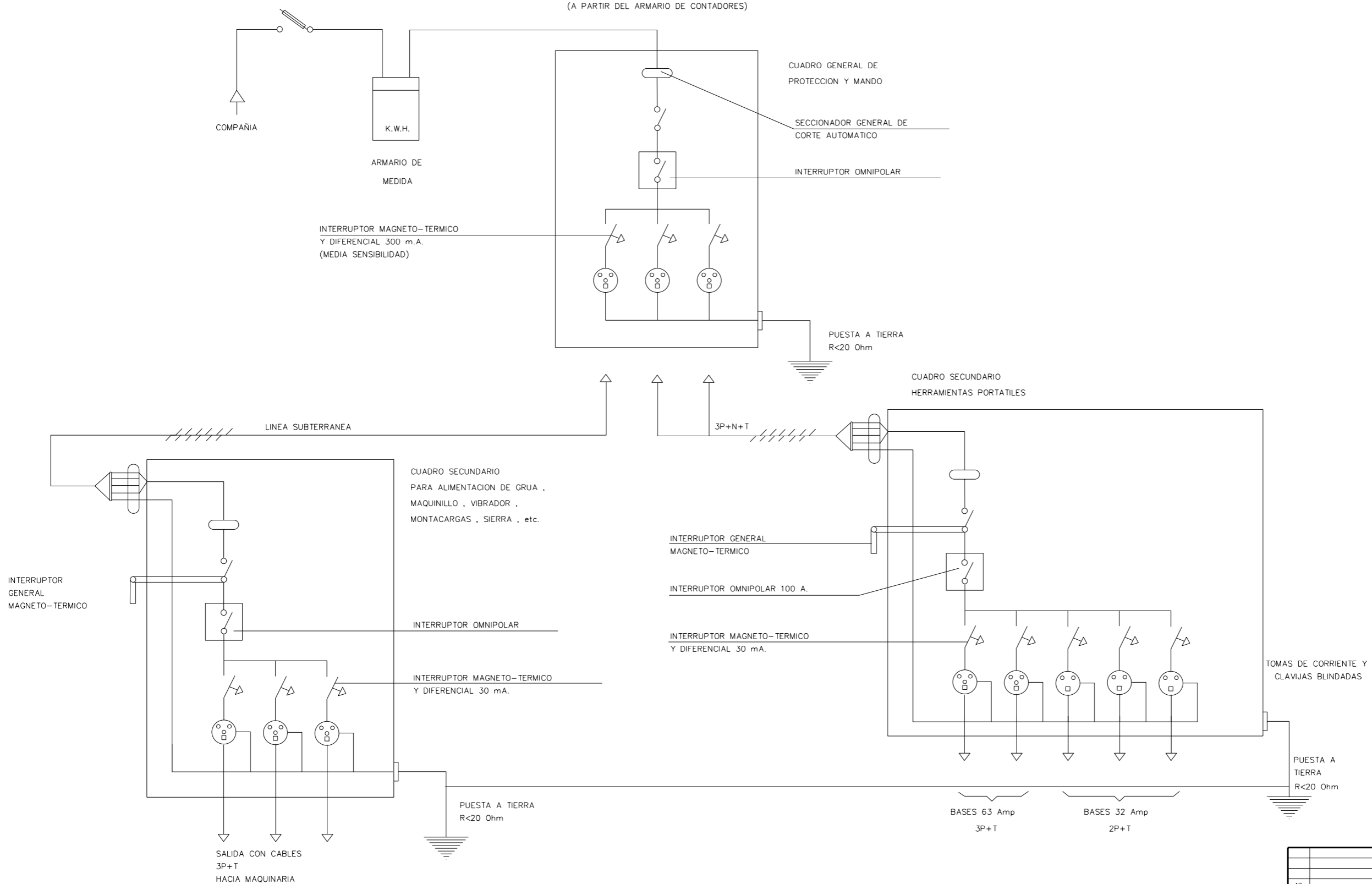
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACION
TL-1		SEMAFORO
TL-2		LUZ AMBAR INTERMITENTE
TL-3		LUZ AMBAR ALTERNATIVA INTERMITENTE
TL-4		TRIPLE LUZ AMBAR ALTERNATIVA INTERMITENTE
TL-5		DISCO LUMINOSO MANUAL DE PASO PERMITIDO
TL-6		DISCO LUMINOSO MANUAL DE STOP O PASO PROHIBIDO
TL-7		LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS

CLAVE	SEÑAL	DENOMINACION
TL-8		CASCADAS LUMINOSA
TL-9		TUBO LUMINOSO
TL-10		LUZ AMARILLA FIJA
TL-11		LUZ ROJA FIJA

IP	CONCEPTO	FECHA	PDF		
REVISIONES					
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD SEÑALIZACIÓN DE OBRA 6			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
8	6	18	26	MAYO 2024	A1; SIE; 1858_SYS
CONSULTORES:					

# ESQUEMA TIPO DE INSTALACION ELECTRICA DE OBRA

(A PARTIR DEL ARMARIO DE CONTADORES)



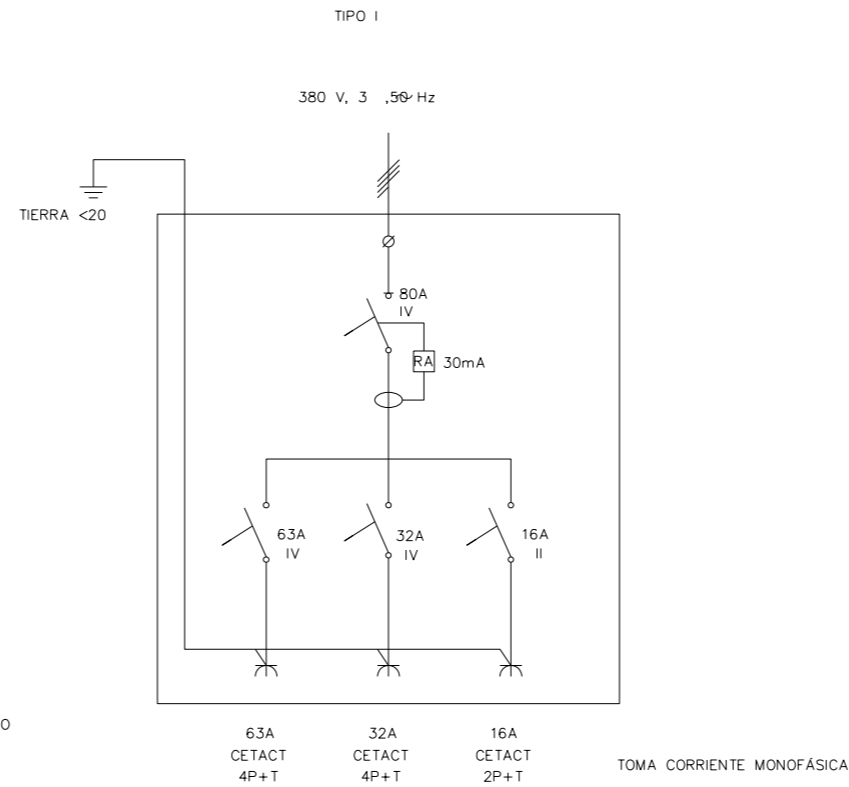
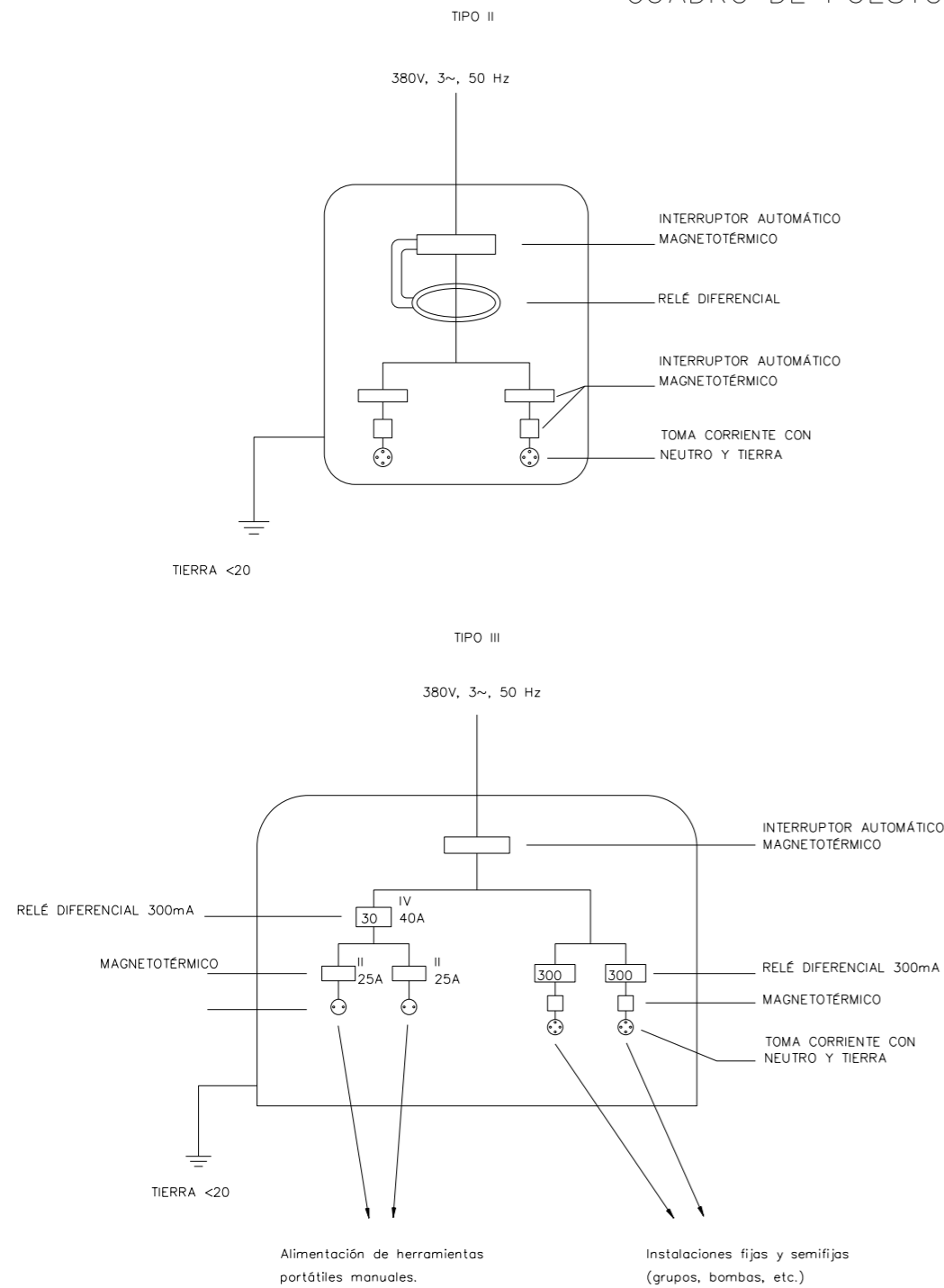
**NOTAS:**

- LA INTENSIDAD NOMINAL, LA SECCIÓN DE LOS CABLES Y EL NÚMERO DE INTERRUPTORES DEL CUADRO GENERAL DE OBRA ES PURAMENTE ORIENTATIVO. CADA OBRA LLEVARÁ EL CUADRO GENERAL ASOCIADO AL NÚMERO DE INSTALACIONES QUE SE PRECISEN.
- INSTALACIÓN ADOSADA, A UNA ALTURA MÍNIMA DEL SUELO DE 1M.
- ENTRADA Y SALIDAS DE CABLE PROTEGIDAS CON PRENSAESTOPAS.

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1</b>			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº 1 6	PLANO Nº 20	Nº DE PLANOS 26	FECHA MAYO 2024	ESCALA A1: S/E	FICHERO DWG 1959_SYS
CONSULTORES:					

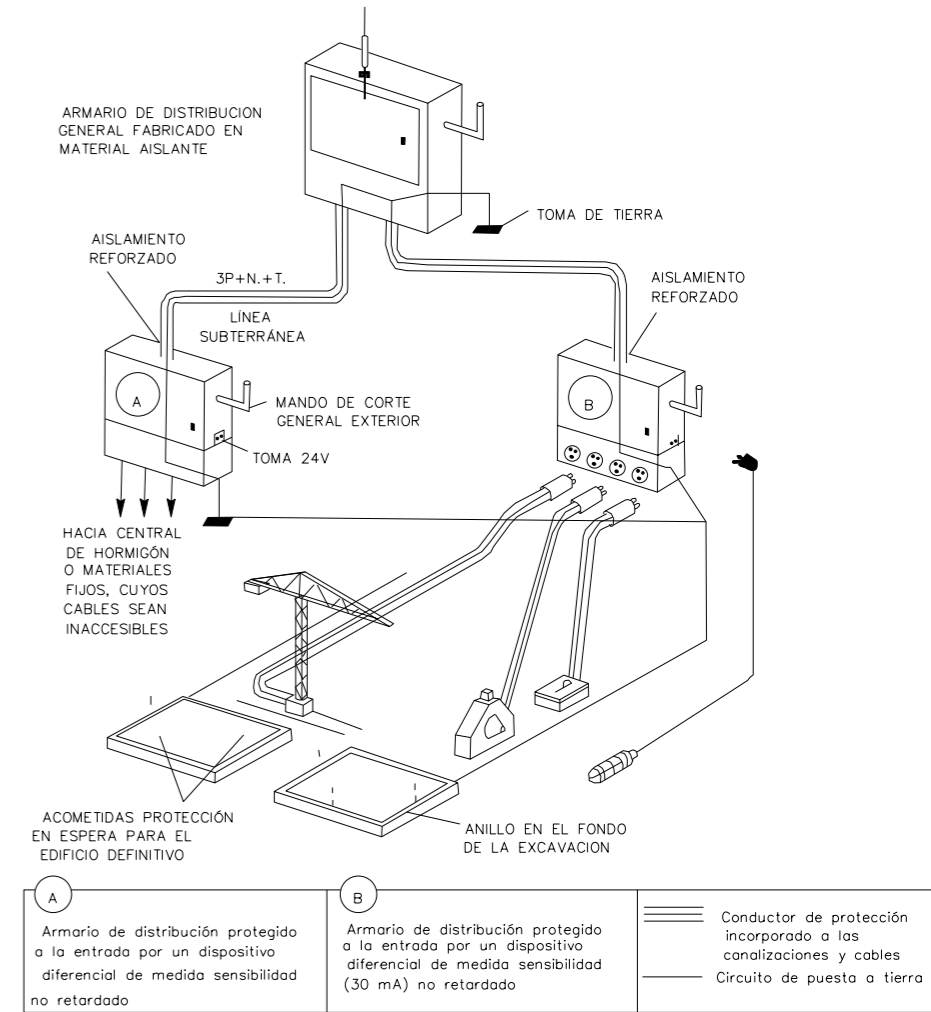


# CUADRO DE PUESTO DE TRABAJO



MATERIAL: CAJA DOBLE AISLAMIENTO HALYESTER TIPO K, O EQUIVALENTE

# ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA UNA OBRA MEDIANA



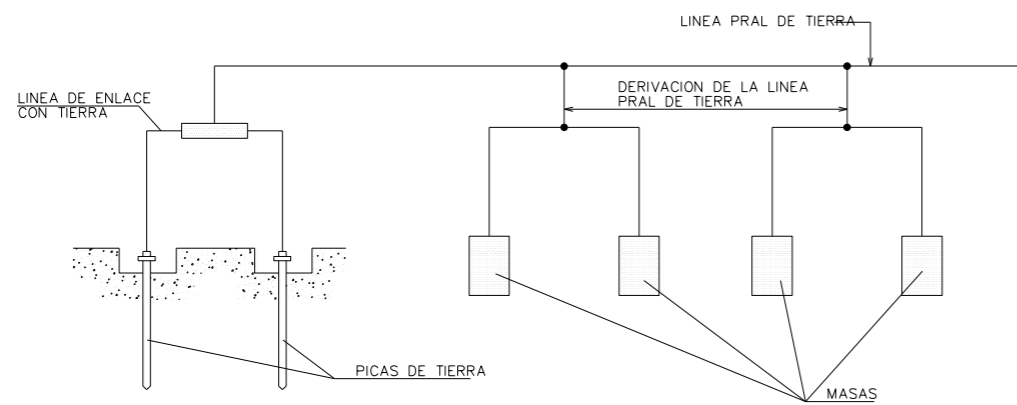
- ALIMENTACIÓN CON NEUTRO PUESTO DIRECTAMENTE A TIERRA
- CORTE OBLIGATORIO AL PRIMER DEFECTO

### NOTAS:

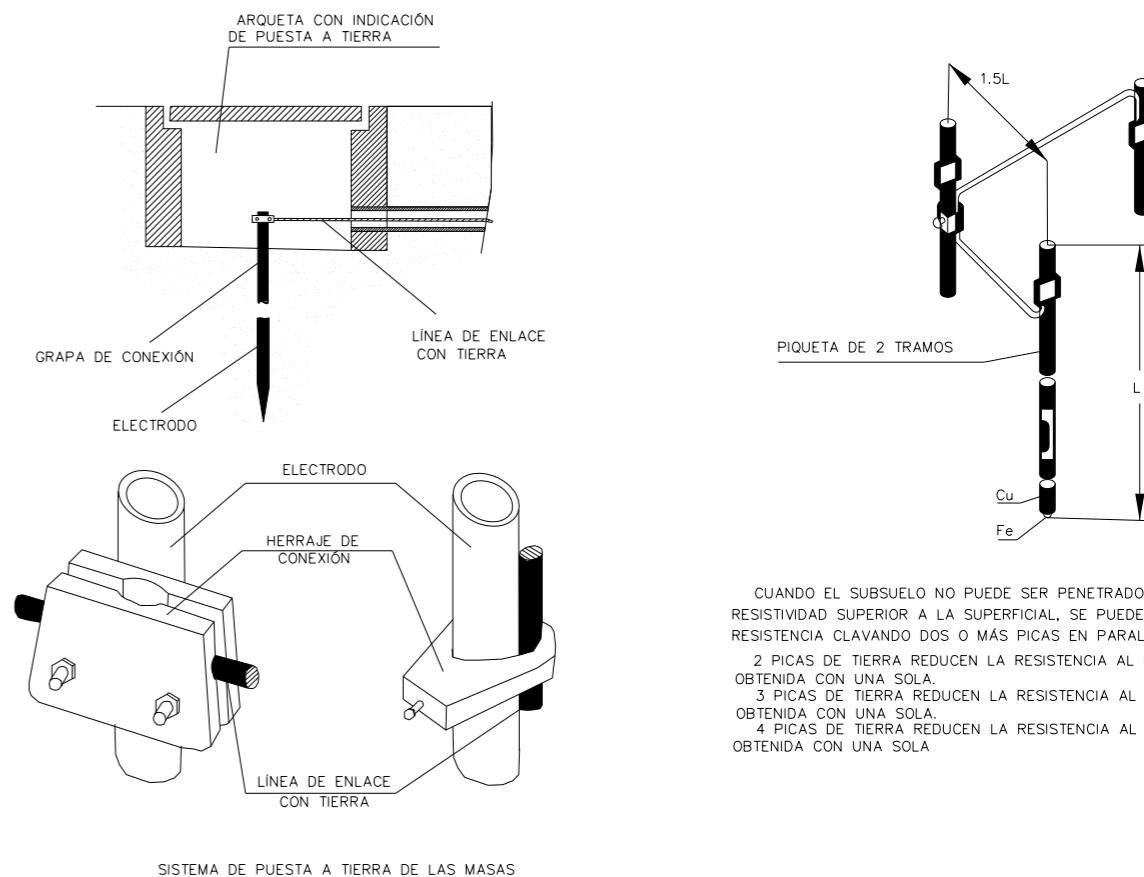
- LA INTENSIDAD NOMINAL, LA SECCIÓN DE LOS CABLES Y EL NÚMERO DE INTERRUPTORES DEL CUADRO GENERAL DE OBRA ES PURAMENTE ORIENTATIVO. CADA OBRA LLEVARÁ EL CUADRO GENERAL ASOCIADO AL NÚMERO DE INSTALACIONES QUE SE PRECISEN.
- INSTALACIÓN ADOSADA, A UNA ALTURA MÍNIMA DEL SUELO DE 1M.
- ENTRADA Y SALIDAS DE CABLE PROTEGIDAS CON PREENSAESTOPAS.

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>			
CALCULADO:	AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS		
DIBUJADO:	PROYECTO BASICO REVISIÓN 01		
COMPROBADO:	PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW		
PROYECTADO:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIÓN E		
DIRIGIDO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2		
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
2	6	21	26
ESCALA		FICHERO DWG	
A1: S/E		1859_SYS	
CONSULTORES:			

# ESQUEMA DE UN CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA



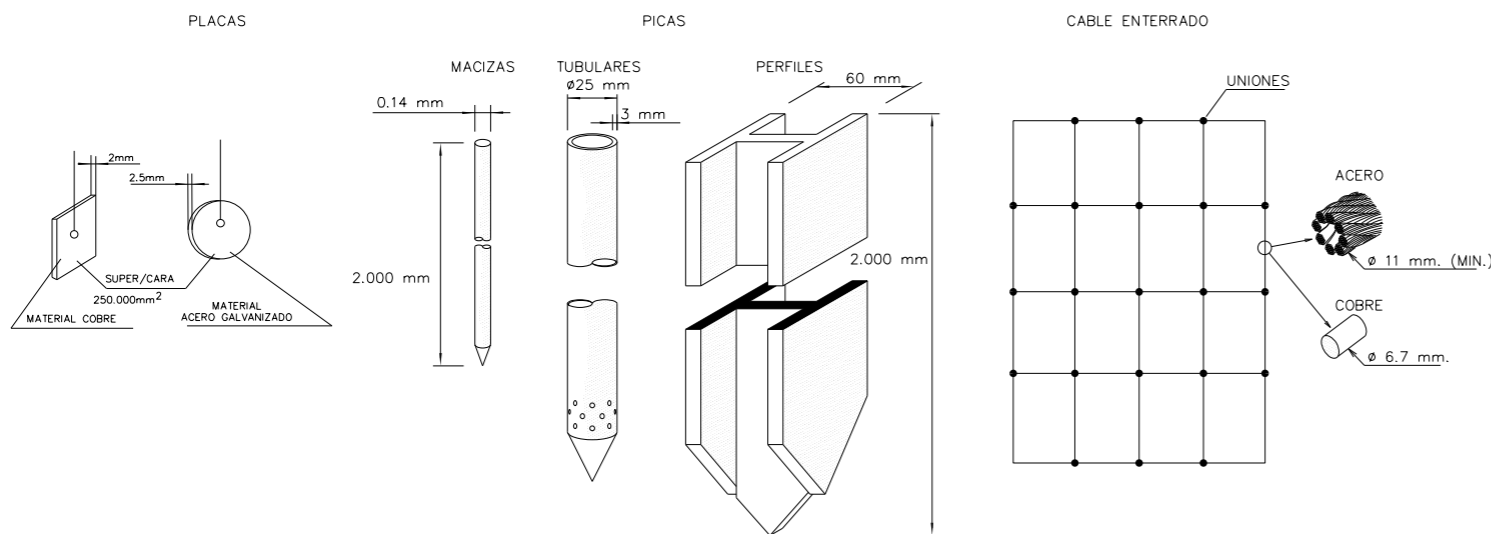
# SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS



CUANDO EL SUBSUELO NO PUEDE SER PENETRADO O PRESENTA UNA RESISTIVIDAD SUPERIOR A LA SUPERFICIAL, SE PUEDE DISMINUIR LA RESISTENCIA CLAVANDO DOS O MÁS PICAS EN PARALELO.

- 2 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 60% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
- 3 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 45% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
- 4 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 33% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.

## ELECTRODOS



## RESISTENCIA EN OHMIOS ESPERADA SEGUN TIPO ELECTRODO-TERRENO

TIPO DE ELECTRODO	SEPARACION ENTRE ELECTRODOS	NUMERO DE ELECTRODOS	A	B	C	D	E	F	G	H
PICAS DE 2.5 m. DE LONGITUD	1 m.	1	320	160	80	56	24	14	5	2
	3 m.	2	290	154	72	51	22	12.5	4.5	1.8
	3 m.	3	265	136	68	48	20	12	4.2	1.7
	3 m.	5	230	123	61	43	18	10	3.7	1.5
	3 m.	10	190	104	52	36	15	9	3.2	1.3
	10 m.	2	232	123	61	43	18	10	3.8	1.5
	10 m.	3	192	104	52	36	15	8.9	3.2	1.3
	10 m.	5	144	84	42	29	12	7.5	2.6	1
	10 m.	10	126	72	36	25	11	6.2	2.2	0.9
	30 m.	2	160	83	41	29	12	7.1	2.6	1
	30 m.	3	110	59	30	21	9	5.2	1.8	0.7
	30 m.	5	80	40	20	14	6	3.5	1.2	0.5
30 m.	10	50	24	12	8.5	3.6	2.1	0.7	0.3	
PLACAS DE 1m <sup>2</sup> POR CARA	1 m.	1	212	102	52	35	15	8.7	3.2	1
	3 m.	2	193	92	48	32	14	8	2.9	1
	3 m.	3	180	86	45	30	13	7.5	2.7	0.9
	10 m.	2	163	78	40	28	12	6.8	2.4	0.8
	10 m.	3	138	66	34	23	10	6	2	0.7
	30 m.	2	110	53	27	19	8	5	1.7	0.5
	30 m.	3	78	38	20	13	6	3.5	1.2	0.4

TIPOS DE TERRENO

A	CALCAREO MESOZOICO, YESO SECO
B	CALCAREO MIOCENICO, ARENA NORMAL
C	LAVA PUZOLANA, TURBA SECA, ARENA-ARCILLA
D	ALUVIONES EMBEBIDOS EN AGUA DULCE, ARENA CASAJOS MOJADOS.
E	ALUVIONES, ARENA-ARCILLA MOJADA.
F	ARCILLA NORMAL, MARGAS SECAS.
G	ARCILLA ESCAMOSA, ARCILLA FERROSA
H	ARCILLA MARGA, ALUVIONES CON AGUA SALADA.

TABLA I

ELECTRODO	RESIST. DE TIERRA EN Ohm
PLACA ENTERRADA	$R = 0.8 \frac{Q}{L}$
PICA VERTICAL	$R = \frac{Q}{L}$
CONDUCTOR ENTERRADO HORIZONTALMENTE	$R = \frac{2Q}{L}$

Q. RESISTIVIDAD DEL TERRONO (Ohm-m)  
P. PERIMETRO DE LA PLACA (m)  
L. LONGITUD DE LA PICA O DEL CONDUCTOR (m)

NOTA:  
- LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE SER DE TAL VALOR, QUE LA CORRIENTE DE FUGA NO PUEDA DAR LUGAR A TENSIONES DE CONTACTO SUPERIORES A:

24V PARA LOCALES CONDUCTORES  
50V PARA LOCALES AISLANTES

CONSTA :

A) TOMA DE TIERRA :

- SU PRINCIPAL ELEMENTO ES EL ELECTRODO DE COBRE
- SE UTILIZARÁN COMO ELECTRODOS DE TIERRA :
  - PICAS CLAVADAS, CON PROFUNDIDADES NO INFERIORES A 2 m
  - CORDONES ENTERRADOS, EN EL CASO QUE NO FUESE POSIBLE LA SOLUCIÓN ANTERIOR
  - OTROS ELECTRODOS YA EXISTENTES, COMO LOS DEFINITIVOS DE UN EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN

B) LINEA DE ENLACE Y PRINCIPAL DE TIERRA :

ESTÁN FORMADAS POR CONDUCTORES QUE, PARTIENDO DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA, CONECTAN CON LAS LINEAS DE DISTRIBUCIÓN DE TIERRA, Y ÉSTAS, A SU VEZ, CON LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN A MASAS

LA SECCIÓN DE ESTOS CONDUCTORES NO SERA INFERIOR A 16 mm<sup>2</sup> EN COBRE, DEBIENDO IR PROTEGIDOS CON RECUBRIMIENTO AISLANTE E IDENTIFICADOS CON LOS COLORES LISTADOS AMARILLO VERDE.

SUS CONEXIONES SE REALIZARÁN MEDIANTE TERMINALES O GRAPAS DESTINADAS A TAL EFECTO

C) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN :

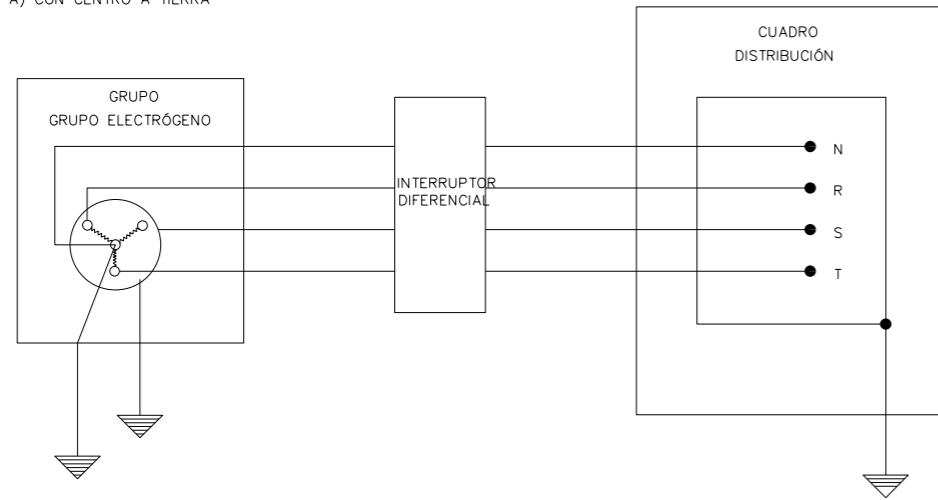
SON LOS CONDUCTORES QUE SIRVEN PARA UNIR ELECTRICAMENTE LAS MASAS DE UNA INSTALACIÓN A LA LINEA PRINCIPAL DE TIERRA ( COMO LOS QUE PARTIENDO DEL CUADRO ELÉCTRICO O CUADROS DE REPARTO, VAN A LOS RECEPTORES (HORMIGONERAS, GRÚA, TORRE, ETC. ) )

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADOR:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADOR:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
3	6	22	MAYO 2024	A1:SE	1859_SYS
CONSULTORES:					

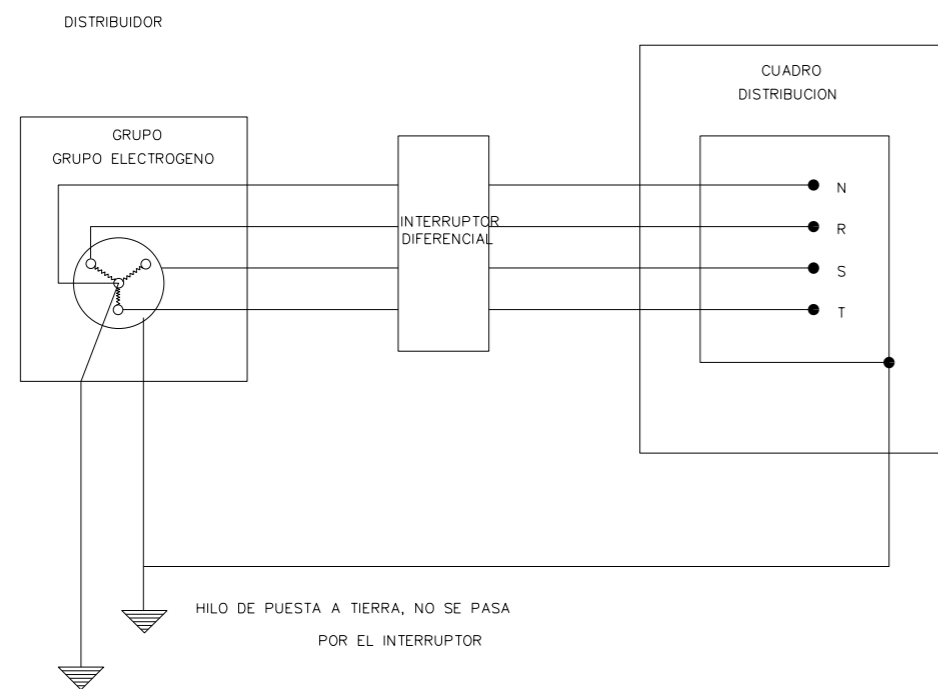


# ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN CONECTADA A UN GRUPO ELECTRÓGENO EN ESTRELLA

A) CON CENTRO A TIERRA

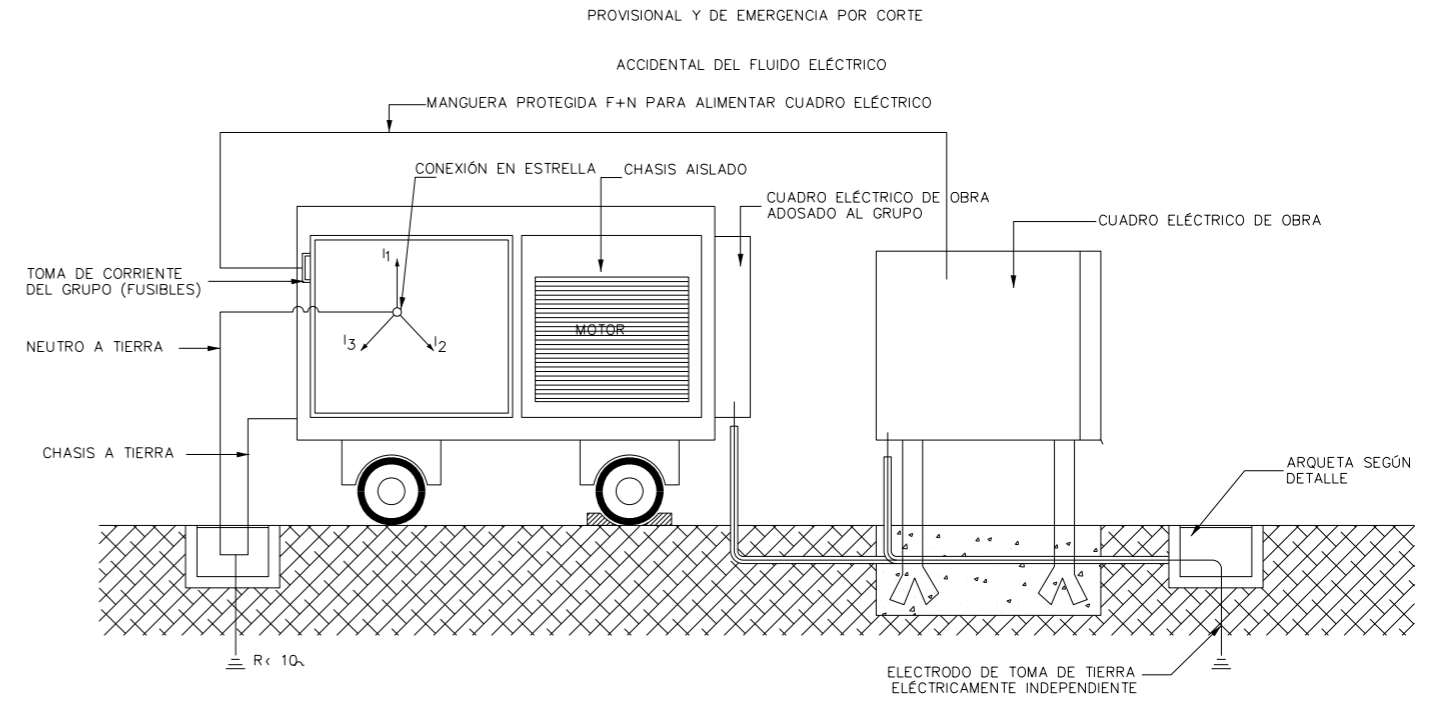


B) CON EL HILO DE TIERRA DEL CUADRO



- LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS TENDRÁN EL NEUTRO ACCESIBLE Y CON POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO.
- EL NEUTRO ESTARÁ CONEXIONADO A TIERRA, ANTES DEL DIFERENCIAL.
- LA CARCASA DEL GRUPO LLEVARÁ UNA TOMA A TIERRA INDEPENDIENTE DEL NEUTRO.
- EL CUADRO DE DISTRIBUCIÓN TENDRÁ TIERRA INDEPENDIENTE O CONECTADA A LA DE LA CARCASA DEL GRUPO.

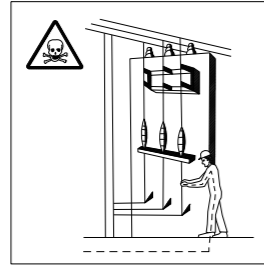
# ESQUEMA PARA USO DE GRUPO ELECTRÓGENO



Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA 4			
DIRIGIDO:					
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
4	6	23	MAYO 2024	A1: S/E	1959_SYS
CONSULTORES:					

# RIESGOS ELECTRICOS CAUSAS DE ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD

## 1- CONTACTOS DIRECTOS

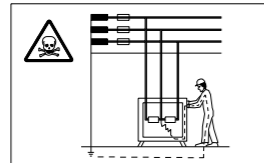


MANIPULACION DE INSTALACIONES

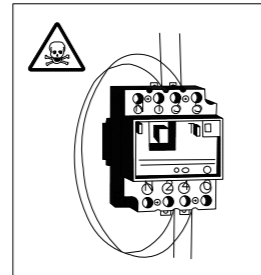


REPARACIÓN DE EQUIPOS BAJO TENSION

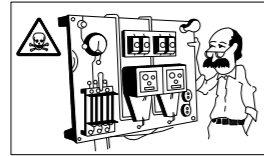
## 2- CONTACTOS INDIRECTOS



DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS SIN PROTECCIÓN.

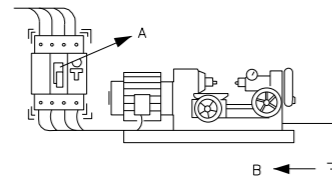


PUENTEADO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.



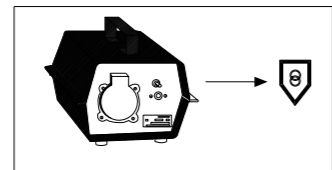
DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS CUYO SISTEMA DE PROTECCIÓN SE ENCUENTRA MAL CALIBRADO O DISEÑADO.

## SISTEMAS DE PROTECCIÓN



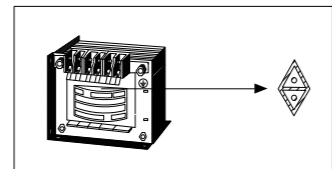
A -EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.

B -LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSION DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



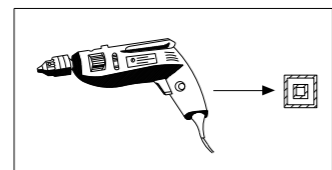
TENSION DE SEGURIDAD:

-CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRACTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:

-NO EXISTE UNION ELÉCTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN Y EL DE UTILIZACIÓN.



DOBLE AISLAMIENTO:

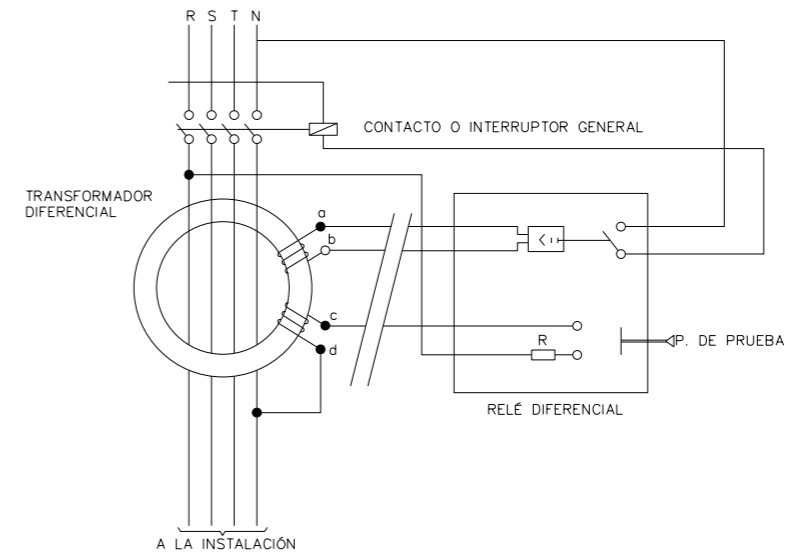
-EL CONTACTO SOLO SE PRODUCIRA EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMIENTOS.

-NO MANIPULE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SI NO ESTA PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.

-NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELECTRICO.

-ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

## ESQUEMA DE UN INTERRUPTOR DIFERENCIAL



- LA ELECCIÓN DE LA SENSIBILIDAD DE UN DIFERENCIAL, VIENE CONDICIONADA AL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA DE LAS MASAS MEDIDA EN SU PUNTO DE CONEXIÓN

- PARA INSTALACIONES TEMPORALES DE OBRA, LA SENSIBILIDAD  $I_s$  SERÁ MAYOR DEL VALOR  $24/R$  (SIENDO R LA RESISTENCIA DE TIERRA)

- LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES SE CLASIFICAN DE :

- \* ALTA SENSIBILIDAD CUANDO  $I_s$  ES MENOR O IGUAL DE 30 mA
- \* BAJA SENSIBILIDAD CUANDO  $I_s$  ES MAYOR DE 30 mA

- EN BASE A LA TENSION MÁXIMA DE CONTACTO Y A LA INTENSIDAD DE CORTE O SENSIBILIDAD DEL DIFERENCIAL, EL VALOR MÁXIMO DE LA RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA SERÁ :

\* PARA DIFERENCIALES DE ALTA SENSIBILIDAD,  $I_s$  MENOR O IGUAL A 30 mA :

$$\text{CUANDO } I_s = 30\text{mA} \quad R_t = 24/0.03 \quad \text{ES DECIR } R_t = 800 \text{ Ohms}$$

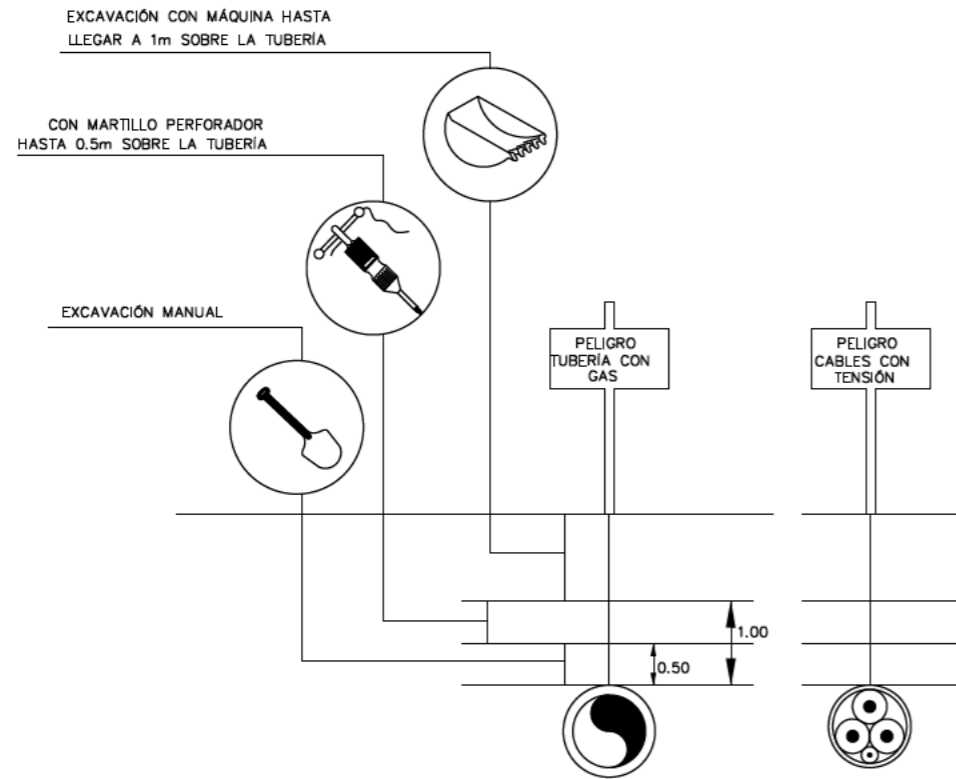
\* PARA DIFERENCIALES DE BAJA SENSIBILIDAD,  $I_s$  MAYOR DE 30 mA :

$$\text{CUANDO } I_s = 300\text{mA} \quad R_t = 24/0.3 \quad \text{ES DECIR } R_t = 80 \text{ Ohms}$$

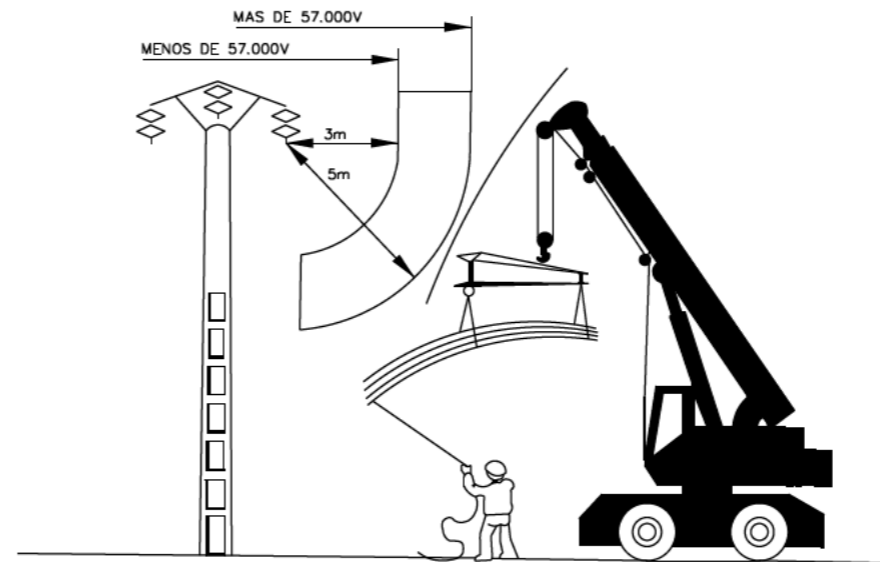
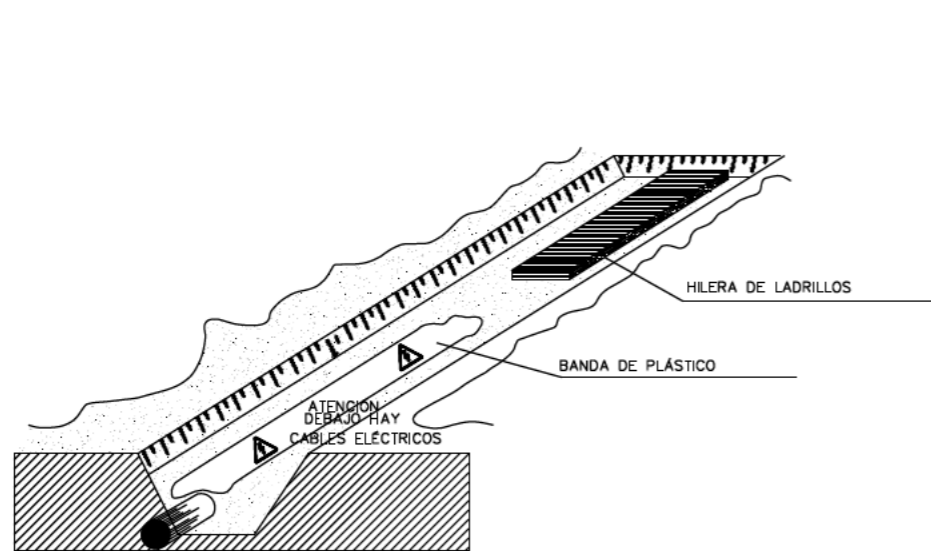
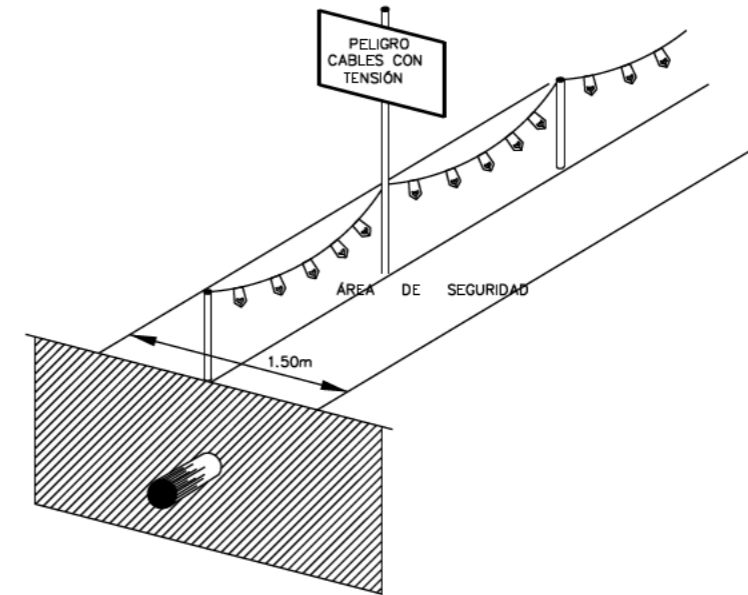
$$\text{CUANDO } I_s = 500\text{mA} \quad R_t = 24/0.5 \quad \text{ES DECIR } R_t = 48 \text{ Ohms}$$

Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
REVISIONES			
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS			
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS	
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01	
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW	
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIÓN E INSTALACIÓN ELÉCTRICA 5	
DIRIGIDO:			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA
5	6	24	26
ESCALA		FICHERO DWG	
A1: SE		1859_SYS	
CONSULTORES:			

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDADAS EN TRABAJOS DE EXCAVACIONES SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD



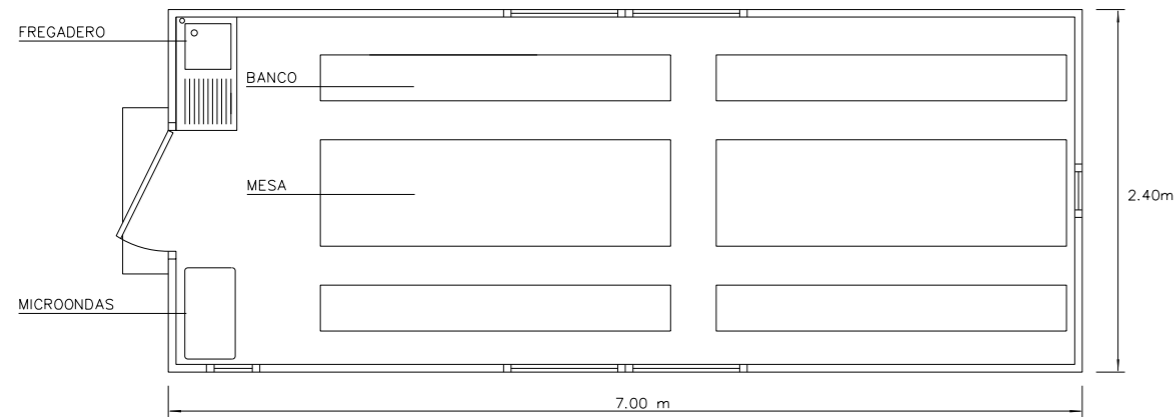
SEÑALIZACIÓN EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA ÁREAS DE SEGURIDAD.



FORMAS MÁS USUALES DE SEÑALIZACIÓN INTERIOR Y PROTECCIÓN EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS

REVISIONES		Nº	CONCEPTO	FECHA	POR
<b>aena</b> DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD			
DIRIGIDO:		PROTECCIÓN E			
		INSTALACIÓN ELÉCTRICA 6			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
6	6	25	MAYO 2024	A1: S/E	1859_SYS
CONSULTORES:					

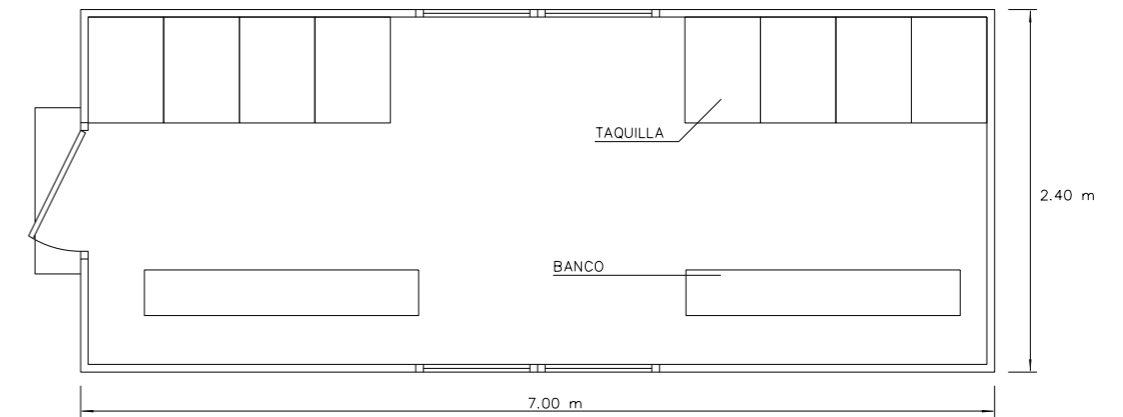
### CASETA COMEDOR 16 M2



**NOTAS.**

Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Dos ventanas aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Según R.D. 486/97.

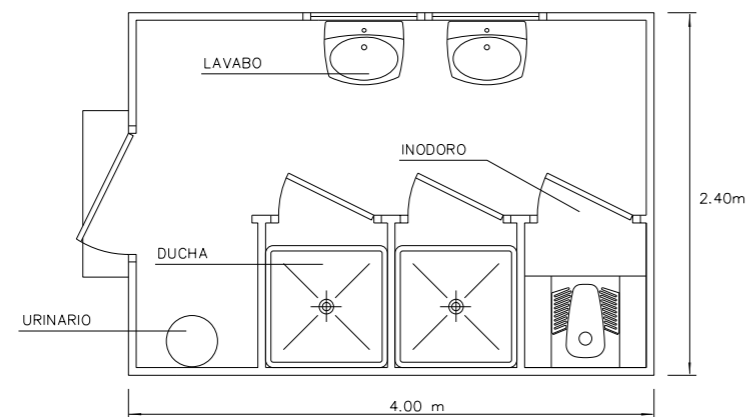
### CASETA DE VESTUARIOS ( 2 UNIDADES EN OBRA)



**NOTAS.**

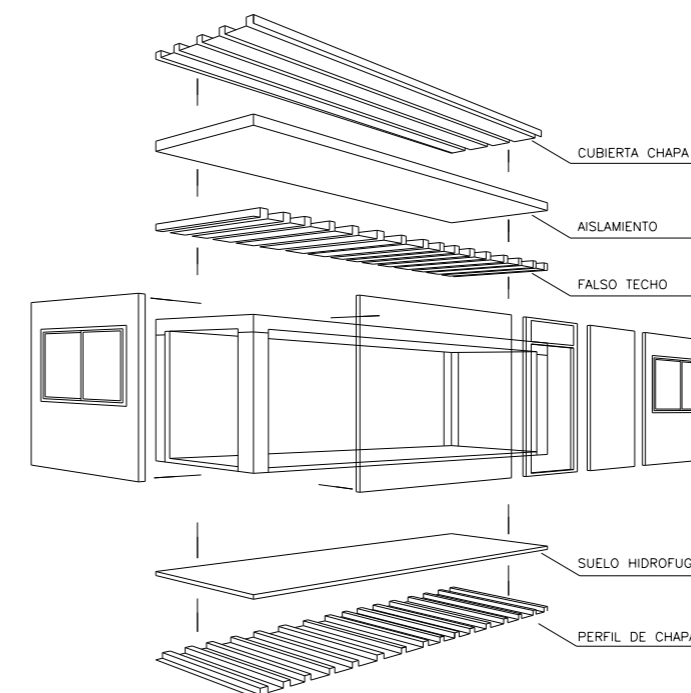
Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Totalmente montada y en servicio. Según R.D. 486/97.

### CASETA DE ASEOS



**NOTAS.**

Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros, cuatro placas de ducha, lavabo de cuatro grifos y un urinario, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en inodoros y duchas. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Según R.D. 486/97.



Nº	CONCEPTO	FECHA	POR		
REVISIONES					
<b>DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS</b>					
CALCULADO:		AEROPUERTO A. SUAREZ MADRID BARAJAS			
DIBUJADO:		PROYECTO BASICO REVISIÓN 01			
COMPROBADO:		PSFV AENA AEROPUERTO MADRID-BARAJAS 45 MW			
PROYECTADO:		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.			
DIRIGIDO:		INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR			
HOJA Nº	PLANO Nº	Nº DE PLANOS	FECHA	ESCALA	FICHERO DWG
1	1	26	MAYO 2024	A1: S/E	1959_SYS
CONSULTORES:					



**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ, MADRID-BARAJAS**

**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MW<sub>n</sub>**



**PROYECTO BÁSICO REVISIÓN 01  
DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
PRESUPUESTO**

## 1 SEGURIDAD Y SALUD

### CAPÍTULO 1.1 INSTALACIONES DE BIENESTAR

#### SUBCAPÍTULO 1.1.1 ACOMETIDAS A CASETAS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28BA020	m.	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x6 mm <sup>2</sup> de tensión nominal 750 v., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2.50 m. Instalada.	4,59	1.500,00	6.885,00 €
2	E28BA030	ud	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. De diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.	92,19	20,00	1.843,80 €
3	E28BA040	ud	Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm. De diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa hm-20/p/20/i, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	505,46	10,00	5.054,60 €
4	E20TL030	m	Tubería de polietileno sanitario, de 25 mm. (1") de diámetro nominal, de alta densidad y para 1 mpa de presión máxima, une-en-12201, colocada en instalaciones para agua fría y caliente, con p.p. de piezas especiales de polietileno, instalada y funcionando, en ramales de longitud superior a 3 m., y sin protección superficial. S/cte-hs-4.	3,54	600,00	2.124,00 €
5	E03OEE200	m	Colector de saneamiento enterrado de hormigón en masa centrifugado de sección circular, de carga de rotura 120 kn/m <sup>2</sup> y diámetro 200 mm., con unión por enchufe-campana. Colocado en zanja, sobre una solera de hormigón en masa hm-20/p/40/i de 10 cm., relleno lateralmente y superiormente hasta 15 cm. Por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, s/ cte-hs-5.	32,16	80,00	2.572,80 €
6	E01RZ010	m3	Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. De espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado, incluido rasanteo final de las zonas.	14,42	300,00	4.326,00 €
7	E01EZ0302 5	m3	Excavación en pozos y zanjas en todo tipo de terrenos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, (sin incluir carga y transporte de tierras a lugar de empleo, zona de acopio para posterior uso, o vertedero autorizado, valorado en capítulo de gestión de residuos), y con p.p. de medios auxiliares.	28,48	300,00	8.544,00 €
<b>TOTAL 1.1.1</b>						<b>31.350,20 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 1.1.2 CASETAS



NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	ALQCASET	Ud	Alquiler casetas	14.302,43	20,00	286.048,60 €
2	E28BM170	ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y seigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	218,92	20,00	4.378,40 €
<b>TOTAL 1.1.2</b>						<b>290.427,00 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 1.1.3 MOBILIARIO CASSETAS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28BM010	ud	Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.	4,94	15,00	74,10 €
2	E28BM020	ud	Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado, (amortizable en 3 usos).	10,21	12,00	122,52 €
3	E28BM030	ud	Espejo para vestuarios y aseos, colocado.	31,81	15,00	477,15 €
4	E28BM040	ud	Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. De capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos).	8,76	15,00	131,40 €
5	E28BM045	ud	Dispensador de papel toalla con cerradura de seguridad, colocado. Amortizable en 3 usos.	15,46	15,00	231,90 €
6	E28BM050	ud	Secamanos eléctrico por aire, colocado (amortizable en 3 usos).	35,62	10,00	356,20 €
7	E28BM060	ud	Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos).	54,93	8,00	439,44 €
8	E28BM070	ud	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. De altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	34,89	30,00	1.046,70 €
9	E28BM080	ud	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 3 usos).	68,69	8,00	549,52 €
10	E28BM090	ud	Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 3 usos).	36,11	15,00	541,65 €
11	E28BM100	ud	Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos).	15,75	8,00	126,00 €
12	E28BM120	ud	Reposición de material de botiquín de urgencia.	55,93	5,00	279,65 €
13	E28BM140	ud	Camilla portátil para evacuaciones. (amortizable en 10 usos).	15,43	5,00	77,15 €
14	E28BM160	ud	Convector eléctrico mural de 1500 w. Instalado. (amortizable en 5 usos)	28,32	18,00	509,76 €
15	E28BM170	ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y seigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.	218,92	6,00	1.313,52 €
<b>TOTAL 1.3</b>						<b>6.276,66 €</b>

<b>TOTAL CAPÍTULO 1.1</b>	<b>328.053,86 €</b>
---------------------------	---------------------

#### SUBCAPÍTULO 1.2 SEÑALIZACIÓN



**SUBCAPÍTULO 1.2.1 BALIZAS**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28EB010	M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje. S/r.d. 485/97.	2.000,00	1,15	2.300,00
2	E28EB045	UD	Cono de balizamiento reflectante de 70 cm. De altura (amortizable en 4 usos). S/r.d. 485/97.	500,00	19,06	9.530,00
3	E28EB050	UD	Foco de balizamiento intermitente, (amortizable en 4 usos). S/r.d. 485/97.	300,00	29,65	8.895,00
<b>TOTAL 1.2.1</b>						<b>20.725,00 €</b>

**SUBCAPÍTULO 1.2.2 CARTELES OBRA**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28EC010	ud	Cartel serigrafiado sobre planchas de pvc blanco de 0,6 mm. De espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. S/r.d. 485/97.	24,84	200,00	4.968,00 €
2	E28EC020	ud	Cartel serigrafiado sobre planchas de pvc blanco de 0,6 mm. De espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. S/r.d. 485/97.	24,84	200,00	4.968,00 €
3	E28EC030	ud	Panel completo serigrafiado sobre planchas de pvc blanco de 0,6 mm. De espesor nominal. Tamaño 700x1000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", i/colocación. S/r.d. 485/97.	296,43	50,00	14.821,50 €
<b>TOTAL 1.2.2</b>						<b>24.757,50 €</b>

**SUBCAPÍTULO 1.2.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28ES016	ud	Señal de seguridad triangular de l=90 cm., normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm. Y 2 m. De altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado h-100/40, colocación y desmontaje. S/r.d. 485/97.	49,52	30,00	1.485,60 €
2	E28ES030	ud	Señal de seguridad circular de d=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. Y 2 m. De altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado h-100/40, colocación y desmontaje. S/r.d. 485/97.	48,71	30,00	1.461,30 €
3	E28ES040	ud	Señal de stop, tipo octogonal de d=60 cm., normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm. Y 2 m. De altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado h-100/40, colocación y desmontaje. S/r.d. 485/97.	98,88	30,00	2.966,40 €
4	E28ES060	ud	Señal de seguridad manual a dos caras: stop-dirección obligatoria, tipo paleta. (amortizable en dos usos). S/r.d. 485/97.	12,23	30,00	366,90 €
5	E28ES070	ud	Panel direccional reflectante de 165x45 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado h-100/40, colocación y montaje. S/r.d. 485/97.	70,58	20,00	1.411,60 €
<b>TOTAL 1.2.3</b>						<b>7.691,80 €</b>

**SUBCAPÍTULO 1.2.4 INDUMENTARIA ALTA VISIBILIDAD**



NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28EV030	ud	Par de polainas reflectantes. Amortizables en 3 usos. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	6,77	80,00	541,60 €
2	E28EV040	ud	Par de manguitos reflectantes. Amortizables en 3 usos. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	6,77	80,00	541,60 €
3	E28EV050	ud	Cinturón reflectante. Amortizable en 3 usos. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	5,18	80,00	414,40 €
4	E28EV060	ud	Cinta reflectante para casco o gorra de plato. Amortizable en 1 uso. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	5,65	80,00	452,00 €
5	E28EV080	ud	Chaleco de obras con bandas reflectante. Amortizable en 1 usos. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	3,84	100,00	384,00 €
6	E28EV100	ud	Cazadora cremallera 100% poliéster, reflectante 3m, con topeta de seguridad. Alta visibilidad, con bandas. Amortizable en 2 usos. Certificado ce según en471. S/r.d. 773/97.	9,61	60,00	576,60 €
7	E28EV110	ud	Pantalón poliéster-algodón. Alta visibilidad, con bandas. Amortizable en 2 usos. Certificado ce según en471. S/r.d. 773/97.	6,94	80,00	555,20 €
8	E28EV120	ud	Camisa de dos bolsillos con cremallera y manga larga poliéster-algodón. Alta visibilidad, con bandas. Amortizable en 1 usos. Certificado ce según en471. S/r.d. 773/97.	10,74	80,00	859,20 €
9	E28EV130	ud	Mono recto cremallera con tapeta de seguridad poliéster-algodón. Alta visibilidad, con bandas. Amortizable en 1 usos. Certificado ce según en471. S/r.d. 773/97.	25,39	80,00	2.031,20 €
10	E28EV150	ud	Chubasquero de lluvia impregnado exterior de pvc, capucha fija con cordón de apriete. Alta visibilidad, con tiras retroreflejantes microburbujas 3m, termoselladas, color plata, 50 mm, montaje paralelo. Amortizable en 3 usos. Certificado ce según en471. S/r.d. 773/97.	10,43	50,00	521,50 €
<b>TOTAL 1.2.4</b>						<b>6.877,30 €</b>

<b>TOTAL CAPÍTULO 1.2</b>	<b>60.051,60 €</b>
---------------------------	--------------------

### SUBCAPÍTULO 1.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

#### SUBCAPÍTULO 1.3.1 BARANDILLAS Y VALLAS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28PB120	m.	Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tablancillos de madera de pino de 20x7 cm. Y estaquillas de madera de d=8 cm. Hincadas en el terreno cada 1,00 m. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. S/r.d. 486/97.	7,11	1.000,00	7.110,00 €
<b>TOTAL 1.3.1</b>						<b>7.110,00 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 1.3.2 PROTECCIÓN ELÉCTRICA



NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28PE010	ud	Lámpara portátil de mano, con cesto protector y mango aislante, (amortizable en 3 usos). S/r.d. 486/97 y r.d. 614/2001.	15,60	50,00	780,00 €
2	E28PE030	ud	Toma de tierra para una resistencia de tierra $r \leq 80$ ohmios y una resistividad $r=150$ oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 24x11,5x7 cm., tapa de hormigón armado, tubo de pvc de $d=75$ mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. Y 200 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> , con abrazadera a la pica, instalado. Mi bt 039. S/r.d. 486/97 y r.d. 614/2001..	137,17	60,00	8.230,20 €
3	E28PE040	ud	Transformador de seguridad con primario para 220 v. Y secundario de 24 v. Y 1000 w., instalado (amortizable en 5 usos). S/r.d. 486/97 y r.d. 614/2001.	161,15	40,00	6.446,00 €
4	E28PE120	ud	Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 40 kw. Compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección ip 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico+diferencial de 4x125 a., dos interruptores automático magnetotérmico de 4x63 a., dos de 4x30 a., dos de 2x25 a. Y dos de 2x16 a., dos bases de enchufe ip 447 de 400 v. 63 a. 3p+t., dos de 400 v. 32 a. 3p+t., dos de 230 v. 32 a. 2p+t. Y dos de 230 v. 16 a. 2p+t. Incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bomes de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 ohmios, instalado, (amortizable en 4 obras). S/r.d. 486/97	1.278,55	40,00	51.142,00 €
<b>TOTAL 1.3.2</b>						<b>66.598,20 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 1.3.3 PROTECCIÓN INCENDIOS

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28PF005	ud	Extintor de polvo químico abc polivalente antibrasa de eficacia 13a/55b, de 3 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma en-3:1996. Medida la unidad instalada. S/r.d. 486/97.	27,43	50,00	1.371,50 €
2	E28PF020	ud	Extintor de polvo químico abc polivalente antibrasa de eficacia 34a/144b, de 9 kg. De agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma en-3:1996. Medida la unidad instalada. S/r.d. 486/97.	118,56	50,00	5.928,00 €
3	EXTCO2	ud	Extintor de nieve carbónica co2, de eficacia 70b, con 5 kg de agente extintor, con soporte y boquilla con difusor, según norma en-3:1996. Medida la unidad instalada.	118,56	50,00	5.928,00 €
<b>TOTAL 1.3.3</b>						<b>13.227,50 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 1.3.4 REDES Y MALLAS VERTICALES

NUM	CODIGO	UD	Descripción	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28PR050	m.	Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. De altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje (amortizable en 3 usos). S/r.d. 486/97.	2,39	15.000,00	35.850,00 €
<b>TOTAL 1.3.4</b>						<b>35.850,50 €</b>

#### TOTAL CAPÍTULO 1.3

122.785,70 €

#### CAPÍTULO 1.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



**SUBCAPÍTULO 1.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	D41EC442	ud	Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado ce.	38,42	20,00	768,40 €
2	1.1.1	ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	2,10	45,00	94,50 €
3	1.1.3	ud	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, (amortizable en 5 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	18,70	30,00	561,00 €
4	1.1.4	ud	Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	14,19	30,00	425,70 €
5	1.1.5	ud	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	18,17	30,00	545,10 €
6	1.1.7	ud	Pantalla para protección contra partículas, con sujeción en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	6,10	30,00	183,00 €
7	1.1.8	ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	9,50	100,00	950,00 €
8	1.1.9	ud	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	2,36	100,00	236,00 €
9	1.1.10	ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	24,64	80,00	1.971,20 €
10	1.1.11	ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	1,29	120,00	154,80 €
11	1.1.12	ud	Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	10,61	50,00	530,50 €
12	1.1.13	ud	Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	0,54	500,00	270,00 €
13	1.2.2	ud	Parka de abrigo para el frío, (amortizable en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	36,64	80,00	2.931,20 €
14	1.2.3	ud	Faja protección lumbar, (amortizable en 4 usos). Certificado ce en 385. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	25,71	50,00	1.285,50 €
15	1.2.4	ud	Cinturón portaherramientas, (amortizable en 4 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	23,64	50,00	1.182,00 €
16	1.2.5	ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	15,92	100,00	1.592,00 €
17	1.2.6	ud	Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo, (amortizable en 1 uso). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	9,52	250,00	2.380,00 €
18	1.2.8	ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	12,64	15,00	189,60 €
19	1.3.1	ud	Par de guantes resistentes a altas temperaturas. (amortizable en 2 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	15,00	15,00	225,00 €
20	1.3.2	ud	Par guantes de lona reforzados. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	3,54	40,00	141,60 €
21	1.3.3	ud	Par guantes de piel-conductor. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	6,10	150,00	915,00 €
22	1.3.4	ud	Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	1,30	60,00	78,00 €
23	1.3.5	ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	1,55	30,00	46,50 €
24	1.3.6	ud	Par de guantes alta resistencia al corte. Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	4,70	30,00	141,00 €



25	1.3.7	ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	3,30	30,00	99,00 €
26	1.3.8	ud	Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 10.000 v, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	42,85	50,00	2.142,50 €
27	1.3.9	ud	Muñequera de presión variable (amortizable en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	8,66	40,00	346,40 €
28	1.4.1	ud	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	21,96	50,00	1.098,00 €
29	1.4.2	ud	Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	30,61	50,00	1.530,50 €
30	1.4.3	ud	Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 v. De tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	40,92	50,00	2.046,00 €
31	1.4.4	ud	Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	7,38	10,00	73,80 €
32	1.4.6	ud	Par de plantillas de protección frente a riesgos de perforación (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	5,36	50,00	268,00 €
33	1.4.7	ud	Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica, (amortizables en 3 usos). Certificado ce. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	8,30	80,00	664,00 €
34	1.5.1	ud	Equipo completo para trabajos en vertical y horizontal compuesto por un arnés de seguridad con amarre dorsal y anilla torsal, fabricado con cinta de nylon de 45 mm. Y elementos metálicos de acero inoxidable, un anticaídas deslizante de doble función y un rollo de cuerda poliamida de 14 mm. De 2 m. Con lazada, incluso bolsa portaequipo. Amortizable en 5 obras. Certificado ce norma en 36- en 696- en 353-2. S/r.d. 773/97 y r.d. 1407/92.	173,60	20,00	3.472,00 €
35	E28EV080	ud	Chaleco de obras con bandas reflectante. Amortizable en 1 usos. Certificado ce. S/r.d. 773/97.	3,84	150,00	576,00 €
<b>TOTAL 1.4</b>						<b>30.113,80 €</b>

## CAPÍTULO 1.5 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

### SUBCAPÍTULO 1.5 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD

NUM	CODIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	E28W020	ud	Costo mensual del comité de seguridad y salud en el trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª. Corresponde al empresario de cada trabajador.	286,00	30,00	8.580,00 €
2	E28W030	ud	Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando 2 horas a la semana un oficial de 2ª.	139,08	30,00	4.172,40 €
3	E28W040	ud	Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario.	128,39	30,00	3.851,70 €
4	E28W050	ud	Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. Corresponde al empresario de cada trabajador.	171,74	30,00	5.152,20 €
5	E28W060	ud	Reconocimiento médico básico i anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros. Corresponde al empresario de cada trabajador.	64,36	100,00	6.436,00 €
<b>TOTAL 1.5</b>						<b>28.192,30 €</b>



## RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
1	SEGURIDAD Y SALUD	569.197,26	
1.1	INSTALACIONES DE BIENESTAR	328.053,86	57,63%
1.1.1	ACOMETIDAS A CASSETAS	31.350,20	
1.1.2	CASSETAS	290.427,00	
1.1.3	MOBILIARIO CASSETAS	6.276,66	
1.2	SEÑALIZACIÓN	60.051,60	10,55%
1.2.1	BALIZAS	20.725,00	
1.2.2	CARTELES OBRA	24.757,50	
1.2.3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	7.691,80	
1.2.4	INDUMENTARIA ALTA VISIBILIDAD	6.877,30	
1.3	PROTECCIONES COLECTIVAS	122.785,70	21,57%
1.3.1	BARANDILLAS Y VALLAS	7.110,00	
1.3.2	PROTECCIÓN ELÉCTRICA	66.598,20	
1.3.3	PROTECCIÓN INCENDIOS	13.227,50	
1.3.4	REDES Y MALLAS VERTICALES	35.850,00	
1.4	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	30.113,80	5,29%
1.5	MANO DE OBRA DE SEGURIDAD	28.192,30	4,95%
	<b>TOTAL OBRA (Euros):</b>	<b>569.197,26</b>	

Asciende el presupuesto de ejecución material destinado a seguridad y salud a la cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y SIETE EUROS CON VENTISEIS CÉNTIMOS.

A Coruña, mayo de 2024

Fdo.:

[Redacted signature area]

**AEROPUERTO  
ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 45 MWn  
(50,4 MWp)**



**PROYECTO BASICO  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**DOCUMENTO Nº5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**PLIEGO**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLE.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PRESENTE PLIEGO .....</b>	<b>3</b>
2.1.	DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
2.2.	COMPATIBILIDAD Y PREFERENCIA ENTRE DICHOS DOCUMENTOS .....	5
<b>3.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES .....</b>	<b>6</b>
3.1.	INTRODUCCION .....	6
3.2.	DEFINICIONES, FUNCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES .....	9
3.2.1.	<i>PROMOTOR</i> .....	9
3.2.2.	<i>PROYECTISTA</i> .....	9
3.2.3.	<i>CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA</i> .....	10
3.2.4.	<i>DIRECCIÓN FACULTATIVA</i> .....	16
3.2.5.	<i>COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO</i> .....	16
3.2.6.	<i>COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN DE OBRA</i> .....	16
3.3.	ESTRUCTURA PREVENTIVA NECESARIA EN LA OBRA .....	20
3.3.1.	<i>RECURSOS PREVENTIVOS</i> .....	20
3.3.2.	<i>DELEGADOS DE PREVENCIÓN</i> .....	21
3.3.3.	<i>COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD</i> .....	24
3.3.4.	<i>SERVICIOS DE PREVENCIÓN</i> .....	24
3.4.	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES .....	26
3.4.1.	<i>SISTEMA DE COORDINACIÓN ELEGIDO PARA LA OBRA Y PARA EL ENTORNO</i> .....	26
3.4.2.	<i>ACCIONES A REALIZAR ANTE LA CONCURRENCIA EMPRESARIAL</i> .....	26
3.4.3.	<i>FUNCIONES DE LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LA COORDINACIÓN EMPRESARIAL</i> .....	26
3.5.	NECESIDAD DE UN PLAN DE EMERGENCIA EN LA OBRA .....	26
3.5.1.	<i>VÍAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIAS</i> .....	27
3.5.2.	<i>PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS</i> .....	27
3.6.	LIBRO DE INCIDENCIAS .....	28
3.7.	LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN .....	28
3.8.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	29
3.9.	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL COORDINADOR DE SEGURIDAD .....	30
3.10.	ÍNDICES DE CONTROL .....	31
3.11.	PARTE DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS.....	32
3.12.	ESTADÍSTICAS .....	32
3.13.	SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO .....	33

3.14. SERVICIO MÉDICO.....	33
3.15. INSTALACIONES MÉDICAS.....	33
3.16. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DEL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	34
3.16.1. ABONO DE LAS CERTIFICACIONES.....	34
3.16.2. PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	34
<b>4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS. NORMAS DE INSTALACIÓN, USO Y OTRAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....</b>	<b>35</b>
4.1. DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.....	35
4.2. DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	42
4.3. DE LOS MEDIOS AUXILIARES Y DE LA MAQUINARIA.....	42
4.4. DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	44
4.5. DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES.....	45
4.6. DE LA SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA Y VIALES.....	46



## **1. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLE**

La ejecución de la obra objeto de este Pliego de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que a continuación se cita.

Esta relación de textos legales no es exclusiva ni excluyente respecto de otra Normativa específica que pudiera encontrarse en vigor.

- Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9/3/71).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales n° 31/1995 de 8 de Noviembre (B.O.E. 10/11/95).
- Ley Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción n° 32/2006. de 18 de Octubre (B.O.E. 19/11/06).
- 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; el 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 y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción
- R.D. 1627/1997. de 24 de Octubre, por el que se establecen Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la Obras de Construcción.
- Reglamento de los Servicios de Prevención. R.D. 39/1997, de 17 de Enero.
- Reglamento de Seguridad e Higiene del trabajo en la industria de la Construcción y Obras Públicas. O.M. 20 de Mayo de 1952 (B.O.E. 15/6/52).
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipo de protección individual. B.O.E. 140 de 12 de Junio.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo B.O.E. n° 97 de 23 de Abril.
- R.D. 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. B.O.E. n° 188 de 7 de Agosto.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Reglamento técnico de líneas aéreas de alta tensión. Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras. O.M. de 23 de Mayo de 1977. B.O.E. de 17 de Junio de 1977.

- 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 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 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normas para la señalización de Obras de Carreteras 8-3IC. O.M. 31 de Mayo de 1987. (B.O.E. 18/9/87).
- 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.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- 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.
- R.D. 664 y 665/1997 de 12 de Mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. B.O.E. 24/5/97.
- R.D. 488/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. B.O.E. 23/4/97.
- R.D. 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, B.O.E. 23/4/97.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Orden de 27 de Junio de 1997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como Servicios de Prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 949/97 de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Señalización de seguridad R.D. 1403/1986 (B.O.E. 8/7/86).
- R.D. 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 pantallas de visualización. (B.O.E. 25/8/07)
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

## 2. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PRESENTE PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, de Seguridad y Salud tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de SEGURIDAD Y SALUD en el TRABAJO, de la Empresa Contratista adjudicataria del proyecto.
- Concretar la calidad de la PREVENCIÓN decidida.
- Exponer las ACTIVIDADES PREVENTIVAS de obligado cumplimiento en los casos determinados por el PROYECTO constructivo y exponer las ACTIVIDADES PREVENTIVAS que serán propias de la Empresa Contratista.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la PREVENCIÓN que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la PREVENCIÓN decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de SEGURIDAD Y SALUD que sirva para implantar con éxito la PREVENCIÓN diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir que la obra se desarrolle sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de SEGURIDAD Y SALUD, y que han de entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

### 2.1. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Los Artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados, reproducimos a continuación el Art 5:

#### *Artículo 5. Estudio de seguridad y salud.*

El estudio de seguridad y salud a que se refiere el apartado 1 del artículo 4 será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

1. El estudio contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan

de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá 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 la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

- b) Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, 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.
  - c) Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.
  - d) Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.
  - e) Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.
2. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.
  3. El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.



Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista (empresario principal) según el RD 171/2004) en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total, ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

4. El estudio de seguridad y salud a que se refieren los apartados anteriores deberá tener en cuenta en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II, así como sus correspondientes medidas específicas.
5. En todo caso, en el estudio de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Todos los documentos exigibles y su contenido han sido desarrollados para la obra objeto de este Estudio de Seguridad y forman parte del mismo.

## **2.2. COMPATIBILIDAD Y PREFERENCIA ENTRE DICHOS DOCUMENTOS**

En el caso de discrepancias entre este Pliego de Condiciones y cualquier otro documento del Estudio de Seguridad y Salud prevalecerá aquél sobre éste.

En cualquier discrepancia entre lo expuesto en los Planos y lo expuesto en el Presupuesto prevalecerá lo expuesto en los Planos.

En cualquier discrepancia entre lo expuesto en el Cuadro de Precios y lo expuesto en el Presupuesto prevalecerá lo expuesto en aquel.

La omisión, descripción incompleta o errónea de alguna operación de patente necesidad para llevar a cabo los fines del proyecto, no exime en la contrata de realizar dicha operación como si figurase completa y correctamente descrita.

No obstante, el contratista comunicará a la menor brevedad a la Dirección toda omisión en algún documento o cualquier discrepancia entre los documentos o entre ellos y las condiciones reales

existentes en las obras, ajustándose igual a la decisión de la Dirección.

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

#### **3.1. INTRODUCCION**

1. El contratista, como empresario principal de la obra, es el responsable de la prevención de los riesgos laborales durante la ejecución de las actuaciones contratadas. Por ello, al inicio de los trabajos designará, ante **Aena S.M.E. S.A.**, las personas que asumirán la aplicación y la vigilancia de los procedimientos de gestión y control sobre las medidas de seguridad y prevención de riesgos durante la ejecución de los trabajos contratados. En esta designación deberá relacionar las funciones a desempeñar y acreditar que se cuenta con la formación necesaria en materia de prevención de riesgos laborales. Como tal, es responsable de realizar la coordinación con las empresas y trabajadores autónomos que participen en la obra en calidad de subcontratistas.
2. Antes del comienzo de los trabajos, recabará del Titular de la infraestructura o instalación donde se ejecute la obra inserta (obra en entorno en explotación) las medidas de emergencia que le afecten y analizará, con el responsable de la organización de la coordinación en la infraestructura donde se realice la obra, las afecciones que los trabajos generen hacia los usuarios de la misma u otras empresas concesionarias que realicen su propia actividad en ella, participando en los medios de coordinación de actividades empresariales establecidas por el Titular de la instalación o infraestructura.
3. Como empresario contratista principal, elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (en adelante, PSS), el cual, a partir de las previsiones del proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud, determinará los riesgos y medidas de prevención de todas y cada una de las actividades a desempeñar en la obra, las medidas de actuación en caso de emergencia y los procedimientos de trabajo y control necesarios para garantizar sus obligaciones como empresario principal de la obra. En consecuencia, concretará los medios personales destinados a los registros de control sobre el cumplimiento de los compromisos del citado plan como medios de acreditar el cumplimiento de su deber de vigilancia.

De modo expreso, relacionará las actividades que impliquen riesgos especiales, para las que la legislación establece la obligación del contratista de designar a recursos preventivos con la misión de vigilar el cumplimiento de las medidas previstas en el PSS. Estos nombramientos de recursos preventivos (designaciones) pasarán a formar parte del PSS y se actualizarán siempre que sea necesario.

4. El PSS será sometido a la revisión por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución (en adelante, CSS/E) que **Aena S.M.E. S.A.** haya designado para la obra en cuestión, no pudiéndose iniciar ningún trabajo de los contemplados en el proyecto hasta que éste hay emitido su informe de aprobación.
5. En cumplimiento de lo previsto en la normativa vigente, estará prohibido desarrollar actividades en la obra que no estén analizados en el PSS o que se prevea ejecutar con técnicas o equipos distintos de los contemplados inicialmente.
6. El PSS deberá mantenerse permanentemente actualizado, para lo cual, bajo la organización del CSS/E, se convocarán regularmente reuniones de planificación en las que se someta a revisión el citado documento a la vista de las nuevas previsiones de la obra; proponiendo, en su caso, el contratista las modificaciones precisas.
7. El PSS incluirá la información gráfica conveniente de cara a la comprensión de las medidas organizativas y preventivas por los trabajadores y las empresas subcontratistas que pudieran participar en la ejecución.
8. Necesariamente, especificará el procedimiento de coordinación con las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos y los procedimientos de control de los riesgos que el entorno pueda generar sobre los trabajos de la obra.
9. En aplicación del art. 7 de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, que modifica el apartado 1 del artículo 6 del Real Decreto-Ley 1/1986, de 14 de marzo, de medidas urgentes administrativas, financieras, fiscales y laborales, la comunicación de apertura del centro de trabajo, que corresponderá realizar el contratista, deberá ser previa al comienzo de los trabajos; debiendo enviar copia del documento de apertura al Coordinador en materia de Seguridad y Salud y al Director de Expediente.
10. Con respecto a la subcontratación deberá:
  - Informar previamente y por escrito al Director de Expediente sobre la intención de subcontratar; indicando los empresarios seleccionados, la parte de obra afectada, su duración y el importe, así como su aptitud para realizar tales trabajos.
  - Respetar el régimen legal de la subcontratación, llevando al día el Libro de Subcontratación y vigilando las subcontrataciones en cadena.
  - Exigir a las distintas subcontratas la documentación que acredite que cumplen con la Ley 32/2006: inscripción en REA y resto de requisitos legales.
  - Autorizada una subcontratación, comunicar la misma al CSS/E.

- Únicamente podrá proponerse la ampliación excepcional de la subcontratación, prevista en el artículo 5.3 de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (en adelante, Ley 32/2006), en casos debidamente justificados y, en todo caso, habrá de ponerlo en conocimiento de la autoridad laboral competente remitiendo la aprobación efectuada por la Dirección Facultativa de la Obra.
11. En el marco del Real Decreto-Ley 5/2011, de 29 de abril, de medidas para la regularización y control del empleo sumergido y fomento de la rehabilitación de viviendas, el contratista exigirá de cada empresa y trabajador autónomo, previamente a su acceso a la obra, el alta o afiliación en la Seguridad Social de todos los trabajadores implicados.
  12. Vigilará y dispondrá de la acreditación documental de que todos los trabajadores que participen en los trabajos cuentan con la formación necesaria y las informaciones sobre los riesgos existentes y las medidas que consecuentemente deban ser observadas.
  13. Finalizados los trabajos, aportará la documentación técnica acreditativa de la conformidad de las instalaciones y de los equipos sujetos a normativa de seguridad industrial, así como los manuales y las instrucciones sobre las condiciones en que se deben realizar las posteriores labores de mantenimiento.
  14. El contratista, como empresario concurrente en el aeropuerto, estará a lo dispuesto en el Artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales, participando en los mecanismos de coordinación establecidos por **Aena S.M.E. S.A.** como empresario Titular de la instalación o aeropuerto; especialmente en lo que se refiere a las afecciones hacia usuarios de la infraestructura y a terceros empresarios que desempeñan su actividad en el centro.
  15. También, como empresario concurrente, deberá comunicar al titular de la infraestructura o instalación, de inmediato, todos los accidentes y las situaciones de emergencia susceptibles de afectar a la seguridad y salud de los trabajadores de las demás empresas presentes.
  16. Con carácter particular, habrá de comunicar, al Director del Expediente y a la Dirección Facultativa de las obras, con carácter de urgencia, y siempre en un plazo menor a 24 horas, el acaecimiento de accidentes mortales, graves o que afecten a más de un



trabajador y, adicionalmente, de los incidentes que, aún no causando daños personales, revistan de una especial gravedad o significación.

### **3.2. DEFINICIONES, FUNCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES**

#### **3.2.1. PROMOTOR**

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para si o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

El promotor ha de designar a el/ los coordinadores de seguridad y salud en fase de proyecto y ejecución. Está obligado a que en los proyectos de obra en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio o estudio básico.

#### **3.2.2. PROYECTISTA**

Integrará la seguridad y salud en la fase de concepción del proyecto, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud aplicables al proyecto. Remitiéndonos a los previstos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que deberán ser considerados por el proyectista en las fases de concepción y elaboración del proyecto de obra:

- Toma de decisiones constructivas, técnicas y organizativas para planificar los diferentes trabajos.
- Estimación de la duración requerida para la ejecución de los trabajos.
- El estudio de seguridad formará parte del proyecto de ejecución de la obra, será coherente con el mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos específicos que conlleve la realización de la obra.
- Contemplar previsiones para realizar trabajos posteriores.

#### **3.2.3. CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA**

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, cumplirá y hará cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la

obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego, en los términos establecidos en este apartado.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz, en los términos establecidos en este mismo apartado.
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria, siguiendo el protocolo establecido.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.
- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.

Además de las anteriores obligaciones, la empresa contratista deberá hacerse cargo de:

#### *1º Redactar el Plan de Seguridad y Salud*

- Redactar el Plan de Seguridad, basándose en el Estudio de Seguridad. Una vez finalizado, lo presentará al Coordinador de Seguridad y Salud para su aprobación.
- El Empresario Principal (contratista principal) elaborará un Plan de Seguridad y Salud, en el que incluirá las unidades de obra realizadas. Para ello se tendrá presente por un lado

el Estudio de Seguridad proporcionado por el Empresario titular del centro de trabajo (Promotor), y por otro lado la propia evaluación inicial de Riesgos de esta Empresa Principal.

- Antes del inicio de la actividad en su centro de trabajo, está obligado a exigir formalmente (Artículo 10 RD 171/2004) a las empresas Concurrentes y trabajadores autónomos, acreditación por escrito de que disponen de la evaluación de los riesgos y de planificación de la actividad preventiva y si dichas empresas han cumplido sus obligaciones de formación e información a los trabajadores.
- A estos efectos, las subcontratas y trabajadores autónomos desarrollarán el apartado correspondiente al Plan de Seguridad de sus respectivas unidades de obra, partiendo igualmente por un lado del Estudio de Seguridad proporcionado por el Empresario titular del centro de trabajo (Promotor), y por otro lado de la propia evaluación inicial de Riesgos de cada empresa o actividad.
- El Plan de Seguridad y Salud, del empresario principal se modificará en su caso adaptándolo, en virtud de las propuestas y documentación presentadas por cada Empresa Concurrente y trabajador autónomo. De este modo el Plan de Seguridad y Salud recogerá y habrá tenido en cuenta:
  - La información recibida del empresario Titular por medio del Estudio de Seguridad o Estudio Básico.
  - La evaluación inicial de riesgos del empresario Principal.
  - La evaluación inicial de riesgos de los empresarios concurrentes y trabajadores autónomos.
  - Los procedimientos de trabajo adaptados a las características particularizadas de la obra de cada empresa concurrente y trabajador autónomo extraídos de sus respectivas evaluaciones iniciales de riesgos.
- Así pues, el Plan de Seguridad y Salud de esta obra constituirá una verdadera evaluación de riesgos adaptada a la realidad de la obra y servirá como instrumento básico para la ordenación de la actividad preventiva de la obra.

*2º Informar a la Dirección General de Trabajo de la Apertura del Centro y del Plan de Seguridad*

- Conforme establece el Artículo 19 del RD 1627/97, modificado por el RD 337/2010, informará a la autoridad laboral de la apertura del centro de trabajo previamente al inicio de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan consideración de contratistas.

*3º Comunicación a las Empresas Concurrentes (subcontratistas) y Trabajadores Autónomos del*

#### *Plan de Seguridad*

- Entregar a las Empresas Subcontratistas el anexo del Plan de Seguridad y Salud que afecte a su actividad, así como las Normas de Seguridad y Salud específicas para los trabajadores que desarrollan dicha actividad.
- Se solicitará a todas las empresas subcontratistas la aceptación de las prescripciones establecidas en el Plan de Seguridad para las diferentes unidades de obra que les afecte.

#### *4º Comunicación a las Empresas Concurrentes (Subcontratistas) y Trabajadores Autónomos de la concurrencia de varias empresas en un mismo Centro de Trabajo y de sus actuaciones*

- Se comunicará a las Empresas concurrentes y Trabajadores Autónomos de las situaciones de concurrencia de actividades empresariales en el centro de trabajo y su participación en tales situaciones en la medida en que repercuta en la seguridad y salud de los trabajadores por ellos representados. En dicha comunicación se solicitará a todas las empresas concurrentes (subcontratistas) información por escrito cuando alguna de las empresas genere riesgos calificados como graves o muy graves.

#### *5º Nombramiento del Técnico de Seguridad y Salud*

- Nombrará el representante de la Empresa Contratista, en materia de Seguridad y Salud, del Técnico de Seguridad y Salud en ejecución de obra con carácter exclusivo para esta obra.

#### *6º Nombramiento, por parte de las empresas concurrentes (subcontratistas) de sus representantes de Seguridad y Salud*

- Deberá exigir que cada Empresa Subcontratista nombre a su Representante de Seguridad y Salud en ejecución de obra con carácter exclusivo para la misma.

#### *7º Nombramiento de los Recursos Preventivos de la obra*

- Designará a los trabajadores que actuarán como Recursos Preventivos en la obra.

#### *8º Nombramiento de la Comisión de Seguridad y Salud en obra*

- Formalizará el Nombramiento de la Comisión de Seguridad y Salud en Obra que estará integrada por:
  - Técnico de Seguridad y Salud en ejecución de obra designado por la Empresa Contratista.
  - Recursos Preventivos.
  - Representantes de Seguridad y Salud designados por las Empresas Subcontratistas o trabajadores Autónomos.
  - Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra nombrado por



el Promotor.

- Estos miembros se irán incorporando o cesando según se inicie o finalice la actividad de la empresa a la que representan.

#### 9º Control de personal de obra

- Se realizará el Control semanal del Personal de Obra. El objetivo fundamental de la formalización del presente protocolo es conseguir un adecuado control de la situación legal de los trabajadores dentro de las empresas a las que pertenecen, además de dejar constancia documental.
- Permite el conocimiento del número de trabajadores presentes en obra, los cuales son los únicos autorizados a permanecer en la misma y a la vez comprobar el dimensionamiento correcto de las instalaciones higiénico-sanitarias de la obra.
- El Técnico de Seguridad y Salud de la Empresa Contratista o los Servicios de personal, deberán entregar este documento semanalmente al Coordinador de Seguridad y Salud o Dirección Facultativa.

A tenor de lo dispuesto en el Artículo 4 de la Ley 171/2004, cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales:

- Deberán informarse recíprocamente sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las otras empresas concurrentes en el centro, en particular sobre aquellos que puedan verse agravados o modificados por circunstancias derivadas de la concurrencia de actividades. La información deberá ser suficiente y habrá de proporcionarse antes del inicio de las actividades, cuando se produzca un cambio en las actividades concurrentes que sea relevante a efectos preventivos y cuando se haya producido una situación de emergencia. La información se realizará por escrito cuando alguna de las empresas genere riesgos calificados como graves o muy graves.
- Cuando, como consecuencia de los riesgos de las actividades concurrentes, se produzca un accidente de trabajo, el empresario deberá informar de aquél a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.
- Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, los empresarios deberán comunicarse de inmediato toda situación de emergencia susceptible de afectar a la salud o la seguridad de los trabajadores de las empresas presentes en el centro e trabajo.

- Deberán informarse recíprocamente sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las otras empresas concurrentes en el centro, debiendo ser tenida en cuenta por los diferentes empresarios concurrentes en la evaluación de los riesgos y en la planificación de su actividad preventiva, considerando los riesgos que, siendo propios de cada empresa, surjan o se agraven precisamente por las circunstancias de concurrencia en que las actividades se desarrollan.
- Cada empresario deberá informar a sus trabajadores respectivos de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades empresariales en el mismo centro de trabajo.

Conforme establece el Artículo 9 del RD 171/2004, los empresarios Concurrentes incluido el Empresario Principal deberán:

- Tener en cuenta la información recibida del empresario Titular del centro de trabajo (Promotor), es decir tener presente el Estudio de Seguridad y Salud proporcionado por el promotor para determinar la evaluación de los riesgos en la elaboración de sus respectivos Planes de Seguridad y Salud o parte que le corresponda del Plan de Seguridad, así como para la Planificación de su actividad preventiva en las que evidentemente también habrá tenido en cuenta la Evaluación inicial de Riesgos de su propia empresa.
- Tener en cuenta las instrucciones impartidas por el Coordinador de Seguridad y Salud.
- Comunicar a sus trabajadores respectivos la información e instrucciones recibidas del Coordinador de Seguridad y Salud.

El Empresario Principal (contratista principal) deberá vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas contratista y subcontratistas.

Los contratistas y los subcontratistas (es decir Empresa Principal y Empresas Concurrentes según la Ley 171/2004) serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas (es decir Empresa Principal y Empresas Concurrentes según la Ley 171/2004) responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del Empresario titular del centro de trabajo (promotor) no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los

subcontratistas (es decir a la Empresa Principal y a las Empresas Concurrentes según la Ley 171/2004).

#### *10º Control de personal de obra*

Cada contratista deberá obtener un libro de la subcontratación según el modelo establecido en el Anexo III del Real Decreto 1109/2007.

Las obligaciones del empresario en cuanto a este libro son:

- Llevar el libro en orden y al día.
- Conservar el Libro hasta la completa terminación del encargo recibido por el promotor y hasta un plazo de 5 años posteriores a la finalización de su participación en la obra.
- Comunicar la subcontratación anotada al coordinador de seguridad y salud, con objeto de que este disponga de la información y la transmita a las demás empresas contratistas de la obra en caso de existir.
- Comunicará la subcontratación anotada a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas incluidas en el ámbito de ejecución de su contrato, que figuren identificados en el Libro de Subcontratación.
- Si la anotación supone la ampliación excepcional del régimen de la subcontratación, además deberá ponerlo en conocimiento de la autoridad laboral competente mediante la remisión, en el plazo de los 5 días hábiles siguientes a su aprobación por la dirección facultativa, de un informe de ésta en el que se indiquen las circunstancias de su necesidad y de una copia de la anotación efectuada en el libro de la subcontratación. Dicha ampliación también se comunicará a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la obra.
- Si se trata de obras de edificación recogidas en la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el contratista, se quedará en su poder el Libro de Subcontratación original y entregará al director de obra una copia del mismo debidamente cumplimentado para que lo incorpore al libro del edificio.

Tienen acceso al libro de la subcontratación: El promotor; la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra; las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

#### **3.2.4. DIRECCIÓN FACULTATIVA**

La Dirección Facultativa se encarga de la dirección y control de la obra. Cuando no sea necesaria la designación del coordinador de seguridad y salud asumirá estas funciones.

### **3.2.5. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO**

El coordinador en fase de proyecto ha de velar por la aplicación de los principios generales de prevención y los principios generales aplicables al proyecto de obra. Ha de elaborar o hacer que se elabore bajo su responsabilidad el estudio o estudio básico de seguridad y salud.

### **3.2.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN DE OBRA**

Esta figura de la Seguridad y Salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud, cuyo texto se transcribe a continuación:

*Designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud.*

1. En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1627/97, cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor (Empresario titular del centro de trabajo según RD 171/2004) designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra.
2. Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor (Empresario titular del centro de trabajo según RD 171/2004), antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
3. La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.
4. La designación de los coordinadores no eximirá al promotor (Empresario titular del centro de trabajo según RD 171/2004) de sus responsabilidades.

En el artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

El Coordinador de Seguridad y Salud, conforme especifica el R.D. 1627/97 será el encargado de coordinar las diferentes funciones especificadas en el Artículo 9, así como aprobar el Plan de



Seguridad.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la fase de ejecución de obras será designado por el Empresario titular del centro de trabajo (Promotor), conforme se especifica en el Artículo 3 apartado 2 de dicho R.D. 1627/97.

En dicho Artículo 9, quedan reflejadas las "Obligaciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra":

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el Empresario Principal (contratista) y en su caso, las empresas concurrentes (subcontratistas) y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 de este Real Decreto.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el Empresario Principal (contratista) y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y ahora desarrollada por el RD 171/2004.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además de las especificadas en el RD 1627/97, en esta obra, cuando no exista una norma oficial de certificación administrativa de Seguridad, los Equipos de Trabajo deberán disponer de la garantía escrita del fabricante o suministrador que certifique que los mismos responden a las prestaciones de seguridad requeridas por la reglamentación vigente en nuestro país, en las condiciones de servicio y utilización por él descritas. El Empresario principal (Contratista) elegirá entre los productos del mercado aquel que reúna las condiciones de calidad y seguridad en su utilización según sus prestaciones, exigiendo al fabricante o suministrador los certificados que lo avalen.

Para dicha normalización interna deberá contar con el VºBº del Coordinador en materia de Seguridad y Salud para esta obra.

A tenor de lo establecido en el RD 171/2004 por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, y según establece el Artículo 3 del RD 171/2004, el Coordinador de actividades empresariales (en la obra Coordinador de Seguridad y Salud según la disposición adicional primera apartado -c- del RD 171/2004) garantizará el cumplimiento de:

- La aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- El control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo, en particular cuando puedan generarse riesgos calificados como graves o muy graves o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí por su incidencia en la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La adecuación entre los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas aplicadas para su prevención.

Conforme se indica en el Artículo 8 del RD 171/2004, deberá dar instrucciones a las empresas concurrentes:

- Instrucciones para la prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y sobre las medidas que deben aplicarse cuando se produzca una situación de emergencia.
- Instrucciones suficientes y adecuadas a los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas para prevenir tales riesgos.
- Proporcionar las instrucciones antes del inicio de las actividades, y cuando se produzca un cambio en los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes que sea relevante a efectos preventivos.
- Facilitar las instrucciones por escrito cuando los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes sea calificado como graves o muy graves.

También el Coordinador de Seguridad y Salud, conforme establece el Artículo 14 del RD 171/2004:

- Se encargará de las funciones de la coordinación de las actividades preventivas:

- Favorecer el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Art.3.
  - Servir de cauce para el intercambio de las informaciones que, en virtud de lo establecido en el RD 171/2004, deben intercambiarse las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
  - Cualesquiera otras encomendadas por el Empresario titular del centro de trabajo (Promotor).
- Para el ejercicio adecuado de sus funciones, el Coordinador de Seguridad y Salud estará facultado para:
- Conocer las informaciones que, en virtud de lo establecido en el RD 171/2004, deben intercambiarse las empresas concurrentes en el centro de trabajo, así como cualquier otra documentación de carácter preventivo que sea necesaria para el desempeño de sus funciones.
  - Acceder a cualquier zona del centro de trabajo.
  - Impartir a las empresas concurrentes las instrucciones que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones.
  - Proponer a las empresas concurrentes la adopción de medidas para la prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores presentes.
- El Coordinador de actividades empresariales (Coordinador de Seguridad) deberá estar presente en el centro de trabajo durante el tiempo que sea necesario para el cumplimiento de sus funciones.

Todas estas funciones tienen como objetivo enriquecer la normativa específica del RD 1627/97 por lo establecido en el RD 171/2004, recogiendo de este modo el espíritu reflejado en el Preámbulo de dicho RD 171/2004.

### 3.3. ESTRUCTURA PREVENTIVA NECESARIA EN LA OBRA

#### 3.3.1. RECURSOS PREVENTIVOS

Serán trabajadores de la empresa designados por el contratista, que poseerán conocimientos, cualificación y experiencia necesarios en las actividades o procesos por los que ha sido necesaria su presencia y contarán con la formación preventiva necesaria y correspondiente, como mínimo a las funciones de nivel básico.

Conforme se establece en el Capítulo IV, artículo 32 bis (añadido a la Ley 31/1995 por las modificaciones introducidas por la Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales), estos deberán:

- Tener la capacidad suficiente.
- Disponer de los medios necesarios.
- Ser suficientes en número.

Deberán vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo que se mantenga la situación que determine su presencia.

La presencia de los recursos preventivos en esta obra servirá para garantizar el estricto cumplimiento de los métodos de trabajo y, por lo tanto, el control del riesgo.

En el documento de la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud se especifican detalladamente aquellas unidades de esta obra en las que desde el proyecto se considera que puede ser necesaria su presencia por alguno de estos motivos:

- Porque los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Porque se realizan actividades o procesos que reglamentariamente son considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

#### 3.3.2. DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34 de ley 31/1995, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores 3 Delegados de Prevención.



- De 501 a 1.000 trabajadores 4 Delegados de Prevención.
- De 1.001 a 2.000 trabajadores 5 Delegados de Prevención.
- De 2.001 a 3.000 trabajadores 6 Delegados de Prevención.
- De 3.001 a 4.000 trabajadores 7 Delegados de Prevención.
- De 4.001 trabajadores en adelante 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

A efectos de determinar el número de Delegados de Prevención se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Los trabajadores vinculados por contratos de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.
- Los contratados por término de hasta un año se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada doscientos días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

Según el Art.36. de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales son competencias de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la ley 31/1995.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

En las empresas que, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 38 de la Ley, no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a aquél serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

En el ejercicio de las competencias atribuidas a los Delegados de Prevención, éstos estarán facultados para:

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, así como, en los términos previstos en el artículo 40 de la Ley, a los

Inspectores de Trabajo y Seguridad Social en las visitas y verificaciones que realicen en los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, pudiendo formular ante ellos las observaciones que estimen oportunas.

- Tener acceso, con las limitaciones previstas en el apartado 4 del artículo 22 de la Ley, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones y, en particular, a la prevista en los artículos 18 y 23 de la Ley. Cuando la información está, sujeta a las limitaciones reseñadas, sólo podrá ser suministrada de manera que se garantice el respeto de la confidencialidad.
- Ser informados por el empresario sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores una vez que aquél hubiese tenido conocimiento de ellos, pudiendo presentarse, aun fuera de su jornada laboral, en el lugar de los hechos para conocer las circunstancias de los mismos.
- Recibir del empresario las informaciones obtenidas por éste procedentes de las personas u órganos encargados de las actividades de protección y prevención en la empresa, así como de los organismos competentes para la seguridad y la salud de los trabajadores, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 40 de la Ley en materia de colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.
- Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal fin efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.
- Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades a que se refiere el apartado 3 del artículo 21.
- Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.
- Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal

fin efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.

- Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades a que se refiere el apartado 3 del artículo 21.

Los informes que deban emitir los Delegados de Prevención deberán elaborarse en un plazo de quince días, o en el tiempo imprescindible cuando se trate de adoptar medidas dirigidas a prevenir riesgos inminentes. Transcurrido el plazo sin haberse emitido el informe, el empresario podrá poner en práctica su decisión.

La decisión negativa del empresario a la adopción de las medidas propuestas por el Delegado de Prevención deberá ser motivada.

En las empresas que, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 38 de la Ley, no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a aquél en la ley 31/1995 serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

### **3.3.3. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD**

Si el número de trabajadores no excede de 50, no es necesaria la Constitución de un Comité de Seguridad y Salud en el trabajo, no obstante se recomienda su constitución conforme a lo dispuesto en el artículo 38 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las competencias y facultades que le reconoce el artículo 39.

### **3.3.4. SERVICIOS DE PREVENCIÓN**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

Los trabajadores a que se refiere el párrafo anterior colaborarán entre sí y, en su caso, con los servicios de prevención.

- Para la realización de la actividad de prevención, el empresario deberá facilitar a los

trabajadores designados el acceso a la información y documentación a que se refieren los artículos 18 y 23 de la presente Ley.

- Los trabajadores designados no podrán sufrir ningún perjuicio derivado de sus actividades de protección y prevención de los riesgos profesionales en la empresa. En el ejercicio de esta función, dichos trabajadores gozarán, en particular, de las garantías que para los representantes de los trabajadores establecen las letras a), b) y c) del artículo 68 y el apartado 4 del artículo 56 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Esta garantía alcanzará también a los trabajadores integrantes del servicio de prevención, cuando la empresa decida constituirlo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo siguiente.
- Los trabajadores a que se refieren los párrafos anteriores deberán guardar sigilo profesional sobre la información relativa a la empresa a la que tuvieran acceso como consecuencia del desempeño de sus funciones.
- En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas en el apartado 1, siempre que desarrolle de forma

habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria, en función de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores y la peligrosidad de las actividades, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

- El empresario que no hubiere concertado el Servicio de prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoria o evaluación externa, en los términos que reglamentarios establecidos.
- Los Servicios de prevención ajenos, según Artículo 19 del Real Decreto 39/1997 deberán asumir directamente el desarrollo de las funciones señaladas en el apartado 3 del artículo 31 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales que hubieran concertado, teniendo presente la integración de la prevención en el conjunto de actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma, sin perjuicio de que puedan subcontratar los servicios de otros profesionales o entidades cuando sea necesario para la realización de actividades que requieran conocimientos especiales o instalaciones de gran complejidad.
- Por otro lado el apartado 3 del Artículo 31 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece lo siguiente:
- Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:



- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

### **3.4. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES**

#### **3.4.1. SISTEMA DE COORDINACIÓN ELEGIDO PARA LA OBRA Y PARA EL ENTORNO**

El empresario principal adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores de las empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

#### **3.4.2. ACCIONES A REALIZAR ANTE LA CONCURRENCIA EMPRESARIAL**

Cuando en la obra desarrollen simultáneamente actividades dos o más empresas, vinculadas o no entre sí contractualmente, tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las prescripciones y criterios contenidos en este Pliego, conjunta y separadamente. A tal fin, deberán establecerse entre estas empresas, y bajo la responsabilidad de la principal, los mecanismos necesarios de coordinación en cuanto a la seguridad y salud se refiere.

#### **3.4.3. FUNCIONES DE LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LA COORDINACIÓN EMPRESARIAL**

El empresario deberá comprobar que los subcontratistas o empresas con las que ellos contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre seguridad y salud en el trabajo. La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

### **3.5. NECESIDAD DE UN PLAN DE EMERGENCIA EN LA OBRA**

En el Plan de Seguridad y Salud deberá establecerse la planificación de las medidas de emergencia adoptadas para la obra, especificándose de forma detallada las previsiones consideradas en relación con los aspectos anteriormente reseñados. En lugar bien visible de la obra deberán figurar las indicaciones escritas sobre las medidas que habrán de ser tomadas por los trabajadores en casos de emergencia.

### **3.5.1. VÍAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIAS**

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder ser evacuados rápidamente y en las condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. El número, distribución y dimensiones de las vías y salidas de emergencia que habrán de disponerse se determinarán en función de: uso, equipos, dimensiones, configuración de las obras, fase de ejecución en que se encuentren las obras y número máximo de personas que puedan estar presentes.

Las vías de evacuación y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. Deberán señalizarse conforme a la normativa vigente. Dicha señalización habrá de ser duradera y fijarse en lugares adecuados y perfectamente visibles.

Las vías y salidas no deberán estar obstruidas por obstáculos de cualquier tipo, de modo que puedan ser utilizadas sin trabas en cualquier momento.

En caso de avería del sistema de alumbrado y cuando sea preceptivo, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con luces de seguridad de suficiente intensidad.

Las puertas de emergencia, cuando procedan, deberán abrirse hacia el exterior y dispondrán de fácil sistema de apertura, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

### **3.5.2. PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

En los trabajos con riesgo específico de incendio se cumplirán las prescripciones impuestas por los reglamentos y normas de aplicación.

Se deberá prever en obra un número suficiente de dispositivos de lucha contra incendios, en función de las características de la obra, dimensiones y usos de los locales, equipos que contengan, características físicas y químicas de los materiales que se hallen presentes y número máximo de personal en los lugares de trabajo.

En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio, y colocados en sitio visible y de fácil acceso, se dispondrán extintores portátiles de características adecuadas a la posible causa del fuego a extinguir. Cuando se empleen distintos tipos de extintores, serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deban emplearse.

Los extintores serán revisados periódicamente y cargados, según instrucciones del fabricante, inmediatamente después de usarlos. Esta tarea será realizada por empresas autorizadas.

En las dependencias con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o encender cerillas, mecheros o útiles de ignición. Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.

### **3.6. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En la obra existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### **3.7. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN**

La Ley 32/2006 de 18 de octubre, obliga a las empresas constructoras a poseer en obra el libro de Subcontratación, con toda la información de las empresas o autónomos subcontratados, habilitado por la entidad laboral correspondiente.

Cada contratista deberá disponer de un Libro de Subcontratación.

En el Libro, habilitado por la autoridad laboral, el contratista debe reflejar por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en la obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, así como su nivel de subcontratación y empresa comitente.

En el libro de subcontratación se anotará la persona responsable de la coordinación de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra así como cualquier cambio de coordinador de seguridad y salud que se produjera durante la ejecución de la obra, según RD337/2010 de 19 de marzo.



El Libro incluirá además el objeto del contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del plan de seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional de las previstas en el artículo 5.3 de esta Ley.

El Libro sirve para realizar el control y seguimiento del régimen subcontratación.

- Respecto del Libro de Subcontratación, el contratista deberá:

- 1.- Tenerlo presente en la obra en todo momento
- 2.- Mantenerlo actualizado
- 3.- Permitir el acceso al Libro a:
  - Promotor, a la dirección facultativa y al coordinador en seguridad y salud durante la ejecución de la obra
  - Empresas y trabajadores autónomos de la obra
  - Técnicos en prevención
  - Delegados de prevención y representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la obra Autoridad Laboral
- 4.- Conservarlo durante los cinco años posteriores a la finalización de su participación en la obra

El Libro es exigible al contratista, siempre que pretenda subcontratar parte de la obra a empresas subcontratistas o trabajadores autónomos.

### **3.8. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá a la Empresa Principal (Contratista) de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del Real Decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la

totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a las empresas concurrentes (contratistas y subcontratistas) afectadas por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

### **3.9. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL COORDINADOR DE SEGURIDAD**

Es imprescindible para la autorización de acceso a obra de la Contratista Principal y subcontratas, que se disponga en obra y a disposición de la Coordinación de Seguridad y Salud, de la siguiente documentación en materia de Prevención de Riesgos Laborales:

- Acta de adhesión al Plan de Seguridad y Salud de la obra, para subcontratistas.
- Actualización del Libro de Subcontratación donde se incluyan las empresas subcontratistas, en su caso.
- Certificación negativa por descubiertos en la Tesorería General de la Seguridad Social.
- Certificación de estar al corriente de pago en la Agencia Tributaria.
- Seguro de Responsabilidad Civil actualizado (copia de póliza y recibo del último pago vigente).
- Seguro de Accidente de Trabajo (copia de póliza y recibo del último pago vigente).
- Evaluación inicial de Riesgos Laborales de la Empresa.
- Acreditación de la modalidad adoptada de organización preventiva para las 4 especialidades.
- Informe de Siniestralidad de la empresa.
- Comunicado de Apertura Centro de Trabajo.
- Nombramiento del trabajador encargado de la Seguridad y Salud en la obra.
- Actualización de la relación de trabajadores destinados a la obra (si es el caso).
- TC1 correspondientes a los trabajadores destinados a la obra.
- TC2 correspondientes a los trabajadores destinados a la obra.
- Acreditación de estar al corriente de pago de los salarios de los trabajadores.

Para la autorización de acceso a obra de los trabajadores:

- Copia de alta en la Seguridad Social o que figura en el TC2.
- Copia del contrato de trabajo actualizado.
- Fotocopia del DNI.

- Justificante información entregada sobre los riesgos existentes y medidas de prevención y protección a adoptar en su puesto de trabajo.
- Certificado de la formación en materia de prevención de riesgos laborales, mínimo 8 horas.
- Justificante del reconocimiento médico con la calificación de apto y los protocolos efectuados.
- Justificante de entrega de EPI's.
- Autorización Uso de Maquinaria.

### 3.10. ÍNDICES DE CONTROL

En ésta obra se llevarán obligatoriamente los índices de control siguientes:

1) Índice de incidencia

Definición: nº de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.

Cálculo:

$$I.I. = \frac{n^{\circ} \text{ accidentes con bajas}}{n^{\circ} \text{ trabajadores}} \times 1.000$$

2) Índice de frecuencia

Definición: nº de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

Cálculo:

$$I.F. = \frac{n^{\circ} \text{ accidentes con bajas}}{n^{\circ} \text{ horas trabajadas}} \times 1.000.000$$

3) Índice de gravedad

Definición: nº de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas

Cálculo:

$$I.G. = \frac{n^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{n^{\circ} \text{ horas trabajadas}} \times 1.000$$

### 3.11. PARTE DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada:

- a) Parte de accidente:
- Identificación de la obra
  - Día, mes y año en que se ha producido el accidente
  - Hora del accidente.
  - Nombre del accidentado
  - Categoría profesional y oficio del accidentado.
  - Domicilio del accidentado.
  - Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.
  - Causas del accidente.
  - Importancia aparente del accidente.
  - Posible especificación sobre fallos humanos.
  - Lugar, persona y forma de producirse la primera cura. (Médico, practicante, socorrista, personal de obra).
  - Lugar de traslado para hospitalización.
  - Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos).
  - Como complemento de este parte se emitirá un informe que contenga:
    - Cómo se hubiera podido evitar.
    - Órdenes inmediatas para ejecutar
- b) Parte de deficiencias:
- Identificación de la obra.
  - Fecha en que se ha producido la observación.
  - Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación.
  - Informe sobre la deficiencia observada.
  - Estudio de mejora de la deficiencia observada.

### **3.12. ESTADÍSTICAS**

Los partes de deficiencias se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el inicio de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y Salud y las instrucciones ejecutivas dadas para subsanar las anomalías observadas.

Los partes de accidente se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencias.

Los índices de control se llevarán en un estadillo mensual con gráficos que permitan hacerse una idea clara de la evolución de los mismos, con una somera inspección visual, en abscisas se colocarán los meses del año y en ordenadas los valores numéricos del índice correspondiente.

### **3.13. SEGUROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO**

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 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 las personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista está obligado a la contratación de un Seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra, con ampliación a un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

### **3.14. SERVICIO MÉDICO**

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado, que garantizará en todo momento la aptitud física de sus empleados para el trabajo, los cuales antes de su entrada en obra pasarán el reconocimiento médico reglamentario.

En sitio bien visible y conocido por el personal, se dispondrán los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias en beneficio de un traslado inmediato y seguro de los accidentados.

### **3.15. INSTALACIONES MÉDICAS**

Se dispondrá de un local destinado a botiquín debidamente equipado, con material sanitario para atender cualquier accidente.

Será obligatorio la existencia de un botiquín de tajo en aquellas zonas de trabajo que estén alejadas del botiquín central, para atender pequeñas curas, dotados con el imprescindible material actualizado.

Los botiquines se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente el material que se ha consumido.

### **3.16. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DEL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme se ha establecido en el Presupuesto y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

A la hora de redactar el presupuesto de Seguridad y Salud, se ha tenido en cuenta solo las

partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

### **3.16.1. ABONO DE LAS CERTIFICACIONES**

El abono de las certificaciones se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

### **3.16.2. PRECIOS CONTRADICTORIOS**

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el documento de la Memoria del Estudio de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

## **4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS. NORMAS DE INSTALACIÓN, USO Y OTRAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

### **4.1. DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS**

El Contratista será el responsable de que todos los medios de protección colectivos definidos en la Memoria de Estudio de Seguridad y Salud, cumplan las siguientes condiciones generales:

- Las protecciones colectivas deberán estar disponibles en la obra con antelación a la fecha decidida para su montaje, para su uso inmediato, y en condiciones óptimas de almacenamiento para su buena conservación.
- Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida.
- El Coordinador de Seguridad y Salud, o en su caso, la Dirección Facultativa, comprobará que la calidad de las protecciones colectivas se corresponde con la definida en este Estudio de Seguridad y Salud o en la del Plan de Seguridad y Salud que llegue a aprobarse.
- Se instalarán previamente a la realización de los trabajos en los que es necesario su uso.
- El Contratista incluirá en el Plan de Ejecución de Obra, la fecha de instalación, mantenimiento, cambio de posición y retirada definitiva de las protecciones colectivas

objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, así mismo, llevará a cabo la realización de estos trabajos. Se procederá a la sustitución inmediata de los elementos deteriorados de las protecciones colectivas, interrumpiéndose los trabajos en los que sea necesario su uso y aislando convenientemente estas zonas para evitar riesgo.

- Prevalece el uso de las protecciones colectivas, frente al uso de los equipos de protección individual.
- El Contratista quedará obligado a conservar en la posición de uso prevista y montada, las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación con la asistencia expresa del Coordinador de Seguridad y Salud, o en su caso, la Dirección Facultativa.
- En caso de fallo por accidente de persona o personas, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin demora, inmediatamente, tras ocurrir los hechos, al Coordinador de Seguridad y Salud, o en su caso, a la Dirección Facultativa.

#### **Condiciones técnicas específicas de los anclajes de cinturones de seguridad**

Se dispondrá de tubos de viga para sujeción de cinturón de seguridad apoyado en tubos verticales de 1 m de altura y 42 mm de diámetro, anclados por medio de placas de anclaje.

La CALIDAD: ha de ser el material nuevo a estrenar.

#### **Condiciones técnicas específicas de las barandillas de red**

Todo el sistema de protección con redes, cumplirá las Normas Europeas EN/ISO convertida en normas UNE.

Se utilizarán a modo de cierre en lugares sujetos al riesgo de caídas desde alturas.

La red cumplirá la norma UNE-EN 1263-1 etiquetadas N-CE por AENOR. Tejidas al rombo o al cuadro de 100x100 mm tipo A3 con energías máximas de rotura de 2,3x5. Estarán bordeadas de cuerda tipo K recibida a las esquinas de la red y enhebradas en las trencillas.

Tendrán una resistencia a la tracción de 7,5 KN.

#### **Condiciones técnicas específicas de los cables fiadores para cinturones de seguridad**

Cables fiadores para cinturones de seguridad, fabricados en acero torcido con un diámetro de 5 mm, incluso parte proporcional de aprietos atornillados de acero para formación de lazos, montaje, mantenimiento y retirada.

La CALIDAD del material a emplear será nuevo, a estrenar.

Los CABLES de hilos de acero fabricado por torsión con un diámetro de 5 mm, con una resistencia a la tracción de 1500 kg,

Los LAZOS se formarán mediante casquillos electrofijados protegidos interiormente con guardacabos.

Si en alguna ocasión, deben tomarse mediante el sistema tradicional de tres aprietos, el lazo se formará justo en la amplitud del guardacabos.

Los GANCHOS, fabricados en acero timbrado para 2000 kg, instalados en los lazos con guardacabos del cable para su instalación rápida en los anclajes de seguridad.

DISPOSICIÓN EN OBRA: El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra, y en colaboración con el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra suministrará los planos de ubicación exacta según las nuevas solicitudes de prevención que surjan.

### **Condiciones técnicas específicas de cuerdas auxiliares, guía segura de cargas suspendidas a gancho de grúa**

La CALIDAD, nueva a estrenar.

Las CUERDAS. Cuerda Auxiliar tipo 0 para la guía segura de cargas suspendidas a gancho de grúa, con una resistencia a la tracción de al menos 7,5 KN, protegida en sus extremos por fundas contra los deshilachamientos. Estarán fabricadas de olifine. Cada cuerda será servida de fábrica etiquetada certificada cumpliendo la Norma UNE-EN 1.263-1, etiquetadas N-CE por AENOR.

Fabricadas en poliamida 6.6 industrial, con un diámetro mínimo de 12 mm.

### **NORMAS PARA EL MANEJO DE LAS CUERDAS DE GUÍA SEGURO DE CARGAS SUSPENDIDAS A GANCHO DE GRÚA**

1. Toda carga suspendida a gancho de grúa que necesite ser guiada para evitar penduleos o para hacerla entrar en la planta, estará dotada de una cuerda de guía para ser manejada a través de ella por los trabajadores.
2. Queda prohibido por peligroso: recibir cargas pasándolas directamente con las manos sin utilizar cuerdas de guía.

### **Condiciones técnicas específicas de entibación blindaje metálico para zanjas**

Entibación blindaje metálico de seguridad para trabajos en el interior de las zanjas, utilizando como protección colectiva contra el riesgo de derrumbamiento de tierras, marca SBH o similar.

### **Condiciones técnicas específicas de pasarelas de seguridad de madera sobre zanjas**

Pasarela de madera formada por: plataforma de tablones de madera 15x3 cm trabajada con listones, cola de contacto y clavazón de acero; pies derechos aprieto tipo carpintero comercial, pintados anticorrosión; pasamanos y barra intermedia, de tubos metálicos de 2,5 cm de diámetro;



rodapié de 15x2,5 cm de escuadría. Anclajes al terreno de acero corrugado, de 12 mm de diámetro

Se han diseñado para que sirvan de comunicación entre 2 puntos separados por una zanja que deba salvarse.

Se han previsto sensiblemente horizontales o para ser inclinadas en su caso, un máximo sobre la horizontal de 30°. Para inclinaciones superiores se utilizarán escaleras de seguridad de tipo convencional a base de peldaños de huella y contra huella.

La CALIDAD del material a utilizar será nuevo, a estrenar.

Se utilizará madera de pino, para la formación de la plataforma de tránsito; se construirá mediante tablones unidos entre sí.

El MODO DE CONSTRUCCIÓN. La madera se unirá mediante clavazón, previo encolado, con “cola blanca”, para poder garantizar una mejor inmovilización.

En cada extremo de apoyo del terreno, se montará un anclaje efectivo, mediante el uso de redondos de acero corrugado de 12 mm de diámetro, doblado en frío, pasantes a través de la plataforma de la pasarela y doblados sobre la madera, para garantizar la inmovilidad. Los redondos doblados no producirán resaltos.

ANCLAJES formados por redondos de acero corrugado de 12 mm de diámetro y una longitud de 50 cm para hincar en el terreno. Uno de sus extremos estará cortado en bisel para facilitar su hincada a golpe de mazo.

Las BARANDILLAS, serán pies derechos por aprieto tipo carpintero comercializadas pintados anticorrosión, sujetos al borde de los tablones mediante el accionamiento de los husillos de inmovilización.

Pasamanos y barra intermedia, formado por tubos metálicos comercializados con un diámetro de 2,5 cm.

Rodapié construido mediante madera de pino con una escuadría de 15x2,5 cm.

Para la PINTURA todos los componentes estarán pintados a franjas amarillas y negras alternativamente de señalización. Existirá un mantenimiento permanente de esta protección.

### **Condiciones técnicas específicas para portátiles de seguridad para iluminación eléctrica**

Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica formados por: portalámparas estancos; rejilla contra los impactos; lámpara de 100 w; gancho para cuelgue; mango de sujeción de material aislante; manguera antihumedad de 20 m de longitud; toma corrientes por clavija estanca de intemperie. En cuanto a la calidad, serán nuevos a estrenar y estarán formados por los siguientes

elementos:

Portalámparas estancos con rejilla anti-impactos, con gancho para cuelgue y mango de sujeción de material aislante de la electricidad.

Manguera antihumedad de la longitud que se requiera para cada caso, evitando depositarla sobre el pavimento siempre que sea posible.

Toma de corriente por clavija estanco de intemperie.

Las NORMAS DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento serán:

1. conectarán en las tomas de corriente instaladas en los cuadros eléctricos de distribución de zona.
2. Si el lugar de utilización es húmedo, la conexión eléctrica se efectuará a través de transformadores de seguridad a 24 voltios.

### **Condiciones técnicas específicas para red tensa sobre taludes, como avisadores por desprendimientos**

Todo el sistema de protección con redes cumplirá las Normas Europeas EN/ISO y UNE (en 919 y ISO 9001 y 9002 y ISO 554).

Red tensa sobre taludes conseguida con paños de redes tipo S, para ser utilizados como avisadores por desprendimientos de terreno, anclajes para la inmovilización de sus extremos; paños de red tejidas al cuadro o al rombo de 10x10 cm. Bordeados por una cuerda perimetral tipo K, anudada en las 4 esquinas del paño y enhebrada en las trencillas, todo ello fabricados en olifine, cumpliendo la norma UNE-EN 1.263-1, etiquetadas N-CE por AENOR. Incluida parte proporcional de montaje, mantenimiento y retirada.

Los PAÑOS DE RED, serán nuevos a estrenar. Estarán fabricados en olifine de color verde para mayor detección, sin nudos, mediante tejido continuo a doble cara tipo León de Oro o similar, cumpliendo la norma UNE-EN 1.263-1, etiquetadas por AENOR. Tejidas al rombo o al cuadro de 100x100 mm tipo A2 con energías mínimas de rotura de 2,3 KN. Estarán bordeadas de cuerda tipo K recibida a las esquinas del paño y enhebrada en las trencillas. Cada paño de red será servido de fábrica etiquetado cumpliendo la norma UNE-EN 1.263-1, etiquetadas N-CE por AENOR.

La CUERDA PERIMETRAL, será nueva a estrenar.

Cuerda perimetral continua tipo 0, con una resistencia a la tracción de al menos 7,5 KN. Estarán fabricadas olifine. Cada cuerda será servida de fábrica etiquetada certificada cumpliendo la norma UNE-EN 1.263-1, etiquetadas N-CE por AENOR.

ANCLAJES formados por redondos de acero corrugado de 10 mm de diámetro, doblado en frío, recibidos hincados a golpe de mazo en el terreno cada 50 cm.

### **Condiciones técnicas específicas para tapas de madera para huecos horizontales**

Oclusión de hueco horizontal por tapa de madera de pino fabricada en tabla de escuadría 15x5 cm, mediante encolado con cola blanca y clavazón de acero, incluso parte proporcional de montaje, retoque y retirada.

El material será nuevo a estrenar.

TAPA DE MADERA formada por tabla de madera de pino, sin nudos, de escuadría 15x5 cm, unida mediante clavazón, previo encolado con “cola blanca” de carpintero.

En la INSTALACIÓN como norma general, los huecos quedarán cubiertos por la tapa de madera en toda su dimensión + 10 cm de lado en todo su perímetro. La protección quedará inmovilizada en el hueco para realizar un perfecto encaje, mediante un bastidor de madera que se instala en la parte inferior de la tapa.

**NORMAS DE SEGURIDAD DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO PARA EL MONTAJE DE LA OCLUSIÓN PROVISIONAL DE HUECOS HORIZONTALES CON TAPAS DE MADERA**

1. Durante la fase de encofrado, se fabricarán las tapas de oclusión, considerando el grosor de las tabicas del encofrado para que encajen perfectamente en el hueco del hormigón una vez concluido y se instalarán inmediatamente. Se retirará la tabica, se ajustará el bastidor de inmovilización para que encaje perfectamente en el hormigón.

En caso de ser necesario cubrir arquetas, las tapas se formarán con idénticos criterios.

1. Durante la fase de desencofrado y en el momento en el que el hueco quede descubierto, se instalará de nuevo la tapa de oclusión.
2. Los huecos permanecerán cerrados hasta que se inicie su cerramiento definitivo.
3. La labor de aplomado permitirá la retirada de las tapas en una misma vertical hasta su conclusión. Entre tanto, se adaptarán las tapas con cortes que permitirán sin estorbos, el paso del cordel de aplomado. Se repondrán de inmediato para evitar accidentes.
4. La instalación de tubos y similares en la vertical de un mismo hueco, como se ha permitido el paso de los cordeles de aplomado, solo exigirá descubrir el hueco en el que se actúe en una planta concreta.
5. Adaptar la tapa al hueco libre que quede tras el paso de tubos y similares o iniciar, hasta alcanzar 1 m de altura, el cerramiento definitivo.

### **Condiciones técnicas específicas para toma de tierra normalizada general de obra**

Toma de tierra general de obra formada por: electrodo compuesto de barra de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud como mínimo y cable desnudo de cobre de 8 mm de diámetro, presillas de conexión; arqueta de fábrica de ladrillo doble hueco de 50x50 cm, para conexión,

dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables. Incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

La resistencia no será superior a 20 ohmios, dimensionándose en todo caso el electrodo de forma que su resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

### **Condiciones técnicas específicas para topes delimitadores para vehículos**

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno mediante redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz, a una distancia del borde que será determinada en función del grado de computación y profundidad de la zanja, de forma que se impida el hundimiento o vuelco de máquinas y vehículos.

### **Condiciones técnicas específicas para transformar energía eléctrica en salida a 24 V (1000**

#### **W)**

Para la seguridad en la utilización racional de la energía eléctrica, se prevé la utilización de transformadores de corriente con salida a 24 v., cuya misión es la protección del riesgo eléctrico en lugares húmedos.

#### **NORMA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO:**

1. La alimentación eléctrica de iluminación o de suministro a las máquinas herramientas, que deban utilizarse en lugares de mucha humedad (zonas mojadas, encharcadas), se realizarán a 24 v. utilizando el transformador específico para ello.
2. Esta norma será cumplida por todos los operarios de la obra, independientemente de la contrata a la que pertenezcan o sean autónomos.

### **Condiciones técnicas específicas de extintores de incendios**

Extintores de incendios, modelo polvo polivalente ABC para fuegos A, B, C, E con capacidad extintora 21 A 89 B C E. Incluso parte proporcional de instalación, mantenimiento y retirada.

La CALIDAD de los extintores a montar en la obra, serán nuevos, a estrenar.

Los extintores a instalar serán los conocidos con el nombre de “tipo universal”, modelo polvo polivalente ABC, dadas las características de la obra a construir.

#### **LUGARES EN QUE DEBEN INSTALARSE:**

- Vestuario y aseo del personal de la obra.
- Comedor del personal de la obra.



- Local de primeros auxilios.
- Oficinas de la obra.
- Almacenes con productos o materiales inflamables.
- Cuadro general eléctrico.
- Almacenes de material y talleres.
- Extintores móviles para trabajo de soldadura capaces de originar incendios.

MANTENIMIENTO: los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el contratista principal de la obra con una empresa de la especialidad.

#### NORMAS DE SEGURIDAD:

1. Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro, según las necesidades de extinción previstas.
2. En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con la palabra "EXTINTOR".

#### 4.2. DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Todos los equipos de protección individual de esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- o Tendrán la marca "CE". Si ésta no existiese para un determinado equipo de protección individual, se autorizará el uso de aquellos:
  - Que se ajusten a las Normas técnicas Reglamentarias MT, de homologación del Ministerio de Trabajo (O.M: 17-5-74) (B.O.E. 27-5-74) siempre que exista Norma.
  - Que estén en posesión de una homologación de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea o de los EE.UU.
- o Todo equipo de protección individual estará adecuadamente concebido y suficientemente acabado para que su uso nunca represente un riesgo o daño en sí mismo.
- o El Contratista estará obligado a garantizar un adecuado mantenimiento de equipo de protección individual, el control efectivo de su uso, así como a difundir las condiciones de utilización.
- o Por su parte, el trabajador deberá respetar las instrucciones de uso, estará obligado a indicar cualquier tipo de anomalía o defecto y sobre todo, deberá tener voluntad de protegerse.
- o Todos los equipos de protección individual de los trabajadores tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.
- o Cuando por circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en un determinado equipo de protección individual, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

#### 4.3. DE LOS MEDIOS AUXILIARES Y DE LA MAQUINARIA

Es responsabilidad del Contratista, asegurarse de que todos los equipos, medios auxiliares y máquinas empleados en la obra, cumplen con 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

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el 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. A tal fin, y en aquellas circunstancias cuya seguridad dependa de las condiciones de instalación, los medios auxiliares, máquinas y equipos se someterán a una comprobación inicial y antes de su puesta en servicio por primera vez, así como a una nueva comprobación después de cada montaje en un lugar o emplazamiento diferente.
- 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.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", el Contratista en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e incluirlos, porque son por si mismos, más seguros que los que no la poseen.
- El contratista adoptará las medidas necesarias para que los medios auxiliares, máquinas y equipos que se utilicen en la obra sean adecuados al tipo de trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de tal forma que quede garantizada la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido se tendrán en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización de los referidos medios auxiliares, máquinas y equipos.

Los equipos acreditarán el mantenimiento que recomiende el fabricante.

Las plataformas de trabajo tendrán como mínimo 60 cm de ancho, y las situadas a más de 2 m de altura estarán dotadas de barandillas de 90 cm, de altura, listón intermedio y rodapié.

Las escaleras de mano deberán ser de aluminio preferiblemente, aunque podrá utilizarse de madera, si ésta se encuentra machihembrada, y estar provistas de dispositivo antideslizante y de longitud tal que rebasen en un 1 m el punto de apoyo superior.

Todas las plataformas de trabajo que se construyan sobre el andamio tendrán un ancho mínimo de 0,60 m y protegidas con doble barandilla y rodapié.

Los medios auxiliares de topografía (cintas, jalones, miras, etc.) que se utilicen serán dieléctricas en el caso de tener que trabajar dentro de la zona de influencia de alguna línea eléctrica.

#### **4.4. DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto) y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.

Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.

Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 ó UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.

La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se

señalará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonces que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm. ; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:

- Medidas de protección contra contactos directos:
  - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
- Medidas de protección contra contactos indirectos:
  - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna ó 60 V en corriente continua.
- Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos



diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.

#### 4.5. DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuarios dotados con percheros, sillas y calefacción
- Servicios higiénicos dotados de lavamanos, ducha, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras, aunque debido a la proximidad de restaurantes en los alrededores, se aconsejará al trabajador por motivos de comodidad y relajación, que el personal de la obra coma en el Restaurante: La superficie del comedor ha sido estimada alrededor de 1,20 m<sup>2</sup> por cada trabajador que deba utilizarlo simultáneamente.
- Botiquín, cuyo contenido mínimo será: Agua oxigenada, Alcohol de 96°, Tintura de yodo, Mercurocromo, Amoniaco, Algodón hidrófilo, Gasa estéril, Vendas, Esparadrapo, Antiespasmódicos, Banda elástica para torniquete, guantes esterilizados, Jeringuillas desechables, termómetro clínico, Apósitos adhesivos, Paracetamol, Acido acetil salicílico, Tijeras, Pinzas.
  - Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
  - Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
  - Se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.
  - La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

#### 4.6. DE LA SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA Y VIALES

Los medios utilizados pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Balizamiento: Se utilizará para hacer visibles los obstáculos u objetos que puedan provocar accidentes. En particular, se usará en la implantación de pequeños trabajos temporales como para abrir un pozo, colocar un poste, etc.
- Etiquetas, cintas, guirnaldas, luminosos y destellantes: Se utilizarán las señales que se

estimen oportunas, acompañadas con frases que se pueden redactar en colores distintos, llamativos, que especifiquen peligros ó indicaciones de posición, situación, advertencia, utilización o modo de uso del producto contenido en los envases.

- Señales: Las que se utilicen responderán a convenios internacionales y se ajustarán a la normativa actual. El objetivo es que sean conocidas por todos.
  - Señalización de obra. Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.
  - Señalización vial. Esta señalización cumplirá con el nuevo Código de Circulación y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

#### Características técnicas de las señales

- Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.
- En el montaje de las señales deberá tenerse presente:

Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.

Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

A Coruña, mayo de 2024

Fdo.:   
