



PROYECTO DE

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
PARA INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA
FOTOVOLTAICA Y BATERÍAS**

TERRITORIO HISTÓRICO DE ARABA

Bilbao, 28 de Mayo de 2026

El Ingeniero Técnico Industrial

Coleg. nº 4.913

IÑAKI GOROSTIZA ARTABE

ÍNDICE

1. MEMORIA	4
1.1.- OBJETO DEL PROYECTO	5
1.2.- TITULAR Y CLIENTE	5
1.3.- AUTOR DEL PROYECTO	5
1.4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	5
1.5.- ALCANCE	6
1.6.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE	7
1.7.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS INSTALADOS.....	8
1.7.1.- CRITERIOS DE DISEÑO	8
1.7.2.- INVERSORES	9
1.7.3.- BATERÍAS	10
1.7.4.- LÍNEAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	10
1.7.5.- PROTECCIONES	16
1.7.6.- SERVICIOS AUXILIARES BATERIAS	17
1.7.7.- PUESTA A TIERRA	17
1.8.- PUNTO PARA EFECTUAR LA CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	18
1.9.- CONCLUSIONES	18
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	20
2.1.- OBJETO.....	21
2.2.- CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	21
2.2.1.- CÁLCULOS DE LOS CONDUCTORES	22
2.2.2.- PROTECCIONES	29
3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	37
3.1.- ANTECEDENTES	38
3.1.1.- TIPO DE OBRA	38
3.1.2.- DURACIÓN DE LA OBRA	38
3.1.3.- REGLAMENTACIÓN A APLICAR.....	38
3.1.4.- MEDIOS AUXILIARES	38
3.2.- ANALISIS DE RIESGOS.....	38
3.2.1.- PROBABILIDAD Y VALORACIÓN DEL RIESGO	39
3.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS.....	40
3.4.- SERVICIOS	41
3.5.- EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	41
3.6.- PLAN DE PREVENCION PARA REVISIONES DE MANTENIMIENTO	42
3.7.- VALORACION DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD	42
3.7.1.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	42

3.7.2.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD - PRESUPUESTO	43
<u>4. PRESUPUESTO.....</u>	<u>45</u>
<u>5. PLANOS.....</u>	<u>52</u>

1. MEMORIA

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una instalación eléctrica para una instalación solar para exportación con 9,152 MW de fotovoltaica, 5,6 MW de almacenamiento. Además, recopila todos los datos técnicos y documentos necesarios para la obtención de las diferentes licencias administrativas, así como detallar todo lo necesario para la correcta ejecución de la instalación.

A pesar de ser una instalación de Baja Tensión, al ser una instalación generadora que verterá los excedentes en alta tensión, será necesaria la actuación en la parte de Alta Tensión del titular. Estas actuaciones serán objeto de otro proyecto específico de Alta Tensión realizado por la empresa instaladora que ejecute todos los trabajos.

1.2.- TITULAR Y CLIENTE

CLIENTE:

COMPañÍA ALAVESA DE SECADOS DE MADERA, S.A.

CIF: A 01236348

DIRECCIÓN: Lacorzanilla Entitatea Poligono Industrial La Corzanilla, De Miranda a Treviño,
KM. 5, 5, Ctra, 01211 Berantevilla, Araba

1.3.- AUTOR DEL PROYECTO

Iñaki Gorostiza Artabe

Ingeniero Técnico Industrial

Coleg. nº 4.913 del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia.

1.4.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La instalación solar conectada a red tratada en esta memoria irá ubicada en la fábrica del titular, situada en Berantevilla, Araba.



1.5.- ALCANCE

El proyecto comprende el diseño, cálculo y definición de las instalaciones eléctricas de baja tensión, abarcando desde la salida de los transformadores hasta la conexión en corriente alterna de los equipos inversores y sistemas de almacenamiento por baterías.

Sistema de Inversores

La infraestructura eléctrica para la evacuación de potencia de los inversores se desglosa en los siguientes bloques:

- Distribución desde transformador de inversores: Partiendo de cada devanado secundario del transformador de los inversores, se dimensionan las líneas de alimentación hacia el Cuadro General Inversores 1 y el Cuadro General Inversores 2. Estas conducciones se realizarán mediante bandeja metálica perforada.
- Cuadro General Inversores 1 y 2: Cada cuadro protege y distribuye la energía a un grupo de 13 inversores.

Sistema de Almacenamiento (Baterías)

Se define la infraestructura de baja tensión para el sistema de almacenamiento energético:

- Distribución desde transformador de baterías: Desde cada secundario del transformador específico para almacenamiento, se alimentan el Cuadro General Baterías 1 y el Cuadro General Baterías 2 mediante bandeja metálica perforada.
- Cuadro General Baterías 1 y 2: Cada uno de los cuadros generales de baterías (1 y 2) dará servicio a 3,5 baterías.
- Servicios Auxiliares: De cada cuadro general de baterías se proyecta la alimentación de los sistemas de ventilación forzada y alumbrado, necesarios para el control térmico de las celdas y la evacuación de calor durante los ciclos de carga/descarga.

1.6.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa para la construcción, modificación, explotación, transmisión y cierre de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, así como de las acometidas, líneas directas e instalaciones de conexión de consumidores.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto-ley 14/2010 de 23 de diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), instalaciones generadoras de baja tensión.

1.7.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS INSTALADOS

La instalación se repartirá en dos transformadores, uno para los inversores fotovoltaicos y otro para las baterías. Cada transformador tendrá dos secundarios y por lo tanto también se tendrán dos puntos de conexión diferentes. Además, cada secundario del transformador de baterías alimentará un armario de servicios auxiliares.

La instalación se puede dividir en los siguientes elementos:

- Inversores
- Baterías
- Línea eléctrica en corriente alterna de baja tensión
 - Conductores
 - Canalizaciones
- Protecciones

1.7.1.- CRITERIOS DE DISEÑO

La ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) establece las prescripciones aplicables a las instalaciones generadoras conectadas en baja tensión.

Entre los criterios de diseño recogidos en dicha instrucción, se establece que los conductores de los circuitos de generación deberán dimensionarse para una intensidad no inferior al 125% de la corriente máxima prevista en régimen permanente.

Este criterio tiene por objeto garantizar el correcto funcionamiento térmico de los conductores, evitar sobrecargas y asegurar un margen adecuado de seguridad y fiabilidad en la evacuación de la energía generada.

Asimismo, el dimensionamiento definitivo de los conductores deberá verificarse considerando las condiciones reales de instalación, incluyendo método de montaje, temperatura ambiente, agrupamiento de circuitos, caída de tensión e intensidad admisible corregida, de acuerdo con las prescripciones del REBT y normas UNE de aplicación.

El diseño del sistema eléctrico se ha realizado en base a la normativa en vigor y a los criterios ITC-BT-22 e ITC-BT-40:

- Elección de sección mínima de conductor debida a intensidad máxima.
- Elección de sección mínima de conductor debida a caída de tensión máxima admisible.
- Elección de sección mínima de conductor debida a intensidad de cortocircuito máxima.
- Elección de calibre mínimo de las protecciones garantizando selectividad total y protección de la instalación.
- Máxima fiabilidad de las instalaciones.
- Máxima simplicidad de operación y mantenimiento preventivo.

1.7.2.- INVERSORES

El inversor es un elemento indispensable en una instalación fotovoltaica conectada a red. Los paneles fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua (CC), pero, para poder verter esta energía a la red tenemos que transformarla en corriente alterna (CA), con las características que la red imponga en cada caso, dependiendo del punto de conexión. En España la frecuencia de la red es de 50 Hz y el voltaje depende del punto de conexión.

Los inversores elegidos son de la marca SUNGROW, en concreto el modelo SG350HX con una potencia nominal de 352 kVA cada uno.

Las principales características de los inversores se muestran en sus correspondientes fichas técnicas. Los inversores a instalar deberán funcionar bajo un esquema de puesta a tierra tipo IT, conforme a la normativa vigente.

Para garantizar la supervisión del estado de aislamiento del sistema, se instalará un dispositivo modelo EMU200A, que actuará como vigilante de aislamiento, permitiendo la detección de fallos a tierra y asegurando la continuidad del servicio y la seguridad de la instalación.

Dicho equipo permitirá la monitorización permanente de la resistencia de aislamiento, así como la señalización de posibles incidencias.

Los inversores se ubicarán en el interior del denominado edificio de cogeneración. Actualmente, los motores de cogeneración existentes en dicho edificio se encuentran fuera de servicio y parados.

La disposición de los inversores se ha definido estratégicamente, garantizando el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, ventilación y mantenimiento establecidas por el fabricante, así como asegurando la correcta accesibilidad para las labores de operación y mantenimiento.

La ubicación de los inversores se indica en el plano 06225.G01.127817 IMPLANTACIÓN CGBT FOTOVOLTAICA E INVERSORES.

1.7.3.- BATERÍAS

El sistema de almacenamiento de energía mediante baterías constituye un activo crítico en esta instalación fotovoltaica para la gestión de la exportación a red. Dado que la batería permite gestionar los excedentes de energía y estabilizar el vertido según los requerimientos del operador del sistema. Para la integración de esta energía almacenada en la red de transporte, se requiere su conversión a corriente alterna (CA) bajo los parámetros de red vigentes en España (50 Hz y tensión específica del punto de conexión). Para cumplir con esta función, se han seleccionado baterías de la marca MARS, modelo Socrates AC690 1.0, con una potencia nominal de 220 kVA lo que equivale a 184 A por fase de PCS. Dentro de las baterías hay 4 PCS. Las especificaciones detalladas de estos equipos se adjuntan en sus correspondientes fichas técnicas.

1.7.4.- LÍNEAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

Las conducciones entre cada secundario del transformador y los cuadros generales de inversores 1 y 2 se realizarán por bandeja metálica perforada.

Las condiciones entre los inversores y los paneles fotovoltaicos se realizarán por bandeja metálica perforada.

Todos los conductores de la instalación en baja tensión de las baterías se discurrirán mediante bandeja perforada por un canal subterráneo.

1.7.4.1.- CONDUCTORES

Los conductores a instalar serán de cobre y se dimensionarán cumpliendo los siguientes criterios:

- Capacidad térmica
 - Según indica la ITC-BT-40 del REBT y la norma UNE-HD 60364-5-52.
- Caída de tensión máxima
 - 1,5% atendiendo al REBT, instrucción ITC-BT-40 sobre instalaciones generadoras en baja tensión.

El aislamiento de un conductor corresponde a la tensión asignada de la Norma UNE-HD 601-1, apartado 2.3. Según esta norma, la tensión asignada de un cable es la tensión de referencia para la que se ha diseñado el cable y que sirve para definir los ensayos eléctricos. La tensión asignada se define por la combinación de los valores siguientes $U_o/U(U_m)$, expresados en kV.

- U_o es el valor eficaz entre un conductor aislado cualquiera y tierra (pantalla metálica del cable o medio circundante)
- U es el valor eficaz entre dos conductores aislados cualquiera de un cable multipolar o de una red de cables unipolares
- U_m es el valor máximo eficaz de la tensión más elevada de la red para la que el material puede ser utilizado

En una red de corriente alterna, la tensión asignada de un cable debe ser al menos igual a la tensión nominal de la red para la que se prevé.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El cableado de potencia de los inversores al transformador consistirá en conductores unipolares de cobre (Cu) flexible, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de tensión asignada 1,8/3 kV y cubierta libre de halógenos tipo RZ1-K (AS).

- RZ1-K (AS) (Afumex Class 1000 V (AS))

En una red de corriente alterna, la tensión asignada de un cable debe ser al menos igual a la tensión nominal de la red para la que se prevé. De lo que se deducen los valores de tensión máxima 3,6/3,6 kV.

- **Inversores a CGBT**

La conexión entre los inversores y el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) se realizará mediante conductores de cobre tipo RZ1-K 1,8/3 kV, con una composición de 3F+PE.

Para las fases se dispondrá una terna de conductores de sección 3x150 mm², mientras que el conductor de protección (PE) estará constituido por un cable unipolar de 1x95 mm², con aislamiento 0,6/1 kV.

- **CGBT a transformador**

La conexión entre el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) y el secundario del transformador de fotovoltaica se realizará mediante conductores de cobre tipo RZ1-K 1,8/3 kV, con una composición de 3F+PE.

Para las fases se dispondrá una terna de conductores de sección 3x[11x(1x240)] mm², mientras que el conductor de protección (PE) estará constituido por un cable unipolar de 6x(1x240) mm², con aislamiento 0,6/1 kV.

INSTALACIÓN BATERIAS

En el sistema de almacenamiento por baterías como sus servicios auxiliares emplearán conductores de características técnicas Cu flexible unipolar y cubierta RZ1-K, con un nivel de aislamiento de 0,6/1 kV. La sección de cada tramo de cableado se dimensionará con la intención de minimizar las caídas de tensión en todos los tramos.

- **RZ1-K (AS) (Afumex Class 1000 V (AS))**

En una red de corriente alterna, la tensión asignada de un cable debe ser al menos igual a la tensión nominal de la red para la que se prevé. De lo que se deducen los valores de tensión máxima 1,2/1,2 kV.

- **Batería a CGBT**

La conexión entre las baterías y el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) se realizará mediante conductores de cobre tipo RZ1-K 0,6/1 kV, con una composición de 3F+PEN.

Para las fases se dispondrá una terna de conductores de sección 3x(4x120) mm², mientras que el conductor de protección (PEN) estará constituido por un cable unipolar de 2x(1x120) mm².

- **SSAA a CGBT**

La conexión entre los servicios auxiliares y el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) se realizará mediante conductores de cobre tipo RZ1-K 0,6/1 kV 3x50 mm².

- **CGBT a transformador**

La conexión entre el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) y el secundario del transformador de baterías se realizará mediante conductores de cobre tipo RZ1-K 0,6/1 kV, con una composición de 3F+PEN.

Para las fases se dispondrá una terna de conductores de sección 3x[10x(1x240)] mm², mientras que el conductor de protección (PEN) estará constituido por un cable unipolar de 9x(1x240) mm².

1.7.4.2.- INTENSIDAD MAXIMA

El cálculo de la intensidad de los circuitos trifásicos viene dado por la expresión:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia de las cargas en (VA).

U = Tensión a máxima potencia (V).

I_N = Intensidad nominal (A).

La intensidad máxima admisible que puede llegar a admitir el cable correspondiente dependerá del número de cables por circuitos, n , aplicando el factor de corrección correspondientes, F_{ins} , dará la intensidad que realmente ese cable en cuestión es capaz de soportar.

$$I_{max adm} = n \cdot I_{max adm norma} \cdot F_{ins}$$

1.7.4.3.- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión para conductores trifásicos se estima en función de la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{\rho \cdot L \cdot P}{S \cdot U}$$

Donde:

P = Potencia nominal de las cargas (W).

L = Longitud del conductor (m).

U = Tensión a máxima potencia (V).

S = Sección del conductor (mm^2).

ρ = Resistividad del material

para el cobre: $2,0833 \cdot 10^{-2} (\Omega \cdot mm^2/m)$

Se distinguen varios tramos:

- Transformador inversores a cuadro general inversores 1 y 2

La intensidad nominal, 3608 A, es inferior a la corriente permisible de los conductores de 5228 A.

En el peor de los casos, la máxima caída de tensión se da para un conductor de 17 m. En ese caso, la caída de tensión es del 0,09 %, inferior a la máxima caída de tensión permisible.

- Transformador baterías a cuadro general baterías 1 y 2

La intensidad nominal, 2929 A, es inferior a la corriente permisible de los conductores de 4278 A.

La máxima caída de tensión para un conductor de 90 m es del 0,07 %, inferior a la máxima caída de tensión permisible.

- Servicios auxiliares de las baterías

En el peor de los casos, la máxima intensidad nominal, 217 A, es inferior a la corriente permisible de los conductores de 298 A.

La máxima caída de tensión es del 0,11 %, inferior a la máxima caída de tensión permisible.

1.7.4.4.- CANALIZACIONES

En la instalación proyectada se emplean bandejas de acero galvanizada.

Las bandejas que se utilizan para las conducciones eléctricas son metálicas y se montarán sobre perfiles de sujeción. Los puntos de suportación se sitúan a la distancia que fije el fabricante, de acuerdo con las específicas condiciones de montaje. Las bandejas están sujetas con herrajes apropiados fijados a la estructura.

Se instalarán elementos internos de fijación y retención de cables a intervalos periódicos.

Las conexiones a canalizaciones, cajas múltiples, interruptores, apartamenta en general y cuadros de distribución serán realizados por medio de unidades de acoplamiento embridadas.

Los canales metálicos son masas eléctricamente definibles de acuerdo con la normativa CEI 64-8/668 y como tales deberán ser conectados a tierra en toda su longitud. Se conectarán a tierra mediante un conductor de cobre descubierto de 50 mm² de sección, debiendo tener un punto de conexión en cada tramo independientemente.

En la siguiente tabla se muestran todos los tramos con configuraciones diferentes:

Inst.	Inicio	Fin	Canalización	Sección (mm ²)	N conduc. por fase	Long máx (m)	Corriente nominal carga (A)	Corriente permisible conductor (A)	Caida tension (%)
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	Bandeja aérea	240	11	17	3608	5228	0,089
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	Bandeja aérea	240	11	16	3608	5228	0,084
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	Bandeja aérea	150	1	41	231	353	0,483
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	Bandeja aérea	150	1	47	231	353	0,554
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	Bandeja aérea	240	10	3	2929	3815	1,012
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	Bandeja aérea	50	1	7	126	188	0,667
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	Bandeja aérea	95	1	6,8	217	298	1,190
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	Bandeja aérea	16	1	4	18	75	0,016
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	Bandeja aérea	16	1	6	14	97	0,071
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	Bandeja aérea	240	10	3	2929	3815	0,108
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	Bandeja aérea	50	1	5,5	126	188	0,025
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	Bandeja aérea	95	1	5,5	217	298	0,038
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	Bandeja aérea	16	1	4	18	75	0,016
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	Bandeja aérea	16	1	6	14	97	0,056

1.7.5.- PROTECCIONES

El diseño de la instalación conectada a la red garantizará, por un lado, la seguridad de las personas, tanto usuarios como operarios de la red, y por otro, que el funcionamiento normal del sistema no afecte a la operación ni a la integridad de otros equipos y sistemas conectados a dicha red.

PROTECCIONES EN LA PARTE DE ALTERNA

En el *Documento 2: Cálculos* en el apartado 2.2.2 *Protecciones* se muestran los cálculos justificativos de las protecciones.

En los CGBT las protecciones serán:

- **Instalación fotovoltaica:**
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x4000A/65 kA como interruptor general de los cuadros generales de inversores 1 y 2. Se colocará un interruptor por cada secundario del transformador.
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x400A/50 kA como interruptor de cada inversor.
- **Instalación baterías:**
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x3200A/65 kA como interruptor general de la caja de protección de baterías. Se colocará un interruptor por cada secundario del transformador.
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x800A/50 kA como interruptor de cada batería.
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x400A/50 kA como interruptor de cada media batería.
 - Interruptor automático magnetotérmico de 3x160A como interruptor de salida para cada armario de servicios auxiliares.
- **Servicios auxiliares:**
 - Interruptor automático magnetotérmico de 4x250A como interruptor general de la caja de protección de servicios auxiliares de las baterías.

- Interruptor automático magnetotérmico de 4x40A como interruptor de cada ventilador.
- Interruptor automático magnetotérmico de 2x16A como interruptor de alumbrado.
- Interruptor automático magnetotérmico de 2x16A como interruptor de fuerza.
- Interruptor automático magnetotérmico de 2x16A como interruptor de reserva.
- Interruptor automático magnetotérmico de 4x16A como interruptor de reserva.

Se instalarán descargadores de sobretensiones transitorias Tipo 1+2 de 25 kA con magnetotérmico de 40 A.

1.7.6.- SERVICIOS AUXILIARES BATERIAS

Para la alimentación de los servicios auxiliares asociados al sistema de baterías se prevé la instalación de autotransformadores de 150 kVA de potencia nominal y 690/400 V por cada secundario del transformador de baterías.

Asimismo, cada secundario de transformador dispondrá de su correspondiente armario de protección, destinado a albergar los elementos de maniobra, protección y seccionamiento necesarios para garantizar la seguridad, explotación y mantenimiento de la instalación.

Los armarios de Servicios Auxiliares (SSAA) alimentarán los distintos consumos auxiliares de la instalación, incluyendo los sistemas de ventilación de las baterías, el alumbrado y la fuerza de la sala de baja tensión.

La alimentación de dichos servicios se realizará desde los autotransformadores de 150 kVA previstos para este fin, garantizando el correcto funcionamiento de los equipos auxiliares necesarios para la operación, seguridad y mantenimiento de la instalación.

1.7.7.- PUESTA A TIERRA

Según la ITC-BT-18, la puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en la instalación y en el terreno próximo no aparezcan diferencias de potencial peligrosas.

Además, también tiene que permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La puesta a tierra se divide en las siguientes partes:

- **Inversores FV:** el sistema de distribución del neutro será del tipo IT en el cual el neutro del transformador no tiene ningún punto conectado directamente a tierra y las masas de la instalación fotovoltaica irán conectadas a la tierra del edificio. Todas las masas de la instalación de inversores fotovoltaicos estarán conducidas a una única tierra. Esta conducción de protección se conectará a la tierra del edificio, siempre y cuando se garantice una tensión de contacto no superior a los 24 V al considerarse un local mojado.
- **Baterías:** el sistema de distribución del neutro será del tipo TN en el cual el neutro del transformador está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación de baterías irán conectadas al neutro. Todas las masas de la instalación de baterías estarán conducidas a una única tierra. Esta conducción de protección se conectará a la tierra del edificio, siempre y cuando se garantice una tensión de contacto no superior a los 24 V al considerarse un local mojado.

La tierra será independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública. Ver plano “RED DE TIERRAS” – 06225.T01.127817.

1.8.- PUNTO PARA EFECTUAR LA CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El punto de conexión para la evacuación de energía se realizará en Alta Tensión a través del cuadro general de la instalación del titular, ubicado en el cuarto eléctrico del edificio, conforme a las especificaciones técnicas descritas en el Proyecto de Alta Tensión.

Asimismo, la configuración de los centros de transformación, incluyendo sus correspondientes celdas, cálculos justificativos y planos de detalle, se encuentran plenamente definidos en el Proyecto de Alta Tensión.

1.9.- CONCLUSIONES

Con lo anteriormente expuesto, así como con los planos adjuntos el colegiado que suscribe pretende haber definido adecuadamente la instalación eléctrica a realizar, y que sea aprobado por los Organismos Oficiales Competentes.

Bilbao, 28 de Mayo de 2026

El Ingeniero Técnico Industrial

Coleg. nº 4913

IÑAKI GOROSTIZA ARTABE

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.- OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una instalación eléctrica para una instalación solar para exportación con 9,152 MW de fotovoltaica, 5,6 MW de almacenamiento, y 50 kW de potencia de servicios auxiliares de las baterías, para la exportación de energía. Así mismo, se demuestra que los conductores y protecciones detallados en el *Documento I. Memoria*, cumplen con todos los requisitos técnicos especificados en el REBT.

2.2.- CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

Los conductores serán de cobre y se dimensionarán cumpliendo los criterios de la ITC-BT-22 e ITC-BT-40:

- Elección de sección mínima de conductor debida a intensidad máxima.
- Elección de sección mínima de conductor debida a caída de tensión máxima admisible.
- Elección de sección mínima de conductor debida a intensidad de cortocircuito máxima.
- Elección de calibre mínimo de las protecciones garantizando selectividad total y protección de la instalación.
- Máxima fiabilidad de las instalaciones.
- Máxima simplicidad de operación y mantenimiento preventivo.

El dimensionamiento del conductor de protección será, atendiendo a la ITC-BT-19, para secciones superiores a 35 mm² el conductor de protección será al menos de la mitad de la sección de fase.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

El cálculo de la intensidad de los circuitos trifásicos viene dado por la expresión:

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia de las cargas en (VA).

U = Tensión a máxima potencia (V).

I_N = Intensidad nominal (A).

La intensidad máxima admisible que puede llegar a admitir el cable correspondiente dependerá del número de cables por circuitos, n , aplicando el factor de corrección correspondientes, F_{ins} , dará la intensidad que realmente ese cable en cuestión es capaz de soportar.

$$I_{max adm} = n \cdot I_{max adm norma} \cdot F_{ins}$$

La caída de tensión para conductores trifásicos se estima en función de la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{\rho \cdot L \cdot P}{S \cdot U}$$

Donde:

P = Potencia nominal de las cargas (W).

L = Longitud del conductor (m).

U = Tensión a máxima potencia (V).

S = Sección del conductor (mm^2).

ρ = Resistividad del material; para el cobre: $2,0833 \cdot 10^{-2} (\Omega \cdot mm^2/m)$

2.2.1.- CÁLCULOS DE LOS CONDUCTORES

Las canalizaciones que se usan quedan reflejadas en el *Documento I. Memoria*, en el apartado *1.7.4- Línea Eléctrica En Baja Tensión*. Para asegurar la robustez del diseño, los cálculos consideran el escenario más desfavorable mediante el uso de longitudes máximas de cable. Dichas estimaciones se realizarán de manera específica para cada punto de conexión.

La instalación se repartirá en dos transformadores, uno para los inversores fotovoltaicos y otro para las baterías. Cada transformador tendrá dos secundarios y por lo tanto también se tendrán dos puntos de conexión diferentes. Además, cada secundario del transformador de baterías alimentará un armario de servicios auxiliares.

CAPACIDAD TÉRMICA

Baterías a transformador baterías

Cada secundario del transformador de baterías alimentará un cuadro de protección independiente, (Cuadro 1 y Cuadro 2). Cada cuatro cuenta con 3.5 baterías y un armario de servicios auxiliares. La conexión entre el secundario y cada cuadro se realizará mediante 10 conductores de 1x240 mm² por fase, instalados sobre en bandeja perforada (tipo de instalación F). Se empleará cable de cobre (Cu) flexible unipolar con aislamiento XLPE 0,6/1kV y cubierta de RZ1-K (AS).

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

Servicios auxiliares de las baterías

Cada banco de baterías dispondrá de sistemas auxiliares destinados a su ventilación con cable de cobre (Cu) flexible unipolar, con aislamiento XLPE 0,6/1kV y cubierta de RZ1-K (AS).

Tabla C.52.1 bis 2 – Corrientes admisibles (A) para cables y conductores aislados con aislamiento termoestable (compuestos reticulados tipo XLPE, EPR o similar) – Temperatura máxima de servicio en régimen permanente 90 °C - Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores con carga (X)						
A1		3X	2X				
A2	3X	2X					
B1				3X	2X		
B2			3X	2X			
C				3X		2X	
E					3X	2X	
F						3X	2X
Cobre (mm²)	1	2	3	4	5	6	7
1,5	15	15	17	18	21	22	
2,5	20	21	24	25	28	30	
4	27	28	32	34	38	41	
6	35	36	40	44	49	53	
10	46	49	55	60	68	73	
16	62	66	73	80	91	97	
25	81	86	96	106	116	123	147
35	99	106	116	131	144	154	182
50	118	128	140	159	175	188	220
70	149	163	177	201	224	244	282
95	179	197	212	241	271	298	343
120	207	227	244	278	315	348	398
150	236	259	273	304	358	401	459
185	268	295	309	349	409	460	523
240	315	346	362	410	480	545	618
300	360	396	414	468	549	631	713

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

Inversores fotovoltaica a transformador fotovoltaica

Cada devanado secundario del transformador fotovoltaico alimentará un cuadro de protección independiente (Cuadro 1 y Cuadro 2). Cada cuadro integrará 13 inversores.

La interconexión entre el secundario y los Cuadros 1 y 2 se realizará mediante 11 conductores por fase de $1 \times 240 \text{ mm}^2$ de cobre, la canalización se dispondrá sobre bandeja perforada (Tipo de instalación F), utilizando cable de cobre (Cu) flexible unipolar con aislamiento XLPE 1,8/3 kV y cubierta RZ1-K (AS).



Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Aire libre (A) ¹	Enterrado (A) ²	Caída tensión (V/A · km) ³
1 x 10	12,2	230	93	77	4,87
1 x 16	14,2	340	124	100	3,08
1 x 25	14,9	405	161	129	1,98
1 x 35	15,3	480	200	155	1,41
1 x 50	17,5	650	242	183	0,984
1 x 70	19,1	850	310	225	0,693
1 x 95	20,7	1.055	377	270	0,525
1 x 120	22,1	1.285	437	306	0,410
1 x 150	23,0	1.520	504	343	0,328
1 x 185	24,7	1.810	575	387	0,270
1 x 240	27,3	2.320	679	448	0,204
1 x 300	29,6	2.850	783	502	0,163
1 x 400	34,2	3.825	930	592	0,123
1 x 500	37,9	4.880	1.083	670	0,097
1 x 630	43,7	6.385	1.254	762	0,073

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

Todos los cálculos realizados y los resultados obtenidos se muestran de forma detallada en la tabla siguiente:

Capacidad térmica													
Inst	Inicio	Fin	Potencia (kVA)	Tensión (V)	cos ϕ	Int. nominal (A)	Dimen. (125%)	Intensidad Admisible Conductor					Intensidad Admisible < Intensidad nominal
								Sección (mm ²)	Intensidad Admisible Normativa (A)	N conduc. por fase	Factor de reduc.	Intensidad Admisible (A)	
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	5000	800	0,99	3608	4511	240	679	11	0,7	5228	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	5000	800	0,99	3608	4511	240	679	11	0,7	5228	OK
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	320	800	0,99	231	289	150	504	1	0,7	353	OK
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	320	800	0,99	231	289	150	504	1	0,7	353	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	3500	690	0,99	2929	3661	240	545	10	0,7	3815	OK
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	150	690	0,9	126	157	50	188	1	1	188	OK
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	150	400	0,9	217	271	95	298	1	1	298	OK
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	10	400	0,9	18	23	16	97	1	0,77	75	OK
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	10	400	0,9	14	18	16	97	1	1	97	OK
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	3500	690	0,99	2929	3661	240	545	10	0,7	3815	OK
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	150	690	0,9	126	157	50	188	1	1	188	OK
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	150	400	0,9	217	271	95	298	1	1	298	OK
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	10	400	0,9	18	23	16	97	1	0,77	75	OK
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	10	400	0,9	14	18	16	97	1	1	97	OK

CAÍDA DE TENSIÓN

En la siguiente tabla, se detalla la intensidad máxima de cada circuito y la intensidad máxima admisible de cada conductor. La caída de tensión máxima será de 0,11%, menor que el 1,5% exigido por el REBT y la ITC-BT-40.5.

Caída de tensión									
Inst.	Inicio	Fin	Potencia (kW)	Longitud (m)	Tensión (V)	Sección (mm ²)	$\Delta V(V)$	$\Delta V(\%)$	$<\Delta V_{max}$
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	4950	17	800	2640	0,71	0,09	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	4950	16	800	2640	0,67	0,08	OK
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	317	41	800	150	3,87	0,48	OK
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	317	47	800	150	4,43	0,55	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	3465	3	690	2400	0,11	0,02	OK
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	135	7	690	50	0,49	0,07	OK
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	135	6,8	400	95	0,43	0,11	OK
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	9	4	400	16	0,10	0,03	OK
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	9	6	400	16	0,15	0,04	OK
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	3465	3	690	2400	0,11	0,02	OK
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	135	5,5	690	50	0,38	0,06	OK
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	135	5,5	400	95	0,35	0,09	OK
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	9	4	400	16	0,10	0,03	OK
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	9	6	400	16	0,15	0,04	OK

CÁLCULO DE INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Capacidad de corte en cortocircuito del interruptor automático

Según indica el REBT, para garantizar que la intensidad mínima de cortocircuito haga trabajar al interruptor en la zona magnética, se ha de cumplir $I_{CC_min} \geq I_m$. Para la intensidad de cortocircuito mínima I_{CC_min} , tomar como referencia el punto más lejano del interruptor, con la falta fase-neutro y la temperatura más elevada del cable y la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios como 0,8 veces la tensión de suministro.

$$I_{CC_min} = \frac{0,8 \cdot U}{R} = \frac{0,8 \cdot U}{\frac{l}{\gamma \cdot S}}$$

Donde:

U = Tensión fase-neutro de suministro (V).

l = Longitud del cable (m).

γ = Conductividad a 145 °C, Al=23 y Cu=37 (m/($\Omega \cdot$ mm)).

S = Sección del conductor (mm²).

$$I_{CC_min} \geq I_m$$

$$I_m = \phi I_N$$

I_m = Intensidad a partir de la cual, el interruptor automático dispara por cortocircuito en la zona magnética y no por sobrecarga (A).

I_N = Intensidad nominal asignada o regulada en el interruptor (A).

ϕ = Constante multiplicadora en función del tipo de curva de disparo del interruptor.

Capacidad cortocircuito magnetotérmico										
Inst.	Inicio	Fin	Potencia (kVA)	Longitud (m)	U _{FN} (V)	Sección (mm²)	Corriente CC	Interruptor		I _{cc} min ≥ I _m
							I _{cc} min (kA)	I _N (A)	I _m (kA)	
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	5000	17	462	2640	3213	4000	40	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	5000	16	462	2640	3414	4000	40	OK
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	320	41	462	150	76	400	4	OK
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	320	47	462	150	66	400	4	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	3500	3	398	2400	14278	3200	32	OK
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	150	7	398	50	127	150	1,5	OK
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	150	6,8	231	95	145	220	2,2	OK
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	10	4	231	16	41	40	0,4	OK
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	10	6	231	16	28	16	0,16	OK
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	3500	3	398	2400	14278	3200	32	OK
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	150	5,5	398	50	162	150	1,5	OK
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	150	5,5	231	95	179	220	2,2	OK
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	10	4	231	16	41	40	0,4	OK
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	10	6	231	16	28	16	0,16	OK

Capacidad de cortocircuito del cable combinada con el interruptor

Entre las cajas de protección: según indica el REBT, para garantizar que, en caso de cortocircuito, el cable soporta la energía que deja pasar el interruptor hasta que se cumple el tiempo de apertura del circuito.

$$I_{cc}^2 \cdot t_{corte} < k^2 \cdot S^2$$

Donde:

t_{corte} = Tiempo de corte del interruptor automático (s), utilizaremos el valor de 0,01s.

k = Constante del cable tabulada en función de sus materiales de conductor, aislamiento y la temperatura de funcionamiento, para los conductores con aislamiento XLPE utilizaremos el valor de 143 ($A\sqrt{s}/mm^2$)

S = Sección del conductor (mm^2).

Capacidad cortocircuito del cable					
Inst.	Inicio	Fin	I _{cc min} (A)	Tiempo corte (s)	I _{cc} ² · t _{corte} < k ² · S ²
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	3213	0,01	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	3414	0,01	OK
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	76	0,01	OK
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	66	0,01	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	14278	0,0001	OK
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	127	0,001	OK
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	145	0,001	OK
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	41	0,001	OK
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	28	0,001	OK
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	14278	0,0001	OK
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	162	0,001	OK
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	179	0,001	OK
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	41	0,001	OK
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	28	0,001	OK

2.2.2.- PROTECCIONES

PODER DE CORTE

El método consiste en comprobar que el poder de corte último del aparato sea superior a la intensidad de cortocircuito calculada en un extremo final del receptor.

En el cálculo de cortocircuito, el caso más desfavorable sería el de cortocircuito trifásico, por lo tanto, se calcula la corriente de cortocircuito que se produciría en un cortocircuito trifásico. Para el cálculo de dicho cortocircuito emplearemos la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \left[\left(\frac{U^2}{S_{cc}} \right) + \left(U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S_n} \right) + (L \cdot \sqrt{R^2 + X^2}) \right]} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \left[U_{cc} \cdot \frac{U^2}{S_n} \right] + (L \cdot \sqrt{R^2 + X^2})} = \frac{I \cdot 100}{U_{cc} \%}$$

Donde:

U : Tensión secundaria transformador de servicio en vacío (V)

S_n : Potencia del transformador (kVA)

S_{cc} : Potencia de cortocircuito en alta tensión (Infinito MVA)

U_{cc} % : Tensión de cortocircuito del transformador (%)

L : Longitud de la línea (m)

I : Intensidad secundaria transformador (A)

El valor de la potencia de cortocircuito en el primario del transformador (S_{cc}) depende de las instalaciones aguas arriba del C.T. y por la dificultad de su cálculo se considerará y siempre con un criterio conservador, que su valor es infinito.

Los valores resultantes después de realizar los pertinentes cálculos justificativos se indican en la siguiente tabla con ello se cumple lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

ORIGEN	CIRCUITO	TENSIÓN EN VACÍO DEL TRAFO (V)	TENSION DE CORTO DEL TRAFO U_{cc} %	POTENCIA DE TRAFO (KVA)	SECCION CABLE POR FASE CU	LONGITUD LINEA 1 (Km)	IMPEDANCIA LINEA 1 (Ohm/Km)	Intensidad de cortocircuito trifásico (KA)	Poder de corte (KA)
TRAFO FOTOVOLTAICA	CGBT FOTOV. 1	800	7,000	5000,000	3[11(1x240)]+6x(1x240)	0,017	0,00676	50,896	65
	CGBT FOTOV. 2	800	7,000	5000,000	3[11(1x240)]+6x(1x240)	0,016	0,00676	50,934	65
TRAFO BATERIAS	CGBT BATERIAS 1	690	7,000	3500,000	3[10(1x240)]+9x(1x240)	0,007	0,00827	41,591	65
	CGBT BATERIAS 2	690	7,000	3500,000	3[10(1x240)]+9x(1x240)	0,006	0,00827	41,638	65

SOBRECARGA

El calibre del dispositivo de protección debe ser menor o igual que la máxima intensidad admisible por el conductor. Además, el calibre se escogerá de un valor superior a la corriente de su funcionamiento normal.

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_B = corriente para la que se ha diseñado el circuito (A).

I_n = corriente asignada al dispositivo de protección (A).

I_z = corriente admisible del cable para el tipo de instalación seleccionada (A).

La corriente convencional de disparo asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo, es un 45% más que la corriente nominal.

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_n$$

I_2 = corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo t_c (A).

I_n = corriente asignada al dispositivo de protección (A).

Protección sobrecarga											
Inst.	Inicio	Fin	Cables	Corriente diseño circuito I_B (A)	$I_B \leq I_n$	Corriente Nominal interruptor I_n (A)	Ajuste Corriente Nominal interruptor I_n (A)	$I_N \leq I_Z$	Corriente Admisible del cable (A)	Corriente disparo tiempo largo I_2 (A)	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_n$
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	0	3608	OK	4000	4000	OK	5228	5000	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	0	3608	OK	4000	4000	OK	5228	5000	OK
FV	Cuadro FV 1	Inv lejano	0	231	OK	400	300	OK	353	0	OK
FV	Cuadro FV 2	Inv lejano	0	231	OK	400	300	OK	353	0	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	0	2929	OK	3200	3200	OK	3815	4160	OK
Bat	Cuadro 1	Trafo SA 1	0	126	OK	150	150	OK	188	0	OK
Bat	Trafo SA 1	Cuadro SA 1	0	217	OK	220	220	OK	298	0	OK
Bat	Cuadro SA 1	Ventilador	0	18	OK	40	40	OK	75	52	OK
Bat	Cuadro SA 1	Alumbrado	0	14	OK	16	16	OK	97	20,8	OK
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	0	2929	OK	3200	3200	OK	3815	1040	OK
Bat	Cuadro 2	Trafo SA 1	0	126	OK	150	150	OK	188	0	OK
Bat	Trafo SA 2	Cuadro SA 2	0	217	OK	220	220	OK	298	0	OK
Bat	Cuadro SA 2	Ventilador	0	18	OK	40	40	OK	75	20,8	OK
Bat	Cuadro SA 2	Alumbrado	0	14	OK	16	16	OK	97	20,8	OK

En vista de los cálculos, se determina que en las Caja 1 y 2 de Protección Fotovoltaica de la instalación se instalarán un interruptor automático magnetotérmico de 3x4000 A, con un poder de corte de 65 kA como interruptor general. Por cada inversor se añadirá un interruptor automático magnetotérmico de 3x400 A, con un poder de corte de 50 kA.

Cada Caja de Protección de las Baterías de la instalación se instalarán un interruptor automático magnetotérmico de 3x3200 A, con un poder de corte de 65 kA como interruptor general. además, para cada batería se instalará un interruptor automático magnetotérmico de 3x800 A, con un poder de corte de 50 kA para proteger la media batería se instalará un interruptor automático magnetotérmico de 3x400 A, con un poder de corte de 50 kA para la media batería y finalmente para los servicios auxiliares se instalará un interruptor magnetotérmico de 3x160 A.

En el armario de protecciones de los servicios auxiliares de las baterías, se dispondrá en los servicios generales un interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A, mientras que cada sistema de ventilación contará con un interruptor de 4x40 A. Para los circuitos de alumbrado, fuerza y la primera reserva, se instalarán sendos interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x16 A, completando el cuadro con una reserva adicional mediante un interruptor de 4x16 A.

IMPEDANCIA BUCLE

Para justificar que la regulación a 1 A de la sensibilidad cumple con los requisitos de protección contra contactos indirectos mediante desconexión automática nos basaremos en las normas IEC 60364-4-41 y ITC-BT-24. Según las normas mencionadas, la desconexión automática puede producirse mediante la comparación del potencial de protección en combinación con un disyuntor o con un diferencial.

Tramo entre inversor de baterías y punto de conexión

En el esquema TN un defecto fase-masa se traduce en un cortocircuito, donde la corriente de falta se obtiene mediante la siguiente formula:

$$I_f = \frac{U_0}{Z_S + R_F + R_P}$$

Donde:

Z_S = es la impedancia de la fuente en ohmios (Ω).

R_F = es la resistencia del conductor de fase en ohmios (Ω).

R_P = es la resistencia del conductor de protección en ohmios (Ω).

I_f = es la corriente de falta amperios (A).

U_0 = es la tensión nominal entre fase y tierra (A).

Para calcular la resistencia de los conductores se emplea la siguiente formula.

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Donde:

L = Longitud del conductor (m).

S = Sección del conductor (mm^2).

ρ = Resistividad del cobre a $70^\circ C = 2,0833 \cdot 10^{-2} (\Omega \cdot mm^2/m)$.

Para garantizar que la protección magnetotérmica actúe correctamente en un sistema TN, se debe calcular la corriente de cortocircuito en el escenario más desfavorable. Este corresponde al defecto en el punto más alejado de la carga, donde la impedancia del bucle es máxima y, por tanto, la intensidad de falta es mínima.

Tras el cálculo de la corriente de falta, se comprueba que esta es suficiente para provocar el disparo instantáneo de la protección, logrando un tiempo de corte inferior a los 0,2 s exigidos por la tabla de tiempos máximos de seguridad.

U₀ (V)	Tiempos de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Tramo entre inversor de fotovoltaica y punto de conexión

El sistema IT permite mantener la alimentación ante un primer defecto, dado que la baja magnitud de la corriente de fallo no supone un riesgo inmediato que obligue al disparo de las protecciones.

$$R_A \cdot I_d \leq U_L$$

Siendo:

R_A = es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas (Ω).

I_d = es la corriente de defecto en caso de un primer defecto franco de baja impedancia entre un conductor de fase y una masa (A).

U_L = es la tensión de contacto límite convencional (V)

Como se indica en la tabla, para el primer defecto se cumple $R_A \cdot I_d \leq U_L$, la instalación es segura y no hay riesgo de electrocución, por lo que el sistema sigue funcionando.

Se prevé un dispositivo de detección del aislamiento permanente de la marca Sungrow, modelo EMU200A, con localización de defecto de aislamiento, para indicar la aparición de un primer defecto de una parte activa a masa o a tierra, que activa una señal.

Una vez detectado el primer fallo, el sistema debe garantizar la desconexión del suministro ante un segundo defecto. Al estar las masas interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del esquema TN.

En el esquema IT, un segundo un defecto fase-masa se traduce en un cortocircuito, donde la corriente de falta se obtiene mediante la siguiente formula:

$$I_f = \frac{U_0}{2 \cdot Z_S + 2 \cdot R_F}$$

Donde:

Z_S = es la impedancia de la fuente en ohmios (Ω).

R_F = es la resistencia del conductor de fase en ohmios (Ω).

I_f = es la corriente de falta amperios (A).

Tras el cálculo de la corriente de falta, se comprueba que esta es suficiente para provocar el disparo instantáneo de la protección, logrando un tiempo de corte inferior a los 0,2 s exigidos por la tabla de tiempos máximos de seguridad.

Tensión nominal de la instalación (U_0/U)	Tiempo de interrupción (s)	
	Neutro no distribuido	Neutro distribuido
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Impedancia Bucle																	
Inst.	Inicio	Fin	Tipo inst.	TN										IT			
				Imp. CC trafo Z_{cc} (Ω)	Imp. linea Z_{cable} (Ω)	Imp. bucle Z_{bucle} (Ω)	Intensidad de defecto I_d (A)	Corriente Nominal interruptor I_n (A)	$I_d > I_n$	$U_c = I_d \cdot Z_{bucle}$	Tensión simple U_0 (V)	$U_c < U_0$	Tiempo interrupcion	R Puesta a Tierra R_A (Ω)	Imp. Neutro-Tierra Z (Ω)	Tensión de contacto ante falta U_c (V)	$U_c < U_{c permitida}$
FV	Secundario 1	Cuadro FV 1	IT	0,00014	0,00014	0,00029	1285353	4000	OK	4,13203E-08	462	OK	OK	10	1000	4,5	OK
FV	Secundario 2	Cuadro FV 2	IT	0,00014	0,00014	0,00027	1365687	4000	OK	3,66021E-08	462	OK	OK	10	1000	4,5	OK
Bat	Secundario 1	Cuadro Bat 1	TN	0,01870	0,01870	0,03741	8519	3200	OK	0,000699727	398	OK	OK				
Bat	Secundario 2	Cuadro Bat 2	TN	0,01773	0,01773	0,03546	8988	3200	OK	0,000628674	398	OK	OK				

SOBRETENSIONES

Como la instalación es exterior, se prevé poner protección de sobretensiones ante rayo (categoría IV). Se empleará una protección de sobretensiones atmosféricas Tipo 1+2. Siguiendo UNE-EN IEC 62305 la corriente de impulso del rayo se obtiene mediante la siguiente formula:

$$I_F = \frac{k_e \cdot I}{n}$$

Donde:

I_F : es la corriente de rayo que circula a través de cada parte conductora externa y cada línea (A).

k_e : es el factor de distribución de la corriente con valor 0,5.

I : es la corriente total del rayo relativa al nivel de protección (LPL I, II, III, IV), en este caso 100 kA.

n : es el número de partes aéreas y subterráneas conectadas.

$$I_F = \frac{0,5 \cdot 100 \text{ kA}}{3} = 16.6 \text{ kA}$$

Se instalarán descargadores de sobretensiones transitorias Tipo 1+2 de 25 kA con magnetotérmico de 40 A.

Bilbao, 28 de Mayo de 2026

El Ingeniero Técnico Industrial

Coleg. nº 4.913

IÑAKI GOROSTIZA ARTABE

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1.- ANTECEDENTES

3.1.1.- TIPO DE OBRA

Este estudio de seguridad se destina al trabajo a realizar para el montaje de un centro de transformación, según las especificaciones, el emplazamiento y disposición que se indican en el proyecto general donde incluimos este Estudio de Seguridad.

3.1.2.- DURACIÓN DE LA OBRA

Se estima que la mano de obra llegará a un total de 64 hombres/hora (8 hombres/día)

3.1.3.- REGLAMENTACIÓN A APLICAR

Para realizar este Estudio de Seguridad nos basaremos en las normativas siguientes:

- Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54 /2003 modificación de la Ley 31/1995
- Real Decreto 39/1.997, Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 1.627/1.997, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 171/2004 Coordinación de Actividades Empresariales

3.1.4.- MEDIOS AUXILIARES

Para la realización de este trabajo no se precisarán nada más que los siguientes medios auxiliares y externos:

- 1º Camión – Grúa para transporte y descarga en obra de los componentes del Centro de Transformación.
- 2º Energía eléctrica a tomar de la instalación eléctrica.

3.2.- ANALISIS DE RIESGOS

De los medios auxiliares a emplear podemos deducir los riesgos que se pueden presentar para esta obra, propios de las condiciones de trabajo, como de los medios a emplear y que son los siguientes:

- 01 - Caída de personas a distinto nivel.
- 02 - Caída de personas al mismo nivel.
- 04 - Caída de objetos por manipulación.
- 09 - Golpes por objetos o herramientas.
- 11 - Atrapamientos por y entre objetos.
- 16 - Contactos Eléctricos.
- 21 - Incendios.

3.2.1.- PROBABILIDAD Y VALORACIÓN DEL RIESGO

Fijándonos en los Riesgos posibles y con el fin de hacer una evaluación de los mismos procedemos a continuación a preparar una tabla en la que recogeremos los riesgos y sus valoraciones.

3.2.1.A. TABLA EVALUACION DE RIESGOS

EVALUACION DE RIESGOS											
Localización - OBRA CLIENTE							Evaluación				
Puesto de Trabajo - MONTADORES ELECTRICOS							(X) Inicial		() Periódica		
Nº de Trabajadores - 4							Fecha Ultima Evaluación 1-12-1.997				
Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
01-Caída Personas Dist. Nivel	X				X		X				
02-Caída Personas mismo Nivel	X			X			X				
04-Caída Objetos por Manipulac.	X						X				
09-Golpes por Objetos o herram.	X			X			X				
11-Atrapamiento por y entre obj.	X			X			X				
16-Contactos Eléctricos	X			X			X				
21-Incendios	X				X		X				

3.2.1.B. CLAVES UTILIZADAS EN EVALUACION DE LOS RIESGOS.

Probabilidad : B : Baja

M : Media

A :Alta

Consecuencias : LD : Ligeramente Dañino

D :Dañino

ED : Extremadamente Dañino

Estimación del Riesgo :

T : Trivial

TO : Tolerable

M : Moderado

I : Importante

IN : Intolerable

3.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS

De los riesgos que hemos considerado procedemos a estudiar los medios de prevención y protección que se consideran necesarios a aplicar.

RIESGO	MEDIOS DE PROTECCION
Caída de Personas a distinto nivel	Arnés de Seguridad Dispositivos anticaída
Caída Personas al mismo nivel	Evitar derrames de aceite Mantener la zona de trabajo limpia de cables y herramientas
Caída de Objetos por manipulación	Botas de Seguridad
Golpes por Objetos y herramientas	Cascos de seguridad Guantes de protección Botas de Seguridad

Contactos Eléctricos	Banqueta Aislante Maniobra Guantes aislantes Pértigas Botas de Seguridad Casco Aislante Herramientas manuales con aislamiento de seguridad
Incendios	Extintores portátiles

3.4.- SERVICIOS

Dada la duración de la obra, así como el número de trabajadores adscritos a la misma, se utilizarán los retretes, lavabos y duchas de la propiedad.

3.5.- EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

Cada equipo de trabajo (en este caso, formado por cuatro hombres), dispondrá para cada una de las personas los siguientes elementos:

- Casco de seguridad aislante.
- Botas de Protección.
- Traje de trabajo
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Pértigas aislantes.
- Protección facial

Dado el tiempo que estas personas se encontrarán en obra, efectuaremos una valoración de los equipos individuales de protección, considerando que la vida de los mismos es de 1 año (225 días laborables), para ello calcularíamos el costo de los equipos por persona y lo dividiríamos por 225 días, con lo que se podrían aplicar la valoración según los días del personal adscrito a obra (8 hombres/ día). Estos valores los sumaríamos a los equipos de seguridad empleados y previstos en el montaje.

3.6.- PLAN DE PREVENCIÓN PARA REVISIONES DE MANTENIMIENTO

El proyecto eléctrico desarrollado recoge la posibilidad del Mantenimiento Preventivo a futuro por lo que el Centro de Transformación estará dotado de los elementos de seguridad intrínsecos a una instalación de este tipo como son:

- Banqueta Aislante para Maniobra.
- Guantes aislantes para 30 KV.
- Placa Primeros Auxilios
- Enclavamientos mecánicos

Aparte de estos elementos que deberán estar colocados dentro del Centro de Transformación en buenas condiciones de uso, existirán unos sistemas de enclavamiento, que no permiten acceder a zonas con tensión, mientras no se hayan abierto los seccionadores de Puesta a Tierra de que están dotadas las Celdas de A.T.

Con ello consideramos que todo operador del sistema en trabajo o en mantenimiento deberá cumplir con las normas de funcionamiento que figuran en el interior del Centro, con lo que conseguiremos evitar cualquier accidente no deseado.

Como norma general en toda operación o maniobra en un sistema de Alta Tensión, se deberá cumplir lo descrito en el R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínimas de seguridad en instalaciones con riesgo eléctrico.

3.7.- VALORACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD

3.7.1.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Como se ha indicado anteriormente los elementos que la empresa debe entregar a cada montador cada año de trabajo y sus precios son los siguientes:

ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Casco de Seguridad aislante	1	1,80	1,80
Cinturón de Seguridad	1	39,07	39,07
Botas de Seguridad	1	19,83	19,83

Guantes de trabajo	1	7,51	7,51
Guantes aislantes	1	71,22	71,22
Traje ignífugo (Pantalón-Cazadora)	1	20,43	20,43
TOTAL EUROS			159,86

Importe Elementos: 159,86

Días de Trabajo al Año: 225 Días

Amortización por día:

$$\frac{159,86}{225} = 0,71 \text{ euros.}$$

Teniendo en cuenta que para este trabajo según se ha especificado se necesitan 8 hombres/día nos resulta:

Equipo Personal - Valor Amortización - $0,71 \times 8 = 5,68$ euros.

3.7.2.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD - PRESUPUESTO

Ateniéndonos al material con que por reglamentación será necesario dotar a los Centros de Transformación y que procederemos a evaluar unitariamente nos resultará por resumen en el presupuesto del Proyecto General la valoración parcial que corresponde al Apartado de “Elementos de Seguridad”.

MATERIAL DE SEGURIDAD

MATERIAL DE SEGURIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Banqueta de maniobra	1	52,16	52,16
Guantes aislantes	1	98,26	98,26
Pértiga de Maniobra	1	31,25	31,25
Pértiga de Salvamento	1	36,66	36,66
Pértiga Detectora	1	128,01	128,01
Extintor	1	81,13	81,13

Placa Primeros Auxilios	1	9,01	9,01
Placas Peligro de Muerte	2	1,50	3,
Alumbrado Emergencia	2	27,16	54,32
Enclavamiento	1	37,74	37,74

Bilbao, 28 de Mayo de 2026

El Ingeniero Técnico Industrial

Coleg. nº 4.913

IÑAKI GOROSTIZA ARTABE

4. PRESUPUESTO

CANTIDAD	UD	ESPECIFICACION
----------	----	----------------

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA
NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERÍAS**

**1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA
TRANSFORMADOR DE PLANTA FOTOVOLTAICA**

CUADROS DE BAJA TENSIÓN Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Suministro y montaje de los siguientes cuadros y equipos eléctricos completamente montados, cableados y probados en el interior del edificio existente adyacente a la ubicación del nuevo transformador de planta fotovoltaica, incluida mano de obra, medios auxiliares y pequeño material:

1	Ud.	CUADRO ELÉCTRICO FV 1
1	Ud.	CUADRO ELÉCTRICO FV 2

CANALIZACIONES Y CABLEADO ELÉCTRICO

Suministro y montaje de canalizaciones necesarias y tendido del cableado eléctrico en **Zona de Inversores Cuadros FV 1 y 2** incluyendo:

BANDEJAS METÁLICAS

100	mts.	BANDEJA REJILLA GC 500x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 500x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a pared, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
180	mts.	BANDEJA REJILLA GC 400x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 400x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a pared, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
60	mts.	BANDEJA REJILLA GC 200x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 200x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a pared, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
100	mts.	BANDEJA REJILLA GC 100x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 100x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a pared, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.

230	mts.	BANDEJA REJILLA GC 60x60mm Suministro y montaje de bandeja para control de rejilla galvanizada en caliente de 60x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a pared, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
30	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 200x60mm Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 200x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
40	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 100x60mm Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 100x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.
70	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 60x60mm Suministro y montaje de bandeja para control perforada con tapa galvanizada en caliente de 60x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm ² , perfectamente montada y rematada.

CABLEADO ELÉCTRICO

90	mts.	LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE SECUNDARIOS DEL TRANSFORMADOR DE PLANTA FOTOVOLTAICA Y CUADROS FV 1 Y 2 Tendido de líneas eléctricas de BT por bandeja aérea y canalización subterránea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 1,8/3KV 3-(11x(1x240mm ²)) de Cobre. (2 interconexiones)
1360	mts.	LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE CUADROS FV 1 E INVERSORES Tendido de líneas eléctricas de BT por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 1,8/3KV 3-(1x150mm ²) de Cobre. (13 interconexiones)
60	mts.	LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE CUADROS FV 1, Y 2 Y VIGILANTE DE AISLAMIENTO Tendido de líneas eléctricas de BT por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 3x10mm ² + 1x10mm ² de Cobre. (2 interconexiones)
90	mts.	CABLE DE TIERRA ENTRE TRANSFORMADOR DE PLANTA FOTOVOLTAICA Y CUADROS FV 1 Y 2 Tendido de cable de tierra por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1-(6x(1x240)) mm ² de Cobre. (2 interconexiones)
1360	mts.	CABLE DE TIERRA ENTRE CUADRO FV 1 E INVERSORES Tendido de cable de tierra por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1x95mm ² de Cobre. (13 interconexiones)
580	mts.	CABLE DE TIERRA EQUIPOTENCIAL ZONA CUADRO FV 1 Tendido de cable de tierra equipotencial por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1x150mm ² de Cobre. (13 interconexiones)

- 590 mts. CABLE DE CONTROL ENTRE VIGILANTE DE AISLAMIENTO E INVERSORES ZONA CUADRO FV 1
Tendido de cable de control de par múltiple apantallado de 2x2x1,5mm² para comunicación RS-485 por bandeja aérea. (13 interconexiones)

LEGALIZACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

- 1 p.a. Realización de todas las pruebas, ajustes y comprobaciones necesarias para la puesta en marcha de las instalaciones ofertadas incluyendo:
- Pruebas funcionales y de disparo de protecciones
- Pruebas de Paso y Contacto
Incluye mano de obra, medios auxiliares para la realización de las pruebas, equipos de medida y pequeño material necesario para la realización de las mismas.

Se emitirán los informes correspondientes de puesta en marcha, donde se registrarán todas las pruebas realizadas, con los valores resultantes, observaciones y eventos producidos durante el periodo de pruebas.
- 1 p.a. Realización del Proyecto de Legalización de BT y la Dirección de Obra de la nueva instalación ofertada y su tramitación ante los Organismos Oficiales, incluido el pago de las tasas de visado de los mismos.
- 1 p.a. Preparación de la documentación as-built, dossier de documentación de los equipos instalados y libros de instrucciones de operación y mantenimiento.

2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN PARA TRANSFORMADOR DE BATERÍAS

CUADROS DE BAJA TENSIÓN

Suministro y montaje de los siguientes cuadros y equipos eléctricos completamente montados, cableados y probados en el interior del edificio existente adyacente a la ubicación del nuevo transformador de planta fotovoltaica, incluida mano de obra, medios auxiliares y pequeño material:

- 1 Ud. CUADRO ELÉCTRICO BAT 1
- 1 Ud. CUADRO ELÉCTRICO BAT 2
- 2 Uds. TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES
- 1 Ud. CUADRO ELÉCTRICO BAT SSAA 1
- 1 Ud. CUADRO ELÉCTRICO BAT SSAA 2

CANALIZACIONES Y CABLEADO ELÉCTRICO

Suministro y montaje de canalizaciones necesarias y tendido del cableado eléctrico incluyendo:

BANDEJAS METÁLICAS

20	mts.	BANDEJA REJILLA GC 600x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 600x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
5	mts.	BANDEJA REJILLA GC 400x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 400x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
10	mts.	BANDEJA REJILLA GC 300x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 300x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
10	mts.	BANDEJA REJILLA GC 200x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 200x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
15	mts.	BANDEJA REJILLA GC 60x60mm Suministro y montaje de bandeja de rejilla galvanizada en caliente de 60x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
45	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 600x60mm Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 600x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
5	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 400x60mm Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 400x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.
25	mts.	BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 300x60mm Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 300x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijacion necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm2, perfectamente montada y rematada.

- 50 mts. BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 200x60mm
Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 200x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijación necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm², perfectamente montada y rematada.
- 45 mts. BANDEJA PERFORADA CON TAPA GC 60x60mm
Suministro y montaje de bandeja perforada con tapa galvanizada en caliente de 60x60 mm, incluyendo parte proporcional de soportes a suelo, uniones y medios de fijación necesarios, cable de cobre desnudo de 50mm², perfectamente montada y rematada.

CABLEADO ELÉCTRICO

- 40 mts. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE SECUNDARIOS DEL TRANSFORMADOR DE BATERÍAS Y CUADROS BAT 1 Y 2
Tendido de líneas eléctricas de BT por bandeja aérea realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 3-(10x(1x240mm²)) de Cobre. (2 interconexiones)
- 35 mts. LÍNEAS ELÉCTRICA DE BT ENTRE CUADROS BAT 1 Y 2 Y TRANSFORMADORES DE SSAA
Tendido de línea eléctrica de BT por bandeja aérea realizada mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 4-(1x50) mm² de Cobre. (2 interconexiones)
- 30 mts. LÍNEAS ELÉCTRICA DE BT ENTRE TRANSFORMADORES DE SSAA Y CUADROS BAT SSAA 1 Y 2
Tendido de línea eléctrica de BT por bandeja aérea realizada mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 3-(1x95) + (1x95) +PE mm² de Cobre. (2 interconexiones)
- 230 mts. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE CUADROS BAT 1 Y 2 Y BATERÍAS
Tendido de línea eléctrica de BT por bandeja aérea realizada mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 3-(4x(1x120)) mm² de Cobre. (7 interconexiones)
- 225 mts. LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BT ENTRE CUADROS BAT SSAA 1 Y 2 Y BATERÍAS
Tendido de línea eléctrica de BT por bandeja aérea realizada mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 5x16mm² de Cobre. (7 interconexiones)
- 40 mts. CABLE DE TIERRA ENTRE TRANSFORMADOR DE BATERÍAS Y CUADROS BAT 1 Y 2
Tendido de cable de tierra por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1-(10x(1x240))mm² de Cobre. (2 interconexiones)
- 230 mts. CABLE DE TIERRA ENTRE CUADROS BAT 1 Y 2 Y BATERÍAS
Tendido de cable de tierra por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1-(2x(1x120))mm² de Cobre. (7 interconexiones)
- 180 mts. CABLE DE TIERRA EQUIPOTENCIAL
Tendido de cable de tierra equipotencial por bandeja aérea, realizadas mediante conductor tipo RZ1-K (AS) 0,6/1KV 1x120mm² de Cobre. (8 interconexiones)

LEGALIZACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

- 1 p.a. Realización de todas las pruebas, ajustes y comprobaciones necesarias para la puesta en marcha de las instalaciones ofertadas incluyendo:
- Pruebas funcionales y de disparo de protecciones
 - Pruebas de Paso y Contacto
- Incluye mano de obra, medios auxiliares para la realización de las pruebas, equipos de medida y pequeño material necesario para la realización de las mismas.
- Se emitirán los informes correspondientes de puesta en marcha, donde se registrarán todas las pruebas realizadas, con los valores resultantes, observaciones y eventos producidos durante el periodo de pruebas.
- 1 p.a. Realización del Proyecto de Legalización de BT y la Dirección de Obra de la nueva instalación ofertada y su tramitación ante los Organismos Oficiales, incluido el pago de las tasas de visado de los mismos.
- 1 p.a. Preparación de la documentación as-built, dossier de documentación de los equipos instalados y libros de instrucciones de operación y mantenimiento.

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	349.579,82 €
13% GASTOS GENERALES	45.445,38 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	20.974,79 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	416.000,00 €
21% I.V.A	87.360,00 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL (IVA INCLUIDO)	503.360,00 €

Bilbao, 28 de Mayo de 2026

El Ingeniero Técnico Industrial

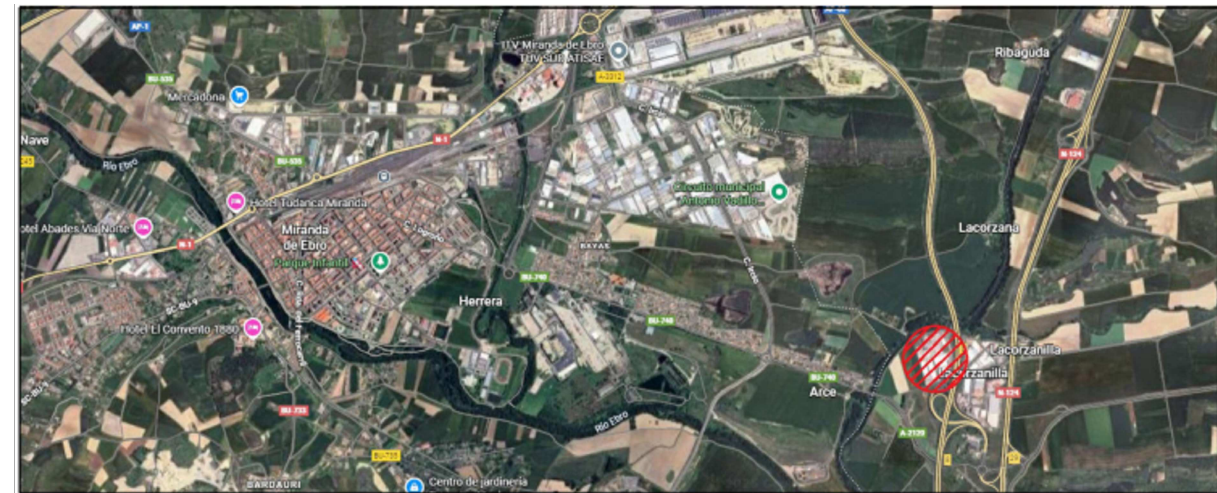
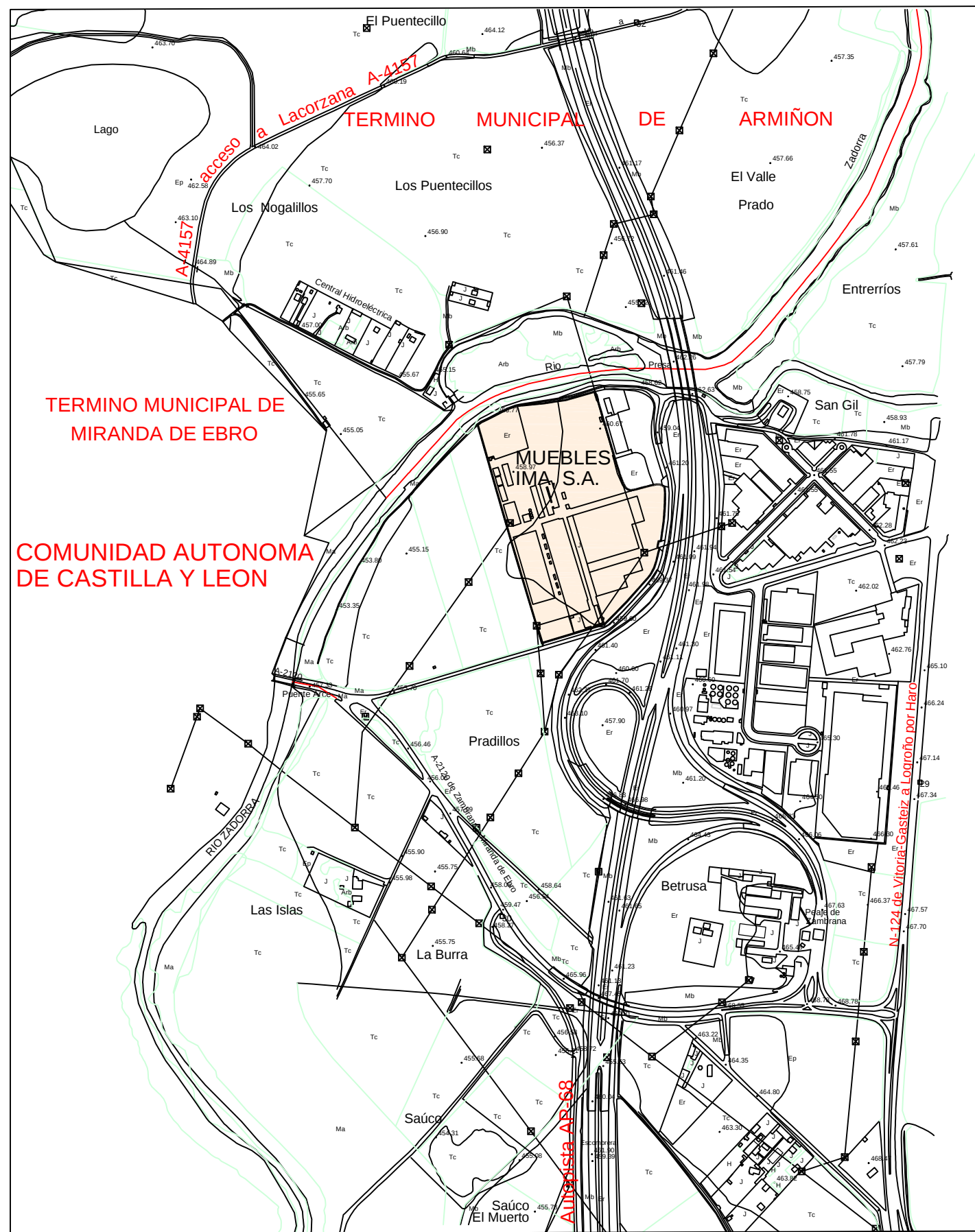
Coleg. nº 4.913

IÑAKI GOROSTIZA ARTABE

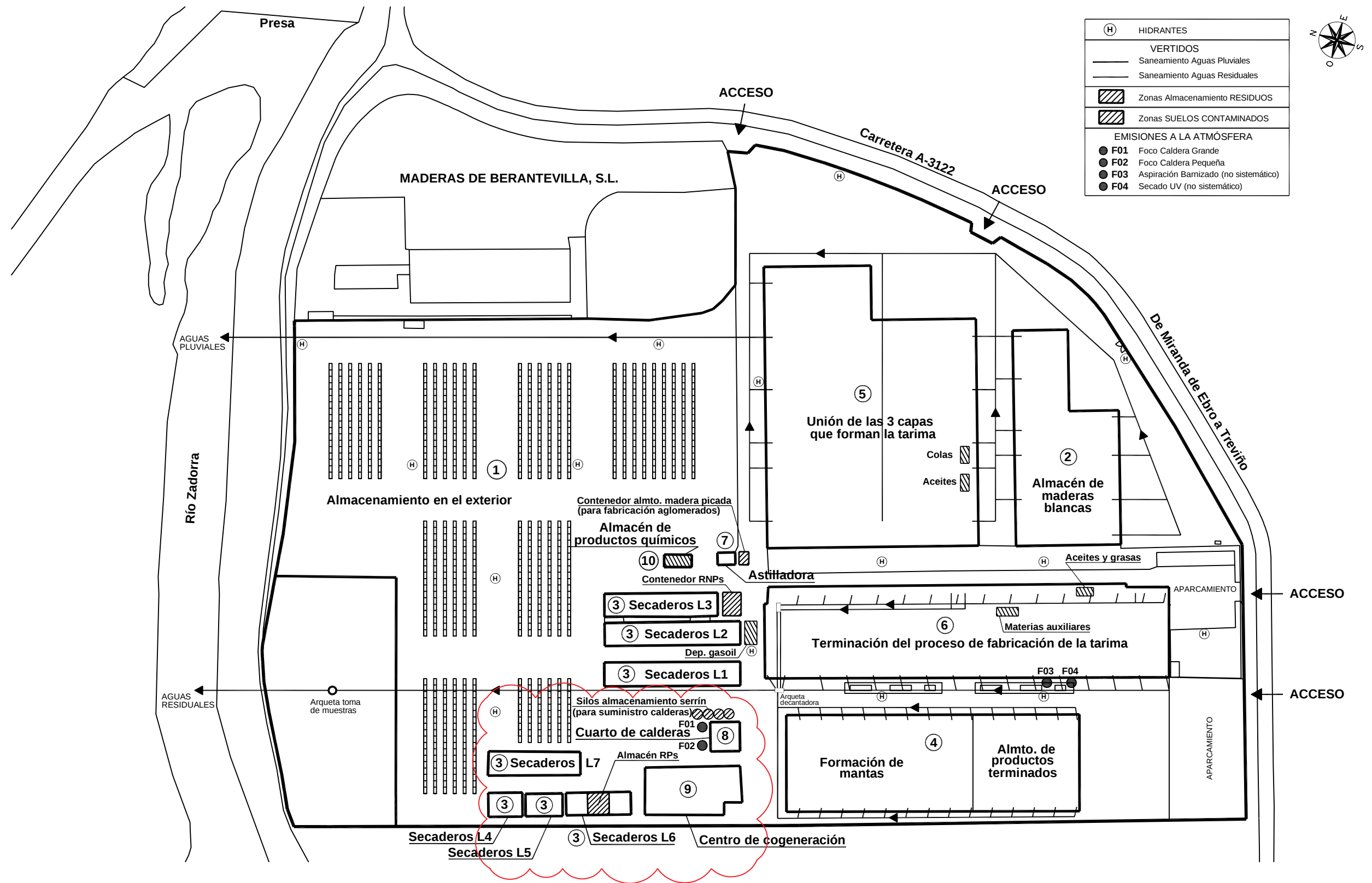
5. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

Nº PLANO	Nº HOJAS	TITULO DEL PLANO
06225.S01.127817	1	PLANO DE SITUACION Y EMPLAZAMIENTO
06225.G01.127817	1	PLANO GENERAL FABRICA
06225.G02.127817	3	IMPLANTACIÓN CGBT FOTOVOLTAICA E INVERSORES
06225.G02.127817	-	IMPLANTACIÓN TRANSFORMADORES, INVERSORES Y BATERIAS
06225.G02.127817	-	BANDEJAS BT BATERIAS
06225.G03.127817	1	IMPLANTACIÓN TRANSFORMADOR FOTOVOLTAICA
06225.G04.127817	1	IMPLANTACIÓN TRANSFORMADOR BATERIAS
06225.T01.127817	2	RED DE TIERRAS
06225.T01.127817	-	CONEXIÓN DE TIERRAS INVERSORES Y BATERIAS
06225.B01.127817	1	ESQUEMA UNIFILAR BT FOTOVOLTAICA
06225.B02.127817	3	ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS
06225.B02.127817	-	ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS SSAA-1
06225.B02.127817	-	ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS SSAA-2



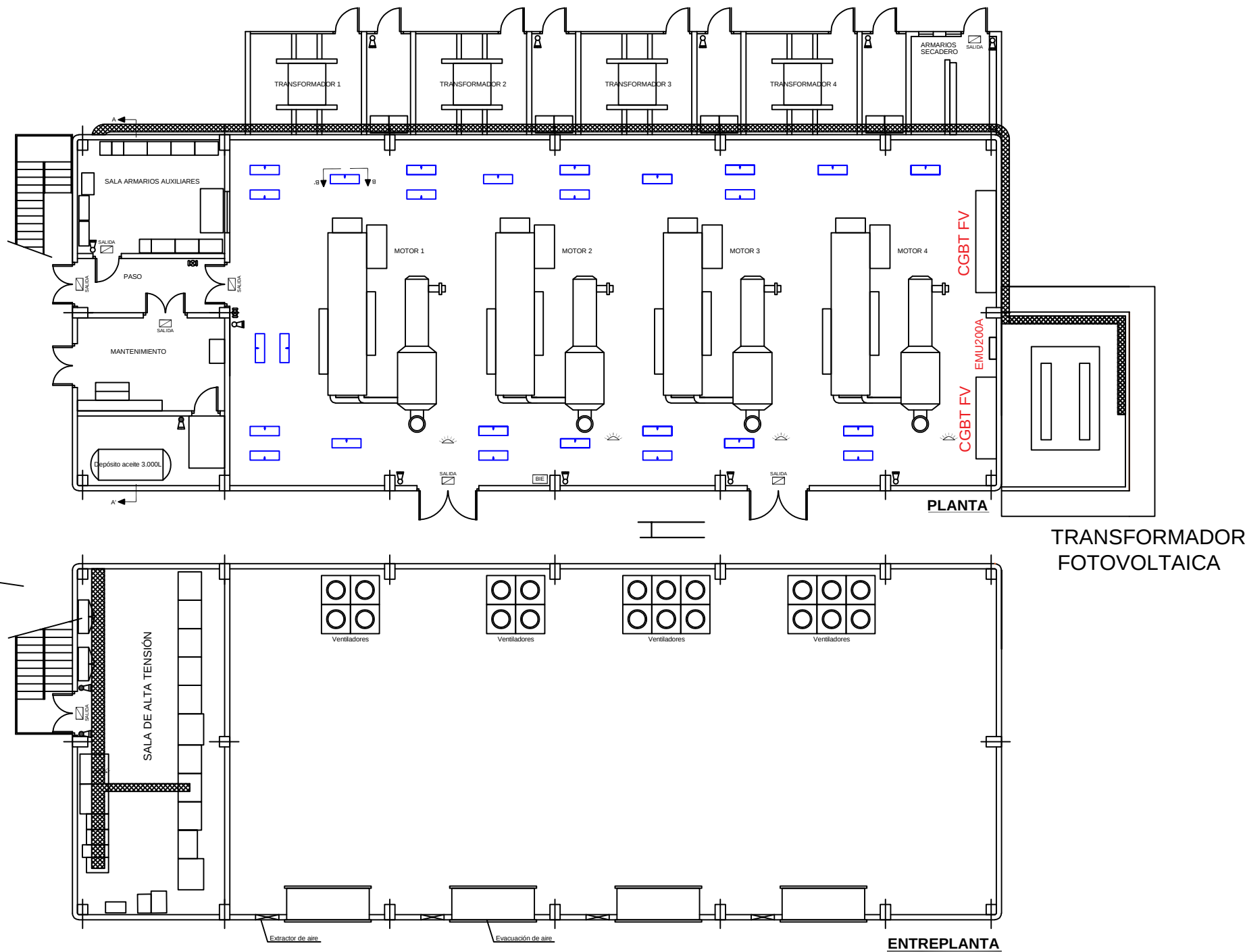
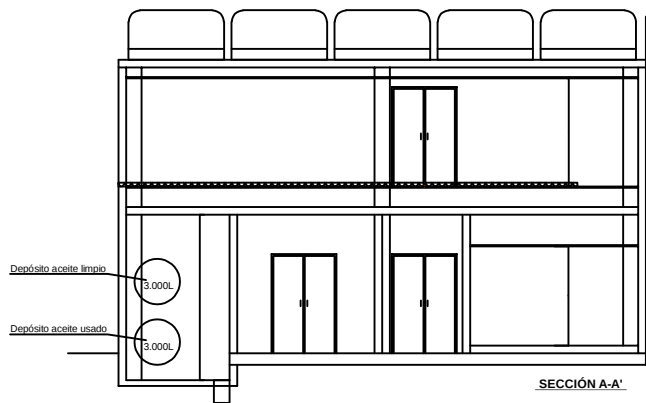
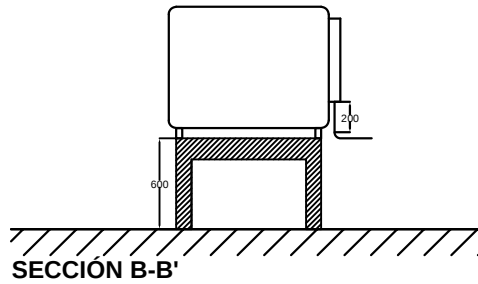
CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.											
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS											
TITULO								ESCALA		TIPO					
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO								—		A3					
								FICHERO		06225S01127817H01R0					
REALIZADO		NOV 2025		AIS		NUMERO PLANO 06225.S.01.127817									
REVISADO															
APROBADO															
								ANULA AL							
								ANULADO POR		—					
								HOJA N°		1		SIGUE		FIN	



ZONA UBICACIÓN
TRANSFORMADORES
NUEVA INSTALACIÓN

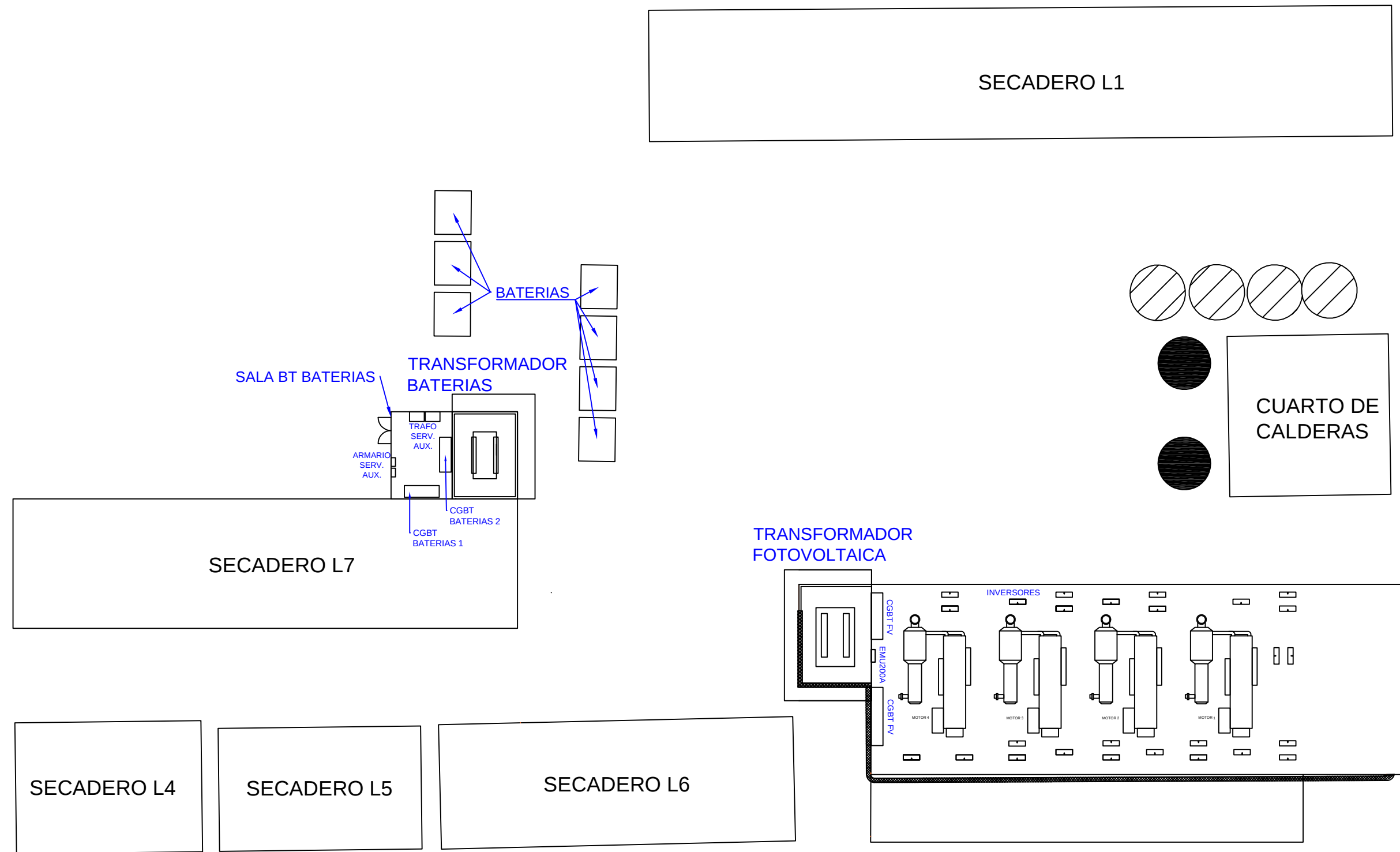
CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS							
TITULO								ESCALA		TIPO	
PLANO GENERAL FABRICA								1/300		A3	
REALIZADO		MAR 2026		AIS		NUMERO PLANO		FICHERO		06225G01127817H01R0	
REVISADO						06225.G.01.127817		ANULA AL			
APROBADO								ANULADO POR		-	
								HOJA N°		1 SIGUE -	

Inversores Sungrow

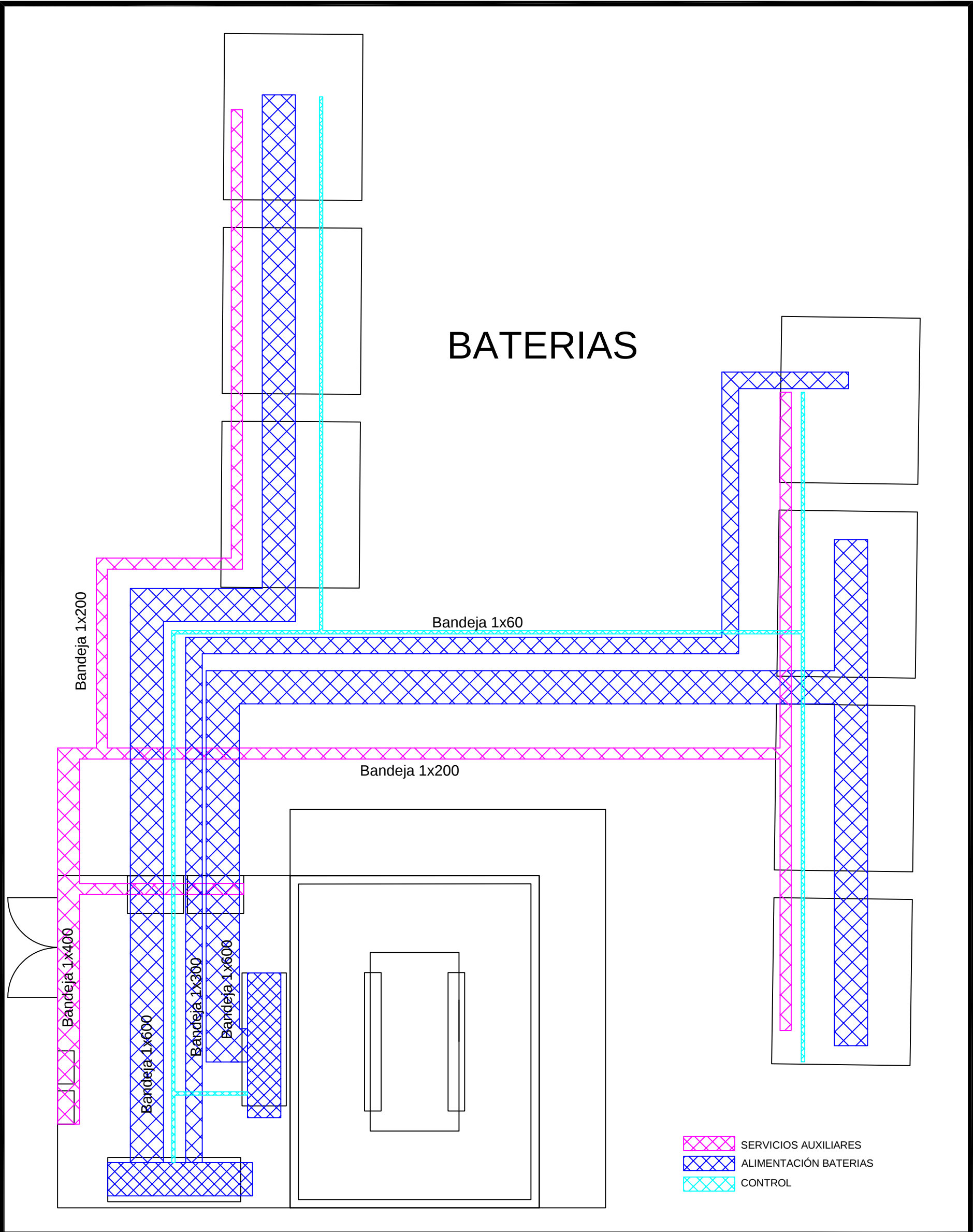


LEYENDA	
	Boca de Incendio Equipada (BIE)
	Extintor Polvo ABC, 9kg
	Extintor CO ₂ , 5kg
	Carro extintor Polvo ABC, 25kg
	Alumbrado de emergencia y señalización
	Detector de humos
	Inversores Sungrow

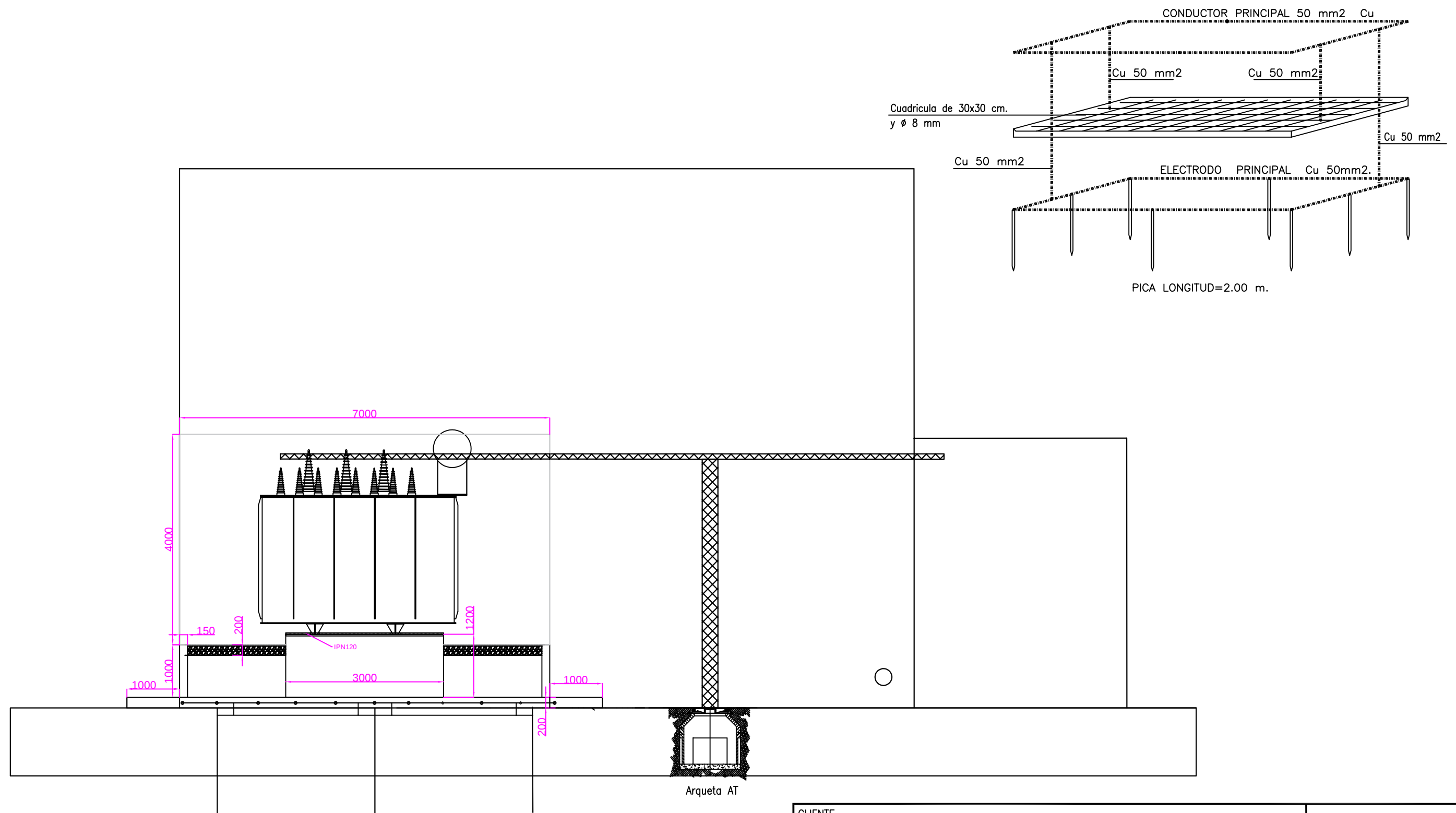
CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.								
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS								
TITULO								ESCALA		TIPO		
IMPLANTACIÓN CGBT FOTOVOLTAICA E INVERSORES								1/200		A3		
				FICHERO		06225G02127817H01R0						
REALIZADO	MAR 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.G.02.127817					ANULA AL				
REVISADO								ANULADO POR		-		
APROBADO								HOJA N°		1	SIGUE	-



CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.								
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS								
TITULO								ESCALA		TIPO		
IMPLANTACIÓN SALAS DE BT FOTOVOLTAICA Y BATERIAS								1/300		A3		
								FICHERO	06225G02127817H02R0			
REALIZADO		MAR 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.G.02.127817				ANULA AL				
REVISADO								ANULADO POR		-		
APROBADO								HOJA N°		2	SIGUE	3



CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A							
PROYECTO											
INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS											
TITULO								ESCALA		TIPO	
								1/100		A4	
BANDEJAS BT BATERIAS								FICHERO		06225G02127817H03R0	
REALIZADO	FEB 2026	AIS	NUMERO PLANO					ANULA AL	-		
REVISADO								ANULADO POR	-		
APROBADO								HOJA N°	4	SIGUE	FIN
								06225.G.02.127817			

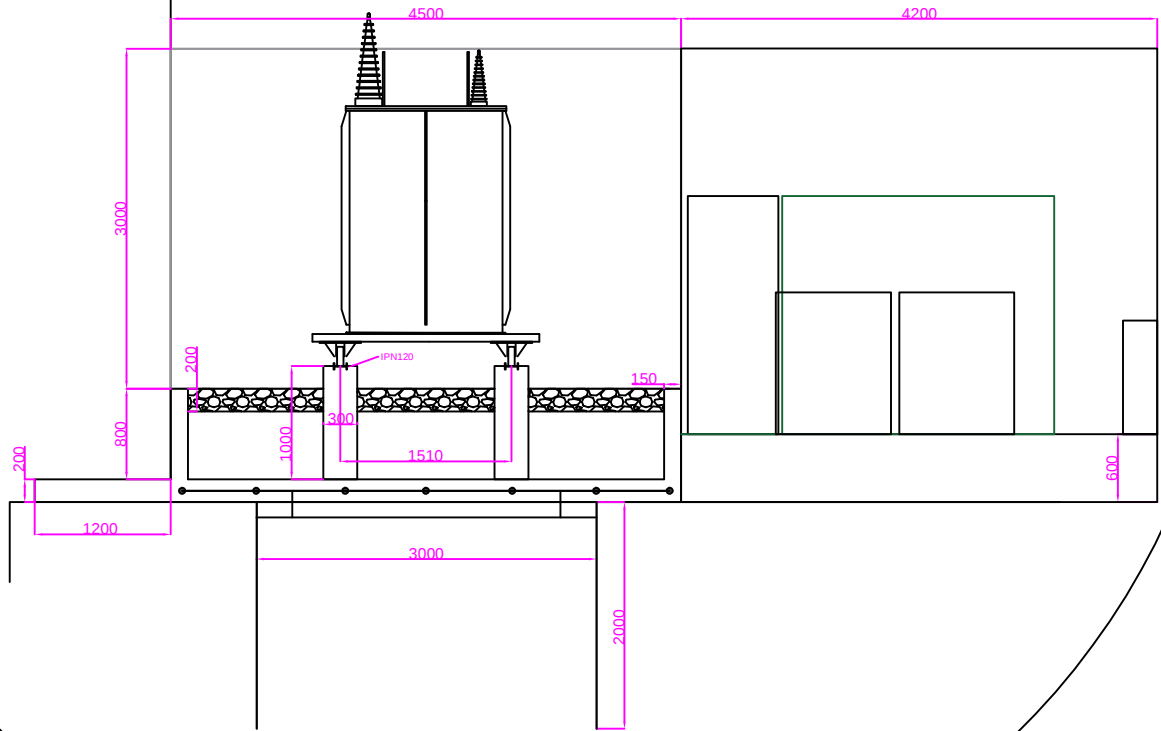
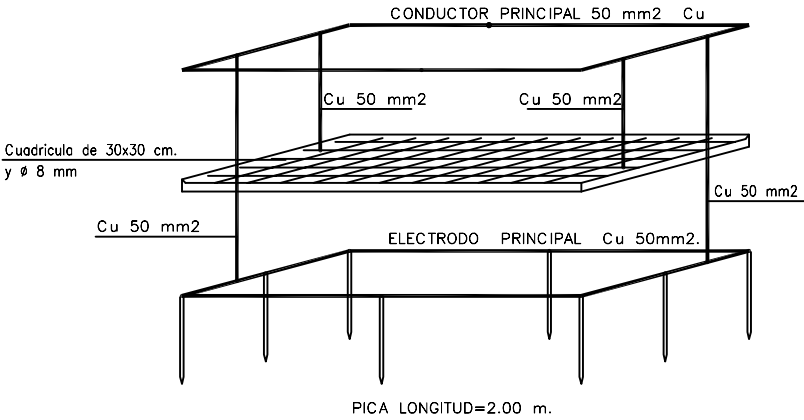


CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS							
TITULO								ESCALA		TIPO	
IMPLANTACIÓN TRANSFORMADOR FOTOVOLTAICA								1/75		A3	
								FICHERO		06225G03127817H01R0	
REALIZADO	MAR 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.G.03.127817					ANULA AL			
REVISADO								ANULADO POR			
APROBADO								HOJA N°		1	SIGUE

TRAFO
BATERIAS

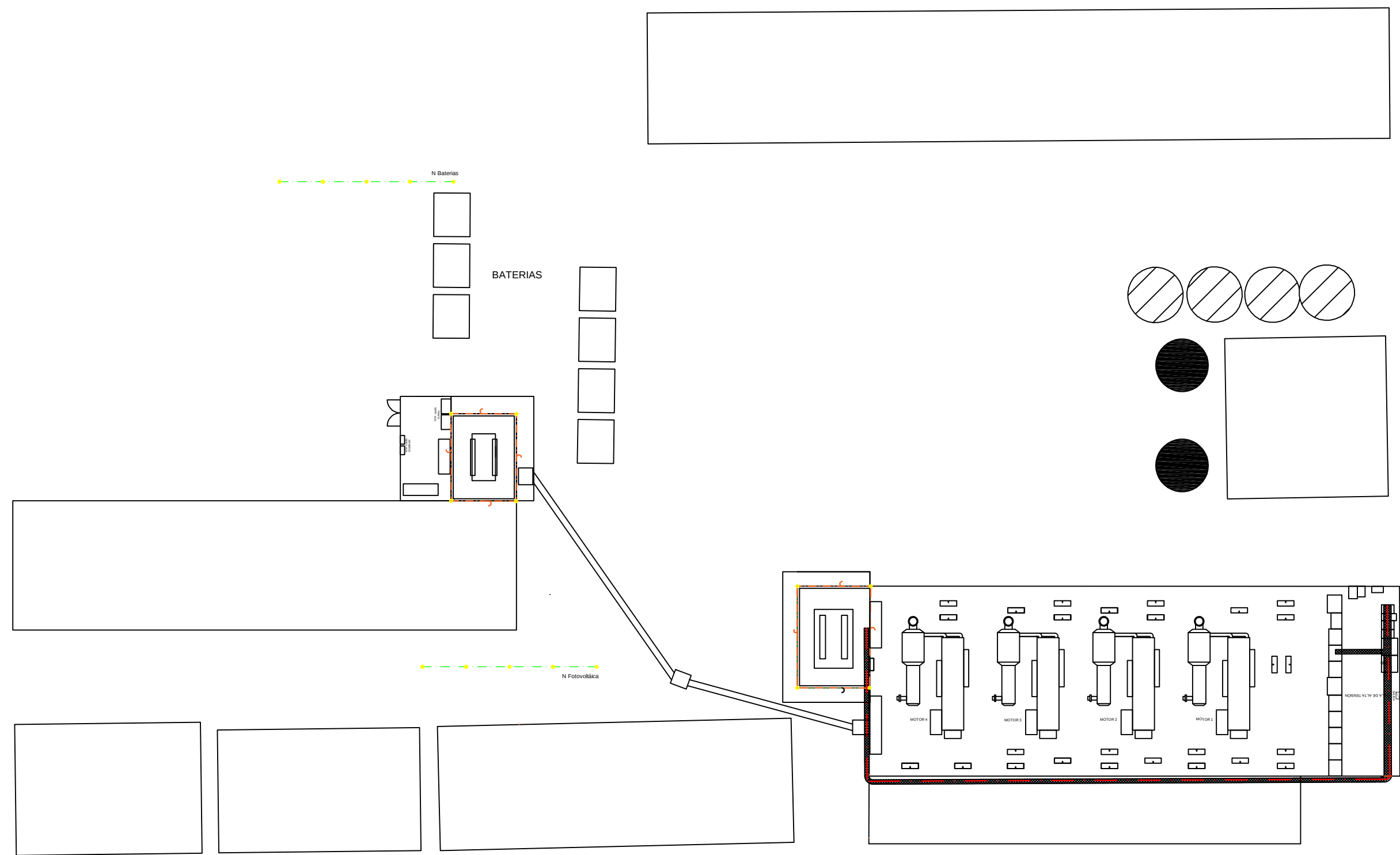
VER DETALLE TRAFO BATERIAS

TRAFO
BATERIAS



DETALLE TRAFO BATERIAS
ESCALA 3/200

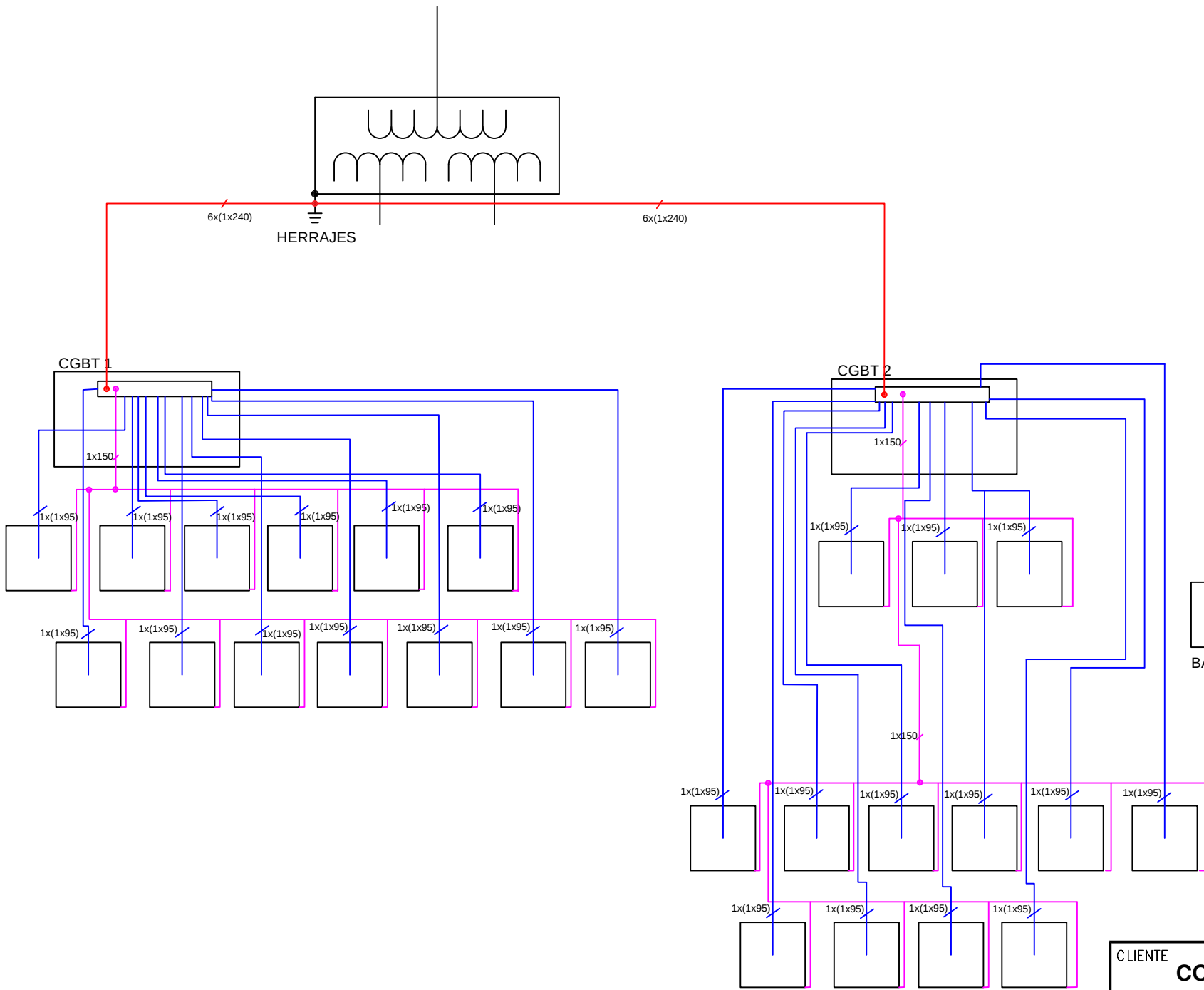
CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO											
INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS											
TITULO								ESCALA		TIPO	
								1/100		A3	
IMPLANTACIÓN TRANSFORMADOR BATERIAS								FICHERO	06225G04127817H01R0		
REALIZADO	FEB 2026	AIS	NUMERO PLANO					ANULA AL			
REVISADO								ANULADO POR	-		
APROBADO								HOJA N°	1	SIGUE	-
								06225.G.04.127817			



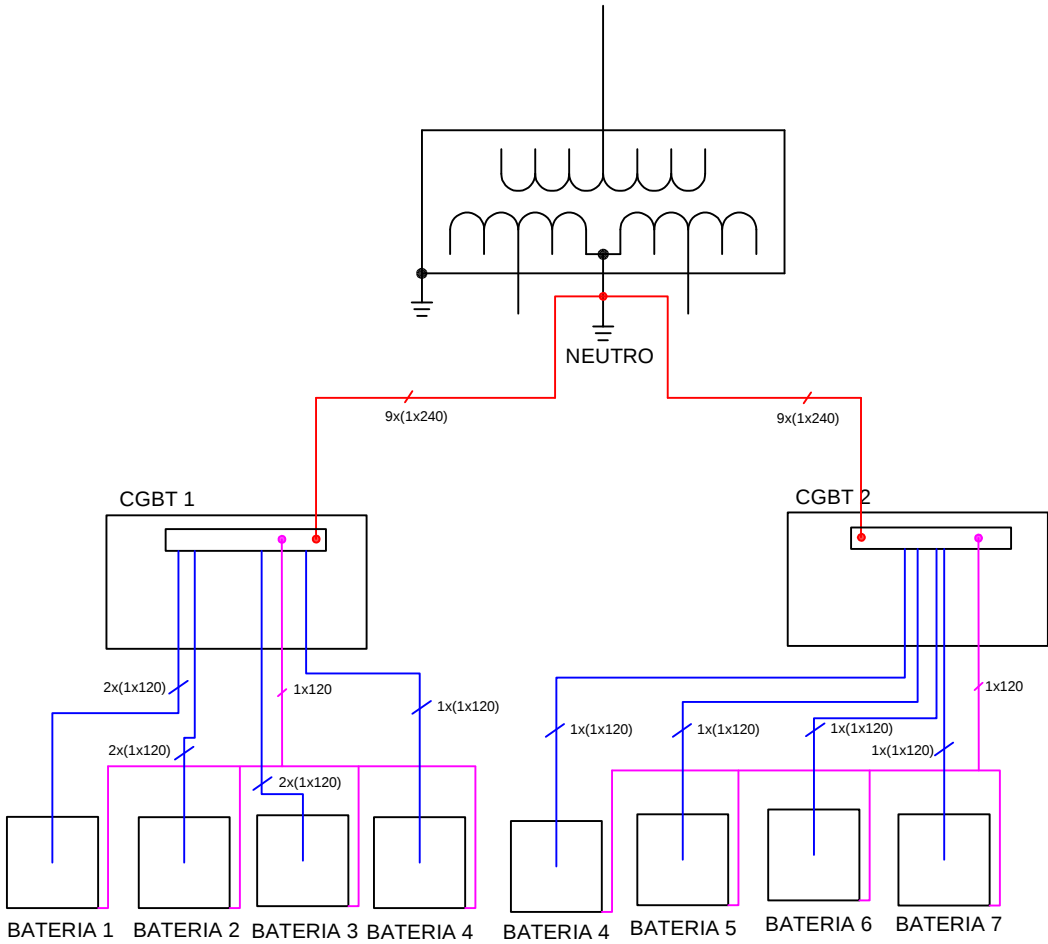
- PICA, longitud=2m
- - - 50 Cobre desnudo
- . - 95 Cobre desnudo (HERRAJES)
- . . RVK 0.6/1kV 1x95mm Cobre (NEUTRO)

CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.									
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS									
TITULO								ESCALA				TIPO	
								1/300				A3	
RED DE TIERRAS								FICHERO		06225T012503034H01R0			
REALIZADO	ENE 2026	AIS	NUMERO PLANO					ANULA AL					
REVISADO								ANULADO POR		-			
APROBADO								HOJA N°		1	SIGUE	2	
								06225.T.01.2503034					

IT FOTOVOLTAICA

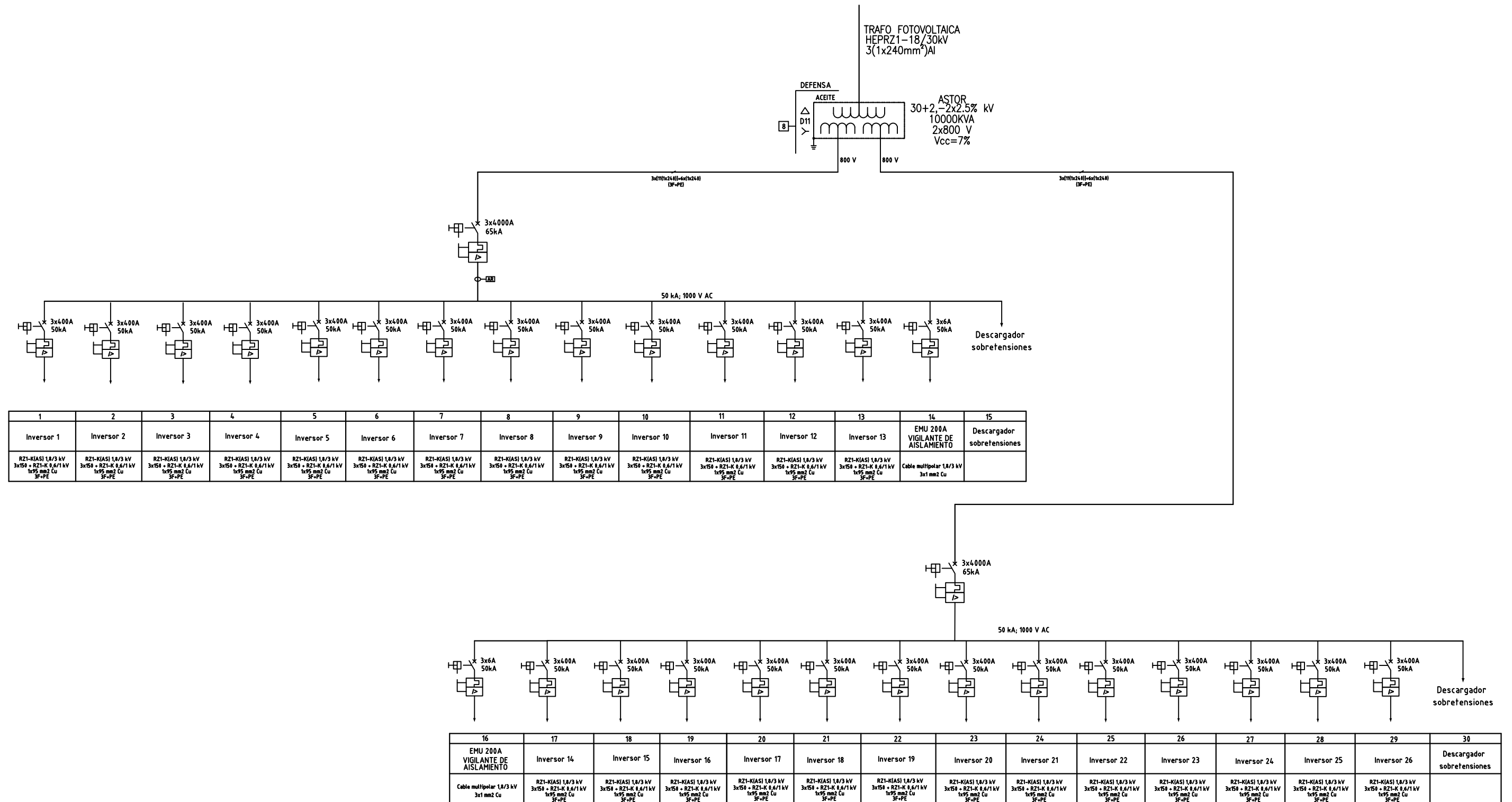


TN BATERIAS



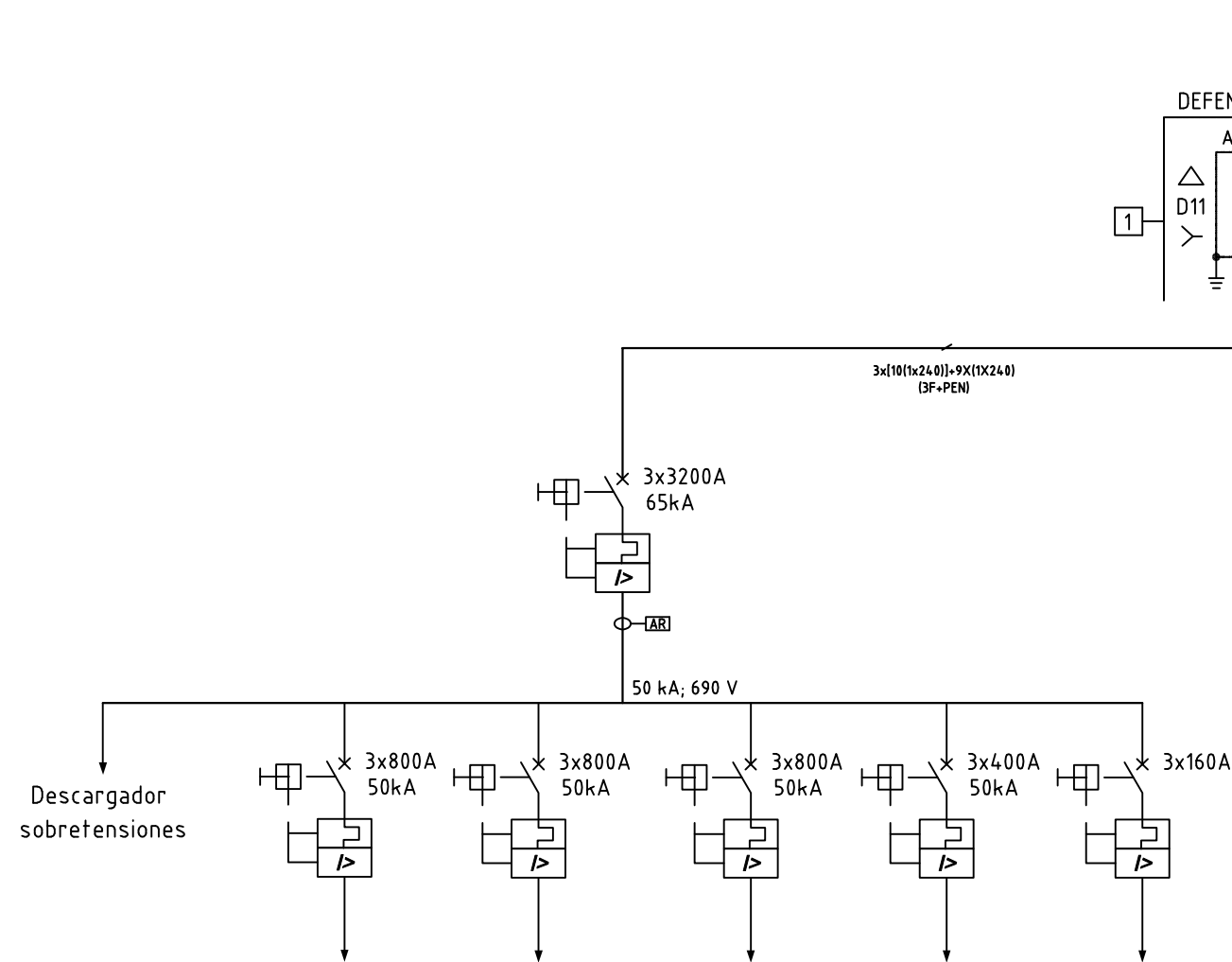
CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS							
TITULO CONEXIÓN DE TIERRAS INVERSORES Y BATERIAS								ESCALA —		TIPO A3	
								FICHERO	06225T01127817H02R0		
REALIZADO		FEB 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.T.01.127817				ANULA AL			
REVISADO								ANULADO POR	—		
APROBADO								HOJA N°	2	SIGUE	FIN

DE PLANO 06225.A.01.2503034H01R0

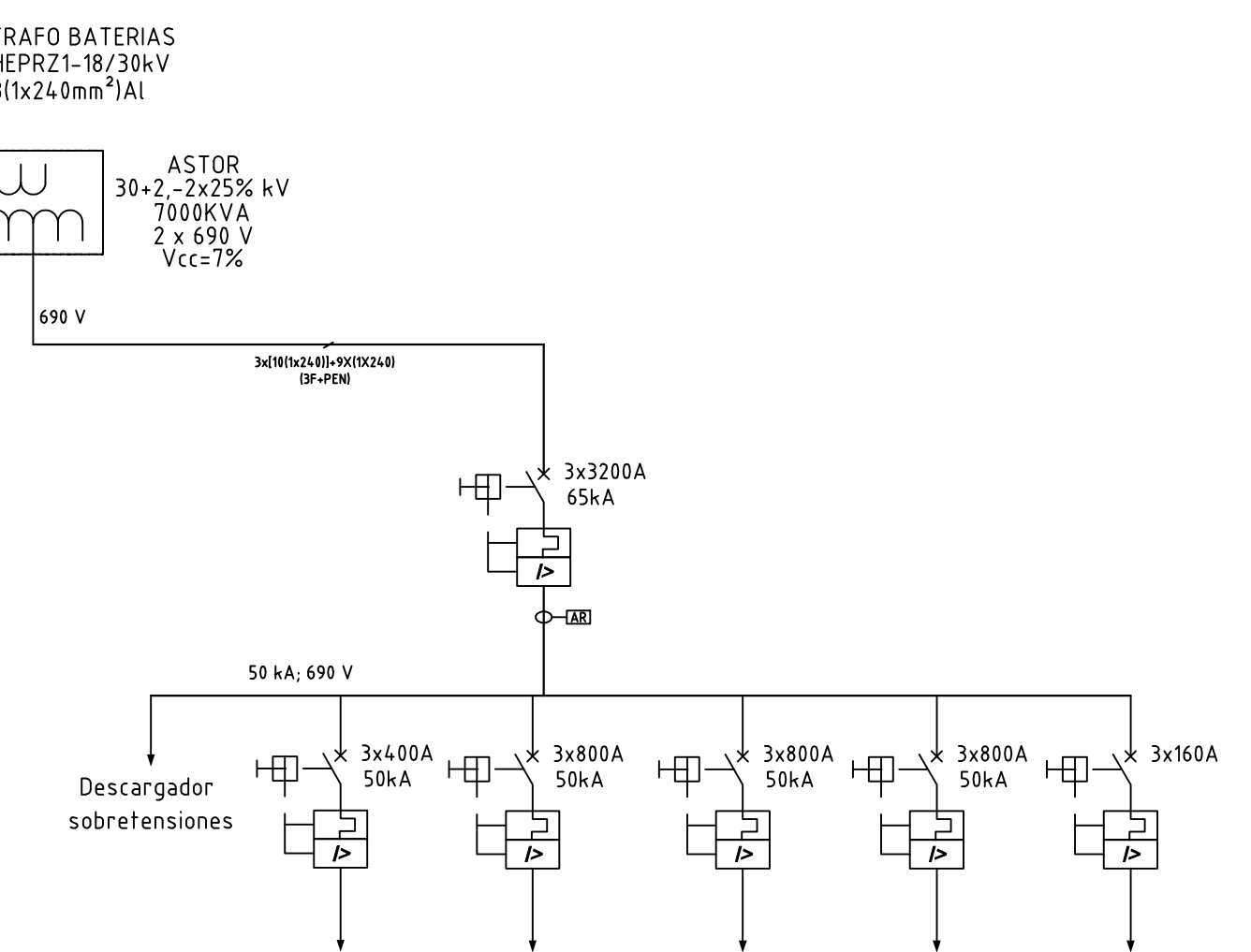


CLIENTE				COMPañía ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS							
TITULO								ESCALA		TIPO	
ESQUEMA UNIFILAR BT FOTOVOLTAICA								—		A3	
				FICHERO		06225B01127817H01R0					
REALIZADO	MAR 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.B.01.127817					ANULA AL			
REVISADO								ANULADO POR		—	
APROBADO								HOJA N°		1	SIGUE

DE PLANO 06225.A.03.2503034H01R0

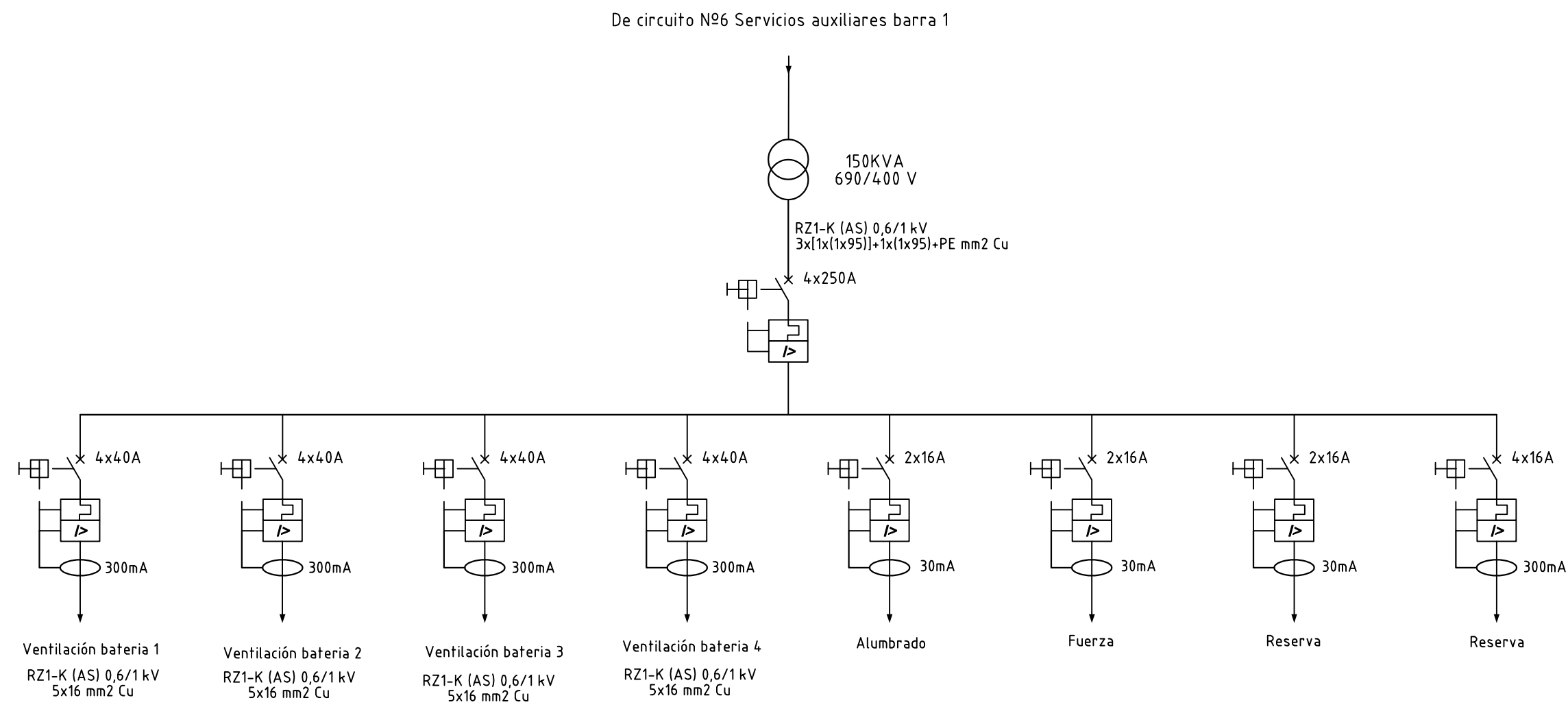


1	2	3	4	5	6
Descargador sobretensiones	Bateria 1	Bateria 2	Bateria 3	Bateria 4	Servicios auxiliares barra 1
	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(2x120) + 1x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x50 mm2 Cu



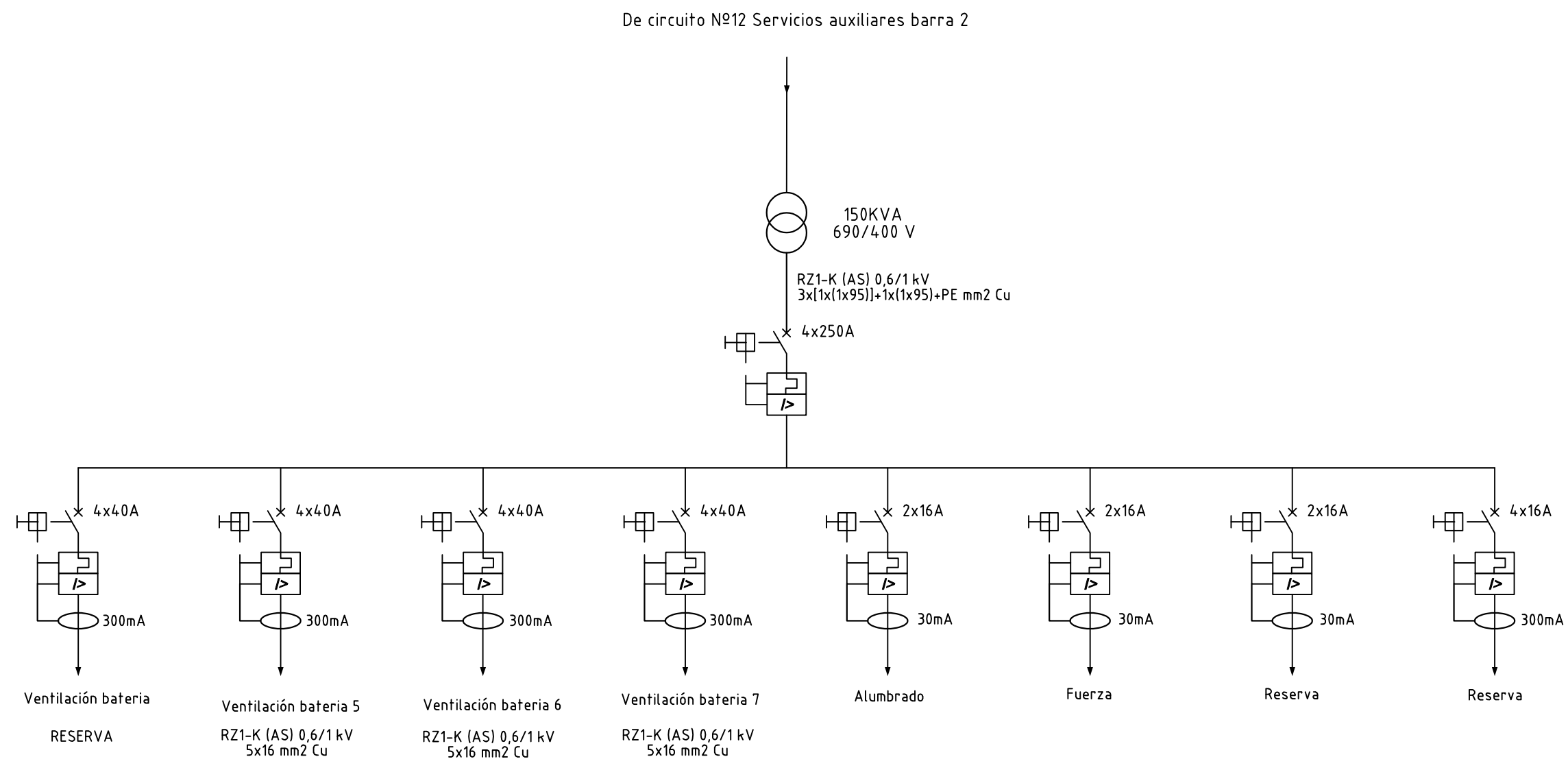
7	8	9	10	11	12
Descargador sobretensiones	Bateria 4	Bateria 5	Bateria 6	Bateria 7	Servicios auxiliares barra 2
	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(2x120) + 1x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x(4x120) + 2x(1x120) mm2 Cu (3F+PEN)	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x50 mm2 Cu

CLIENTE				COMPañÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.							
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS							
TITULO								ESCALA		TIPO	
ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS								—		A3	
				FICHERO		06225B02127817H01R0					
REALIZADO	FEB 2026	AIS	NUMERO PLANO 06225.B.02.127817					ANULA AL			
REVISADO								ANULADO POR		—	
APROBADO								HOJA N°		1	SIGUE



CLIENTE				COMPañÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.								
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS								
TITULO								ESCALA		TIPO		
ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS								—		A3		
Servicios Auxiliares barra 1								FICHERO		06225B02127817H02R0		
REALIZADO	FEB 2026	AIS	NUMERO PLANO					ANULA AL				
REVISADO								ANULADO POR		—		
APROBADO								HOJA N°		2	SIGUE	3
								06225.B.02.127817				

06225.B.02.127817



CLIENTE				COMPAÑÍA ALAVESA DE SECADO DE MADERA, S.A.								
PROYECTO				INTEGRACIÓN DE NUEVA PLANTA FOTOVOLTAICA Y BATERIAS								
TITULO								ESCALA		TIPO		
								—		A3		
ESQUEMA UNIFILAR BT BATERIAS								FICHERO		06225B02127817H03R0		
Servicios Auxiliares barra 2												
REALIZADO	MAR 2026	AIS	NUMERO PLANO					ANULA AL				
REVISADO								ANULADO POR		—		
APROBADO								HOJA N°		3	SIGUE	FIN
06225.B.02.127817												