



Plantilla de Control de Firmas

Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

El Ingeniero Industrial firmante certifica que los parámetros consignados en esta ficha corresponden fielmente al Documento presentado a visar, y que cumple con todos los requisitos que especifica el Reglamento de visados del COEIB.

**PROYECTO MODIFICADO DE NUEVO CT DOBLE,
SU INTERCONEXIÓN A LAMT Y LSMT
EXISTENTES Y DESMONTAJE TOTAL DE CT
SIMPLE Y PARCIAL DE LAMT EXISTENTES**

DESCRIPCIÓN: Proyecto modificado de nuevo CT doble, su interconexión a LAMT y LSMT existentes y desmontaje total de CT simple y parcial de LAMT existentes

EXPEDIENTE: P8037m_v3v

SITUACIÓN: UE-1, C./ Solleric
07340 – Alaró
Illes Balears

PROMOTOR: NESDOSUMUN SL
B-57557388
C/ San Miguel, 39 6ª
07002 – Palma
Illes Balears

AUTOR: Cristòfol Amengual i Martorell
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 401

FECHA: Inca, octubre de 2016

ÍNDICE

1	MEMORIA	3
1.1	Objeto del proyecto	4
1.2	Reglamentación y disposiciones oficiales.....	4
1.3	Titular.....	5
1.4	Emplazamiento	6
1.5	Resumen de características.....	6
1.5.1	Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA	6
1.5.2	Tipo de transformador	6
1.6	Características generales del Centro de Transformación.....	6
1.7	Programa de necesidades y potencia instalada en KVA	6
1.8	Conexión a LMT.....	7
1.8.1	Cálculo eléctrico LSMT	8
1.8.2	Cumplimiento ITC-LAT06 del Real Decreto Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión	8
1.9	Reguladores de tensión	8
1.9.1	Qué es un Regulador de Tensión.....	8
1.9.2	Cómo funciona un RT	9
1.9.3	Cómo se utiliza el RT. Conexiones recomendadas	10
1.10	Descripción de la instalación	11
1.10.1	Obra civil.....	11
1.10.1.1	Características de los materiales	11
1.10.2	Instalación eléctrica	12
1.10.2.1	Características de la red de alimentación.....	12
1.10.2.2	Características de la aparamenta de Media Tensión	12
1.10.2.3	Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión.....	14
1.10.2.4	Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	17
1.10.2.5	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	19
1.10.3	Medida de la energía eléctrica	20
1.10.4	Puesta a tierra	20
1.10.4.1	Tierra de protección.....	20
1.10.4.2	Tierra de servicio.....	20
1.10.5	Instalaciones secundarias	20
2	CÁLCULOS	21

2.1	Intensidad de Media Tensión	22
2.2	Intensidad de Baja Tensión	22
2.3	Cortocircuitos	23
2.3.1	Observaciones	23
2.3.2	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	23
2.3.3	Cortocircuito en el lado de Media Tensión	23
2.3.4	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	23
2.4	Dimensionado del embarrado	24
2.4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	24
2.4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica	24
2.4.3	Comprobación por sollicitación térmica.....	24
2.5	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	24
2.5.1	Transformadores 1 y 2 del Centro de Transformación.....	25
2.6	Dimensionado de los puentes de MT	25
2.7	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.	25
2.8	Dimensionado del pozo apagafuegos	26
2.9	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	26
2.9.1	Investigación de las características del suelo	26
2.9.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	26
2.9.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	27
2.9.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	27
2.9.4.1	Centros de Transformación	29
2.9.5	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	30
2.9.6	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	30
2.9.7	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	31
2.9.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	32
2.9.9	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	33
3	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.	34
3.1	Calidad de los materiales	35
3.1.1	Obra civil.....	35
3.1.2	Aparamenta de Media Tensión.....	35
3.1.3	Transformadores de potencia de alta eficiencia energética	35
3.1.4	Equipos de medida	35
3.1.5	Normas de ejecución de las instalaciones	36
3.1.6	Pruebas reglamentarias.....	36
3.2	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	36
3.3	Certificados y documentación	37
3.4	Libro de órdenes.....	37

4	PRESUPUESTO	38
5	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD	43
5.1	Objeto	44
5.2	Características de la obra	44
5.2.1	Descripción de la obra y situación	44
5.2.2	Suministro de energía eléctrica	44
5.2.3	Suministro de agua potable	44
5.2.4	Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos	44
5.2.5	Interferencias y servicios afectados	44
5.3	Memoria	44
5.3.1	Obra civil	45
5.3.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones	45
5.3.1.2	Estructura	45
5.3.1.3	Cerramientos	46
5.3.1.4	Albañilería	46
5.3.2	Montaje.....	46
5.3.2.1	Colocación de soportes y embarrados	47
5.3.2.2	Montaje de Celdas Prefabricadas o apararmenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.	47
5.3.2.3	Operaciones de puesta en tensión.....	47
5.4	Aspectos generales.....	48
5.4.1	Botiquín de obra	48
5.5	Normativa aplicable	48
5.5.1	Normas oficiales.....	48
6	PLANOS	49

1 Memoria

1.1 Objeto del proyecto

En fecha 3 de marzo de 2009 y con número de visado 120748-3 se redactó proyecto de un centro de transformación doble para dotar de suministro eléctrico a la UE-1 de Alaró ubicada en C/ Solleric, todo ello de acuerdo a las indicaciones de la compañía GESA-ENDESA.

Se redacta proyecto modificado de acuerdo a la nueva distribución de parcelas y necesidades eléctricas de las mismas.

Este documento tiene por objeto obtener la aprobación de la compañía GESA-ENDESA y autorización de la *Conselleria de Comerç, Industria i Energia del Govern Balear* y se detallan las características y especificaciones técnicas a satisfacer por la instalación del nuevo centro de transformación doble, la aparamenta de media tensión asociada y la interconexión en media tensión para dar cumplimiento a los reglamentos que la afectan.

Es también objeto de este proyecto el desmontaje total del C.T. nº 954 SOLLERIC, que será sustituido por el nuevo centro de transformación doble, y el desmontaje parcial de la actual LAMT a la que está conectado.

De acuerdo a las indicaciones de la compañía GESA-ENDESA el nuevo C.T. doble quedará cerrado en anillo conectándose a los mismos puntos de conexión en media tensión que el C.T. a desmontar (LAMT y LSMT).

El actual C.T. nº 954 SOLLERIC cuenta con un transformador bitensión y unos reguladores de tensión en funcionamiento. Los reguladores serán desplazados al nuevo C.T. y se instalará un nuevo transformador bitensión y, por tanto, se reservará espacio para ellos.

Para realizar la interconexión con la LAMT, será necesaria la substitución de una torre metálica de celosía existente por otra capaz de realizar una adecuada conversión aérea-subterránea.

Para realizar la interconexión con la LSMT, se realizarán empalmes de botella frente al actual C.T. nº 954 SOLLERIC.

Todo ello puede observarse en los planos correspondientes.

1.2 Reglamentación y disposiciones oficiales

Normas Generales

- **Real Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 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 para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- **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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Octubre.

- **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
 - **NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
 - Normas **UNE / IEC**.
 - Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
 - Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
 - Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
 - Normas particulares de la compañía suministradora.
 - Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**
Centros de Transformación prefabricados.
 - **NBE-X**
Normas básicas de la edificación.
- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:
- **CEI 62271-1** **UNE-EN 62271-1**
Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
 - **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
 - **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200**
Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
 - **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
 - **CEI 62271-103** **UNE-EN 62271-103**
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
 - **CEI 62271-105** **UNE-EN 62271-105**
Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
- **CEI 60076-X**
Transformadores de Potencia.
 - **UNE 21428-1-1**
Transformadores de Potencia.
 - Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)
- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):
- **EN 50464-2-1:2007**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008).
 - **UNE 21428-X-X**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.
 - **UNE 21428**
Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

1.3 Titular

NESDOSUMUN S.L.
B-57554388
C/ San Miguel, 39 6ªA

07002 Palma de Mallorca

1.4 Emplazamiento

La Unitat d'Execució 1 de Alaró se encuentra ubicada en el C/ Solleric de dicha localidad.

El nuevo C.T. se ubicará en la zona de aparcamiento exterior prevista en dicha Unitat d'Execució.

1.5 Resumen de características

1.5.1 Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA

Potencia del transformador 1: 160 kVA
Potencia del transformador 2: 250 kVA

1.5.2 Tipo de transformador

Refrigeración de los transformadores: Aceite

1.6 Características generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía GESA Gas y Electricidad a la tensión trifásica de 15 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

cgmcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.7 Programa de necesidades y potencia instalada en KVA

La edificabilidad máxima de las parcelas previstas es la siguiente:

Parcela	Nº Viviendas	Previsión servicios comunes
1	1	No
2	1	No
3	1	No
4	2	No
5	1	No
6	1	No
7	1	No
8	1	No
9	2	No
10	1	No
11	1	No
12	1	No
13	1	No
14	1	No
15	1	No
16	2	No
17	1	No
18	1	No

COL·LEGI D'INGENYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
COEIB

19	1	No
20	1	No
21	1	No
22	1	No
23	1	No
24	1	No
25	1	No

Se prevén, por tanto, un total de 28 viviendas de electrificación elevada de 9,2 kW.

Adicionalmente se tiene en cuenta que va a proyectarse un alumbrado público con una potencia eléctrica de:

ALP1 4,86 kW
ALP2 10,35 kW

Se considera una potencia instalada total de 272,81 kW.

De acuerdo a la “Resolución del conseller de Comerç, Indústria i Energia de 17 de mayo de 2006, por la cual se ordena la publicación de la Circular del director general de Industria de 4 de abril de 2006, por la cual se fijan los criterios sobre la previsión de cargas para el dimensionamiento de nueva infraestructura eléctrica necesaria para atender las peticiones de suministro”, la potencia prevista de los centros de transformación en uso residencial se calculará multiplicando la suma aritmética de las potencias previstas para las viviendas, servicios comunes y aparcamientos, sin coeficientes de simultaneidad, por un coeficiente de simultaneidad de 0,5.

La potencia de cálculo será por tanto de $272,81 \times 0,5 = 136,40$ kW.

Se proyecta un centro de transformación doble con un transformador de **160 kVA** que, además de garantizar el suministro a las parcelas previstas, podrá suministrar potencia a los posibles futuros incrementos de demanda energética de la zona.

Del mismo modo, se prevé la instalación de un transformador bitensión de **250 kVA**, similar al que está actualmente en funcionamiento en el C.T. nº 954 SOLLERIC.

1.8 Conexión a LMT

De acuerdo a las indicaciones de la compañía GESA-ENDESA, el primer punto de conexión en media tensión será la LAMT que está actualmente alimentando el centro de transformación existente nº 954 SOLLERIC.

Para ello se substituirá una torre metálica de celosía existente por otra capaz de realizar una adecuada conversión aérea-subterránea.

Se presenta en planos el detalle de la torre de celosía C-4500-12 con armado triangular adecuado para la función de fin de línea. Las características técnicas de la torre de celosía C-4500-12 son las siguientes:

ALTURA TOTAL	12 m
ESFUERZO NOMINAL	4500 daN
ESFUERZO TORSIÓN	1400 x 1,5m
MATERIAL	acero S275JR según norma UNE-EN 10025
TORNILLERÍA	calidad 5.6 según norma UNE-EN 20898
GEOMETRIA TORNILLOS	según norma UNE 17010
GEOMETRÍA DE TUERCAS	según ISO 4034
GEOMETRÍA DE ARANDELAS	según norma DIN 7989 (espesor 8 mm)
GALVANIZADO EN CALIENTE	según norma UNE-EN ISO 1461.

Realizada la conversión aérea-subterránea, se tenderá un tramo de unos 25 metros de línea de cable unipolar de aislamiento seco termoestable serie 12/20kV de $x 1 \times 150 \text{ mm}^2$ Al.

El segundo punto de conexión en media tensión será la LSMT que está actualmente alimentando el centro de transformación existente nº 954 SOLLERIC. Se tenderá también un tramo de unos 80 metros de línea subterránea de media tensión mediante cable unipolar de aislamiento seco termoestable serie 12/20kV de 3x(1x150mm²) Al y se realizarán empalmes de botella.

Las características más significativas del cable unipolar son las siguientes:

Tensión nominal	12/20kV
Tensión máxima de utilización	24kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	30 kV
Tensión de ensayo con onda tipo rayo	125 kV
Intensidad admisible al aire (40°C)	320 A (Régimen permanente)
Intensidad admisible enterrado (25°C)	315 A (Régimen permanente)
Material aislamiento	XLPE (UNE-21.123)

1.8.1 Cálculo eléctrico LSMT

La corriente máxima admisible por el conductor que se instalará enterrado (RHZ1 12/20KV terna de Al de 150mm²) es:

$$I_{\max} = 315 \text{ A}$$

considerando el factor de corrección de 0,8 por el efecto del entubado de la terna de cables unipolares en un mismo tubo resulta una intensidad máxima admisible de:

$$I_{\max \text{ adm}} = 252 \text{ A}$$

que representa una potencia máxima de:

$$P_{\max} = 6,547 \text{ MVA}$$

Dicha potencia máxima de la línea es claramente superior a la prevista en este caso.

1.8.2 Cumplimiento ITC-LAT06 del Real Decreto Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión

Se cumplirán íntegramente las condiciones establecidas en la ITC-LAT06 del Real Decreto Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

1.9 Reguladores de tensión

1.9.1 Qué es un Regulador de Tensión

Un RT es un autotransformador cambiador de etapas con la habilidad de monitorizar continuamente su tensión de salida y automáticamente ajustarse mediante el cambio de etapas hasta conseguir la tensión de consigna.

El RT, VR-32, de 32 etapas, si bien, basa su funcionamiento en el principio de un autotransformador, sin embargo su comportamiento y prestaciones son diferentes. Responde a una norma específica, ANSI C57.95-1987. El VR-32 responde a tipo B. ANSI también publica, una guía de envejecimiento en función de sobrecarga y mantenimiento para Reguladores de Tensión. En la Tabla 2 se facilita las sobrecargas posibles, en función de la limitación de regulación, sin que envejezca su aislamiento.

Existen dos tipos de RT: Trifásicos y Monofásicos, ambos son de aplicación trifásica. Debido al alto coste y su diseño voluminoso, los trifásicos no son usuales. Los más prácticos y usuales son los monofásicos que al

conectarlos en triángulo abierto, cerrado o estrella regulan tanto cargas monofásicas como trifásicas.

1.9.2 Cómo funciona un RT

Un RT automático y por etapas para redes de MT, es un autotransformador especial de dos arrollamientos, el secundario se convierte en un arrollamiento serie cuando se reconfigura como un autotransformador. El arrollamiento serie se construye con un cierto número de etapas, de modo que un dispositivo cambiador pueda moverse a lo largo de aquellas y por consiguiente, se pueda regular la tensión del lado de carga.

En el RT, VR-32, cada etapa regula un 5/8% de la tensión de la línea.

En su forma más simple, su control puede ser programado, para que mantenga una tensión de consigna del lado de carga con una tolerancia dentro de una cierta banda, Banda de Tensión, también programable. Además, el control podrá ser programado con un tiempo de retardo, Banda de Tiempo, de actuación del cambiador de etapas, ante una salida de banda de tensión transitoria e instantánea o permanente.

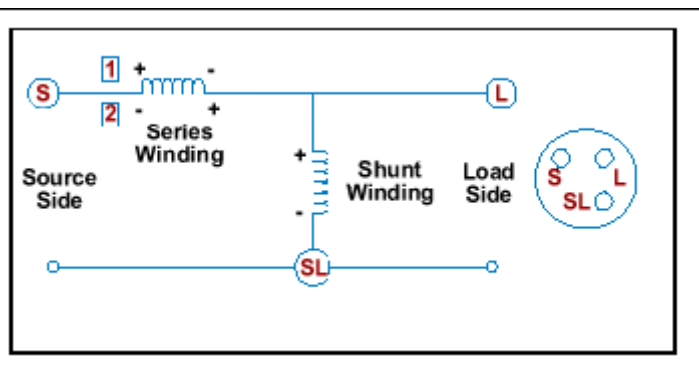


Figura 5. Diagrama unifilar de un autotransformador con el devanado serie en el lado de alimentación.

En la Fig.6 se muestran los componentes básicos de un RT, VR-32. Destaca la configuración de su cambiador de etapas.

El VR-32, cambia de etapas mediante un reactor puente; que permite que las etapas de elevación o reducción presenten un salto de tensión del 5/8% de la tensión regulada haciendo que los cambios de tensión originados por el regulador sean, en la práctica, imperceptibles en cuanto a oscilación de tensión en la red.

El reactor puente dispone de dos contactos, de manera que uno de ellos siempre actúa a modo de contacto estático, evitando la existencia de huecos de tensión. La combinación, de un cambiador de 8 posiciones, un reactor puente, y un dispositivo de reversión, permite escalar la tensión regulada en 32 etapas, 16 para elevación y 16 para reducción, de aproximadamente 5/8 % cada una.

Un arrollamiento para el control, completa el equipo, monitorizando la tensión de carga. Envía ésta, una vez procesada mediante señal al cambiador de etapas para que, si procede, automáticamente cambie de etapa, una vez consideradas las bandas de tensión y tiempo de retardo.

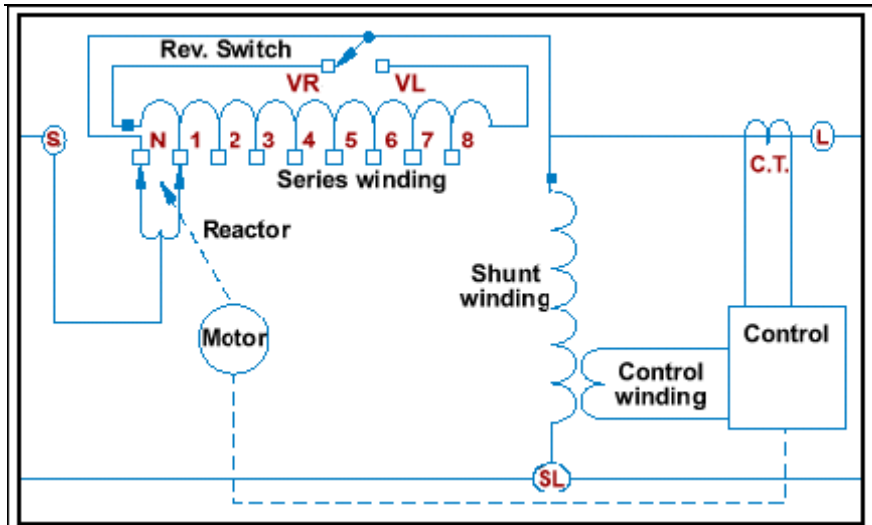


Figura 6: Esquema básico de un RT monofásico de 32 etapas

1.9.3 Cómo se utiliza el RT. Conexiones recomendadas.

Para regular una red trifásica, las conexiones recomendables podrían ser:

- En Triángulo Abierto, conectando dos RT. Se obtiene una regulación de hasta un $\pm 10\%$ de la tensión de entrada. Ver Fig.7.
- En Triángulo Cerrado, conectando tres RT. Se obtiene una regulación de hasta un $\pm 15\%$ de la tensión de entrada. Ver Fig.8.

La conexión Triángulo Abierto, regula hasta un $\pm 10\%$ la tensión de las dos fases en la que se encuentran los Reguladores y un $\pm 5\%$ en la tercera. Resultando una tensión trifásica regulada de hasta un $\pm 10\%$. Esta conexión solo utiliza dos RT, por esto es económica y fácil de instalar en poste de línea o subestación.

La conexión en Triángulo Cerrado, regula la tensión hasta un $\pm 10\%$ en las fases en que están conectados los reguladores y además un $\pm 5\%$ en las fases adyacentes. Resultando una regulación trifásica de hasta un $\pm 15\%$. Esta conexión es idónea, para equilibrar cargas, además de llegar a regular hasta un $\pm 15\%$

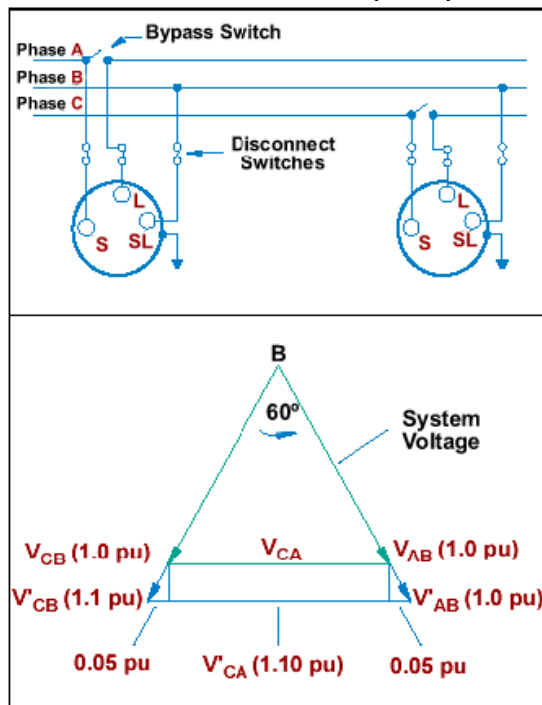


Figura 7: Dos RT conectados en Triángulo Abierto en una red trifásica.

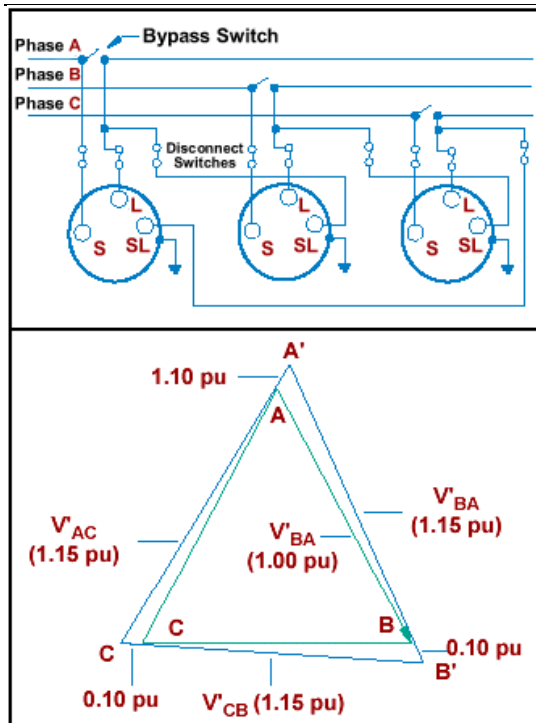


Figura 8: Tres RT en Triángulo Cerrado en una red trifásica

1.10 Descripción de la instalación

1.10.1 Obra civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparataje eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.10.1.1 Características de los materiales

Edificio de Transformación: *recinto de obra*

Descripción de la envolvente de obra civil:

- Solera y pavimento

Se formará una solera de hormigón armado de, al menos, 15 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada.

El forjado de la planta del centro estará constituido por una losa de hormigón armado, capaz de soportar una sobrecarga de uso de 400 kg/m² uniformemente repartida en las zonas de maniobra y de 4.000 kg apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes en las zonas de transformador y sus accesos.

- Cerramientos exteriores

Se emplean materiales que ofrecen garantías de estanqueidad y resistencia al fuego, dimensionados adecuadamente para resistir el peso propio y las acciones exteriores, tales como el viento, empujamiento de herrajes, etc., y se adaptarán en lo posible al entorno arquitectónico de la zona, empleando los mismos materiales, acabados y elementos decorativos de las otras edificaciones.

Los muros se construirán con fábrica de ladrillo o bloque de hormigón prefabricado, tipo alemán, de 20 cm.

- Tabiquería interior

Al utilizarse apartamento de ORMAZABAL, prefabricada bajo envolvente metálica, no es preciso realizar ningún tipo de tabiquería interior.

- Puertas

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abrirán hacia fuera 180°, pudiendo por lo tanto abatirse sobre el muro de la fachada, disponiendo de un elemento de fijación en esta posición.

- Rejillas de ventilación

En caso de ubicarse algún transformador en el interior de este edificio, se dispondrá de las correspondientes rejillas de ventilación calculadas en el capítulo Cálculos de este proyecto.

- Cubiertas

En la coronación de los muros de cerramiento se establecerá un zuncho de hormigón armado de 200 kg/cm² de resistencia característica, con armadura de acero corrugado formado por cuatro redondos de 12 mm y estribos de 6 mm cada 20 cm.

Sobre este zuncho de coronación se colocará una cubierta constituida por un forjado de 20 cm de viguetas pretensadas y bovedillas de hormigón vibrado.

El diseño de estas cubiertas debe garantizar la estanqueidad del centro y la resistencia adecuada a acciones exteriores.

- Pintura y varios

Para el acabado del centro se empleará una pintura resistente a la intemperie de un color adecuado al entorno.

Los elementos metálicos del centro, como puertas y rejillas de ventilación, serán además tratados adecuadamente contra la corrosión.

1.10.2 Instalación eléctrica

1.10.2.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,5 kA eficaces.

1.10.2.2 Características de la apartamento de Media Tensión

Características generales de los tipos de apartamento empleados en la instalación:

Celdas: *cgmcosmos*

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF₆ de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -50C, según el tipo de aislamientos industriales de BALEARS, altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar.

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección :

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV
Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.10.2.3 Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

Entrada / Salida 1: *cgmcosmos-I Interruptor-seccionador*

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	400 A
· Clasificación IAC:	Sin clasificación IAC

- Características físicas:

· Ancho:	365 mm
· Fondo:	735 mm
· Alto:	1740 mm
· Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

- Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

Entrada / Salida 2: *cgmcosmos-I Interruptor-seccionador*

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
· Clasificación IAC:	Sin clasificación IAC

- Características físicas:

· Ancho:	365 mm
· Fondo:	735 mm
· Alto:	1740 mm
· Peso:	95 kg

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: motorizado tipo BM

Protección Transformador 1: **cgmcosmos-p Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
· Intensidad asignada en la derivación:	200 A
· Intensidad fusibles:	3x16 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
· Clasificación IAC:	Sin clasificación IAC

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Protección Transformador 2: **cgmcosmos-p Protección fusibles**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x16 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
Corriente principalmente activa: 400 A
Clasificación IAC: Sin clasificación IAC

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Transformador 1: **transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15,4 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 5%, +/- 2,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

- Pérdidas CC' (BkCo)

Transformador 2: **transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, bitensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15,4 kV y tensiones secundarias 420/242 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 5%, +/- 2,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

- Pérdidas CC' (BkCo)

1.10.2.4 Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT: **Otras salidas de Baja Tensión**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

Tensión asignada: 440 V

Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 10 kV
entre fases: 2,5 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases: 20 kV

- Características constructivas:

Anchura: 580 mm
Altura: 1690 mm
Fondo: 290 mm

- Otras características:

Intensidad asignada en las salidas: 400 A

1.10.2.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la apartamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK-224.

En el otro extremo, en la celda, es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-152-SR..

Puentes MT Transformador 2: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK-224.

En el otro extremo, en la celda, es ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-152-SR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro para permitir el desplazamiento de un transformador de hasta 400 kVA

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Seccionamiento: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en

los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.10.3 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.10.4 Puesta a tierra

1.10.4.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del local acondicionado. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

1.10.4.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.10.5 Instalaciones secundarias

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

Inca, octubre de 2016
El Ingeniero Industrial

Cristòfol Amengual i Martorell
Nº de colegiado: 401

COL·LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT **COEIB**

2 Cálculos

2.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_p	tensión primaria [kV]
I_p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

En el Centro de Transformación, para el transformador 1 la potencia es de 160 kVA.

- $I_p = 6,2 \text{ A}$

Para el transformador 2, la potencia máxima prevista es de 400 kVA.

- $I_p = 15,4 \text{ A}$

2.2 Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

En el Centro de Transformación, para el transformador 1 la potencia es de 160 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

- $I_s = 219,9 \text{ A}$

Para el transformador 2, la potencia máxima prevista es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor:

- $I_s = 343,7 \text{ A}$

2.3 Cortocircuitos

2.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 15 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$\cdot I_{ccp} = 13,5 \text{ kA}$$

2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 160 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 5,5 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia máxima prevista es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$$

2.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 9901B026-AKLE-02 realizado por los laboratorios LABEIN en Vizcaya (España).

2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc(din)} = 33,7 \text{ kA}$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc(ter)} = 13,5 \text{ kA}$.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo GPS-98/01432 en el laboratorio de CESI en Italia.

2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

2.5.1 Transformadores 1 y 2 del Centro de Transformación

La protección en MT de estos transformadores se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 20 y 40 A para los transformadores de 160 y 250 kVA respectivamente.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

2.6 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por el transformador 1 es igual a 6,2 A e igual a 9,6 A para el transformador 2 que son inferior al valor máximo admisible por un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [W]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [W]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [°C]
Sr	superficie mínima de las rejillas de entrada [mm ²]

Para el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada.

2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se prevé un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador del Centro de Transformación cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente).
- Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_d \max$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 288,68 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 200 \text{ A}$$

2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 30 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 200 \text{ A}$

Tipo de protección:

- Intensidad de arranque $I_a = 100 \text{ A}$
- Tiempo de despeje $t' = 0,5 \text{ seg}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 8000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 110,55 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 72,36 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

2.9.4.1 Centros de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,4824$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- | | |
|---|--------------------|
| · Configuración seleccionada: | 70/25/5/42 |
| · Geometría del sistema: | Anillo rectangular |
| · Distancia de la red: | 7.0x2.5 m |
| · Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m |
| · Número de picas: | cuatro |
| · Longitud de las picas: | 2 metros |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para ambos Centros de Transformación:

- $R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

- $I'd = 200 \text{ A}$

2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en ambos Centros de Transformación:

$$\cdot V'_d = 2.520 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en ambos Centros de Transformación:

$$\cdot V'_c = 1.227 \text{ V}$$

2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 558$ V en ambos Centros de Transformación.

2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centros de Transformación:

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,5$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

- $V_p = 2.736$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R'_o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
$V_{p(acc)}$	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

- $V_{p(acc)} = 15.048 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para ambos Centros de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior de ambos Centros de Transformación:

- $V'_p = 558 \text{ V} < V_p = 2736 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso a los centros:

- $V'_{p(acc)} = 1227 \text{ V} < V_{p(acc)} = 15048 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V'_d = 2520 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

- $I_a = 100 \text{ A} < I_d = 200 \text{ A} < I_{dm} = 200 \text{ A}$

2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, por normativa de la compañía distribuidora GESA ENDESA.

La distancia mínima de separación para cada Centro de Transformación:

- $D = 20 \text{ m}$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 3 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Inca, octubre de 2016
El Ingeniero Industrial

Cristòfol Amengual i Martorell
Nº de colegiado: 498

3 Pliego de condiciones técnicas.

3.1 Calidad de los materiales

3.1.1 Obra civil

La envolvente empleada en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.1.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.1.3 Transformadores de potencia de alta eficiencia energética

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.1.4 Equipos de medida

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatura de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparatura interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

3.1.5 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.1.6 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

3.2 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

3.3 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.4 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

Inca, octubre de 2016
El Ingeniero Industrial

Cristòfol Amengual i Martorell
Nº de colegiado: 401

4 Presupuesto

CAPÍTULO 01 Obra Civil

01.01	<p>P.A. Ejecución recinto estación transformadora</p> <p>Partida alzada de trabajos de albañilería para la ejecución del recinto donde se ubicarán los transformadores. Muros de cerramiento, solera, cubierta, acera perimetral, acabados, canalizaciones para entrada de cables, instalaciones eléctricas y de iluminación, depósitos de recogida de aceite, desagües del recinto, bancadas para soporte de celdas y transformadores, huecos de ventilación y rejillas. Ejecutado de acuerdo a normas GESA.</p>	1,00
01.02	<p>Ud. Ventana de hierro galvanizado de 4 módulos normalizada</p> <p>Ventana de hierro galvanizado de 4 módulos normalizada por GESA de 2,48x045 m. Se incluyen herrajes, accesorios, mano de obra y material auxiliar.</p>	4,00
01.03	<p>Ud. Puerta hierro galvanizado normalizada por GESA de 0.98x2.20 m</p> <p>Puerta acceso personal de hierro galvanizado normalizada por GESA de 0.98x2.20 m. Se incluyen herrajes, señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, accesorios, mano de obra y material auxiliar.</p>	1,00
01.04	<p>Ud. Puerta hierro galvanizado normalizada por GESA de 1.28x2.20 m</p> <p>Puerta acceso transformador de hierro galvanizado normalizada por GESA de 1.28x2.20 m. Se incluyen herrajes, señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, accesorios, mano de obra y material auxiliar.</p>	2,00
01.05	<p>Ud. Puerta hierro galvanizado normalizada por GESA de 1.28x2.50 m</p> <p>Puerta acceso transformador de hierro galvanizado normalizada por GESA de 1.28x2.50 m con barra desmontable acceso reguladores. Se incluyen herrajes, señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, accesorios, mano de obra y material auxiliar.</p>	1,00
01.06	<p>Ud. Formación tapa depósito aceite</p> <p>Formación tapa depósito aceite, mediante hormigón 175 Kg/cm2 elaborado en obra, vertido, vibrado, encofrado y desencofrado para armar con formación hueco para tapa de 52x52 cm. Se incluye armado con acero AEH-400N. Incluyendo totalidad de materiales, mano de obra y material auxiliar. Según planos de detalle.</p>	2,00
01.07	<p>Ud. Rejillas protección</p> <p>Conjunto rejillas protección trafo y herrajes, normalizado por GESA. Se incluye material auxiliar y mano de obra montaje.</p>	3,00
01.08	<p>Ud. Conjunto railes para transformador</p> <p>Conjunto railes para transformador normalizados por GESA, incluyendo juego de cuñas para raíl. Se incluye material auxiliar y mano de obra montaje.</p>	2,00
01.09	<p>Ud. Arqueta registro de 116x60x105 cm</p> <p>Arqueta registro de 116x60x105 cm con tapa de fundición normalizada GESA, paredes de 20 cm espesor de hormigon.</p>	1,00
01.10	<p>MI. Tubo de PE 160mm DP 450N</p> <p>Suministro, instalación de tubo de polietileno ø160 mm, UNE-EN 50086-1, DP 450N, y tendido del mismo en zanja, elementos mecánicos y material auxiliar necesario para montaje, conexionado, soporte y sujeción.</p>	155,00
01.11	<p>MI. Cinta señalización PE</p> <p>Cinta de señalización de Línea de B.T. de PE. Incluso tendido en zanja, totalmente montada a cada lado según normas GESA.</p>	155,00

01.12 MI. Placa de señalización PE
Placa de señalización de PE para líneas B.T. Incluso tendido en zanja, totalmente montada e instalado según normas GESA.

155,00

CAPÍTULO 02 Apoyos Metálicos

02.01 Ud. Apoyo de celosía C-4500-12
Suministro e instalación según normas GESA de torre metálica de celosía tipo C-4500-12. Incluso ejecución de cimentación de dimensiones 1.25x1.25x2.53 metros, electrodo de puesta a tierra, tubos protectores, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

1,00

02.02 Ud. Ejecución de conversión aéreo subterránea
Ejecución según normas GESA de conversión aéreo-subterránea en fin de línea ubicada en torre metálica de entronque. Incluso interruptor-seccionador de hexafluoruro, pararrayos, terminaciones de conversión a subterráneo, conexión electrodo de puesta a tierra en apoyo celosía con aparato de maniobra, tubos protectores, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

1,00

CAPÍTULO 03 Centro de Transformación

03.01 Ud. Celda de Línea Motorizada
Suministro, instalación y conexionado de celda compacta de línea motorizada (clase M2, 5000 maniobras) con envolvente metálica, módulo de corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103) e indicador presencia tensión, Vn=24 kV, In=400 A / Icc = 16 kA. Marca Ormazabal tipo CGMCOSMOS-L o similar. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

3,00

03.02 Ud. Celda de Protección mediante fusibles
Suministro, instalación y conexionado de celda de protección con ruptofusible, con envolvente metálica y corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra, Vn=24 kV e In=400 A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión. Marca Ormazabal tipo CGMCOSMOS-P o similar. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

2,00

03.03 Ud. Conjunto de tres fusibles 40 A
Suministro e instalación de conjunto de tres fusibles 40 A de baja disipación térmica, Vn=24 kV. Marca Ormazabal o similar. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

1,00

03.04 Ud. Conjunto de tres fusibles 20 A
Suministro e instalación de conjunto de tres fusibles 20 A de baja disipación térmica, Vn=24 kV. Marca Ormazabal o similar. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.

1,00

03.05 Ud. Transformador bitensión 250 KVA alta eficiencia energética
Suministro e instalación según normas GESA de transformador trifásico bitensión de 250 kVA de potencia, de alta eficiencia energética, clase B2, 50 Hz, aislamiento 24 kV, relación de transformación 15,4/0,420/0,242 kV y refrigeración por aceite mineral, cuba de aletas, llenado integral, pasatapas MT enchufables. Pérdidas BkCo. Incluso termómetro, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para traslado, conexionado y sujeción.

1,00

03.06	<p>Ud. Transformador 160 KVA alta eficiencia energética</p> <p>Suministro e instalación según normas GESA de transformador trifásico de 160 kVA de potencia, de alta eficiencia energética, clase B2, 50 Hz, aislamiento 24 kV, relación de transformación 15,4/0,42 kV y refrigeración por aceite mineral, cuba de aletas, llenado integral, pasatapas MT enchufables. Pérdidas BkCo. Incluso termómetro, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para traslado, conexionado y sujeción.</p>	1,00
03.07	<p>Ud. Conjunto Amortiguadores</p> <p>Suministro e instalación según normas GESA de conjunto de amortiguadores para transformador realizados combinando muelles de acero de alta resistencia y almohadillas amortiguadoras de acero inoxidable. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, soporte y sujeción.</p>	2,00
03.08	<p>Ud. Cuadro Baja Tensión</p> <p>Suministro e instalación de cuadro de B.T. de acometidas con cuatro salidas tripolares de 400A protegidas por fusibles. Incluso accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para traslado, conexionado y sujeción.</p>	3,00

CAPÍTULO 04 Cableados media y baja tensión

04.01	<p>MI. Cables interconexión MT AI RHZ1 12/20 kV 3x1x150 mm2</p> <p>Suministro y tendido de cables de interconexión RHZ1 12/20 kV de 3x(1x150 mm2) de Aluminio marca PIRELLI o similar. Incluso tendido en zanja en tubo PE ø160, conectores adecuados en un extremo y accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para traslado, conexionado y sujeción.</p>	155,00
04.02	<p>Ud. Puentes MT AI RHZ1 12/20 kV 3x1x95 mm2</p> <p>Suministro y tendido de puentes de interconexión MT mediante cable AL RHZ1 12/20 kV de 3x1x95 mm2 de Aluminio marca PIRELLI o similar. Incluso bornas K152 SR/terminaciones y OTK 224 incluidas en ambos extremos y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para traslado, conexionado y sujeción.</p>	2,00
04.03	<p>Ud. Puentes BT AI 3x240+1x240 mm2 RZ1-K 0,6/1kV</p> <p>Suministro y tendido de puentes de interconexión BT mediante cable AI 3x240+1x240 mm2 RZ1-K 0,6/1kV, no propagador de llama, con emisión reducida de gases tóxicos según UNE-21123-4. Marca PIRELLI o similar. Incluye bornas de conexión en ambos extremos, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.</p>	1,00
04.04	<p>Ud. Puentes BT AI 2x(3x240)+1x240 mm2 RZ1-K 0,6/1kV</p> <p>Suministro y tendido de puentes de interconexión BT mediante cable AI 2x(3x240)+(1x240) mm2 RZ1-K 0,6/1kV, no propagador de llama, con emisión reducida de gases tóxicos según UNE-21123-4. Marca PIRELLI o similar. Incluye bornas de derivación, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción.</p>	1,00

CAPÍTULO 05 Puesta a tierra

05.01	<p>Ud. Puesta a tierra de protección</p> <p>Instalación de tierra de protección, debidamente montada y conexionada, mediante conductor CU desnudo 50 mm2 unido a electrodo de puesta a tierra formado por 4 piquetas de acero-zinc de dimensiones mínimas 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, instaladas en forma rectangular (10x3m) y clavadas a una profundidad mínima de 50 cm. Incluso conductores, piquetas, soldaduras aluminotérmicas, caja general de tierra de protección y mallazo equipotencial de 30x30 cm con varilla de 6 mm instalado en recinto de transformación. Totalmente terminado y ejecutado según planos de proyecto y normas de GESA.</p>	1,00
-------	--	------



05.02	<p>MI. Líneas de puesta a tierra interiores Cu desnudo 50mm2</p> <p>Instalación interior de tierra de protección en recinto de transformación mediante conductor de cobre desnudo de 50mm2 grapado en la pared y conectado a mallazo, celdas, transformador y demás aparatamiento de los recintos, así como a la caja general de tierra de protección según las normas de la compañía GESA.</p>	26,00
05.03	<p>Ud. Puesta a tierra de servicio</p> <p>Instalación de tierra de servicio, debidamente montada y conexionada, mediante cable RV 0.6/1kV 1x 50 mm2 unido a electrodo de puesta a tierra formado por 2 piquetas de acero-zinc de dimensiones mínimas 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, instaladas en hilera con una separación de 3 metros y clavadas a una profundidad mínima de 50 cm. Incluso tubo H protector, conductores, piquetas, soldaduras aluminotérmicas y ejecución de conexión a neutros de transformadores. Totalmente terminado y ejecutado según planos de proyecto y normas de GESA.</p>	1,00
CAPÍTULO 06 Extinción automática incendios		
06.01	<p>Conjunto extinción automática CO2</p> <p>Suministro e instalación de conjunto de extinción automática de CO2. Incluye mecanismo de disparo, equipo de control, recipientes para gas a presión, conductos de acero para el agente extintor, difusores de descarga, accesorios y parte proporcional de elementos mecánicos y material auxiliar necesarios para montaje, conexionado, soporte y sujeción. Ejecutado de acuerdo a planos de proyecto y normas GESA.</p>	1,00
CAPÍTULO 07 Elementos de seguridad		
07.01	<p>Ud. Conjunto de elementos de seguridad</p> <p>Conjunto de elementos de seguridad y señalización constituidos por: 4 Triángulos SICAME de riesgo AMYS 1.410 modelo CE-14 1 Placa SICAME de primeros auxilios de 420x297 mod. AP-223-S 1 Guante SICAME 20000V CII talla B mod. CG-20B 1 Banqueta SICAME CATU interior mod. CT7-401 1 Suministro y colocación de extintor de polvo polivalente ABC y eficacia 21A-113 de 6 kg</p>	1,00
CAPÍTULO 08 Puesta en marcha, documentación y certificación final		
08.01	<p>Ud. Puesta en marcha de la instalación</p> <p>Puesta en marcha de la instalación eléctrica, ajustes de los sistemas y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento.</p>	1,00
08.02	<p>Ud. Documentación "como construido"</p> <p>Realización y entrega, en formato electrónico y papel, de documentación detallada en memoria, esquemas y planos "como construido" del total de la instalación eléctrica.</p>	1,00
08.03	<p>Ud. Documentación de fin de la instalación</p> <p>Documentación de fin de instalación necesaria para la recepción de la instalación por parte de la propiedad y documentación necesaria para la legalización de la instalación.</p>	1,00

El presupuesto general asciende a la cantidad de CINCUENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS (53.989,11 €).

Inca, octubre de 2016
 El Ingeniero Industrial

Cristòfol Amengual i Martorell
 COL·LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
 N.º de colegialo: **VISAT**



5 Estudio básico de seguridad

5.1 Objeto

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

5.2 Características de la obra

5.2.1 Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

5.2.2 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

5.2.3 Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

5.2.4 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

5.2.5 Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

5.3 Memoria

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

5.3.1 Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

5.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

5.3.1.2 Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.

- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

5.3.1.3 Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

5.3.1.4 Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

5.3.2 Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

5.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

5.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

5.3.2.3 Operaciones de puesta en tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

5.4 Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

5.4.1 Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

5.5 Normativa aplicable

5.5.1 Normas oficiales

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

Inca, octubre de 2016
El Ingeniero Industrial

Cristòfol Amengual i Martorell
Nº de colegiado: 401

6 Planos

ZONA RÚSTICA
1.862'86 m²

Cables Alta Tensión

Torre eléctrica- Alta Tensión

ZONA RÚSTICA
347'75 m²

ZONA EQ.
2.152'18 m²

ACCESO
VECINO

3 Cables Alta Tensión

E.T. Estación Transformadora
Bitensión Existente
"954 SOLLERIC"

PARCELA 1
1 VIVIENDA
s.t. 284'25 m²
s.p.e. 158'31 m²

PARCELA 2
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 3
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 4
2 VIVIENDAS
s.t. 260'35 m²
s.p.e. 260'35 m²

PARCELA 6
1 VIVIENDA
s.t. 189'56 m²
s.p.e. 113'43 m²

PARCELA 5
1 VIVIENDA
s.t. 188'47 m²
s.p.e. 146'51 m²

PARCELA 7
1 VIVIENDA
s.t. 160'07 m²
s.p.e. 125'13 m²

PARCELA 8
1 VIVIENDA
s.t. 160'07 m²
s.p.e. 148'16 m²

PARCELA 9
2 VIVIENDAS
s.t. 160'13 m²
s.p.e. 160'13 m²

PARCELA 10
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 13
1 VIVIENDA
s.t. 160'83 m²
s.p.e. 123'30 m²

PARCELA 12
1 VIVIENDA
s.t. 161'65 m²
s.p.e. 147'20 m²

PARCELA 11
1 VIVIENDA
s.t. 162'34 m²
s.p.e. 162'34 m²

PARCELA 14
1 VIVIENDA
s.t. 198'49 m²
s.p.e. 112'35 m²

PARCELA 15
1 VIVIENDA
s.t. 187'55 m²
s.p.e. 147'04 m²

PARCELA 16
2 VIVIENDAS
s.t. 227'31 m²
s.p.e. 227'30 m²

PARCELA 17
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 18
1 VIVIENDA
s.t. 192'00 m²
s.p.e. 1'00 m²

ZONA VARIO
1.153'73 m²

COL·LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
120748/0005 27/10/2016

Carrer Solleric

Carrer de Monyoles

n° 28 n° 30 n° 32 n° 34 n° 36 n° 38 n° 40 n° 42 n° 44 n° 46 n° 48 n° 50 n° 52 n° 54 n° 56 n° 58 n° 60 n° 62 n° 64 n° 66 n° 68 n° 70 n° 72

sie Enginyers	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1°, Puerta 1° 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es	Ingeniero Industrial Cól. n° 401	El Promotor NESDOSUMUN, SL
	Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Solleric, Alaró. (Balears)	Ingeniero Industrial Cristòfol Amengual i Martorell	Fecha: 10/2016
INSTALACIÓN LÍNEA M.T. RED MEDIA TENSIÓN ACTUAL.		Expediente: PB037m_v6v	Escala: 1/200

NA RÚSTICA
62'86 m²

LEYENDA RED MEDIA TENSIÓN

-  MARCO DE ARQUETA "GESA" 116x60x105 cm
COLOCADO 15 cm BAJO ACERA
-  ARQUETA CIEGA 116x60 cm
-  TORRE METÁLICA CELOSÍA
-  3x1x150mm² AL RHZ1

TERRENO PROPIEDAD NESDOSUMUN
ZONA NO URBANIZABLE

NUEVA TORRE
C=800-12
CONVERSION
AEREO SUBTERRANEA

ZONA RÚSTICA
347'75 m²

ZONA EQ.
2.152'18 m²

NUEVA E.T. DOBLE
+ REGULADORES

ACERA ACABADO AGLOMERADO ASFÁLTICO 4 CM.
SOBRE CAPA MACHUCA 20 CM.

ción

CELESTIAL ENGINEERS INDUSTRIALS DE BALEAR

VISAT

COEIB

120748/0005 27/10/2016

PARCELA 1
1 VIVIENDA
s.t. 284'25 m²
s.p.e. 158'31 m²

PARCELA 2
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 3
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²

PARCELA 4
2 VIVIENDAS
s.t. 260'35 m²
s.p.e. 260'35 m²

PARCELA 5
1 VIVIENDA
s.t. 188'47 m²
s.p.e. 146'51 m²

PARCELA 6
1 VIVIENDA
s.t. 189'56 m²
s.p.e. 113'43 m²

PARCELA 7
1 VIVIENDA
s.t. 160'07 m²
s.p.e. 125'13 m²

PARCELA 8
1 VIVIENDA
s.t. 160'07 m²
s.p.e. 148'16 m²

PARCELA 9
2 VIVIENDAS
s.t. 160'13 m²
s.p.e. 160'13 m²

PARCELA 10
1 VIVIENDA
s.t. 208'00 m²
s.p.e. 112'00 m²


PARCELA 12
1 VIVIENDA
s.t. 161'65 m²
s.p.e. 147'20 m²

PARCELA 11
1 VIVIENDA
s.t. 162'34 m²
s.p.e. 162'34 m²

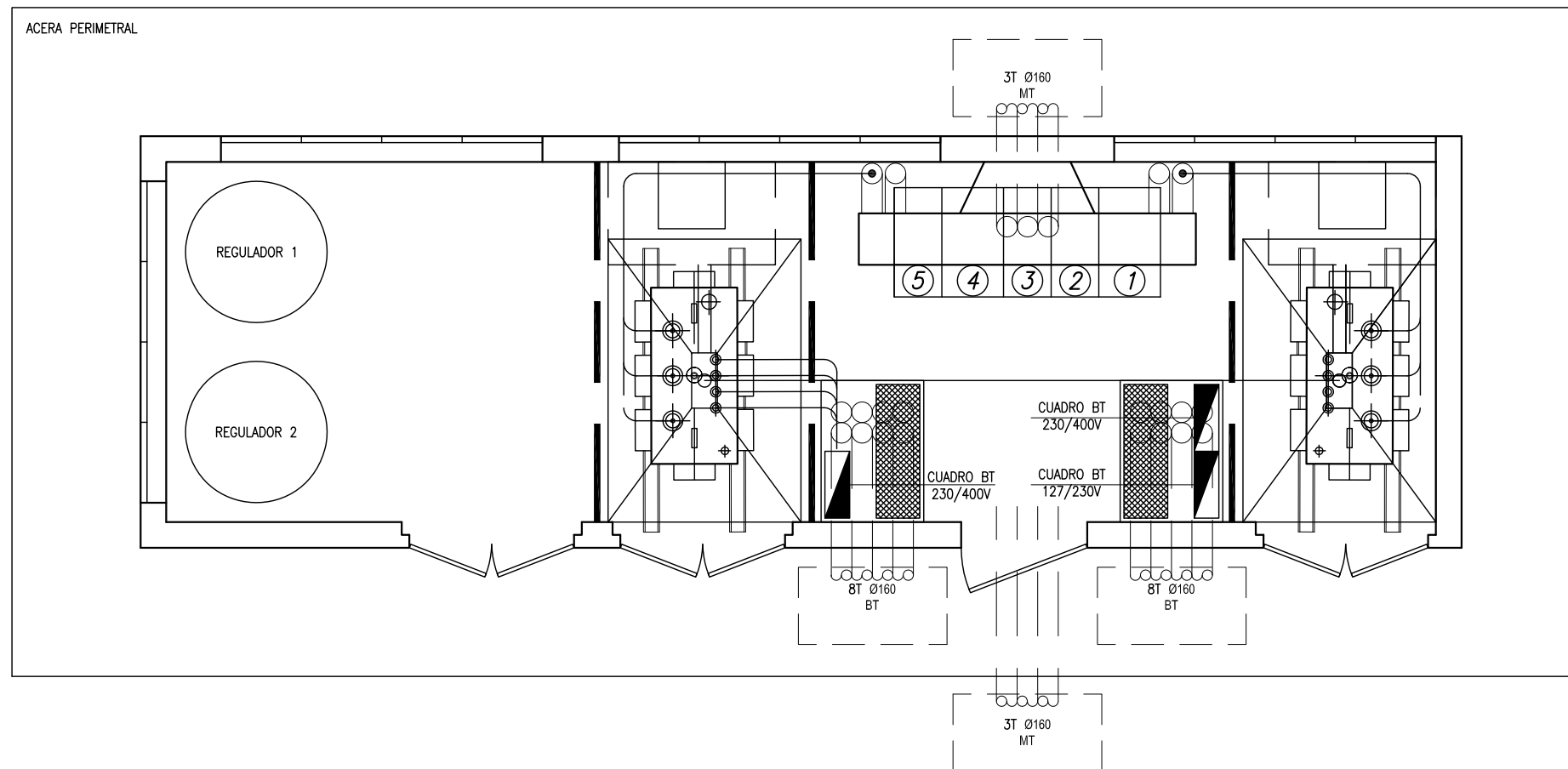
Rampa

PREVISIÓN EMPALME A LSMT EXISTENTE
PARA CIERRE EN ANILLO NUEVA E.T.
SE DEJARÁ UN MÍNIMO DE TRES METROS,
ENROLLADOS EN ARQUETA VIRTUAL

n° 28 n° 30 n° 32 n° 34 n° 36 n° 38 n° 40 n° 42 n° 44

 Engineers	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1º, Puerta 1ª 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es	Ingeniero Industrial Col. n° 401 Cristófol Amengual i Martorell	El Promotor NESDOSUMUN, SL
	Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich, Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v	Plano n°: 03 Escala: 1/200

**INSTALACIÓN LÍNEA M.T.
NUEVA RED MEDIA TENSIÓN.**



PLANTA DETALLES

- ① CELDA PROTECCIÓN TRANSFORMADOR
- ② CELDA SALIDA LÍNEA (A LSMT)
- ③ CELDA ENTRADA LÍNEA (DE REGULADORES)
- ④ CELDA PROTECCIÓN TRANSFORMADOR
- ⑤ CELDA ENTRADA LÍNEA (DE LAMT)

COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
 COEIB
 120748/0005 27/10/2016

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
 Piso 1º, Puerta 1º
 07300. Inca
 971 88 32 03
 sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
 Col. n° 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

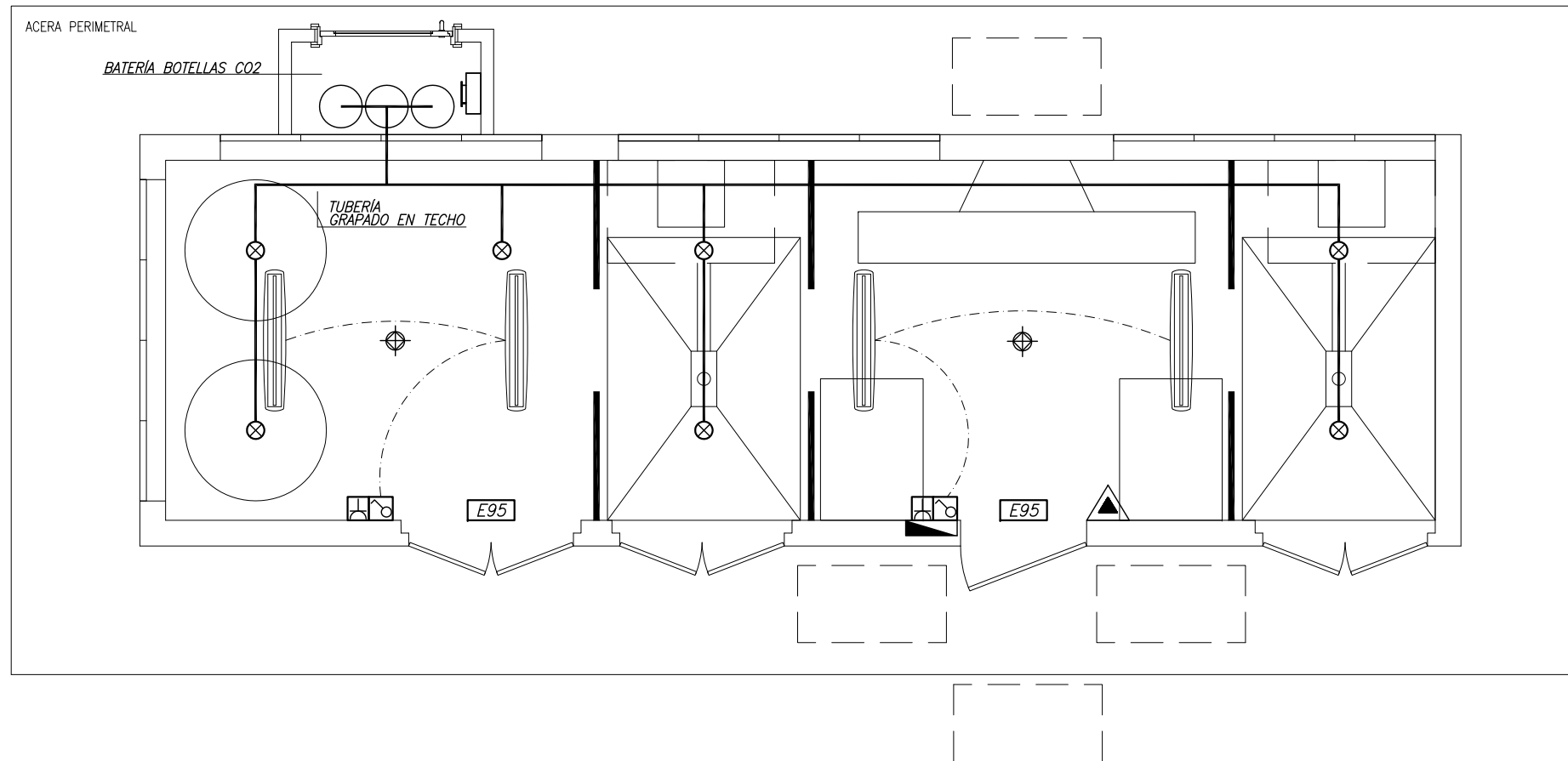
NESDOSUMUN, SL

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
 DETALLE INSTALACIONES MT-BT.

Proyecto:
 Dotación de Media Tensión
 para dos nuevos viales de la
 UE-1 en Alaró.
 C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
 10/2016
 Expediente:
 P8037m_v6v

Plano n°:
 04
 Escala:
 1/50

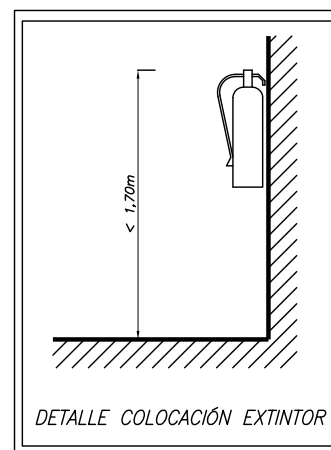


LEYENDA DE ELECTRICIDAD

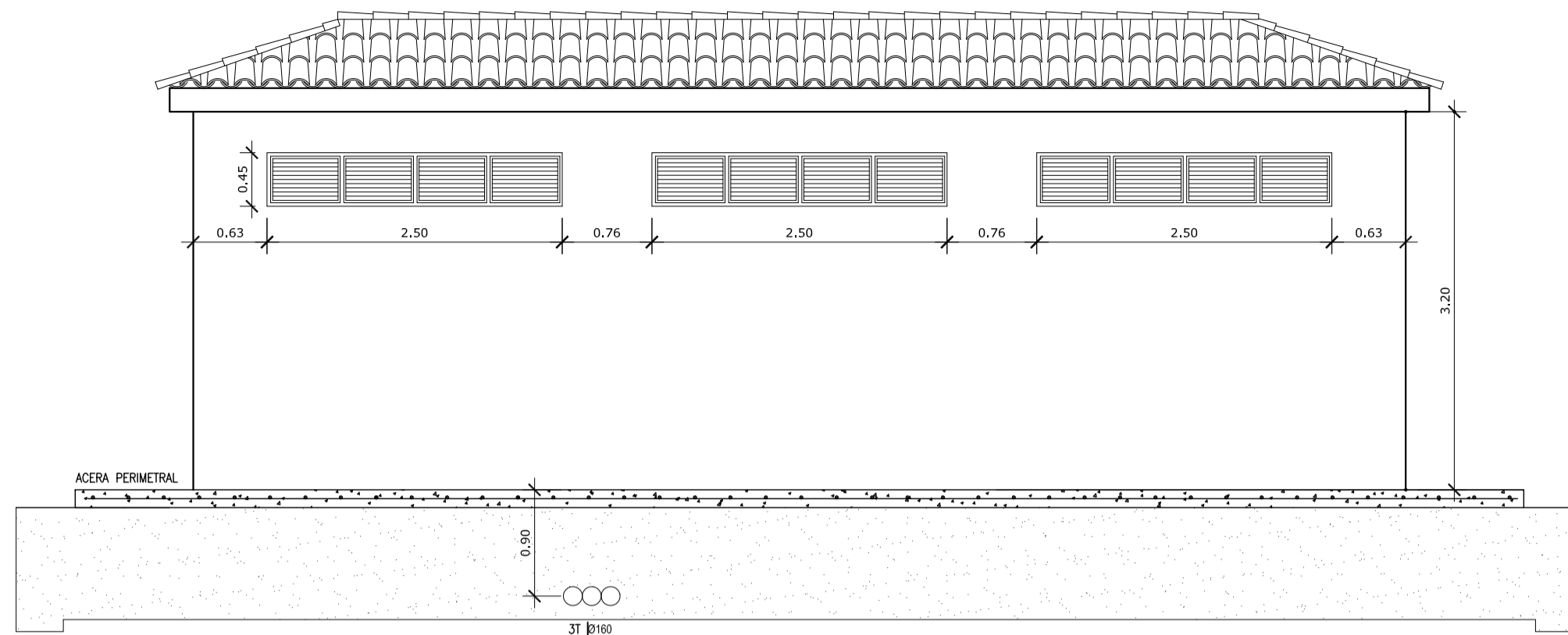
	Cuadro Eléctrico
	Interruptor estanco
	Toma de Corriente II - 10/16A estanca
	Luminaria de Superficie Estanca 1x58W
	Luminaria de Emergencia estanca 95 lm
	Centralita Extinción de Incendio

LEYENDA DE CONTRAINCENDIOS

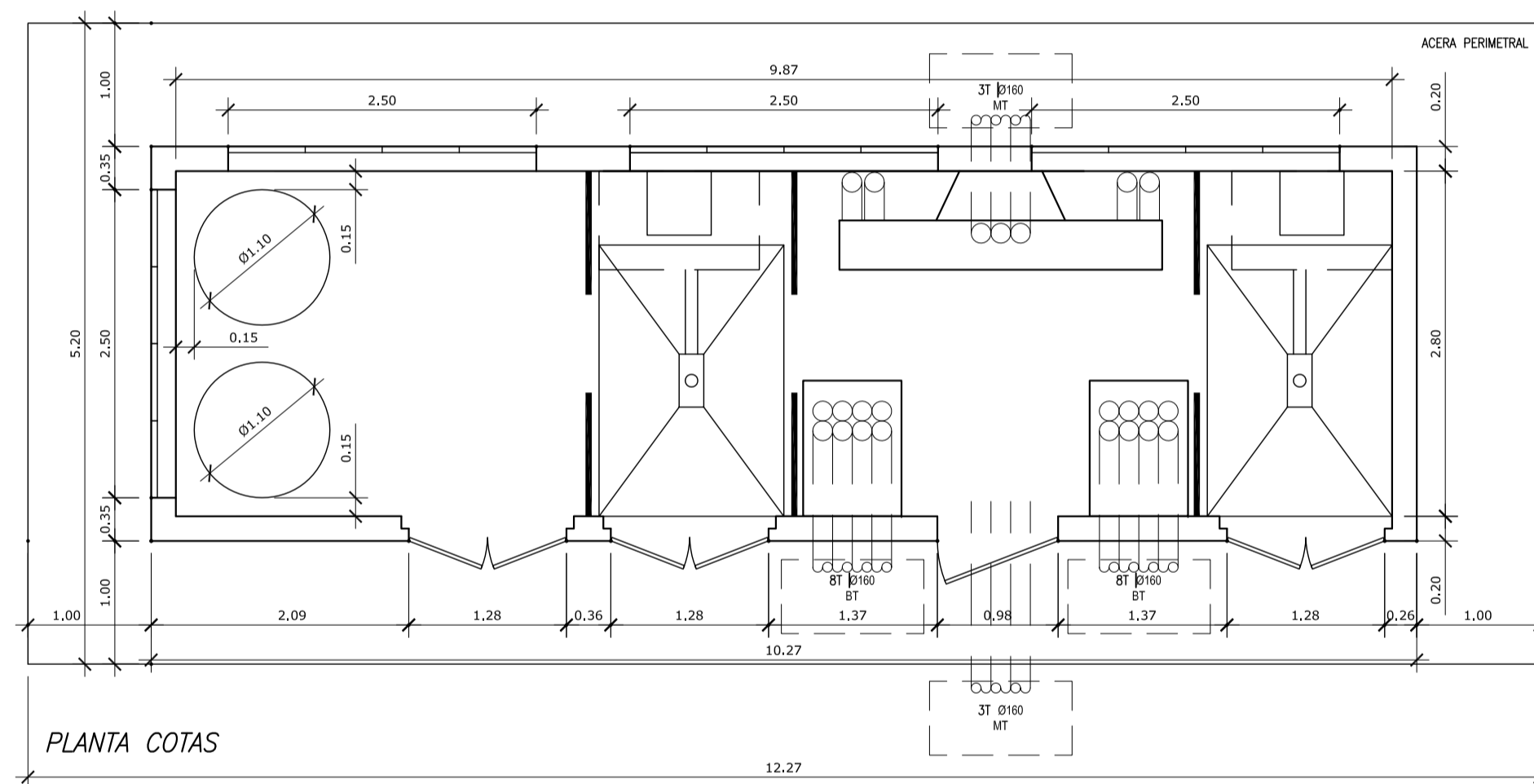
	Centralita
	Tubería
	Difusor
	Extintor CO2 Eficacia 21B 5Kg
	Detector



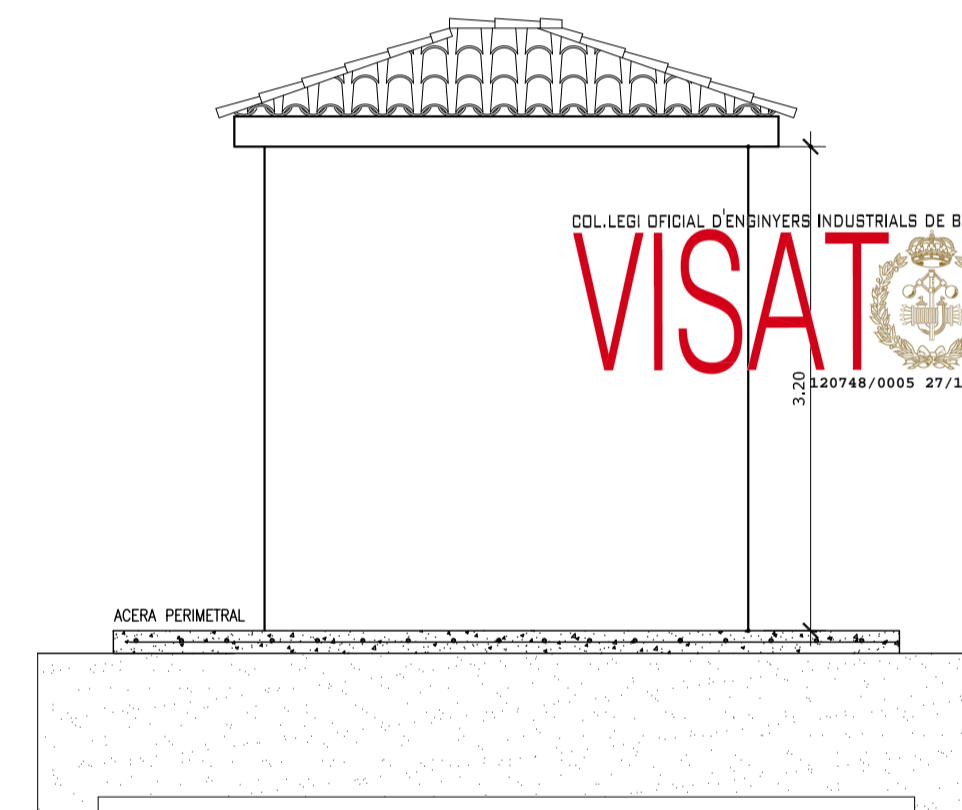
	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1º, Puerta 1º 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es	Ingeniero Industrial Col. nº 401 Cristòfol Amengual i Martorell	El Promotor NESDOSUMUN, SL
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. INSTALACIONES EN INTERIOR.	Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich. Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v



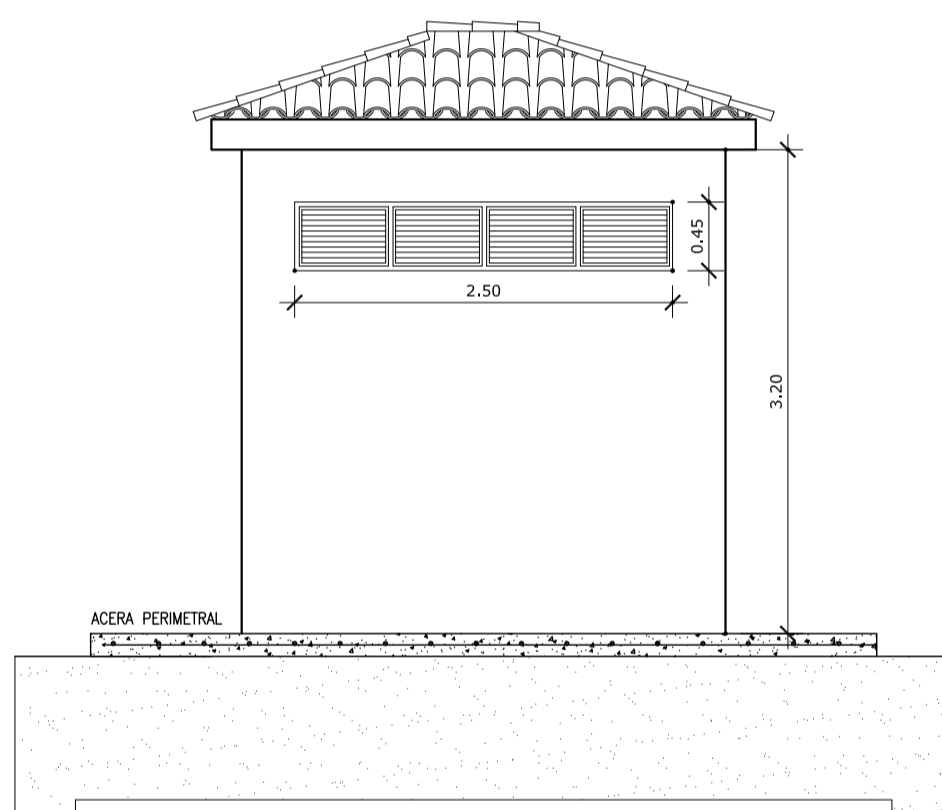
ALZADO FACHADA POSTERIOR



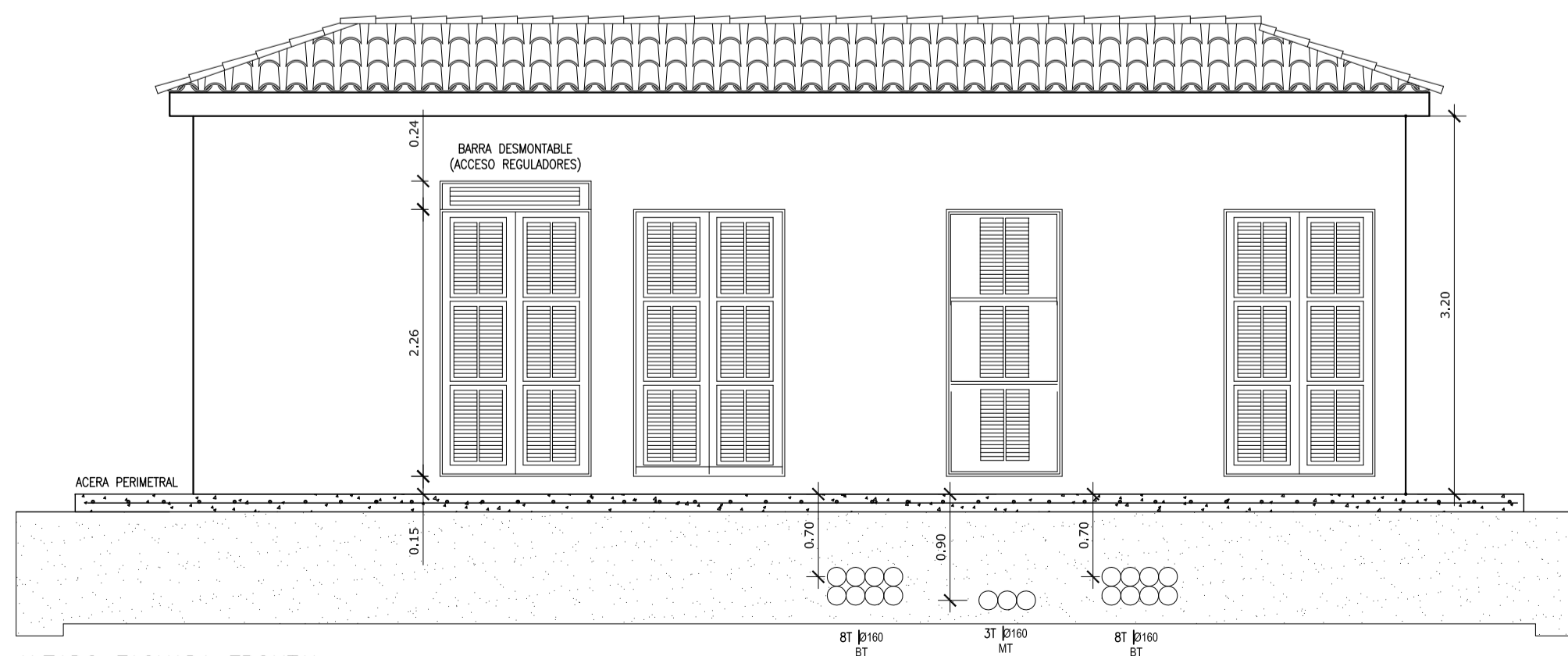
PLANTA COTAS



ALZADO FACHADA LATERAL DERECHA



ALZADO FACHADA LATERAL IZQUIERDA



ALZADO FACHADA FRONTAL

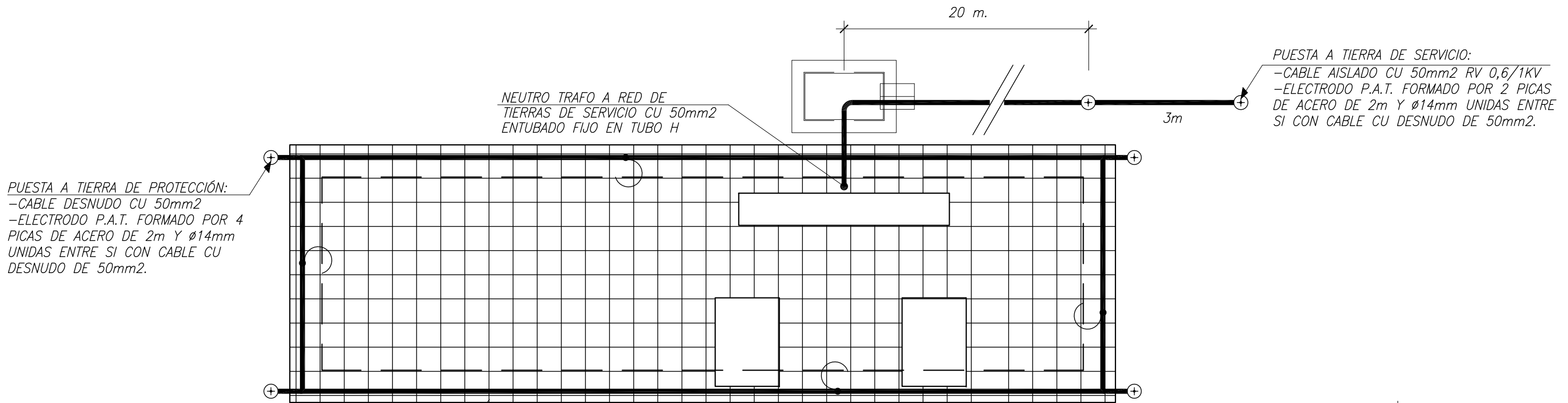
COL. LEGI. OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
 COL. LEGI. OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
 COEIB

sie Enginyers
 C/ Puig de Massanella, 3
 Piso 1º, Puerta 1ª
 07300. Inca
 971 88 32 03
 sie@sie.com.es

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
 ACOTACIONES Y ALZADOS.

Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich. Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v	Plano nº: 06 Escala: 1/50
--	--	------------------------------------

Ingeniero Industrial Col. nº 401 Cristòfol Amengual i Martorell	El Promotor NESDOSUMUN, SL
---	-------------------------------



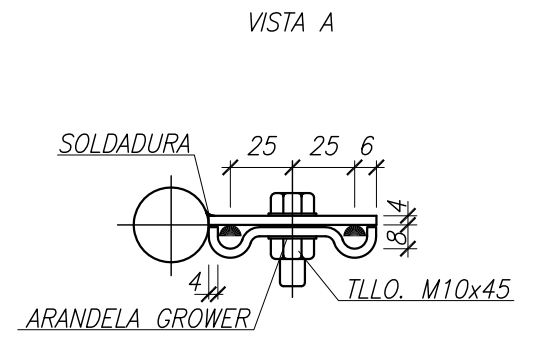
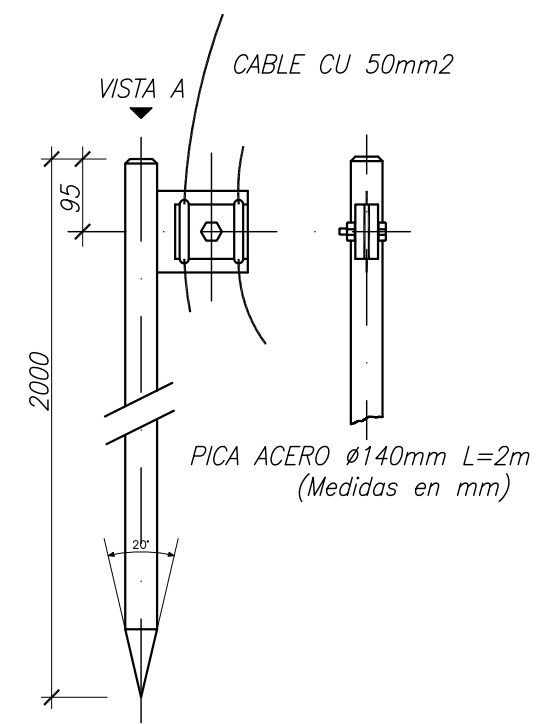
PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN:
 -CABLE DESNUDO CU 50mm²
 -ELECTRODO P.A.T. FORMADO POR 4 PICAS DE ACERO DE 2m Y Ø14mm UNIDAS ENTRE SI CON CABLE CU DESNUDO DE 50mm².

NEUTRO TRAF0 A RED DE TIERRAS DE SERVICIO CU 50mm² ENTUBADO FIJO EN TUBO H

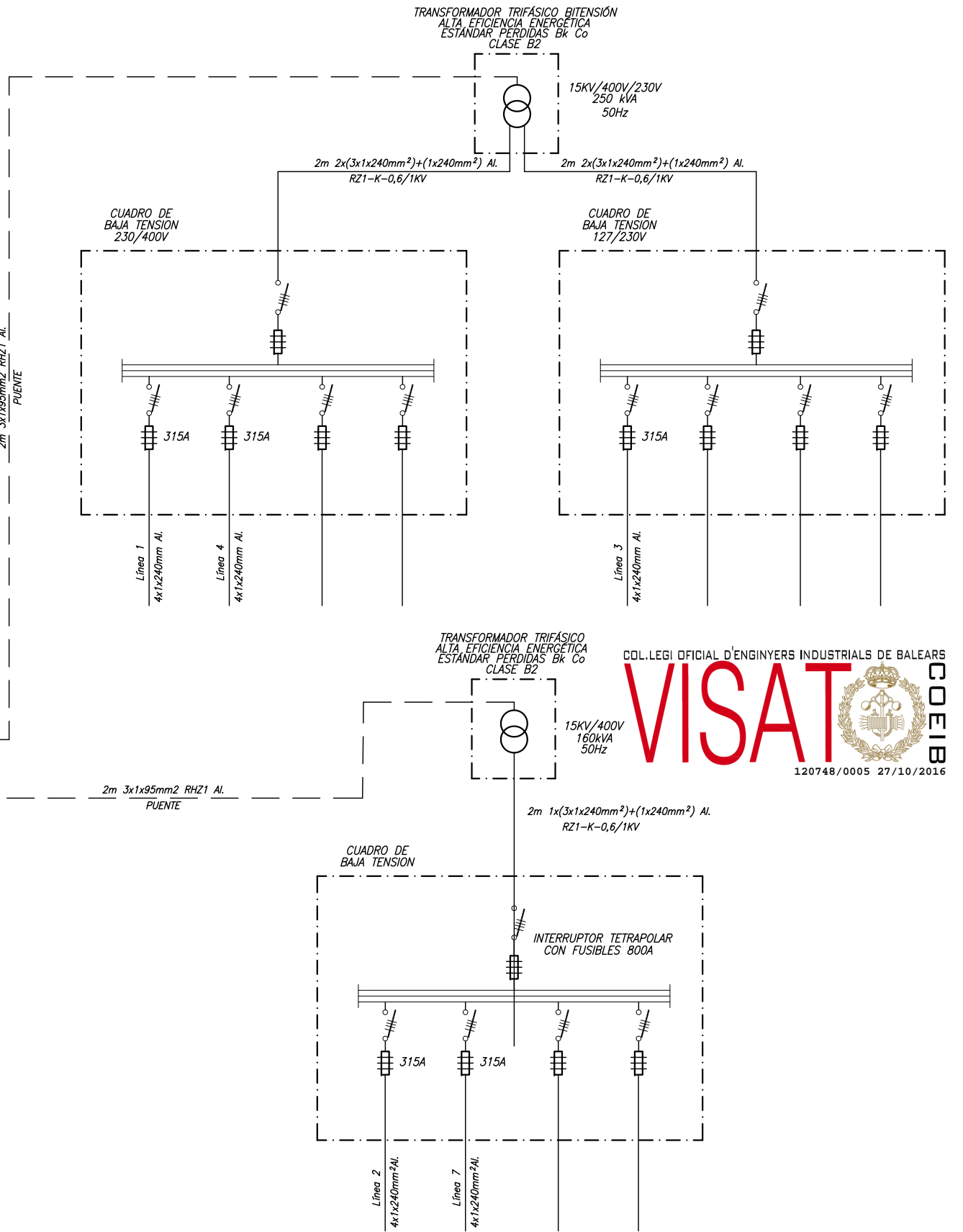
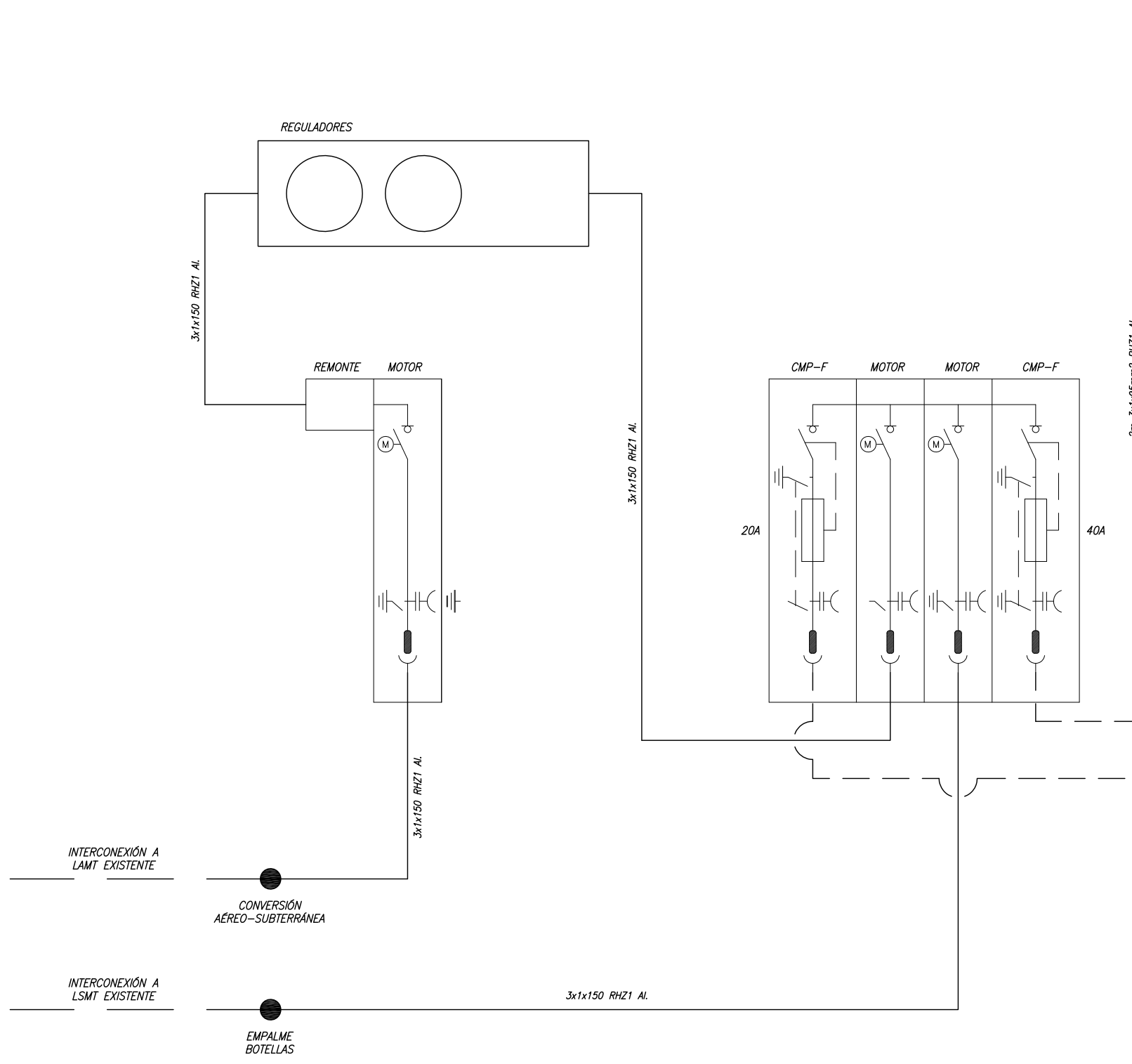
PUESTA A TIERRA DE SERVICIO:
 -CABLE AISLADO CU 50mm² RV 0,6/1KV
 -ELECTRODO P.A.T. FORMADO POR 2 PICAS DE ACERO DE 2m Y Ø14mm UNIDAS ENTRE SI CON CABLE CU DESNUDO DE 50mm².

MALLAZO 30x30/Ø6mm

CONEXIÓN DE MALLAZO CON ELECTRODO MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1º, Puerta 1º 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es	Ingeniero Industrial Col. n° 401 Cristòfol Amengual i Martorell	El Promotor NESDOSUMUN, SL
	DETALLE DE TIERRAS.	Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich. Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v



COL.LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS

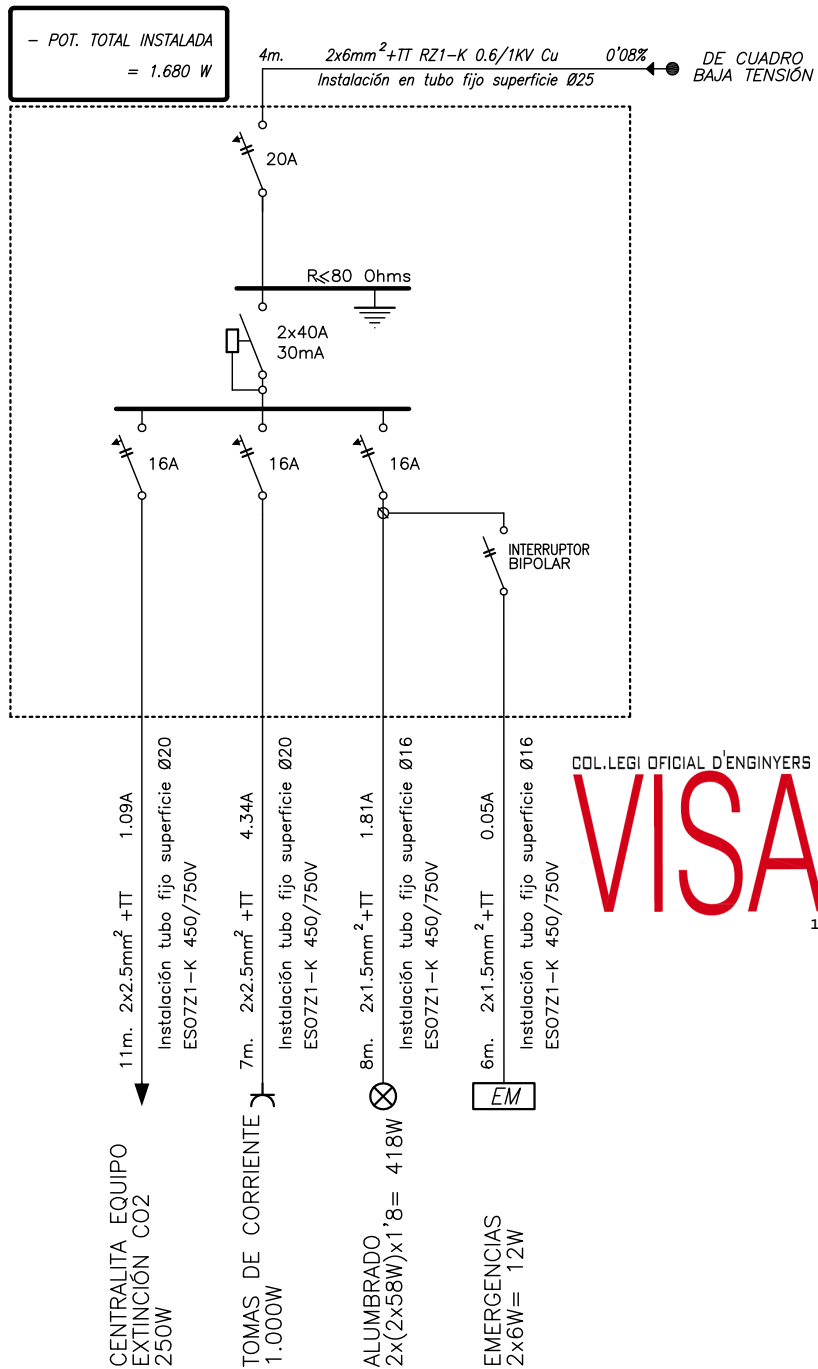
VISAT

COEIB

120748/0005 27/10/2016

	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1º, Puerta 1º 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es	Ingeniero Industrial Col. n° 401 Cristòfol Amengual i Martorell	El Promotor NESDOSUMUN, SL
	ESQUEMA ELÉCTRICO. INSTALACIONES CT MT-BT.	Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich. Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v

CUADRO ELÉCTRICO SALA TRANSFORMADORES



COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
120748/0005 27/10/2016



C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

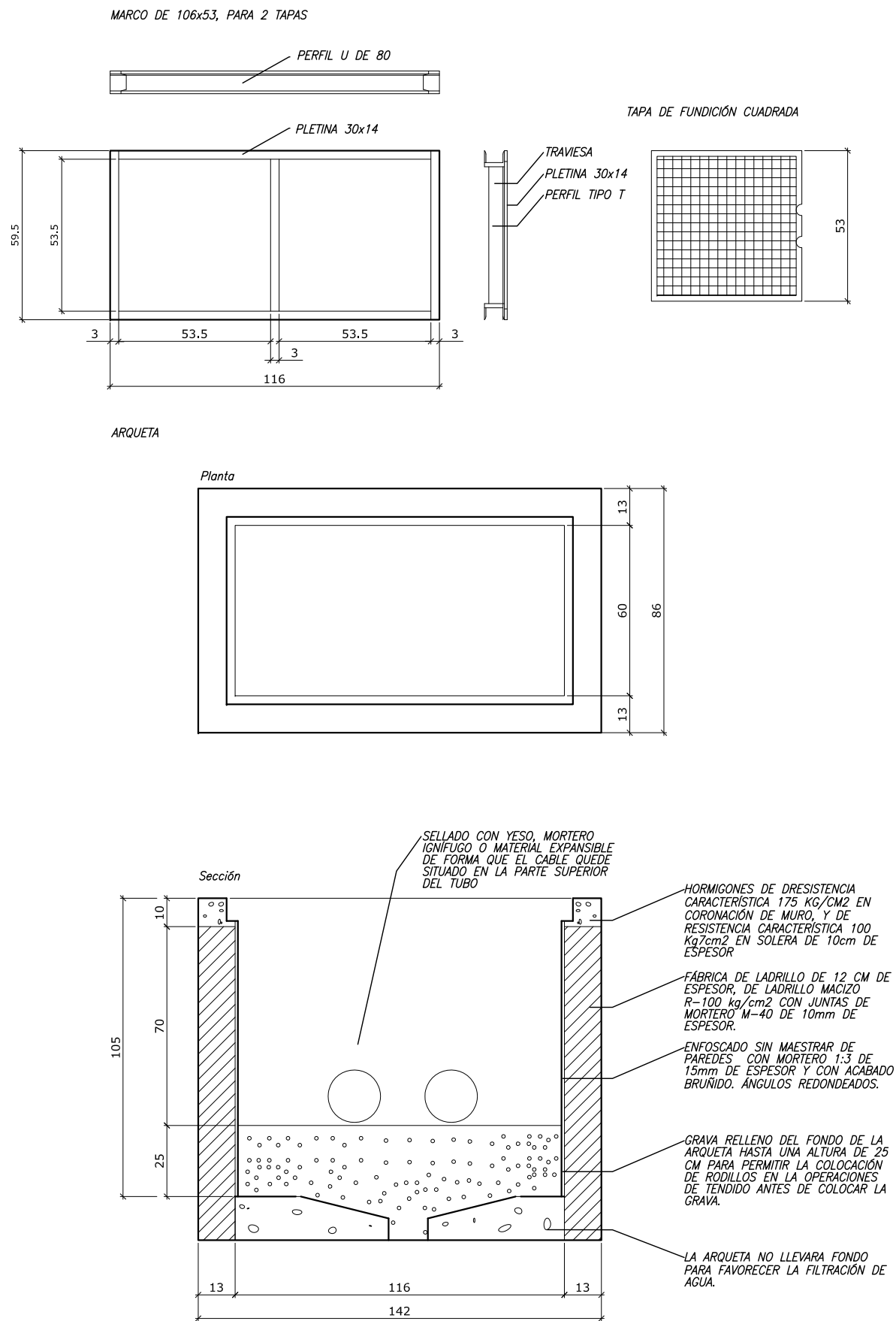
ESQUEMA ELÉCTRICO.
CUADRO ELÉCTRICO SALA.

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

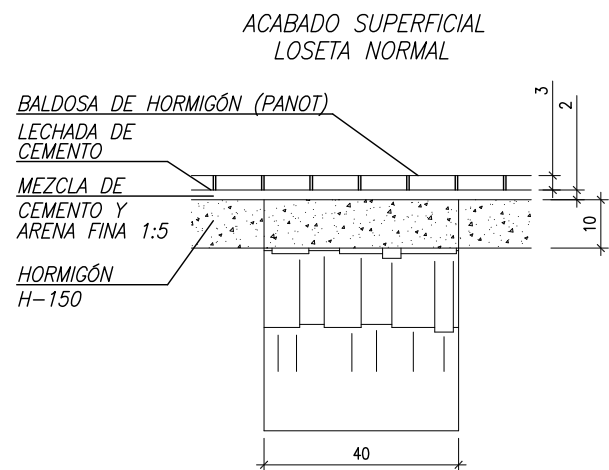
Plano nº:
09
Escala:
S/E

DETALLE ARQUETAS Y MARCOS

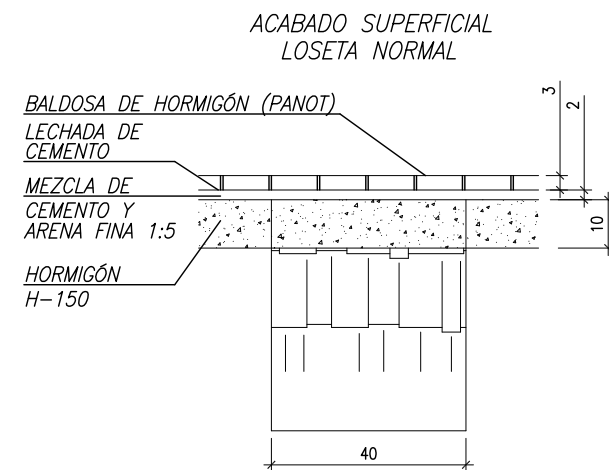


DETALLE ZANJAS

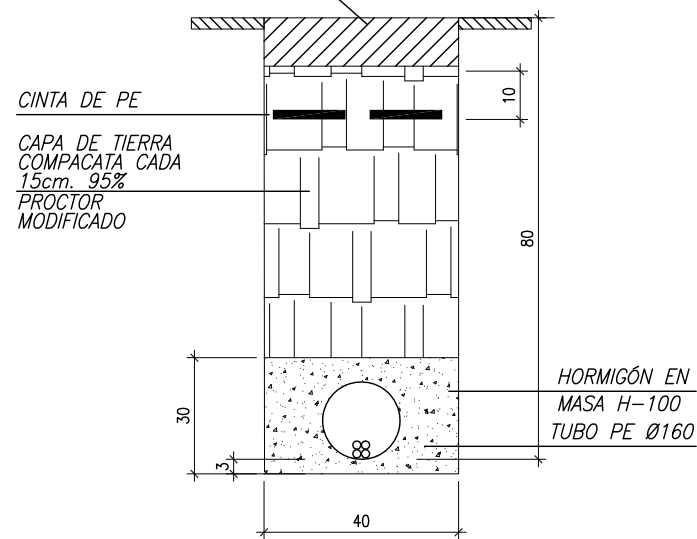
PRISMA 1. 1 CIRCUITO EN ACERA. VADO REFORZADO.



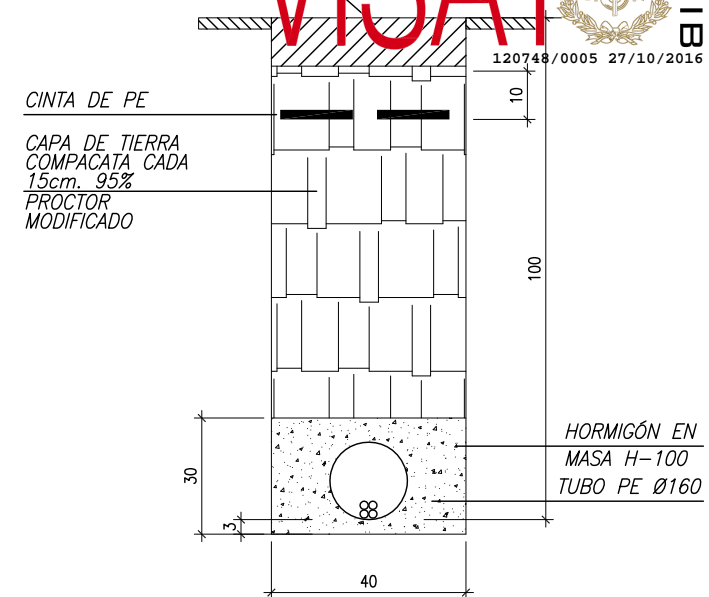
PRISMA 2. 1 CIRCUITO EN CALZADA



VER ACABADOS SUPERFICIALES



VER ACABADOS SUPERFICIALES



COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS

VISAT

COEIB

120748/0005 27/10/2016

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. n° 401

Cristòfol Amengual i Martorell NESDOSUMUN, SL

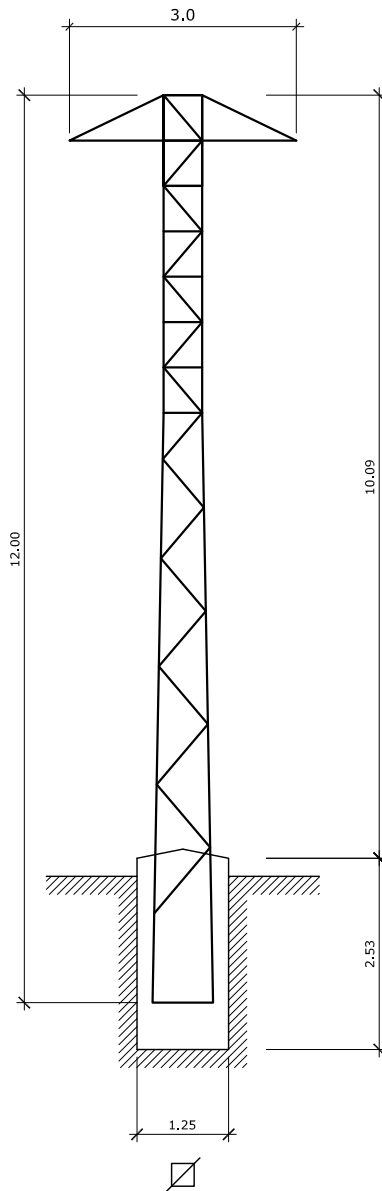
DETALLES ARQUETAS Y ZANJAS.

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano n°:
10
Escala:
1/20

DETALLE TORRE CELOSÍA C-4500-12
ARMADO TRIANGULAR



DETALLE CIMENTACIÓN
1.09x1.09x2.53 metros

COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
COEIB
120748/0005 27/10/2016

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

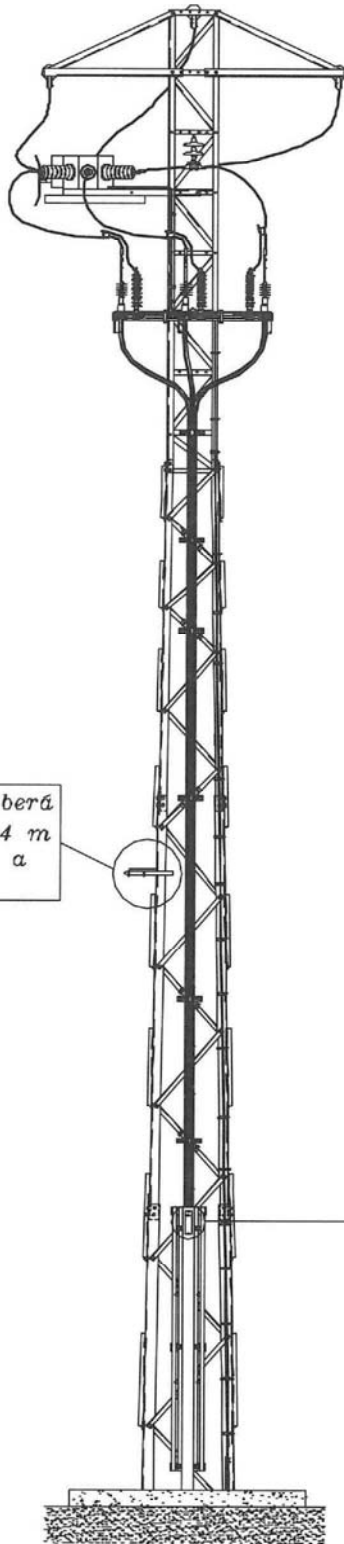
DETALLE TORRE CELOSÍA
C-4500-12

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Baleares)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano nº:
11
Escala:
1/100

VISTA FRONTAL



Nota: El herraje reposapiés deberá colocarse aproximadamente a 4 m de distancia del interruptor y a más de 3 m del suelo.

COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS
VISAT
COEIB
120748/0005 27/10/2016

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

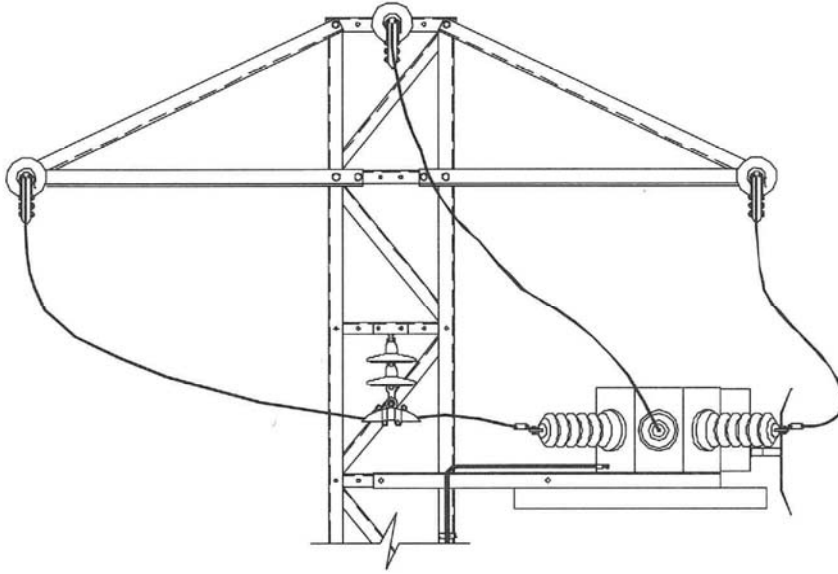
CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRANEO
EN FIN DE LÍNEA.

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

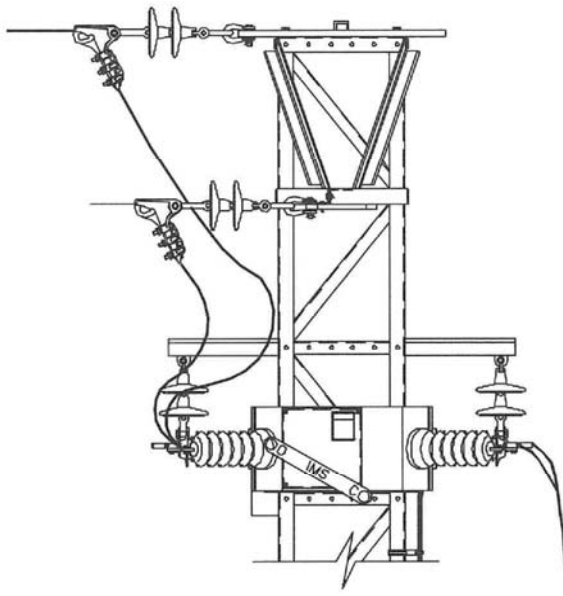
Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano nº:
12
Escala:
S/E

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



COL. LEGI OFICIAL D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE BALEARS

VISAT 

120748/0005 27/10/2016

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRANEO
EN FIN DE LÍNEA. DETALLES.

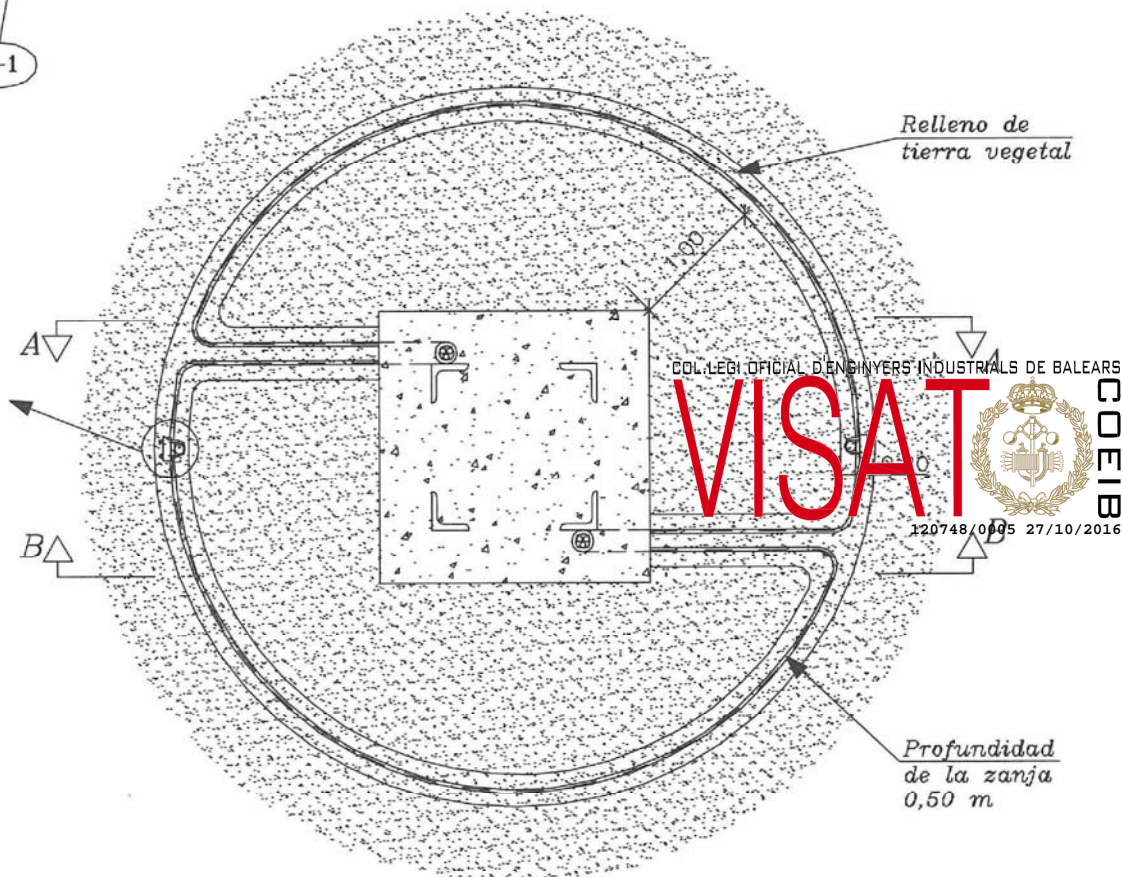
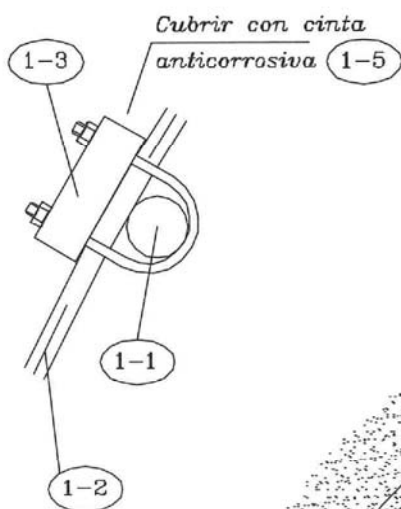
Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano nº:
13
Escala:
S/E

ELECTRODO DIFUSOR

PLANTA



sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

PUESTA A TIERRA APOYO
CELOSIA CON MANIOBRA M.T.

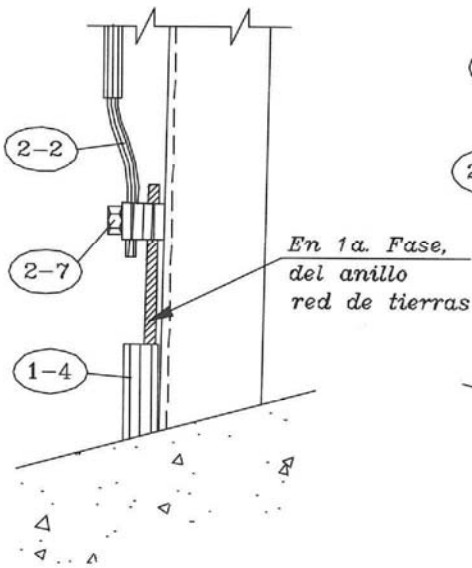
Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

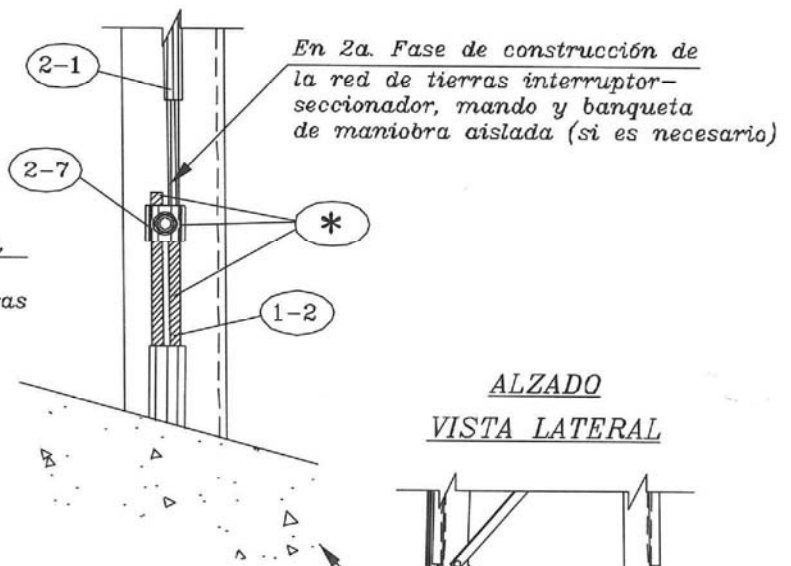
Plano nº:
14
Escala:
S/E

CONEXION ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA EN
APOYO CELOSIA CON APARATO DE MANIOBRA

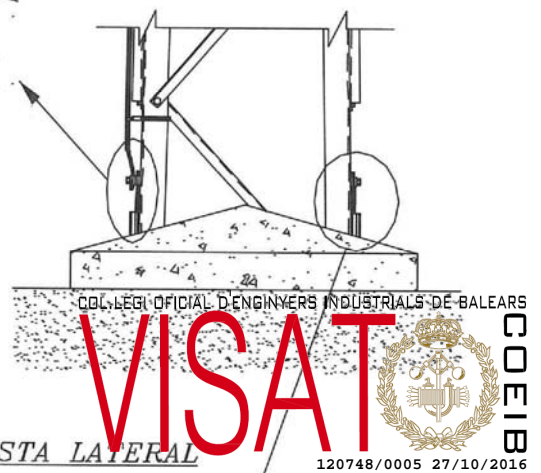
VISTA LATERAL



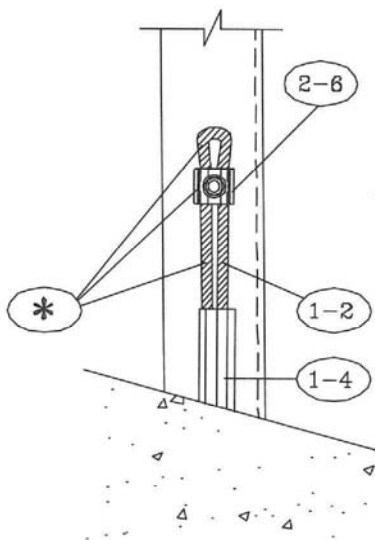
VISTA FRONTAL



ALZADO
VISTA LATERAL

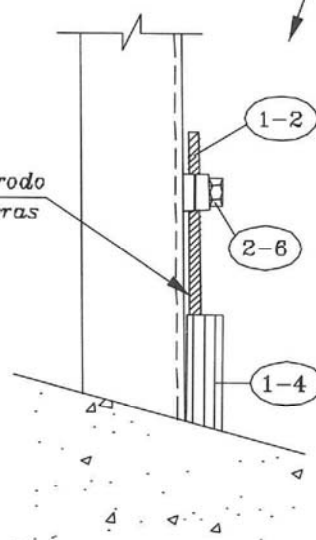


VISTA FRONTAL



En 1a. Fase, del electrodo (anillo) red de tierras

VISTA LATERAL



NOTA: * El conector y el conductor de CU visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable (2-18) y segundo con la cinta adhesiva de PVC (2-15)

sie Engineers

C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Cristòfol Amengual i Martorell

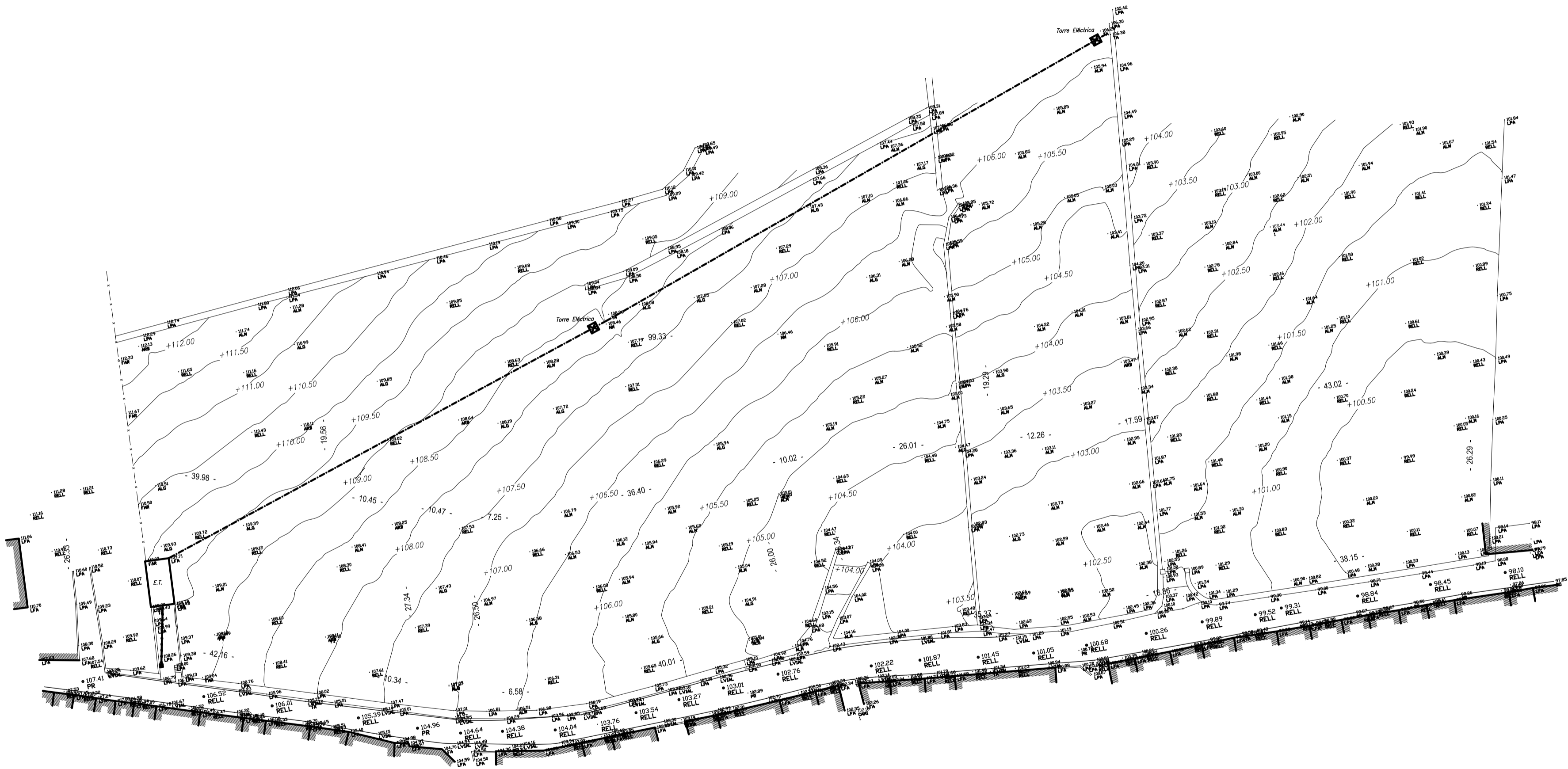
NESDOSUMUN, SL


DETALLE PUESTA A TIERRA APOYO
CELOSIA CON MANIOBRA M.T.

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

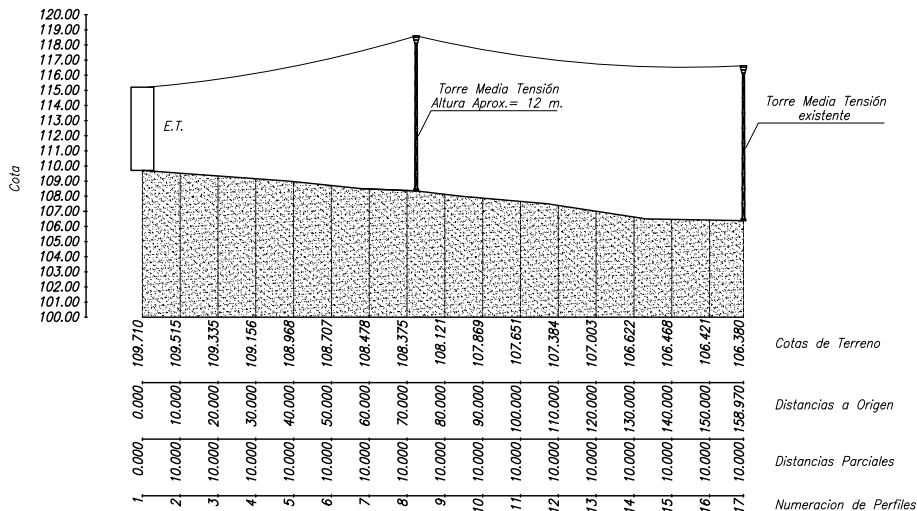
Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano nº:
15
Escala:
S/E

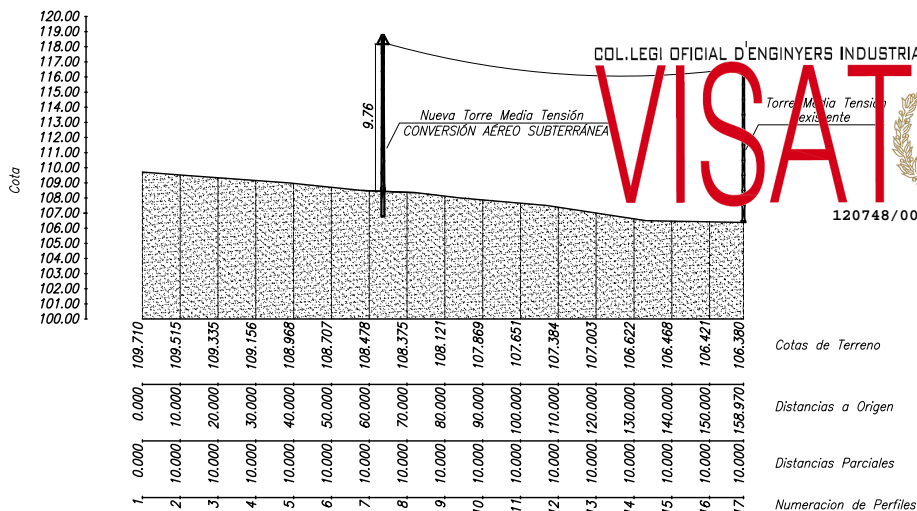


	C/ Puig de Massanella, 3 Piso 1º, Puerta 1º 07300. Inca 971 88 32 03 sie@sie.com.es		Ingeniero Industrial Col. nº 401	El Promotor Cristòfol Amengual i Martorell NESDOSUMUN, SL
	PLANO TOPOGRÀFICO.		Proyecto: Dotación de Media Tensión para dos nuevos viales de la UE-1 en Alaró. C/ Sollerich. Alaró. (Balears)	Fecha: 10/2016 Expediente: P8037m_v6v

SITUACIÓN ACTUAL



SITUACIÓN FUTURA



C/ Puig de Massanella, 3
Piso 1º, Puerta 1º
07300. Inca
971 88 32 03
sie@sie.com.es

Ingeniero Industrial
Col. nº 401

El Promotor

Gristòfol Amengual i Martorell

NESDOSUMUN, SL

PERFILES LÍNEAS MT.

Proyecto:
Dotación de Media Tensión
para dos nuevos viales de la
UE-1 en Alaró.
C/ Sollerich. Alaró. (Balears)

Fecha:
10/2016
Expediente:
P8037m_v6v

Plano nº:
17
Escala:
Horiz. 1/2.000
Vertic. 1/500