



PROYECTO ADMINISTRATIVO
LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV
PARA EVACUACIÓN DE LOS PARQUES
FOTOVOLTAICOS
LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2

DOCUMENTO: SEPARATA
E-DISTRIBUCIÓN

Términos Municipales de Zaragoza, Pinseque y La Joyosa
(Provincia de Zaragoza)



En Zaragoza, septiembre de 2021



ÍNDICE

TABLA RESUMEN	2
1 ANTECEDENTES	4
2 OBJETO Y ALCANCE	5
3 DATOS DEL PROMOTOR.....	6
4 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA	7
5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA	9
6 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN DE LA LÍNEA A E-DISTRIBUCIÓN	10
7 CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS	13
7.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA	13
7.2 TERMINACIONES.....	15
7.3 EMPALMES.....	16
7.4 CONVERSIONES DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA.....	16
7.5 PARARRAYOS.....	17
7.6 ZANJA SUBTERRÁNEA.....	17
7.6.1 Zanjas en tierra.....	18
7.6.2 Zanjas para cruces	18
7.6.3 Zanjas para acera y calzada	19
7.6.4 Perforación horizontal dirigida	20
7.7 Arquetas de ayuda al tendido	21
7.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	22
7.9 HITOS DE SEÑALIZACIÓN.....	22
7.10 PROTECCIONES	22
7.11 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS EN LA LÍNEA SUBTERRÁNEA	22
8 CONCLUSIÓN	26
9 PLANOS	27

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN
DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 LA BARDINA 2
Separata – E-DISTRIBUCIÓN



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº.: VD03688-21A
DE FECHA: 19/10/21
TOTAL VISADO

TABLA RESUMEN

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	
Tensión nominal	15 kV
Tensión más elevada	17,5 kV
Factor de potencia (cos φ)	0,95
Categoría	Tercera
Frecuencia	50 Hz
Longitud total de la línea (m)	8.347
Longitud total de zanja (m)	7.496
TRAMO 1 SUBTERRÁNEO – LA BARDINA 1	
Categoría	A
Nº de circuitos / Nº de ternas	1 / 2
Cable	RHZ1 3x1x240 mm ² Al
Intensidad máxima	512 A
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de cable	1.200 m
Longitud de zanja	1.177 m
Tipo de canalización	Enterrada directamente y enterrada bajo tubo en cruces
Profundidad tipo de la instalación	1,2 m
TRAMO 2 SUBTERRÁNEO – LA BARDINA 2	
Categoría	A
Nº de circuitos / Nº de ternas	1 / 2
Cable	RHZ1 3x1x240 mm ² Al
Intensidad máxima	573 A
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de cable	42 m
Longitud de la zanja	19 m
Tipo de canalización	Enterrada directamente
Profundidad tipo de la instalación	1,2 m
TRAMO 3 AÉREO – LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	
Zona climática	A
Nº de circuitos	2
Velocidad de viento considerada	120 km/h
Nº de conductores por fase	1
Conductor	242-AL 1/39-ST1A (LA-280)
Temperatura máxima de tendido del conductor	50°C
Capacidad de transporte del conductor (por circuito)	14,35 MW
Longitud	782 m (d/c)
Nº de apoyos	4
Tipo de aislamiento	Aisladores de vidrio

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN
DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 LA BARDINA 2
Separata – E-DISTRIBUCIÓN



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002474
PEDRO MACHIN ITURRIA
VISADO Nº. : VD03688-21A
DE FECHA : 19/10/21
E-VISADO

TRAMO 4 SUBTERRÁNEO – LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2

Categoría	A
Nº de circuitos / Nº de ternas	2 / 4
Cable	RHZ1 3x1x630 mm ² Al
Intensidad máxima	802 A (por circuito)
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de cable	6.325 m
Longitud de zanja	6.300 m
Tipo de canalización	Enterrada directamente, enterrada bajo tubo en cruces y perforación horizontal dirigida
Profundidad tipo de la instalación	1,20 m



1 ANTECEDENTES

La sociedad YEQUERA SOLAR 8 SL es la promotora de los PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, en el Término Municipal de Zaragoza, provincia de Zaragoza.

Ambos parques cuentan con acceso y conexión a la Red de Distribución en barras 15kV de la SET Joyosa, propiedad de E-Distribución, en semibarras diferentes.

Con fecha 11 de noviembre de 2020 y numero de visado VD03803-20A se visó el Anteproyecto de la Línea Aéreo-subterránea 15kV de evacuación de los PFV's La Bardina 1 y La Bardina 2, presentándose ante el Servicio Provincial de Zaragoza, Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial para la solicitud de autorización administrativa previa con fecha 26 de noviembre de 2020.

Posteriormente, YEQUERA SOLAR 8 SL obtuvo acceso y conexión para las ampliaciones de los Parques Fotovoltaicos La Bardina 1 y La Bardina 2, en las mismas barras de 15kV de la SET Joyosa.

Con fecha 20 de agosto de 2021 se recibe la Resolución del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA), por la que se adopta la decisión de no someter al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria y se emite el informe favorable de impacto ambiental de los proyectos de las Plantas Fotovoltaicas “LA BARDINA 1”, “LA BARDINA 1 AMPLIACIÓN”, “LA BARDINA 2” Y “LA BARDINA 2 AMPLIACIÓN” Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN CONJUNTA, en los términos municipales de Zaragoza, Pinseque y La Joyosa, promovidos por YEQUERA SOLAR 8 SL (Nº Expte. INAGA/ 500201/01B/2020/10041).

Con fecha 14 de junio de 2021 la sociedad YEQUERA SOLAR 8 SL solicita al Servicio Provincial de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial de Zaragoza (Sección de Energía Eléctrica) la unificación del PFV La Bardina 1 y PFV La Bardina 1 Ampliación, en un único expediente y la unificación del PFV La Bardina 2 y PFV La Bardina 2 Ampliación, en un único expediente, siendo esto aceptado con fecha 22 de junio de 2021, y quedando las instalaciones agrupadas denominándose PFV LA BARDINA 1 de 11 MW y PFV LA BARDINA 2 de 11 MW.

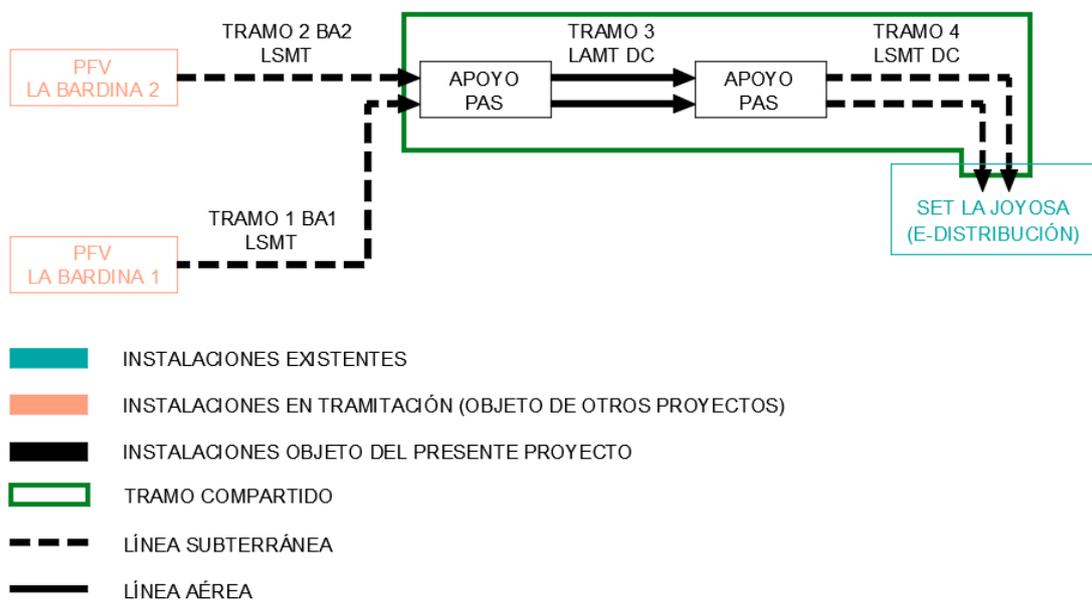
Que en base a lo anterior y para continuar con la tramitación y obtener la Autorización Administrativa previa y de construcción de la instalación, se redacta el presente proyecto.

2 OBJETO Y ALCANCE

Así, la presente separata pretende informar a E-DISTRIBUCIÓN de las actuaciones de la LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV PARA EVACUACIÓN DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, con la finalidad de obtener la autorización correspondiente.

Con el objeto de minimizar, en la medida de lo posible, el impacto medioambiental, se ha diseñado la línea de evacuación de manera que su trazado no afecte a zonas protegidas, cumpliendo con las medidas antielectrocución y anticolisión. Además, esta infraestructura eléctrica necesaria para la evacuación de los citados PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, se diseña compartiendo en la medida de lo posible el trazado por donde discurre. En concreto, se tenderán los circuitos de evacuación canalizados de forma conjunta por la misma zanja, y los circuitos aéreos compartirán estructuras de soporte, en todas las partes del trazado que sean coincidentes.

Se adjunta a continuación esquema de las infraestructuras:





3 DATOS DEL PROMOTOR

Los datos de la empresa promotora de la Línea aéreo-subterránea de 15 kV para evacuación de los PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, son los siguientes:

- Titular: **YEQUERA SOLAR 8, SL**
- CIF: B - 99.544.835
- Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Argualas nº40, 1ª planta, D, CP 50.012 Zaragoza
- Teléfono: 876 712 891
- Correo electrónico: info@atalaya.eu

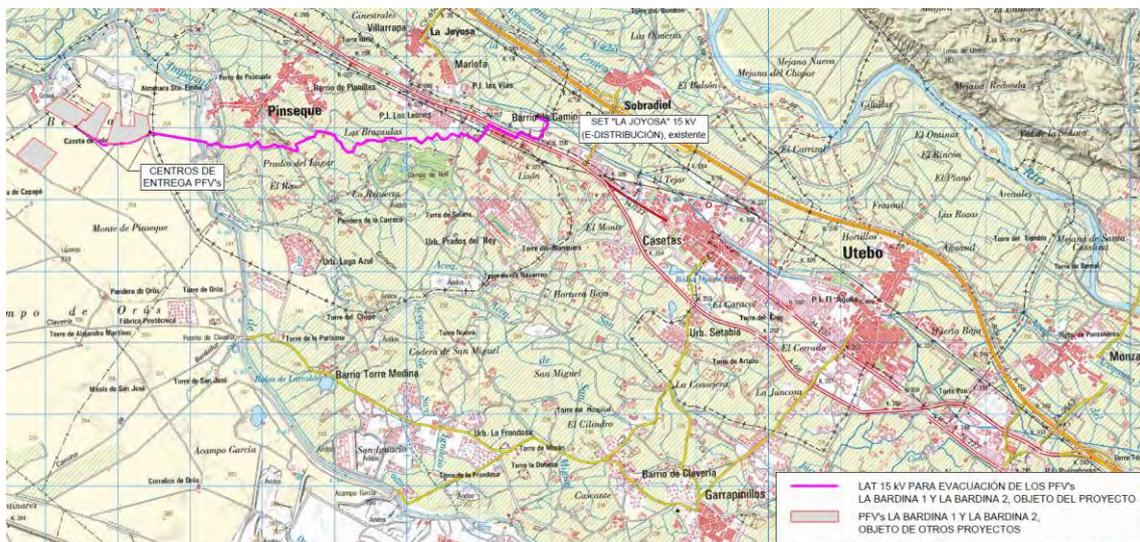
4 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

El tramo subterráneo 1 – LA BARDINA 1 de la línea tiene su origen el centro de entrega ubicado en las inmediaciones del recinto del PFV LA BARDINA 1. Discurrirá canalizado en zanja de doble circuito, paralelo a camino existente, hasta el apoyo N°1, de principio de la línea aérea y paso aéreo-subterráneo de doble circuito.

El tramo subterráneo 2 – LA BARDINA 2 de la línea tiene su origen el centro de entrega ubicado en las inmediaciones del recinto del PFV LA BARDINA 2. Discurrirá canalizado en zanja de doble circuito, hasta el apoyo N°1, de principio de la línea aérea y paso aéreo-subterráneo de doble circuito.

Desde el apoyo N°1, y a través de 1 alineación y 4 apoyos, la línea de doble circuito llegará al apoyo N°4, de final de línea y paso aéreo-subterráneo. En este apoyo, la línea de evacuación de los PFV's LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, así como sus respectivas ampliaciones, se realizará conversión a tendido subterráneo.

La línea continuará canalizada en zanja subterránea, discurriendo por fincas y caminos existentes del Término Municipal de Pinseque. Se realizará el cruce con el Ferrocarril Convencional Madrid-Barcelona mediante perforación horizontal dirigida a la altura del Polígono Industrial Camino Real. El trazado discurrirá por la Calle Norte de este Polígono Industrial para cruzar, mediante perforación horizontal dirigida la Autovía A-68. Una vez realizado este cruce, el trazado discurrirá por terrenos del Término Municipal de La Joyosa hasta la SUBESTACIÓN LA JOYOSA 15 kV, punto de conexión de los PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, así como sus respectivas ampliaciones.





TRAMO 1 LA BARDINA 1 – Subterráneo Simple Circuito-Doble Terna

Hito	Denominación	Longitud (m)	Término Municipal
BA1	Centro de entrega	5	Zaragoza
-	Zanja	1.177	Zaragoza
AP.1	HAR-13000-18 N2130 (PAS)	18	Zaragoza
TOTAL		1.200	

TRAMO 2 LA BARDINA 2 – Subterráneo Simple Circuito-Doble Terna

Hito	Denominación	Longitud (m)	Término Municipal
BA2	Centro de entrega	5	Zaragoza
-	Zanja	19	Zaragoza
AP.1	HAR-13000-18 N2130 (PAS)	18	Zaragoza
TOTAL		42	

TRAMO 3 LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2 – Aéreo Doble Circuito

Nº Alineación	Apoyos	Longitud (m)	Término Municipal
1	1 – 4	782	Zaragoza y Pinseque
TOTAL		782	

TRAMO 4 LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2 – Subterráneo Doble Circuito-Cuadruple Terna

Hito	Denominación	Longitud (m)	Término Municipal
AP.4	HAR-13000-20 N2130 (PAS)	20	Pinseque
-	Zanja	6.300	Pinseque y La Joyosa
SET	Barras 15 kV SET LA JOYOSA	5	La Joyosa
TOTAL		6.325	



5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Según se indica en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en su artículo 3. Tensiones nominales. Categorías de las líneas, atendiendo a su tensión nominal:

- Tercera Categoría: Tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Según se indica en el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, la línea del proyecto se clasifica atendiendo a su altitud:

- Zona A: Situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

Según se indica en el apartado 2.1 de la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, la línea del proyecto se clasifica atendiendo a la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita:

- Categoría A: Los defectos de tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de un minuto.

6 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN DE LA LÍNEA A E-DISTRIBUCIÓN

En los siguientes tramos subterráneos de la línea aéreo-subterránea de 15 kV, se verán afectadas las siguientes instalaciones:

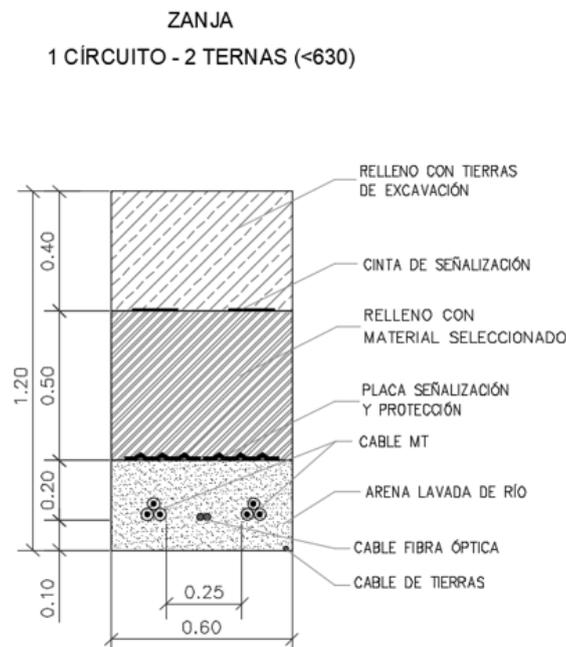
TRAMO 1 LA BARDINA 1 – Subterráneo Simple Circuito-Doble Terna

Hito	AFECCIÓN
CE BA1 – AP.1 [1]	Cruzamiento bajo línea aérea 45 kV “Figueroelas-La Joyosa” (E-DISTRIBUCIÓN)

En este tramo subterráneo, entre el Centro de Entrega La Bardina 1 y el apoyo Nº1, hay un cruzamiento con una línea aérea de 45 kV. Las coordenadas del cruce son las siguientes:

Nº CRUCE	Coordenadas UTM (HUSO 30 - ETRS89)	
	X	Y
[1]	656.209	4.621.800

En este cruce de la zanja de media tensión con la afección se ha previsto cruce subterráneo según el siguiente tipo de canalización:



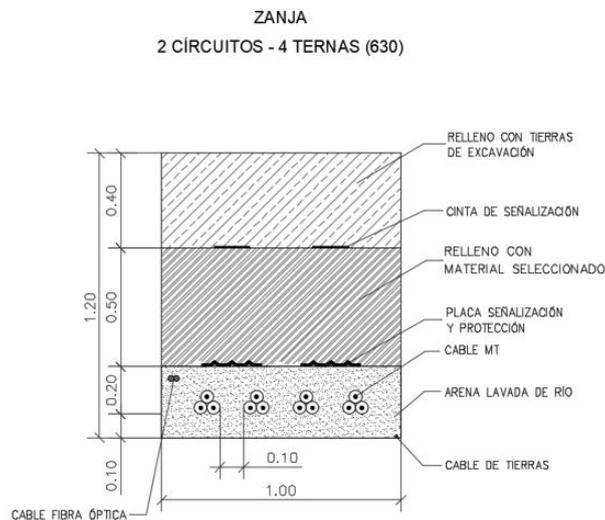
TRAMO 4 LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2 – Subterráneo Doble Circuito-Cuadruple
Terna

Hito	AFECCIÓN
AP.4 – SET [2]	Cruzamiento bajo línea aérea 45 kV (Figueroelas-Base Aérea) (E-DISTRIBUCIÓN)
AP.4 – SET [3]	Cruzamiento bajo línea aérea BT (E-DISTRIBUCIÓN)
AP.4 – SET [4]	Cruzamiento bajo línea aérea 15 kV (E-DISTRIBUCIÓN)
AP.4 – SET [5]	Cruzamiento bajo línea aérea 15 kV (E-DISTRIBUCIÓN)
AP.4 – SET [6]	Cruzamiento bajo línea aérea 45 kV “Figueroelas-La Joyosa” (E-DISTRIBUCIÓN)

En este tramo subterráneo, entre el apoyo N°4 y la SET La Joyosa 15 kV, hay cinco cruzamientos con línea aéreas de 45 kV, BT y 15 kV, existentes. Las coordenadas de los cruces son las siguientes:

Nº CRUCE	Coordenadas UTM (HUSO 30 - ETRS89)	
	X	Y
[2]	657.325	4.621.765
[3]	657.795	4.621.767
[4]	659.387	4.621.776
[5]	661.113	4.621.989
[6]	661.672	4.621.890

En este cruce de la zanja de media tensión con la afección se ha previsto cruce subterráneo según el siguiente tipo de canalización:



LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN
DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 LA BARDINA 2
Separata – E-DISTRIBUCIÓN



Los cables subterráneos cumplen los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del RLAT, las correspondientes especificaciones particulares de la compañía distribuidora 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 AT.



7 CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS TRAMOS SUBTERRÁNEOS

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, 50 Hz de frecuencia, a la tensión nominal de 15 kV.

7.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

Los cables a utilizar 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 y a la ITC-LAT 06 del R.L.A.T.

TRAMO 1 LA BARDINA 1 – Subterráneo Simple Circuito-Doble Terna

Este tramo de la línea subterránea de 15 kV se compondrá de un circuito con dos ternas, con tres conductores unipolares cada una y de las características que se indican a continuación:

El cable será del tipo UNE RHZ1 12/20 kV con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior de poliolefina termoplástica, de sección 3x1x240 mm² en Al.

Estará debidamente protegido contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

La sección y designación del cable será:

- Sección: 240 mm²
- Designación UNE: RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al

Las características del cable serán:

- Tipo de cable: RHZ1
- Sección: 240 mm²
- Tensión: 12/20 kV
- Conductor: Aluminio
- Aislamiento: Polietileno Reticulado (XLPE)
- Intensidad máxima: I = 345 A
- Resistencia eléctrica 90°C (R): 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X): 0,106 Ω/Km



TRAMO 2 LA BARDINA 2 – Subterráneo Simple Circuito-Doble Terna

Este tramo de la línea subterránea de 15 kV se compondrá de un circuito con dos ternas, con tres conductores unipolares cada una y de las características que se indican a continuación:

El cable será del tipo UNE RHZ1 12/20 kV con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior de poliolefina termoplástica, de sección 3x1x240 mm² en Al.

Estará debidamente protegido contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

La sección y designación del cable será:

- Sección: 240 mm²
- Designación UNE: RHZ1 12/20 kV 3x1x240 mm² Al

Las características del cable serán:

- Tipo de cable: RHZ1
- Sección: 240 mm²
- Tensión: 12/20 kV
- Conductor: Aluminio
- Aislamiento: Polietileno Reticulado (XLPE)
- Intensidad máxima: I = 345 A
- Resistencia eléctrica 90°C (R): 0,161 Ω/Km
- Reactancia eléctrica (X): 0,106 Ω/Km

TRAMO 4 LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2 – Subterráneo Doble Circuito-Cuadruple Terna

Este tramo de la línea subterránea de 15 kV se compondrá de dos circuitos con cuatro ternas, con tres conductores unipolares cada una y de las características que se indican a continuación:

El cable será del tipo UNE RHZ1 12/20 kV con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta exterior de poliolefina termoplástica, de sección 3x1x630 mm² en Al.

Estará debidamente protegido contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

La sección y designación del cable será:

- Sección: 630 mm²
- Designación UNE: RHZ1 12/20 kV 3x1x630 mm² Al



Las características del cable serán:

- *Tipo de cable:*..... RHZ1
- *Sección:* 630 mm²
- *Tensión:* 12/20 kV
- *Conductor:*..... Aluminio
- *Aislamiento:*..... Polietileno Reticulado (XLPE)
- *Intensidad máxima:* I = 575 A
- *Resistencia eléctrica 90°C (R):*..... 0,060 Ω/Km
- *Reactancia eléctrica (X):*..... 0,092 Ω/Km

7.2 TERMINACIONES

Las terminaciones se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Las terminaciones limitan la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, las terminaciones admiten las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los empalmes a la hora de su montaje en la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, se adecuan a los valores especificados según las características de los cables subterráneos.

Las terminaciones constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable al terminal, y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el cable.

Según la topología del tramo subterráneo de la Línea de 15 kV en proyecto, el tipo de terminación para los cables de alta tensión a emplear serán de dos tipos:

- Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior:



Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC005 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold shrink terminations for MV cables.

- Conectores separables:

Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF₆. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC006: 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables.

7.3 EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 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.

7.4 CONVERSIONES DE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. La conexión a tierra de los pararrayos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico, se colocará una línea de tierra a tal efecto, a la que además se conectarán, cortocircuitadas, las pantallas de los cables subterráneos.

Se instalará una arqueta cerca del apoyo en el caso de que exista previsión de instalación de fibra óptica, para realizar la conversión aérea subterránea de la fibra. La



arqueta se dejará lo más próxima al apoyo con una distancia máxima de 5 m, y conectada mediante tubo de protección del cable de fibra que ascenderá por el lado opuesto al que ascienden los cables eléctricos hasta una altura de 2,5 m.

7.5 PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas, se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares que llegan a los apoyos de conversión aéreo-subterránea. Estos elementos se dispondrán entre el tramo aéreo y el terminal.

Estarán constituidos por resistencias de características no lineal, de óxido de cinc, conectadas en serie sin explosores. La envolvente externa será polimérica (goma silicona).

Los pararrayos irán equipados de un dispositivo de desconexión que debe actuar en el caso de que se haya producido un fallo en el funcionamiento, evitando de esta manera un defecto permanente en la red y al mismo tiempo señalando de forma visible el pararrayos defectuoso.

El dispositivo de desconexión estará unido a una trencilla de cobre de sección 50 mm² y longitud 500 mm, que en el extremo no unido al pararrayos equipará un terminal de cobre estañado.

En los apoyos N^o1 y N^o4 se instalarán pararrayos autoválvulas.

Las características principales son:

Pararrayos autoválvulas:

Tensión nominal: 24 kV

Corriente impulso: 10 kA

7.6 ZANJA SUBTERRÁNEA

Las zanjas tendrán por objeto alojar la línea subterránea de media tensión, así como el conductor de puesta a tierra y la red de comunicaciones, en caso de ser necesario.

El trazado de la zanja se ha diseñado tratando que sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables utilizados.

Las canalizaciones se dispondrán junto a los caminos, tratando de minimizar el número de cruces, así como la afección al medio ambiente y a los propietarios de las fincas por las que trascurren.

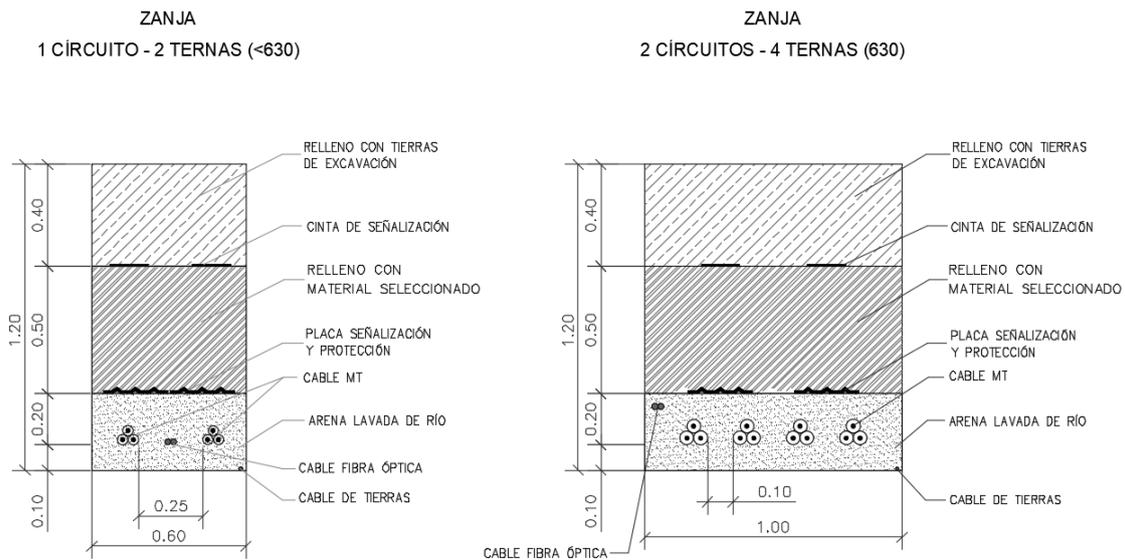
En la línea, nos encontraremos con varios tipos de zanja:

7.6.1 Zanjas en tierra

La zanja en tierra se caracteriza porque los cables se disponen enterrados directamente en el terreno, sobre un lecho de arena lavada de río, dispuestos en capa y pegados uno a otro. Las dimensiones de la zanja atenderán al número de cables a instalar.

Encima de ellos irá otra capa de arena hasta completar los 30 cm de espesor y sobre ésta una protección mecánica (ladrillos, rasillas, cerámicas de PPC, etc.) colocada transversalmente.

Después se rellenará la zanja con 50 cm de material seleccionado y se terminará de rellenar con tierras procedentes de la excavación, colocando a 40 cm de la superficie de la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.



Zanjas en tierra MT

7.6.2 Zanjas para cruces

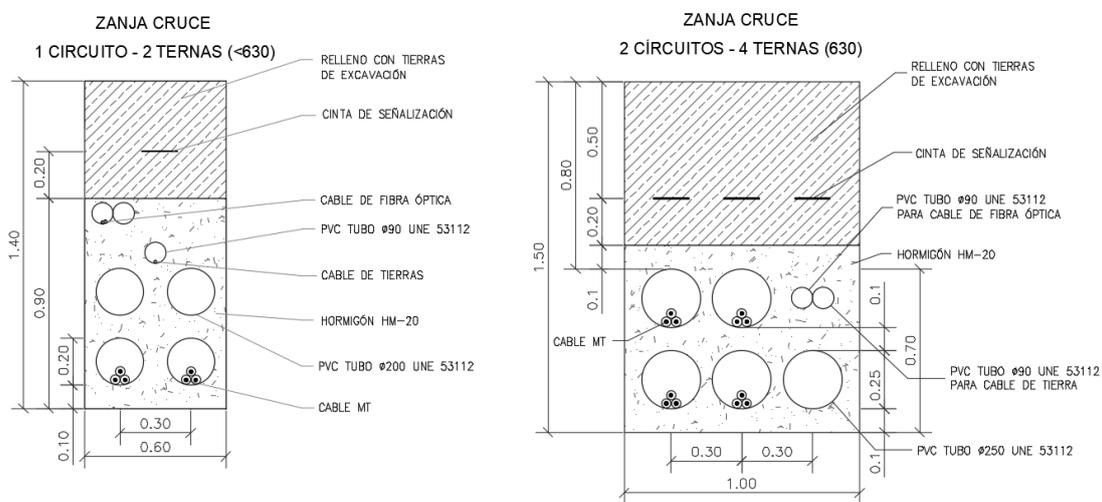
Las canalizaciones en cruces serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 250 mm, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán situados a una profundidad mínima de 1,00 m protegidos por una capa de hormigón de HM-20 de al menos 0,60 m de espesor.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, compactándose al 98% del Proctor Normal, colocando a 30 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.



Zanjas para cruce MT

7.6.3 Zanjas para acera y calzada

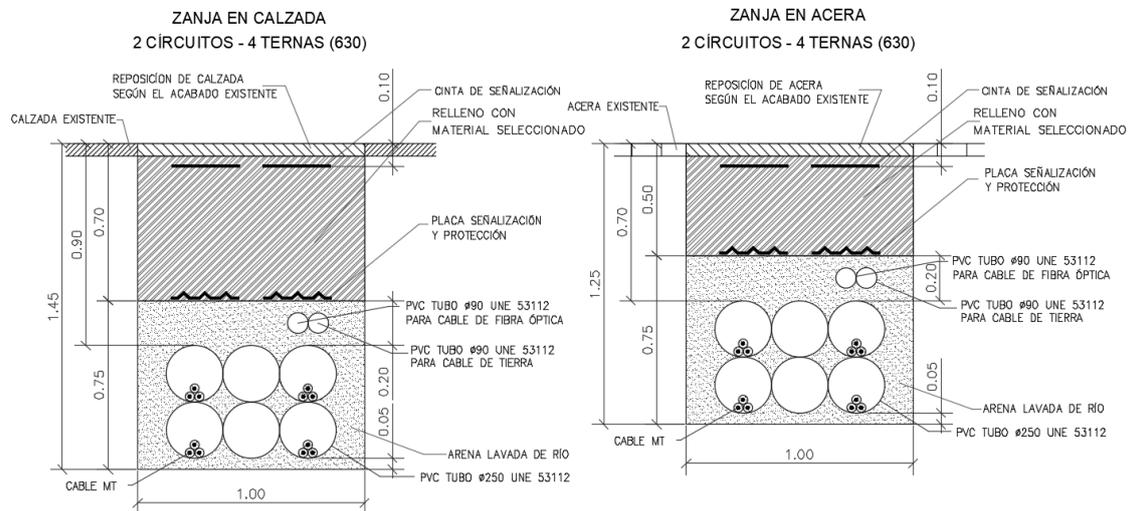
Las canalizaciones en acera y calzada serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 250 mm, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán situados a una profundidad mínima de 0,80 m protegidos por una capa de arena lavada de río de al menos 0,70 m de espesor.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, compactándose al 98% del Proctor Normal, colocando a 10 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.



Zanjas para acera y calzada MT

7.6.4 Perforación horizontal dirigida

Los cruces con el Ferrocarril Convencional Madrid-Barcelona y con la Autovía A-68 se deberán realizar mediante perforaciones horizontales dirigidas con una vaina de 800 mm de diámetro exterior, dado que es imposible abrir zanjas.

Esta técnica podrá utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes (en caso de que las haya) y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Esta técnica está particularmente indicada en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

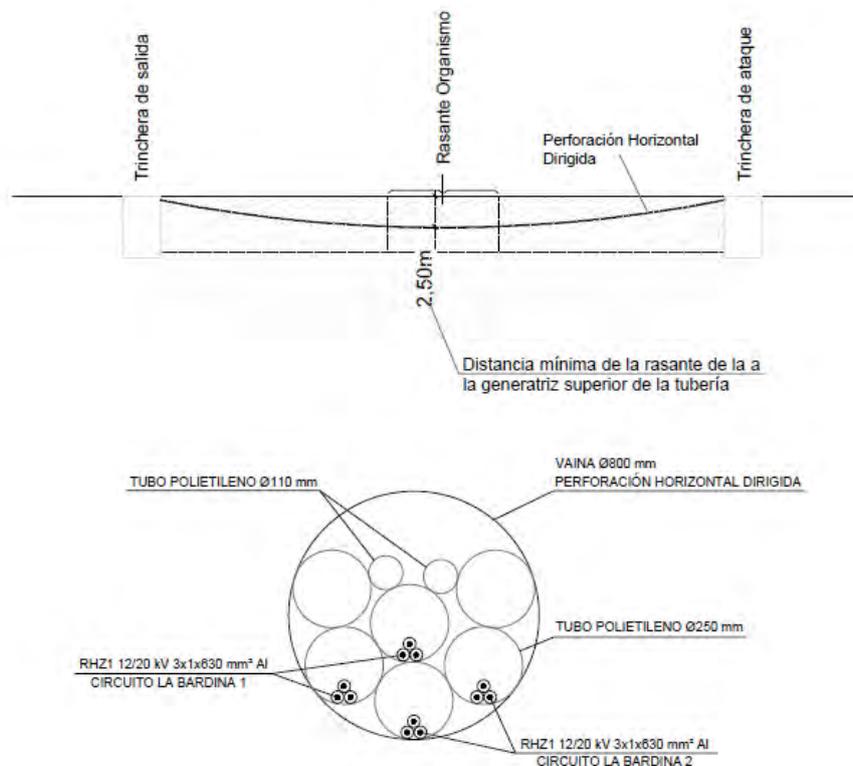
Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez

colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

Permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos.

La perforación horizontal dirigida se puede ver como una secuencia de fases: disposición, ejecución perforación piloto, aumento del diámetro de la perforación, preparación de la vaina metálica o de polietileno e introducción de los tubos interiores.



Perforación Horizontal Dirigida

7.7 Arquetas de ayuda al tendido

Las arquetas serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua. 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.

En todos los casos, deberá estudiarse por el proyectista el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

7.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

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

7.9 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Para identificar el trazado de la red subterránea de alta tensión, se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada 50 m y en los cambios de dirección.

En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos.

7.10 PROTECCIONES

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la línea subterránea en proyecto.

7.11 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS EN LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del R.L.A.T., las correspondientes Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora 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 AT.



Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En las siguientes tablas se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Profundidad	Observaciones
Carreteras	Entubada y hormigonada	≥ 0,6 m de vial	Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥ 1,1 m de la cara inferior de la traviesa	La canalización entubada se rebasará 1,5 m por cada extremo. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular a la vía.
Depósitos de carburante	Entubada (*)	≥ 1,2 m	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.
Conducciones de alcantarillado	Enterrada ó entubada	-	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado (**).

(*): Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

(**): En el caso de que no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Siempre que sea posible, los conductores de AT discurrirán por debajo de los de BT. Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	-	≥ 30 cm a ambos lados	La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos y garantizará una cobertura mínima de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. En el caso de líneas subterráneas de alta tensión entubadas, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	(*)
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Proximidad o paralelismo	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 25 cm	≥ 15 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN
DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 LA BARDINA 2
Separata – E-DISTRIBUCIÓN



(*): La protección complementaria estará constituidos preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

(**): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 15 kV PARA EVACUACIÓN
DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 LA BARDINA 2
Separata – E-DISTRIBUCIÓN



8 CONCLUSIÓN

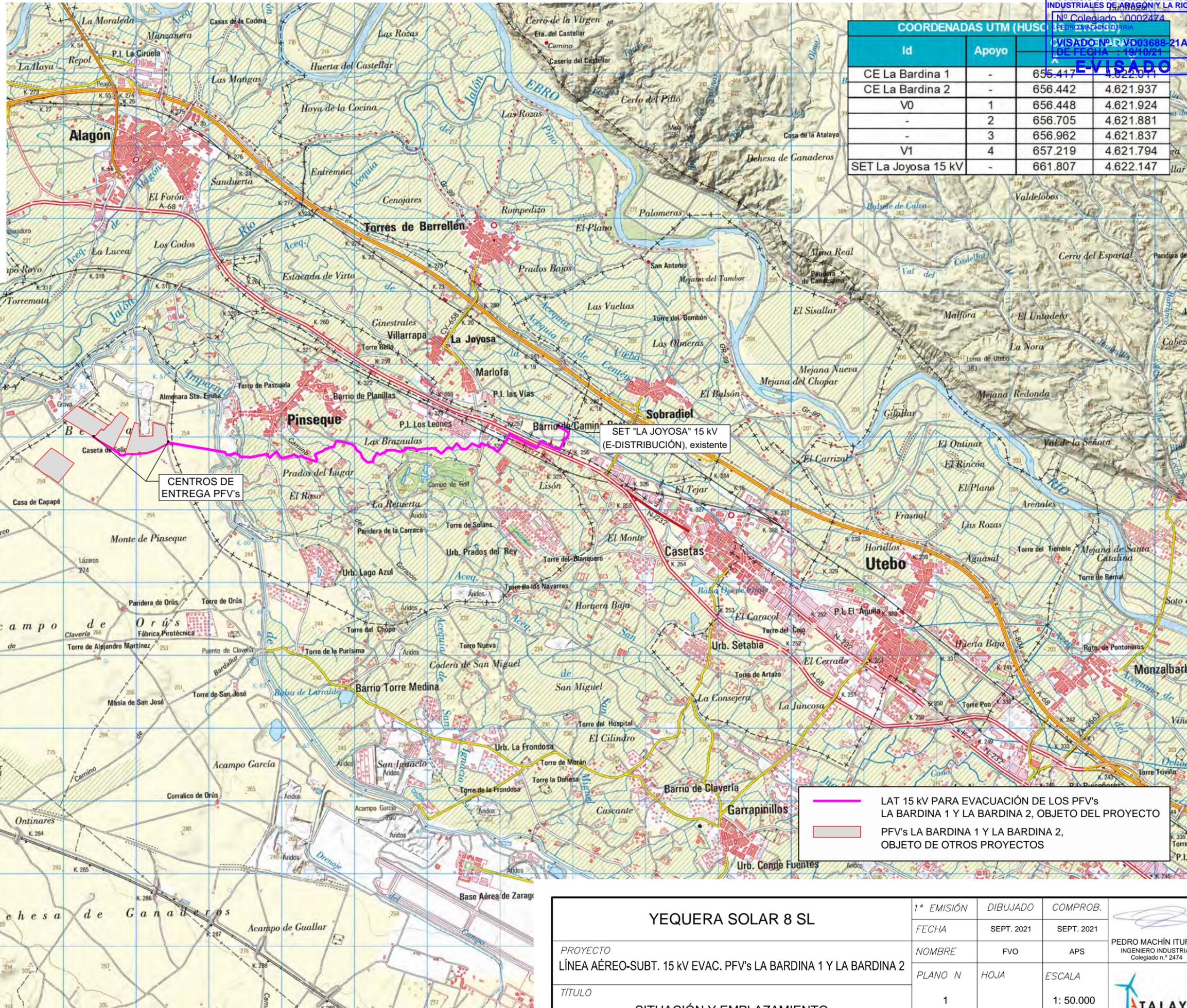
Con la presente separata, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes actuaciones de la LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE 15 kV PARA EVACUACIÓN DE LOS PARQUES FOTOVOLTAICOS LA BARDINA 1 y LA BARDINA 2, para tramitar su autorización ante E-DISTRIBUCIÓN, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Zaragoza, septiembre de 2021
Fdo. Pedro Machín Iturria
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 2.474 del COIIAR



9 PLANOS

- Situación y emplazamiento
- Afección a E-DISTRIBUCIÓN
- Canalizaciones
 - Zanjas tipo



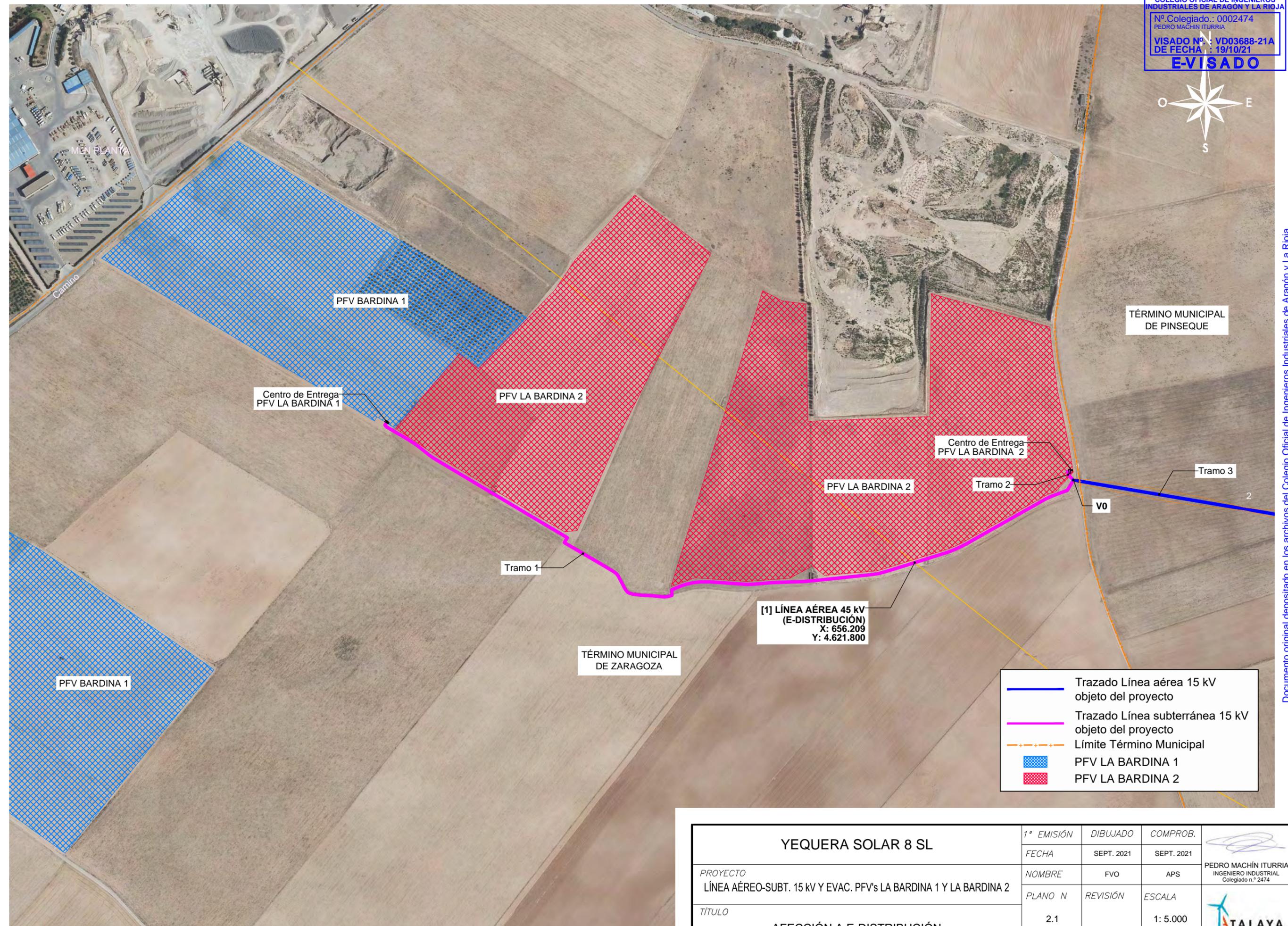
COORDENADAS UTM (HUSC)			
Id	Apoyo	Easting	Northing
CE La Bardina 1	-	656.417	4.622.011
CE La Bardina 2	-	656.442	4.621.937
V0	1	656.448	4.621.924
-	2	656.705	4.621.881
-	3	656.962	4.621.837
V1	4	657.219	4.621.794
SET La Joyosa 15 kV	-	661.807	4.622.147

— LAT 15 kV PARA EVACUACIÓN DE LOS PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2, OBJETO DEL PROYECTO

▭ PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2, OBJETO DE OTROS PROYECTOS

YEQUERA SOLAR 8 SL			
PROYECTO	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.
LÍNEA AÉRO-SUBT. 15 kV EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021
TÍTULO	NOMBRE	FVO	APS
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PLANO N	HOJA	ESCALA
	1		1: 50.000

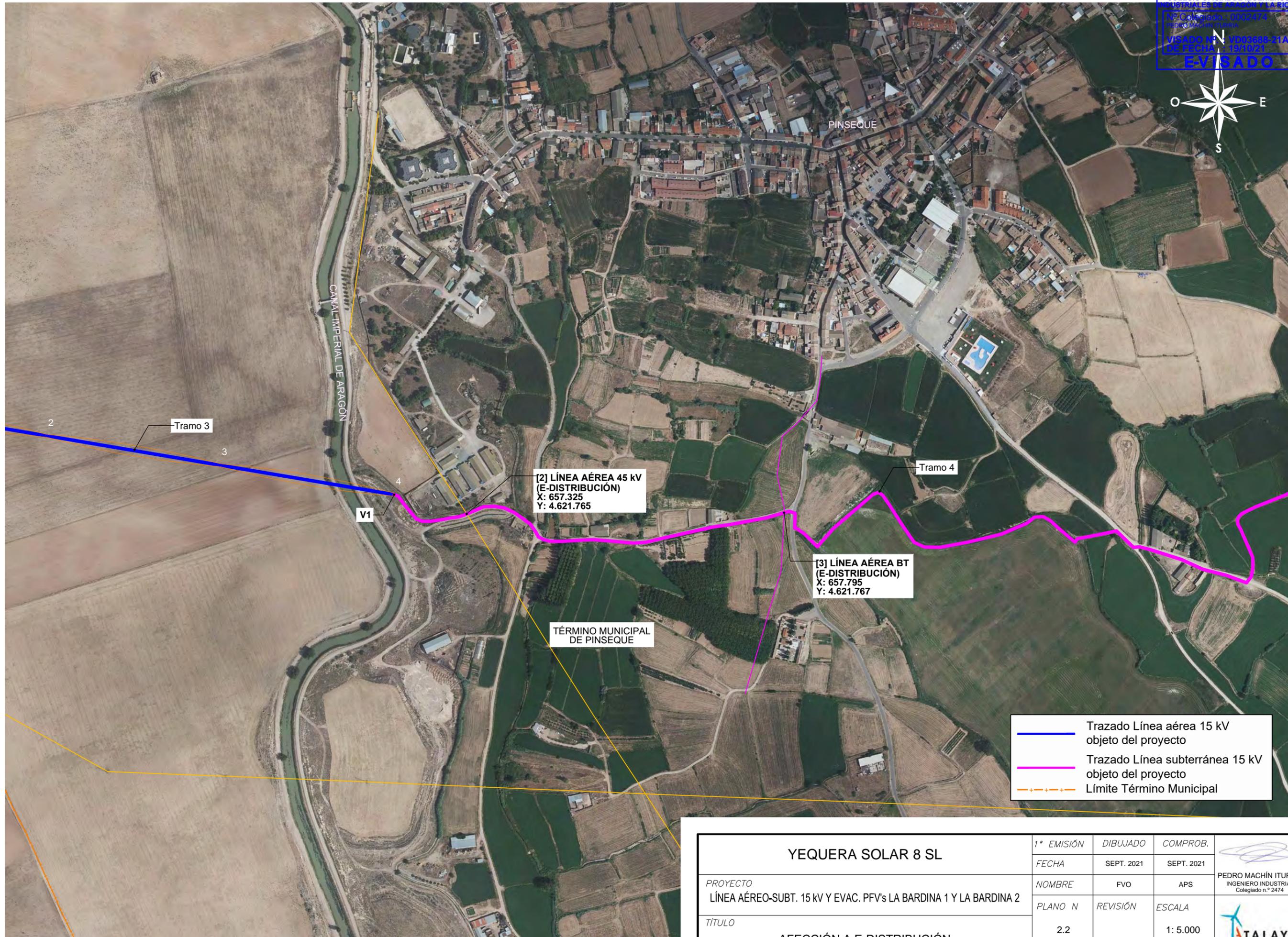




— Trazado Línea aérea 15 kV objeto del proyecto
— Trazado Línea subterránea 15 kV objeto del proyecto
- - - Límite Término Municipal
 PFV LA BARDINA 1
 PFV LA BARDINA 2

[1] LÍNEA AÉREA 45 kV (E-DISTRIBUCIÓN)
 X: 656.209
 Y: 4.621.800

YEQUERA SOLAR 8 SL				 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474	
		1ª EMISIÓN	DIBUJADO		COMPROB.
		FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO	LÍNEA AÉREO-SUBT. 15 kV Y EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	NOMBRE	FVO	APS	
TÍTULO	AFECCIÓN A E-DISTRIBUCIÓN	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
		2.1		1: 5.000	 TALAYA GENERACIÓN



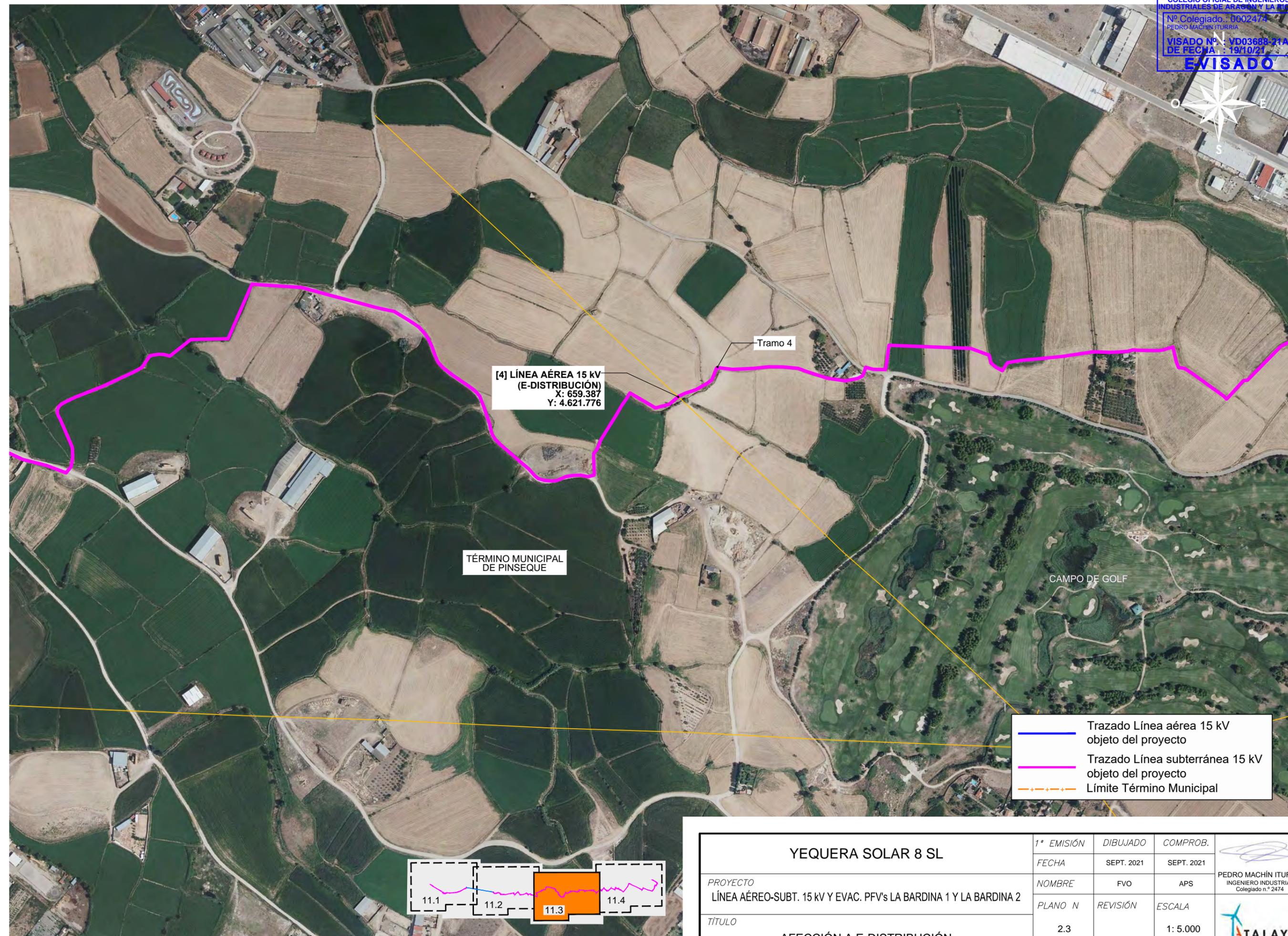
[2] LÍNEA AÉREA 45 kV
 (E-DISTRIBUCIÓN)
 X: 657.325
 Y: 4.621.765

[3] LÍNEA AÉREA BT
 (E-DISTRIBUCIÓN)
 X: 657.795
 Y: 4.621.767

TÉRMINO MUNICIPAL
 DE PINSEQUE

— Trazado Línea aérea 15 kV
 objeto del proyecto
 — Trazado Línea subterránea 15 kV
 objeto del proyecto
 - - - Límite Término Municipal

YEQUERA SOLAR 8 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.		
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021		
PROYECTO	LÍNEA AÉREO-SUBT. 15 kV Y EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	NOMBRE	FVO	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO	AFECCIÓN A E-DISTRIBUCIÓN	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	



[4] LÍNEA AÉREA 15 KV
 (E-DISTRIBUCIÓN)
 X: 659.387
 Y: 4.621.776

Tramo 4

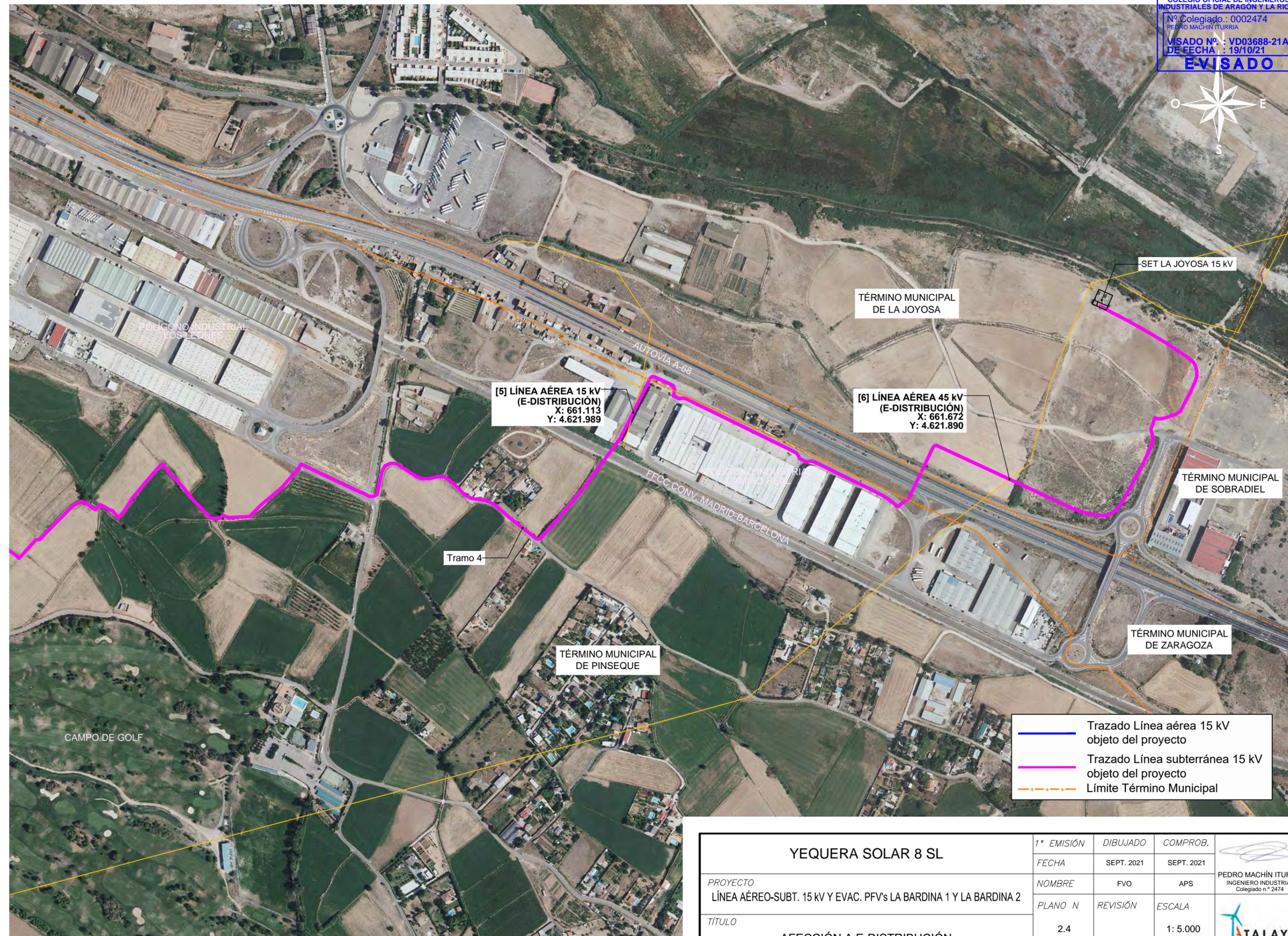
TÉRMINO MUNICIPAL
 DE PINSEQUE

CAMPO DE GOLF

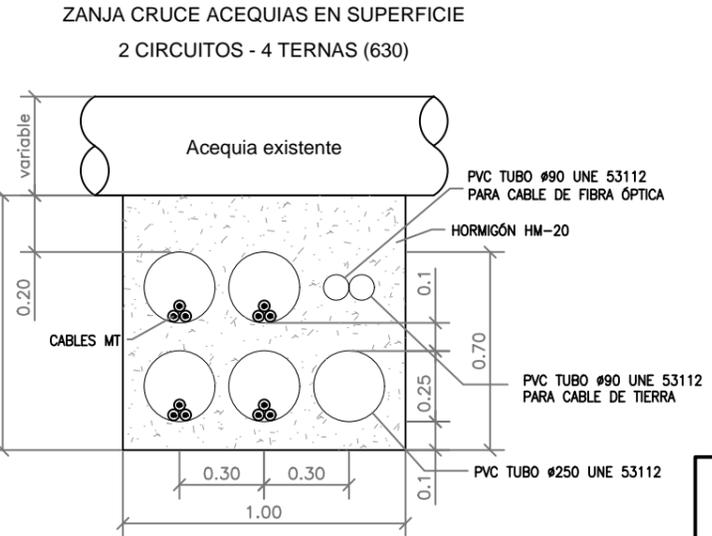
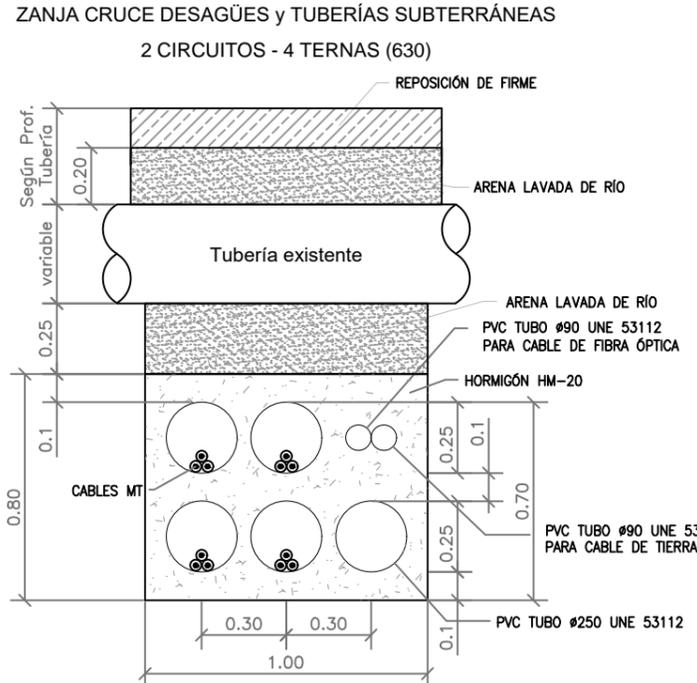
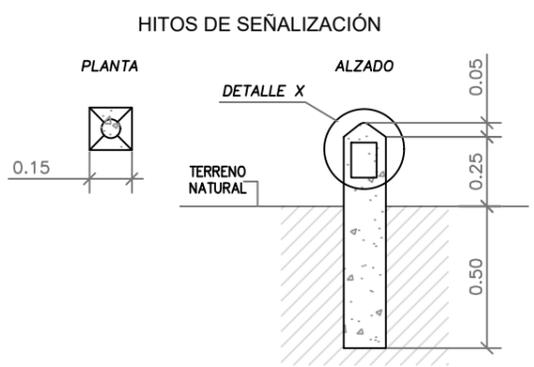
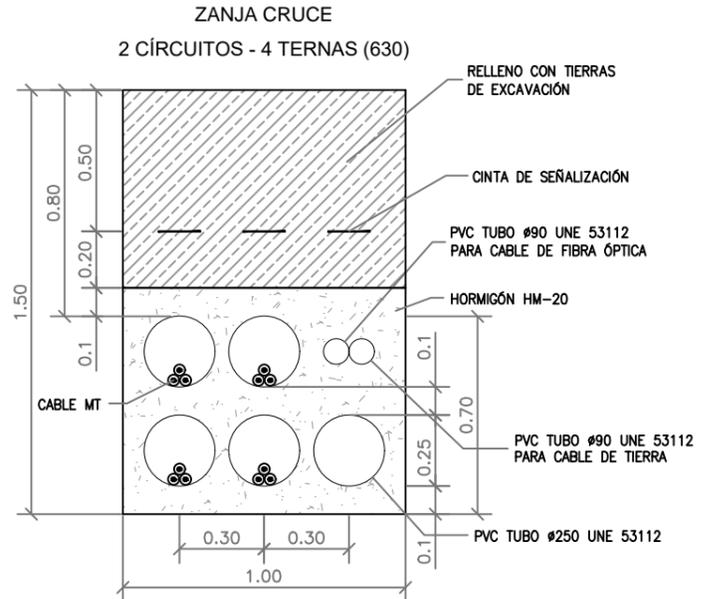
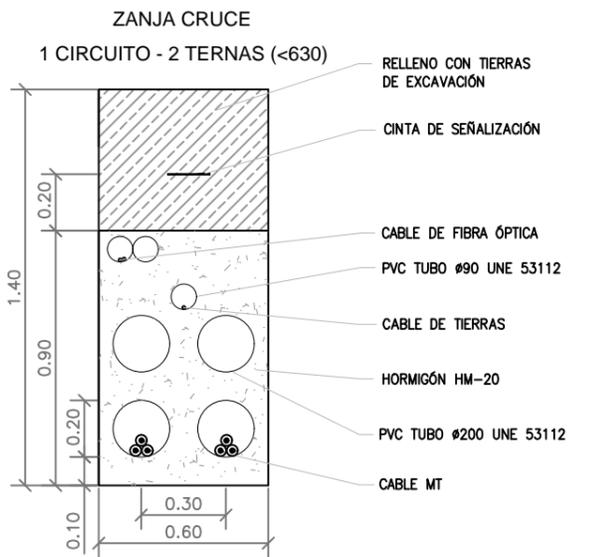
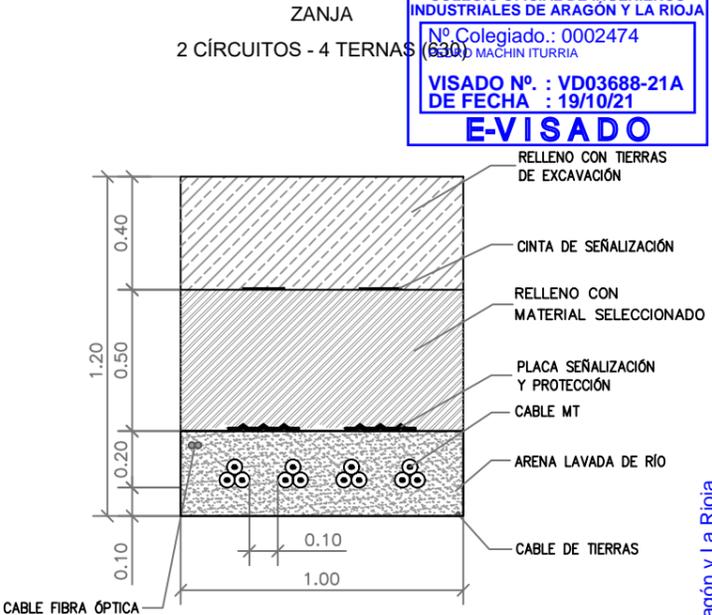
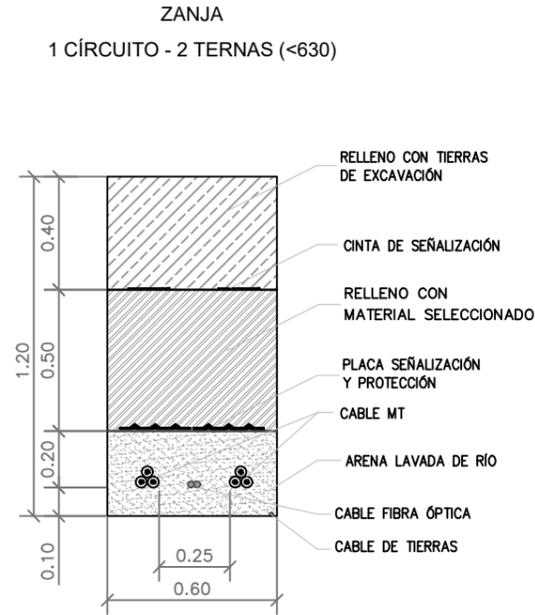
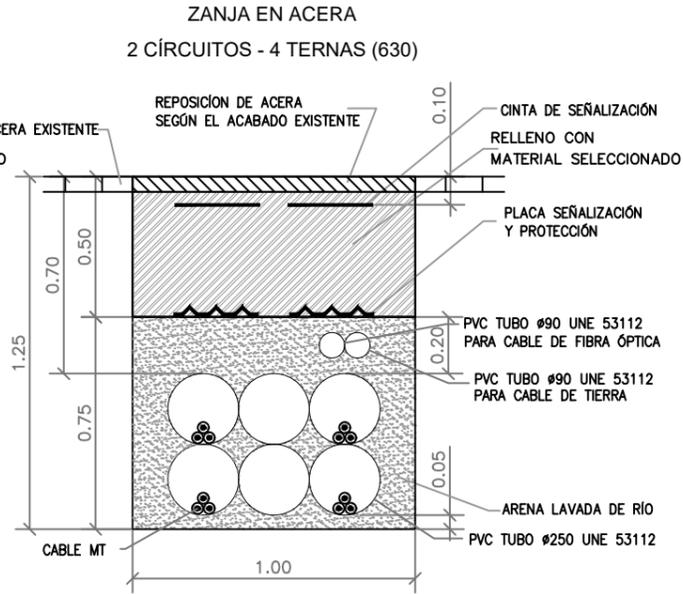
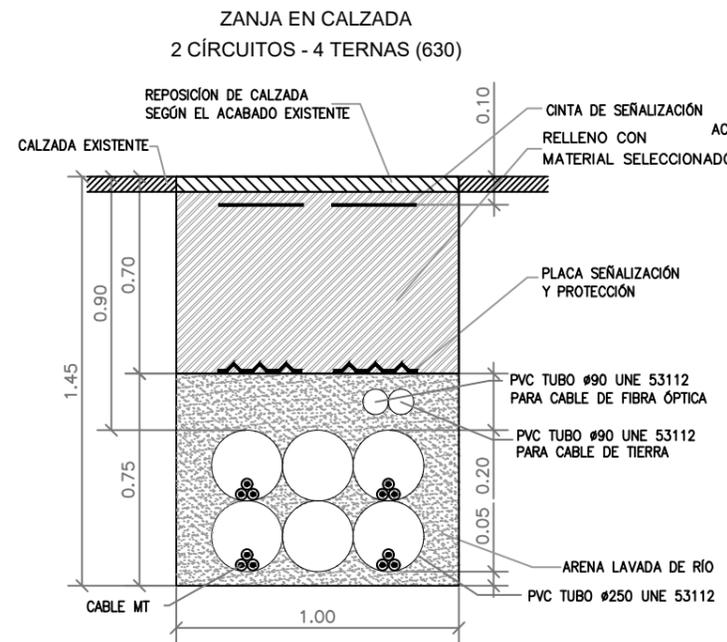
- Trazado Línea aérea 15 kV objeto del proyecto
- Trazado Línea subterránea 15 kV objeto del proyecto
- - - - Límite Término Municipal



YEQUERA SOLAR 8 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.		
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021		
PROYECTO	LÍNEA AÉREO-SUBT. 15 KV Y EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	NOMBRE	FVO	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO	AFECCIÓN A E-DISTRIBUCIÓN	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
		2.3		1: 5.000	



YEQUERA SOLAR 8 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO	NOMBRE	FVO	APS	 TALAYA GENERACIÓN
LÍNEA AÉREO-SUBT. 15 kV Y EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	2.4		1: 5.000	
AFECCIÓN A E-DISTRIBUCIÓN				



- NOTAS:**
- LA PROTECCIÓN MECÁNICA DE LOS CABLES CUBRIRÁ LA PROYECCIÓN EN PLANTA DE LOS MISMOS.
 - LOS HITOS DE SEÑALIZACIÓN SE COLOCARÁN A UN MÁXIMO DE 50 M ENTRE ELLOS, EN TRAMOS RECTOS, EN TODOS LOS LUGARES DONDE SE UBIQUE UN EMPALME Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LA ZANJA, EN EL CASO DE HITOS QUE SEÑALICEN EMPALMES SE INDICARÁ UNA MARCA DE COLOR ROJO.
 - UNIDAD DE MEDIDA DE LAS COTAS, M.

YEQUERA SOLAR 8 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
	FECHA	SEPT. 2021	SEPT. 2021	
PROYECTO	NOMBRE	HOJA	ESCALA	
LÍNEA AÉREO-SUBT. 15 KV EVAC. PFV's LA BARDINA 1 Y LA BARDINA 2	FVO	1	1: 25	
TÍTULO	5	1	1: 25	
CANALIZACIONES - ZANJAS TIPO				