

ANEXO AL PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SORBAS II

LOS GALLARDOS – ALMERÍA

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN
SUBTERRÁNEA

AUTORA: Lucía Lampón Bentrón
Ingeniera Industrial
(Col. 3002 ICOLLG)



ÍNDICE

página

Documento 01: Memoria.....	2
1.1. Objeto	2
1.2. Características básicas de la instalación proyectada	2
1.3. Actuaciones a realizar para la ejecución de la LSMT	2
1.3.1. Trazado de canalizaciones eléctricas	2
1.3.2. Arquetas.....	3
1.4. Elementos de las líneas subterráneas de MT.....	4
1.4.1. Cable aislado de potencia	4
1.4.2. Terminaciones.....	4
1.4.3. Empalmes.....	4
1.4.4. Pararrayos	5
1.5. Criterios de diseño.....	5
1.6. Dimensionamiento.....	5
1.6.1. Cálculos eléctricos.....	5
1.6.2. Cruzamientos, proximidades y paralelismos	9
1.6.3. Puesta a tierra	9
1.7. Resultados de cálculo	9
Documento 02: Planos.....	11
Plano 01. Plano detalle de la línea de evacuación subterránea	11
Plano 02. Detalle de las zanjas de la línea de evacuación subterránea.....	11
Plano 03. Detalle de arqueta ciega	11
Plano 04. Detalle de arqueta registrable	11

Documento 01: Memoria

1.1. Objeto

El presente anexo tiene por objeto definir las condiciones técnicas y económicas para la realización del tramo de línea subterránea de media tensión que realice la función de línea de evacuación de la planta fotovoltaica objeto del proyecto. Esta, unirá el centro de transformación con el primer apoyo de la línea aérea de media tensión que conecta la instalación privada con el punto de conexión concedido para evacuar la energía generada.

1.2. Características básicas de la instalación proyectada

El diseño del presente anexo se desarrolla tomando como base la ITC-LAT-06.

El presente documento contempla la ejecución de una línea de media tensión subterránea para la evacuación, en un primer tramo, mediante línea subterránea con conductor de aluminio AL RH5Z1 18/30 kV. La instalación se dimensiona para una planta solar fotovoltaica de 1 MW conectada a una red de 25 kV.

Se dimensiona siguiendo los criterios de intensidad admisible para el cable en servicio permanente, intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito, caída de tensión y pérdidas de potencia.

Esta línea une el centro de transformación de la instalación fotovoltaica con el apoyo de conversión aéreo-subterráneo que inicia el tramo de línea aérea que discurre hasta el apoyo de conexión con la línea de distribución.

1.3. Actuaciones a realizar para la ejecución de la LSMT

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para ejecutar una línea de media tensión subterránea:

1.3.1. Trazado de canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones, salvo cuando no sea posible, se ejecutarán evitando ángulos pronunciados. Su trazado discurrirá lo más rectilíneo posible y cuando discurra por propiedad privada, producirá una servidumbre garantizada.

Al diseñar el trazado, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos fijados por el fabricante del cable a utilizar.

Se consultará con las empresas de servicio público y con posibles propietarios de servicios para conocer las instalaciones de la zona afectada, antes de marcar el trazado.

Las líneas se enterrarán bajo tubo de 160 o 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras o tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT-06.

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

1.3.2. Arquetas

Las arquetas prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento informativo NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas.

Se pueden construir de ladrillo, sin fono para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

El número de arquetas y su distribución, se determina en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que son los que determinan las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

1.4. Elementos de las líneas subterráneas de MT

A continuación, se describen los elementos fundamentales de una línea de media tensión subterránea.

1.4.1. Cable aislado de potencia

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión objeto del presente documento serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620, ITC-LAT-06 y se tomará como referencia la norma informativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

El circuito de la línea subterránea de media tensión se corresponderán con 3 conductores unipolares de aluminio, con nivel de aislamiento 18/30 kV y sección 150 mm².

1.4.2. Terminaciones

Se emplearán terminaciones convencionales contráctiles o enfriables en frío, acordes a la norma UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

1.4.3. Empalmes

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442 y la norma informativa GSCC004 12/20(24) kV and 18/30(36) kV cold shrink compact joints for MV underground cables.

1.4.4. Pararrayos

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099. Se tomará como referencia la norma informativa GE AND0015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

1.5. Criterios de diseño

Para el diseño de la línea de evacuación y protecciones se tendrán en cuenta los parámetros de diseño aportados por la Distribuidora.

Tensión nominal (V)	25.000
Tensión máxima estimada (V)	26.750
Tensión mínima estimada (V)	23.250
Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA)	188

En determinados casos pueden utilizarse valores superiores a los tabulados con el fin de aplicar margen de seguridad.

Se trata de una línea subterránea, siguiendo las normas ITC-LAT-06, y demás normativa de aplicación.

Se diseñará el trazado de forma que se eviten cruzamientos y paralelismos, y en caso de ser inevitables se realizarán en condiciones de seguridad, siguiendo las indicaciones y criterios de la ITC-LAT 06.

1.6. Dimensionamiento

1.6.1. Cálculos eléctricos

Para el cálculo de la sección del cableado de media tensión, seguimos lo dispuesto en la ITC-LAT-06, empleando los distintos criterios de seguridad eléctrica y pérdidas admisibles:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente:

Para ello se obtiene la intensidad admisible en servicio permanente, que viene determinada por la tabla de la ITC-LAT-06 en función del tipo de aislamiento y tensión asignada:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente θ_s	Cortocircuito Occ ($t \leq 5s$)
Policloruro de vinilo (PVC)*		
$S \leq 300 \text{ mm}^2$	70	160
$S > 300 \text{ mm}^2$	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105 para $U_o/U \leq 18/30 \text{ kV}$ 90 para $U_o/U > 18/30 \text{ kV}$	250

En función del tipo de instalación y características del terreno se aplican los factores de corrección correspondientes para el cálculo de la intensidad admisible:

- Tipo de instalación (directamente enterrada, bajo tubo enterrado, etc.)
- Resistividad térmica del terreno.
- T^a del terreno.
- Profundidad del cable.
- Distancia entre ternos.

Dichos factores se resumen en la siguiente tabla:

Intensidad admisible en régimen permanente

Resistividad térmica terreno (k.m/W)	1,5	factor de corrección	1
Profundidad de enterramiento (m)	1,25	factor de corrección	0,98
T^a del terreno ($^{\circ}\text{C}$)	25	factor de corrección	1
Distancia entre ternas (m)	0	factor de corrección	1
Nº de ternas	1	factor de corrección	
Tipo de instalación	bajo tubo enterrado	factor resultante	0,98
Intensidad admisible base (A)			245
Intensidad admisible corregida (A)			240,1

Se ha seleccionado un cable de 150 mm^2 , conductor de Aluminio y aislamiento RH5Z1, tensión asignada 18/30 kV.

La intensidad admisible del cable seleccionado, 240 A, es muy superior a la intensidad máxima de salida del transformador.

- Intensidad máxima admisible en cortocircuito:

A partir de la tabla 26 de la ITC-LAT-06 se calcula la intensidad de cortocircuito admisible.

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U $\leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Para ello se calcula la densidad de corriente admisible para una actuación de las protecciones en un tiempo máximo de 1 segundo, teniendo en cuenta el aislamiento utilizado y la diferencia entre la T^a máxima en servicio permanente y la T^a admisible en cortocircuito, así como la intensidad de cortocircuito aportada por la Distribuidora, con un valor de 188 MVA para la tensión de 25 kV.

Se empleará un cableado de aluminio con aislante de XLPE, de 150 mm².

Intensidad admisible en cortocircuito

Potencia CC compañía (MVA)	188
Tensión nominal (kV)	25
Icc al nivel de tensión nominal (kA)	4,34
Sección (mm ²)	150
K	94
tcc	1
Icc admisible (kA)	14,1
¿Icc admisible > Icc de red ?	SI

El valor de la intensidad de cortocircuito de la LSMT será de 4,34 kA, mientras que la intensidad de cortocircuito admisible para una falta de 1 segundo para un cable con aislamiento XLPE, de 150 mm² de sección será de 14,1 kA, tal y como se recoge en la tabla 10 del Proyecto tipo de Líneas Subterráneas de Media Tensión de Endesa:

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

■ Caída de tensión:

Una vez definidas las secciones de los cables según el criterio de intensidad máxima admisible, se debe comprobar que la caída de tensión en el circuito con esa configuración, no supera el 3%, condición establecida para instalaciones de MT.

Si no se cumple este criterio, se deben modificar la sección establecida según el criterio de diseño de intensidad máxima admisible hasta lograr que se cumpla esta condición.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot L$$

donde:

- ΔU : caída de tensión en V.
- I: intensidad de la línea en A.
- R: resistencia del conductor en Ω/km .
- X: reactancia inductiva en Ω/km .
- L: longitud en km.

Para el criterio de caída de tensión, dado que la distancia de la línea subterránea hasta el apoyo donde se realiza la conexión es reducida, se dará una caída de tensión despreciable.

■ Pérdida de potencia

Para el caso de pérdida de potencia, se emplean de nuevo la resistencia a 70°C y el factor de potencia de valor 1:

$$\Delta P(\%) = \frac{R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2\varphi} \cdot 100$$

Una vez comprobados todos los criterios, se confirma que para la línea de evacuación subterránea se puede emplear cable AL RH5Z1 150 mm² de 18/30 kV.

En la siguiente tabla se resumen los cálculos del tramo de cableado de la línea de evacuación subterránea.

1.6.2. Cruzamientos, proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras topo de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

No se producen cruzamientos, proximidades ni paralelismos.

1.6.3. Puesta a tierra

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

1.7. Resultados de cálculo

A continuación, se recogen los resultados de cálculo obtenidos para la línea subterránea de evacuación:

Tramo	P (kW)	L (m)	V (V)	I (A)	S (mm ²)	I _{max} adm (A)	I _{max} correg. (A)	R (Ω/km)	X (Ω/km)	R (Ω)	X (mΩ)	c.d.t (mV)	U (%)	ΔP (kW)	P (%)
CTFV - Apoyo PAS	1.000	10	25.000	23,09	150	245	240,1	0,430	0,118	0,027	7	83	0	0,07	0,007%

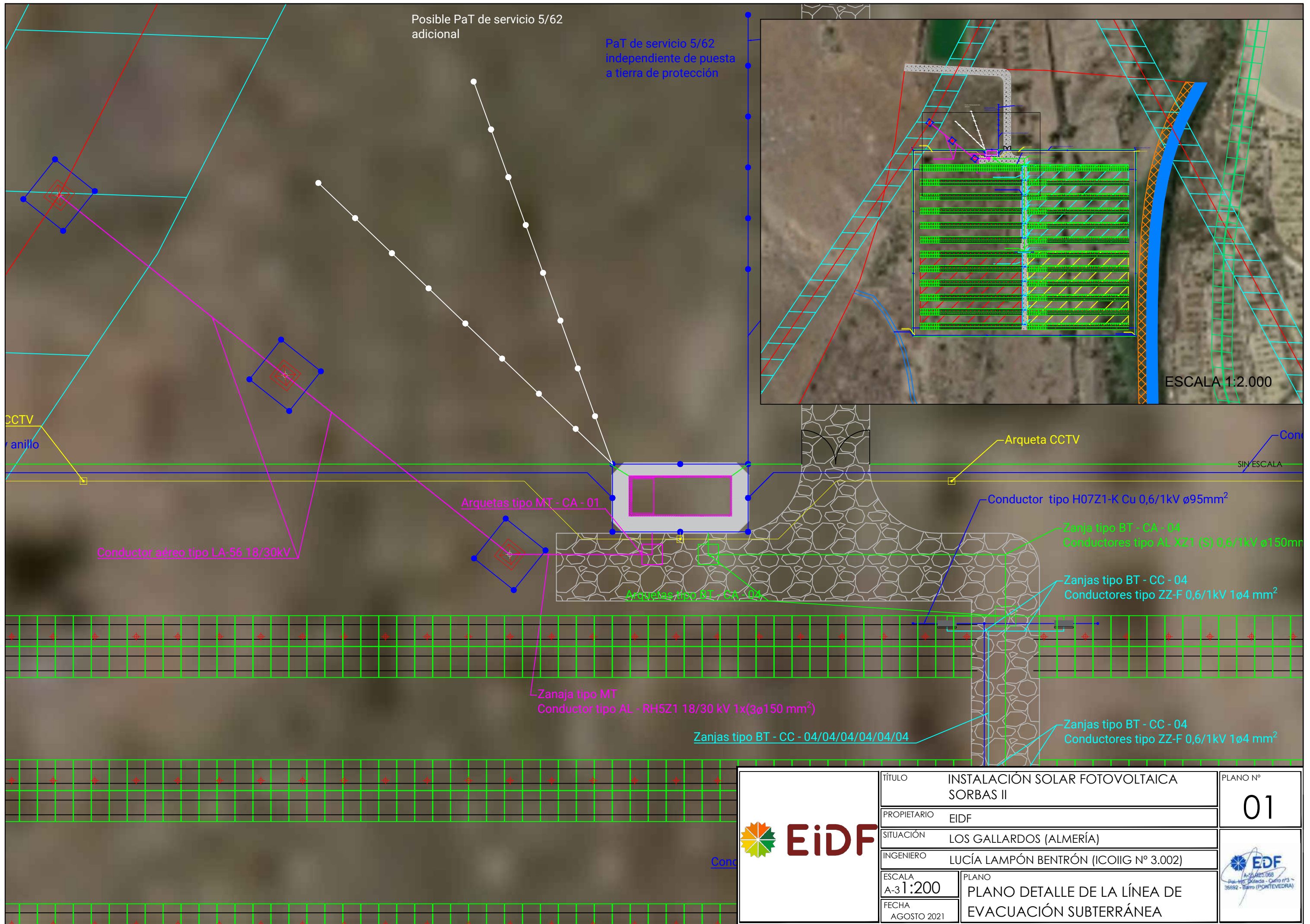
Documento 02: Planos

Plano 01. Plano detalle de la línea de evacuación subterránea

Plano 02. Detalle de las zanjas de la línea de evacuación subterránea

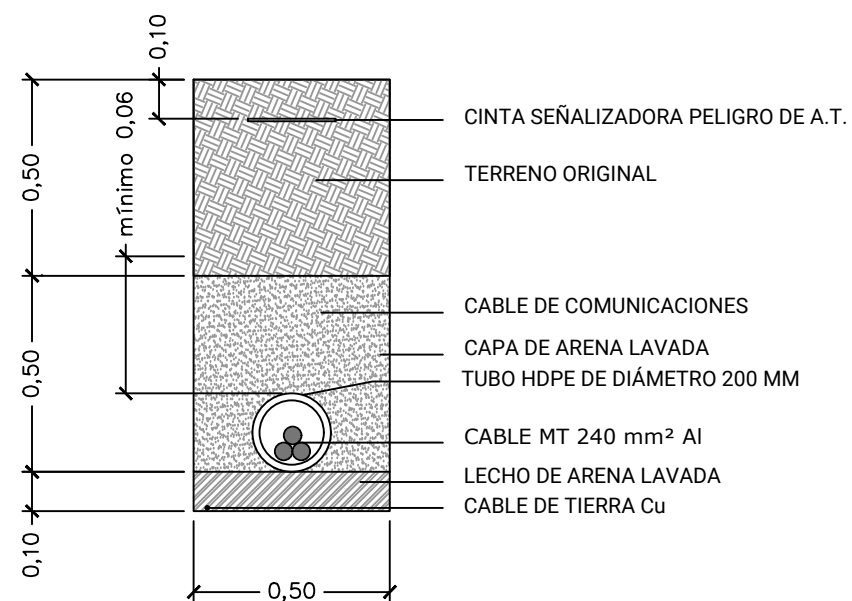
Plano 03. Detalle de arqueta ciega

Plano 04. Detalle de arqueta registrable

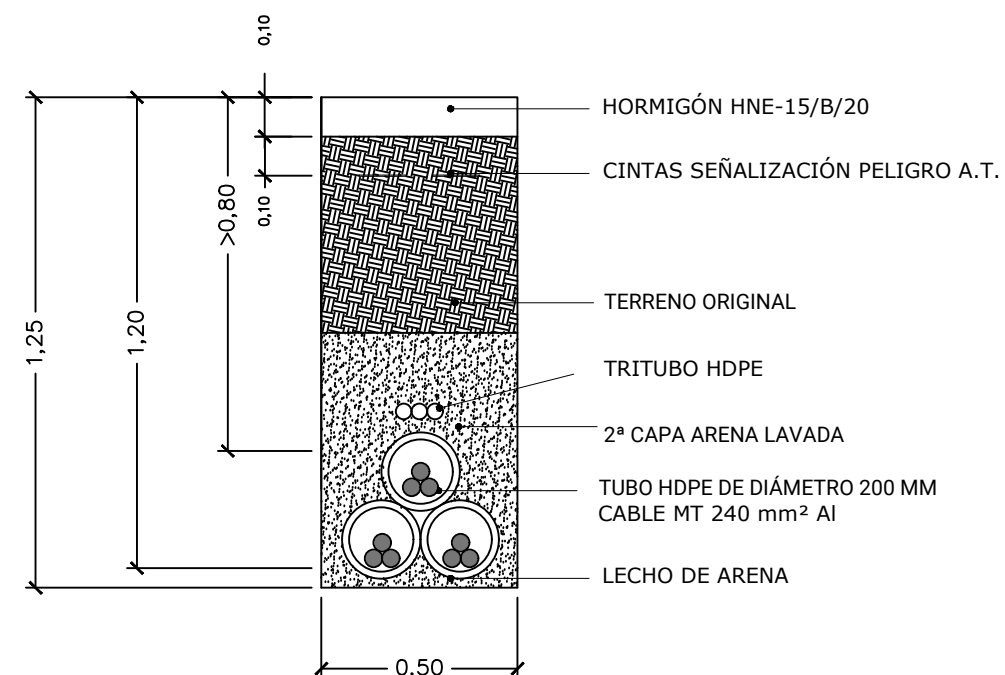


	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SORBAS II	PLANO Nº	01
	PROPIETARIO	EIDF		
	SITUACIÓN	LOS GALLARDOS (ALMERÍA)		
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)		
	ESCALA	A-3 1:200	PLANO	PLANO DETALLE DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA
	FECHA	AGOSTO 2021		

**ZONA PRIVADA
SIMPLE CIRCUITO**



**ZONA DISTRIBUIDORA
DOBLE CIRCUITO**

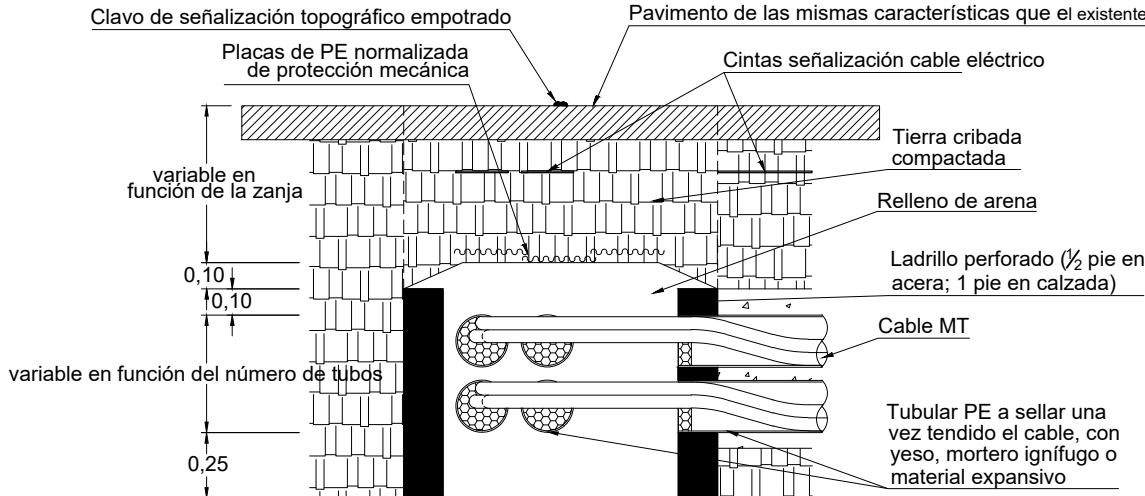


	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SORBAS II	PLANO Nº 02
	PROPIETARIO	EIDF	
	SITUACIÓN	LOS GALLARDOS (ALMERÍA)	 A-35.025.068 Pol. Ind. Dársena - C/uro nº3 - 36952 - Barro (PONTEVEDRA)
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)	
	ESCALA A-31:15	PLANO DETALLE DE ZANJAS DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA	
	FECHA AGOSTO 2021		

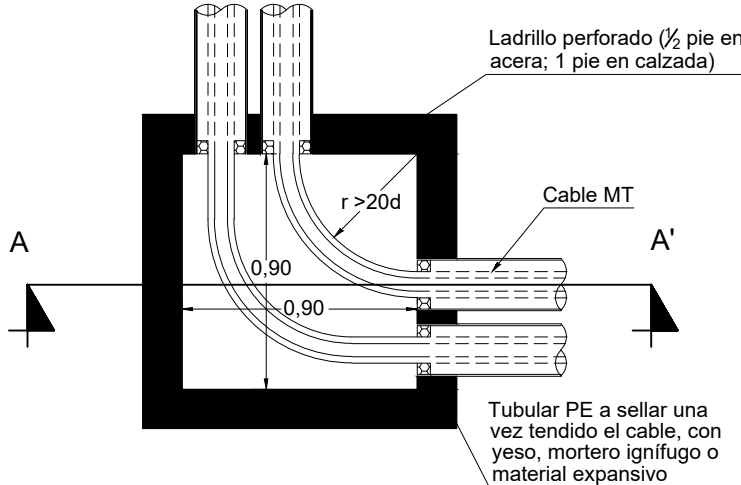
ARQUETA A1 CIEGA

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



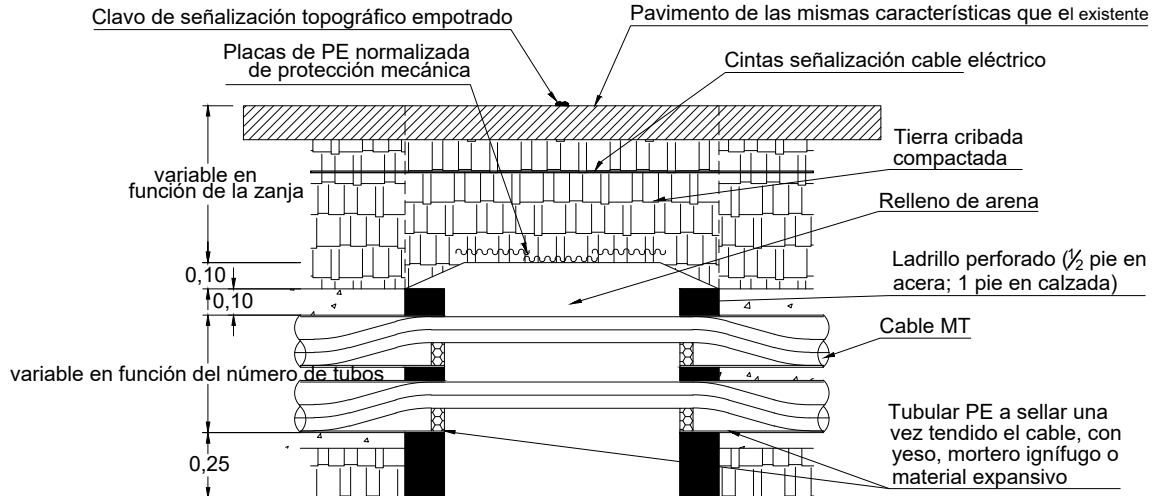
PLANTA



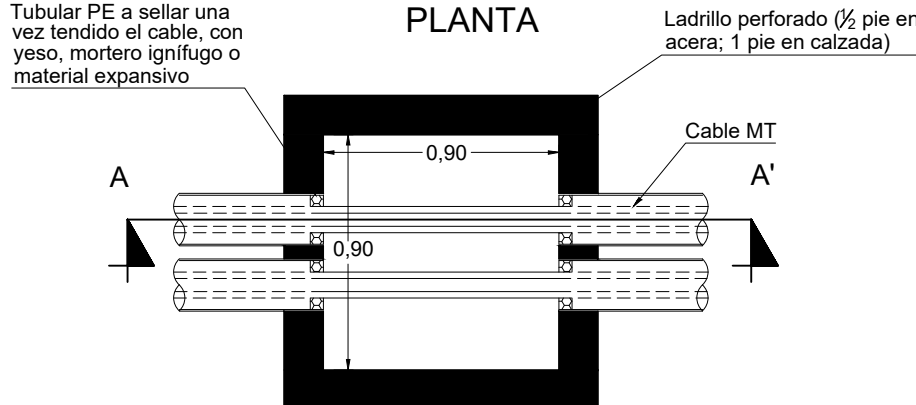
NOTA:
Cantidad y disposición de los tubos, variable en
función de las necesidades de la obra

ARQUETA EN ALINEACIÓN

SECCIÓN A-A'



PLANTA

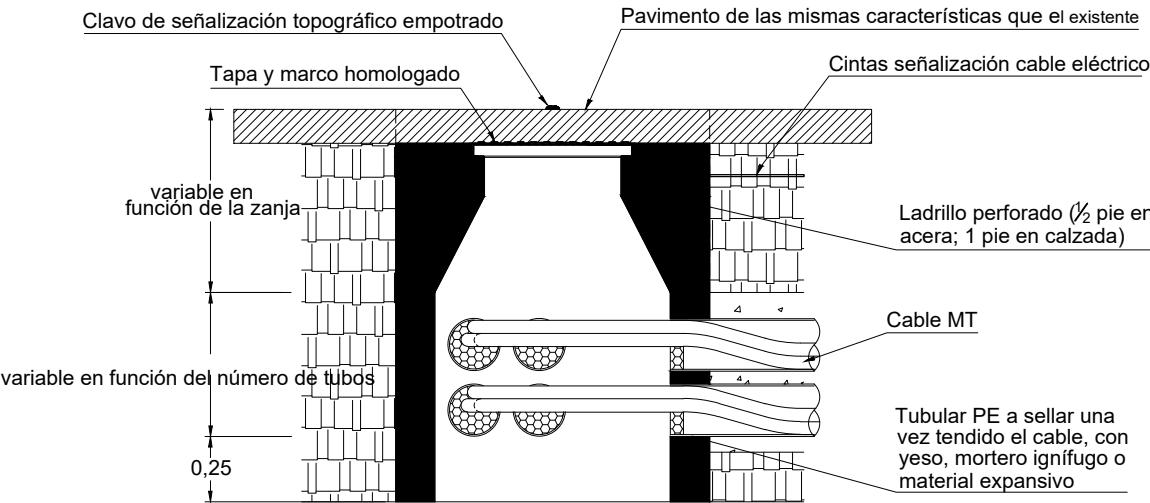


	TÍTULO		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SORBAS II	PLANO Nº 03
	PROPIETARIO		EIDF	
	SITUACIÓN		LOS GALLARDOS (ALMERÍA)	
	INGENIERO		LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)	
	ESCALA	PLANO	DETALLE DE ARQUETA CIEGA	
	A-31:30			
FECHA				
AGOSTO 2021				

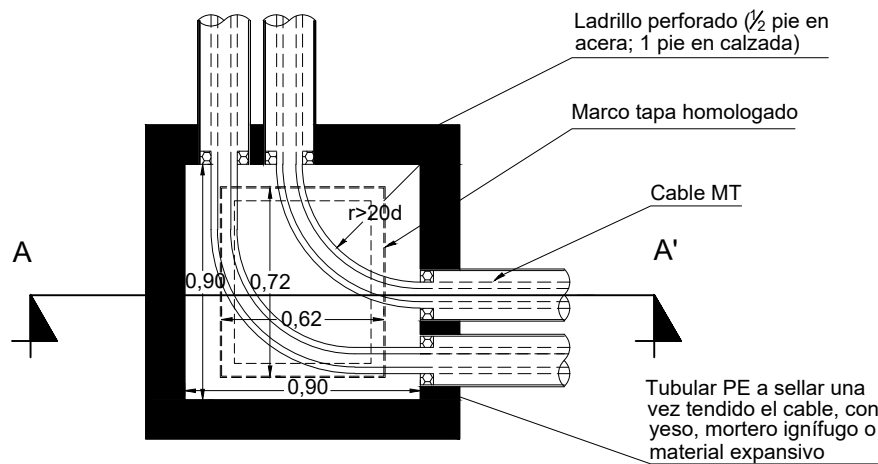
ARQUETA REGISTRABLE

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



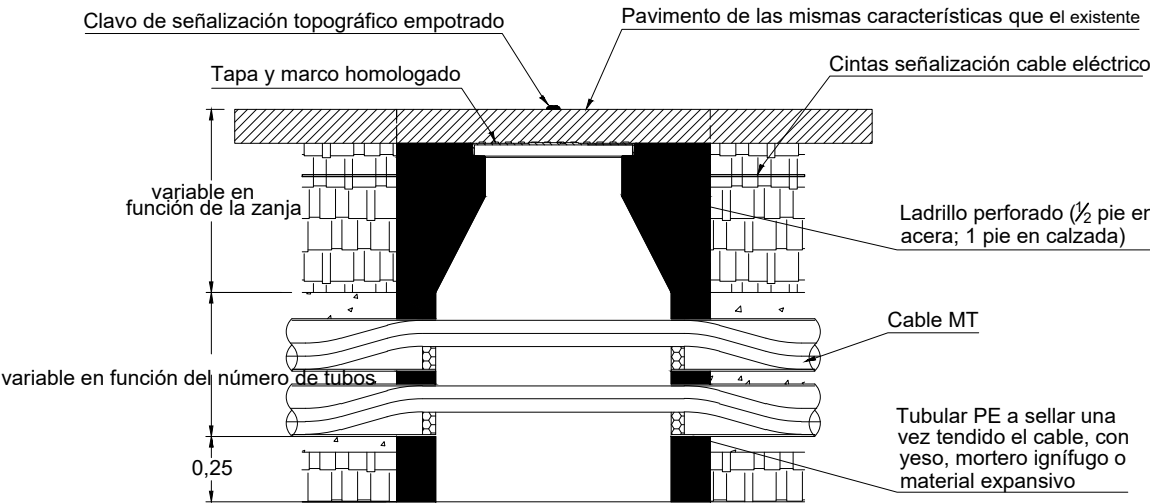
PLANTA



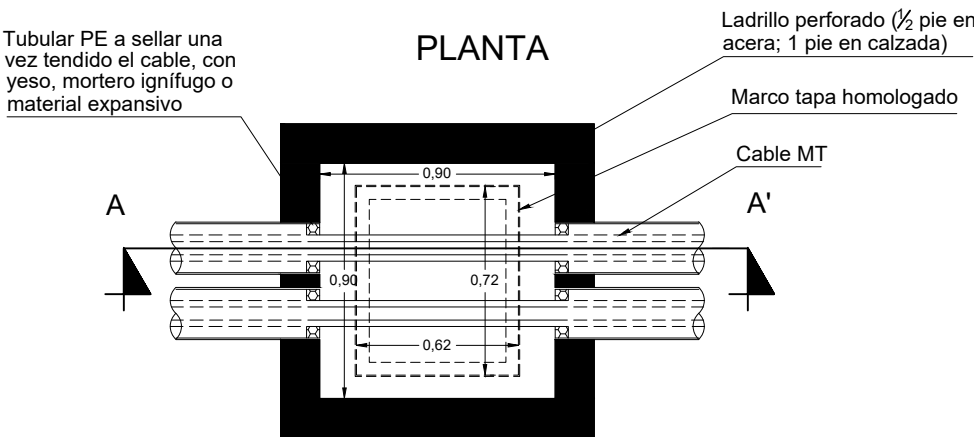
NOTA:
Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra

ARQUETA EN ALINEACIÓN

SECCIÓN A-A'



PLANTA



	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SORBAS II	PLANO Nº 04
	PROPIETARIO	EIDF	
	SITUACIÓN	LOS GALLARDOS (ALMERÍA)	 A-3625.068 Pol. Ind. Pineda - C/urto nº3 36952 - Barro (PONTEVEDRA)
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)	
	ESCALA A-3 1:30	PLANO DETALLE DE ARQUETA REGISTRABLE	
	FECHA AGOSTO 2021		

Anexo a Proyecto realizado por Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.

Domicilio: Polígono Industrial Outeda Curro, 3 - 36692, Barro, Pontevedra

Correo electrónico: lucia.lampon@edsolar.es

Teléfono de contacto: 986 847 871

Ingeniera Industrial, colegiada número 3.002 en el Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia (ICOIIG):

D^a. Lucía Lampón Bentrón

En Pontevedra, 25 de agosto de 2021