



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

---

## 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:

	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CASTILLA-LA MANCHA	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

PROYECTO DE CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN DE 250 kVA  
DEPÓSITO DE REGULACIÓN  
ALDEAMAYOR DE SAN MARTÍN (VALLADOLID)

TITULAR  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALDEAMAYOR DE  
SAN MARTÍN

Antonio Rodríguez Redondo  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO



**Ingenieros A2V, s.l.p.**

C/ Valle de Arán, 9 47010 Valladolid  
Tel.: 983 141 640 Fax: 983 141 601  
info@a2vingenieros.es

## PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVA

### DEPÓSITO DE REGULACIÓN

### ALDEAMAYOR DE SAN MARTÍN (VALLADOLID)

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

## ÍNDICE

7	MEMORIA .....	4
1.1	Resumen de características .....	5
1.1.1	Titular .....	5
1.1.2	Emplazamiento.....	5
1.1.3	Localidad .....	5
1.1.4	Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA .....	5
1.1.5	Tipo de transformador .....	5
1.1.6	Volumen total en litros de dieléctrico.....	5
1.1.7	Presupuesto total.....	5
1.2	Objeto del proyecto.....	6
1.3	Reglamentación y disposiciones oficiales.....	6
1.4	Titular.....	8
1.5	Emplazamiento .....	8
1.6	Características generales del Centro de Transformación.....	8
1.7	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	9
1.8	Descripción de la instalación .....	9
1.8.1	Obra civil.....	9
1.8.1.1	Características de los materiales .....	9
1.8.2	Instalación eléctrica .....	12
1.8.2.1	Características de la red de alimentación .....	12
1.8.2.2	Características de la aparamenta de Media Tensión .....	13
1.8.2.3	Características de la aparamenta de Baja Tensión.....	15
1.8.2.4	Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión .....	16
1.8.2.5	Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión .....	19
1.8.2.6	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión .....	20
1.8.3	Medida de la energía eléctrica .....	21
1.8.4	Relés de protección, automatismos y control .....	21
1.8.5	Puesta a tierra .....	21
1.8.5.1	Tierra de protección .....	21
1.8.5.2	Tierra de servicio.....	22

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID
	FECHA DE VISADO: 23/11/2009
Nº VISADO 200910834	1.8.5 Puesta a tierra
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM	NOMBRE ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

1.8.6	Instalaciones secundarias .....	22
2	CÁLCULOS.....	24
2.1	Intensidad de Media Tensión.....	25
2.2	Intensidad de Baja Tensión .....	25
2.3	Cortocircuitos.....	25
2.3.1	Observaciones.....	25
2.3.2	Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	26
2.3.3	Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	26
2.3.4	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	26
2.4	Dimensionado del embarrado.....	27
2.4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	27
2.4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	27
2.4.3	Comprobación por sollicitación térmica.....	27
2.5	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos .....	27
2.6	Dimensionado de los puentes de MT .....	28
2.7	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	28
2.8	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	29
2.9	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	29
2.9.1	Investigación de las características del suelo.....	29
2.9.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	30
2.9.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	30
2.9.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	30
2.9.5	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	33
2.9.6	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	34
2.9.7	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	34
2.9.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	36

2.9.9	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	37												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nº VISADO 200910834</td> <td style="text-align: center;">ESTADO DE VISADO 23/11/2009</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">VISADO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">COLEGIADO/A Nº:</td> <td style="text-align: center;">NOMBRE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15612 COIIM</td> <td style="text-align: center;">ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO</td> </tr> </table>				COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID	Nº VISADO 200910834	ESTADO DE VISADO 23/11/2009	VISADO		DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE	15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO
	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID													
Nº VISADO 200910834	ESTADO DE VISADO 23/11/2009													
VISADO														
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA														
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE													
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO													
3.1	Calidad de los materiales.....	39												
3.1.1	Obra civil.....	39												
3.1.2	Aparataje de Media Tensión.....	39												

3.1.3	Transformadores de potencia.....	39
3.1.4	Equipos de medida.....	40
3.2	Normas de ejecución de las instalaciones.....	41
3.3	Pruebas reglamentarias.....	41
3.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	41
3.5	Certificados y documentación.....	42
3.6	Libro de órdenes.....	42
4	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.....	43
4.1	Objeto.....	44
4.2	Características de la obra.....	44
4.2.1	Suministro de energía eléctrica.....	44
4.2.2	Suministro de agua potable.....	44
4.2.3	Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.....	44
4.2.4	Interferencias y servicios afectados.....	44
4.3	Memoria.....	45
4.3.1	Obra civil.....	45
4.3.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones.....	45
4.3.1.2	Estructura.....	46
4.3.1.3	Cerramientos.....	47
4.3.1.4	Albañilería.....	47
4.3.2	Montaje.....	48
4.3.2.1	Colocación de soportes y embarrados.....	48
4.3.2.2	Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.....	48
4.3.2.3	Operaciones de puesta en tensión.....	49
4.4	Aspectos generales.....	50
4.4.1	Botiquín de obra.....	50
4.5	Normativa aplicable.....	50
4.5.1	Normas oficiales.....	50

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID
	N° VISADO 200910834 PRESUPUESTO 23/11/2009
6 PLANOS	VISADO
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A N°:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO
Ingenieros A2V S.L.P	
<a href="http://www.a2vingenieros.es">www.a2vingenieros.es</a>	

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# 1 MEMORIA

## 1.1 Resumen de características

### 1.1.1 Titular

Este Centro es propiedad del Excmo. Ayto. de Aldeamayor de San Martín.

### Autor del Proyecto

El autor del Presente Proyecto es:

Antonio Rodríguez Redondo. Ingeniero Industrial

Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

C/ Valle de Arán, 9

47010 Valladolid

### 1.1.2 Emplazamiento

El centro se halla ubicado en la Parcela 37 del Polígono 6 del Término Municipal de Aldeamayor de San Martín (Valladolid), propiedad del Excmo. Ayto. de Aldeamayor de San Martín

### 1.1.3 Localidad

El Centro se halla ubicado Aldeamayor de San Martín (Valladolid).

### 1.1.4 Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA

- Potencia del transformador 1: 250 kVA

### 1.1.5 Tipo de transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite

### 1.1.6 Volumen total en litros de dieléctrico

- Volumen de dieléctrico

transformador 1: 240 l

Volumen total de dieléctrico: 240 l

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	<b>Presupuesto total</b> 23/11/2009
• Presupuesto total: 42.037,00.- €	
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

## 1.2 Objeto del proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un Centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

## 1.3 Reglamentación y disposiciones oficiales

### Normas generales:

- **Reglamento de L.A.A.T.** Aprobado por Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre, B.O.E. de 27-12-68.
- **Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.
- **Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión** aprobado por Decreto de 28/11/68.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.** B.O.E. 25-10-84.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación,** Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.** Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT.** Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.
- **Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias.** Hasta el 10 de Marzo de 2000.
- **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. 31-12-94.
- **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 de Regulación del Sector Eléctrico**, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- 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 61330** **UNE-EN 61330**  
Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**  
Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**  
Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

- **CEI 60694** **UNE-EN 60694**  
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**  
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- **CEI 60298** **UNE-EN 60298**  
Aparamenta bajo envoltente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- **CEI 60129** **UNE-EN 60129**  
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALLADOLID</b>
	<b>CEI 60129</b> <b>UNE-EN 60129</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº: RUI 6407B</b>	
15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	



- 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

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 240 V, con una potencia máxima simultánea de 175 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

## 1.8 Descripción de la instalación

### 1.8.1 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.

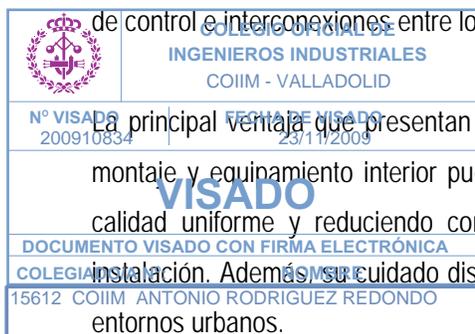
#### 1.8.1.1 Características de los materiales

Edificio de Transformación: *PFU-5/20*

#### - Descripción

Los Centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparataje de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.



#### - Envolverte

La envolverte de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolverte.

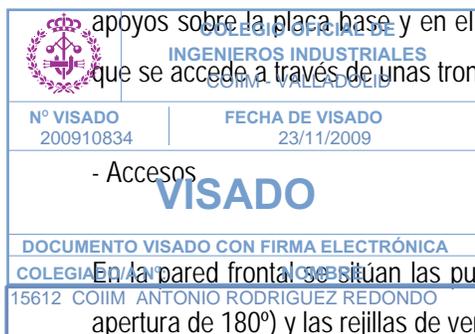
Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### - Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.



#### - Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### - Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### - Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

#### - Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Varios</b>	
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.</b>	
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características detalladas

Nº de transformadores: 1

Nº reserva de celdas: 3

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 6080 mm

Fondo: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Altura vista: 2585 mm

Peso: 17000 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 5900 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 6880 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID</b>
	<b>1.8.2 Instalación eléctrica</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>1.8.2.1 Características de la red de alimentación</b>	
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIALES/FCO: COIIM</b>	
<b>15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO</b>	

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 13,2 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 15,3 kA eficaces.

#### 1.8.2.2 Características de la aparamenta de Media Tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: *CGMcosmos*

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

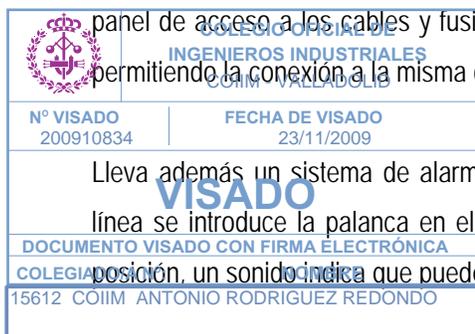
Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, 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.



- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID	
	Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE	
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

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.

#### 1.8.2.3 Características de la aparamenta de Baja Tensión

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

Elementos de salida en BT.

Cuadros de BT especiales para esta aplicación, con un interruptor de corte en carga cuyas características descriptivas se detallan más adelante.

#### 1.8.2.4 Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

##### Entrada / Salida 1: *CGMcosmos-RB Pat Celda remonte con barras/Pat*

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

La celda CGMcosmos-RB de remonte está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y un seccionador de puesta a tierra del embarrado principal. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, 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

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 100 kg

Protección General: *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 un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, 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: 3x25 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

- 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

	INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID
	COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
Medida: <i>CGMcosmos-M Medida</i>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIA Nº: 15612	
15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

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

La celda CGMcosmos-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

\* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 13200/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible

en permanencia: 1,2 Un en permanencia y ,9 Un durante 8 horas

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
Nº VISADO 200910334	FECHA DE VISADO 23/11/2009
Medida Potencia: 50 VA Clase de precisión: 0,5	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

\* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 5 - 10/5 A  
Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)  
Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

Potencia: 15 VA  
Clase de precisión: 0,5 s

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 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

1.8.2.5 Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparata 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.

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

El cuadro tiene las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 400 A.  
4 Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A.  
Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.  
Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.

Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.

Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

#### Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- 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
- Dimensiones:
  - Altura: 360 mm
  - Anchura: 265 mm
  - Fondo: 730 mm

#### 1.8.2.6 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 aparamenta.

- Interconexiones de MT:

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

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

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

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

### 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 2xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

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.

### 1.8.3 Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

### 1.8.4 Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

### 1.8.5 Puesta a tierra

#### 1.8.5.1 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 edificio (si éste es



prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### 1.8.5.2 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.

#### 1.8.6 Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

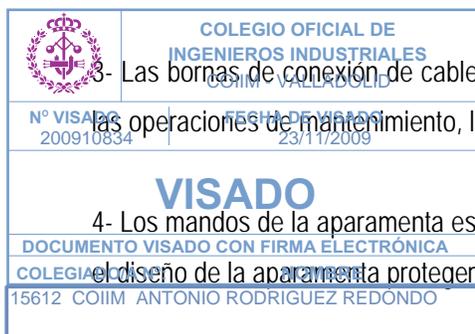
Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

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 aparatenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatenta 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.

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009  
El Ingeniero Industrial

Antonio Rodríguez Redondo  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

## 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 13,2 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

- $I_p = 10,9$  A

## 2.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor  $I_s = 343,7$  A.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALLADOLID</b>
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>2.3 Cortocircuitos</b>	
<b>2.3.1 Observaciones</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALLADOLID	
15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

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 13,2 kV, la intensidad de cortocircuito es :  $I_{ccp} = 15,3$  kA

### 2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia 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:

$I_{ccs} = 8,6$  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.

### 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:  $I_{cc}(din) = 38,3 \text{ kA}$

### 2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatamenta 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:

$$I_{cc}(ter) = 15,3 \text{ kA.}$$

## 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.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
	Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.		
<b>VISADO</b>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE	
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

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 25 A.

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

## 2.6 Dimensionado de los puentes de MT

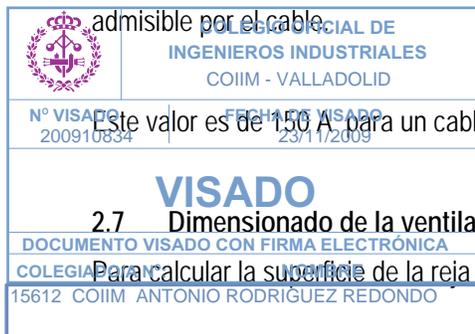
Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 10,9 A que es inferior al valor máximo

admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> 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 [kW]

$W_{fe}$ : pérdidas en el hierro del transformador [kW]

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]

$\Delta T$ : aumento de temperatura del aire [°C]

Sr: superficie mínima de las rejillas de entrada [m<sup>2</sup>]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

## 2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

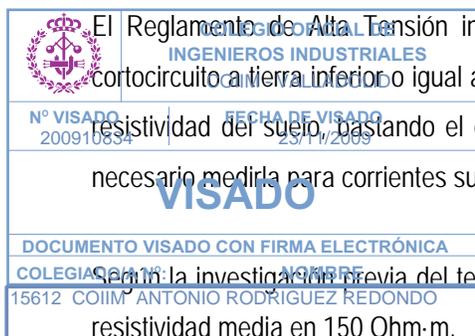
Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## 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, rigidamente 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.

## 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:

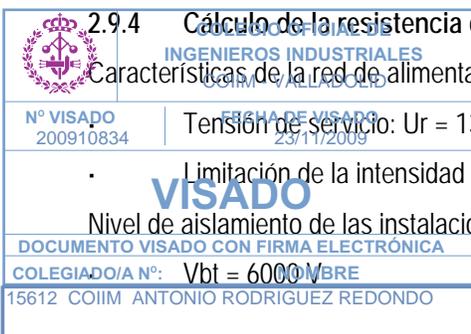
Nº VISADO  
200910834

Tensión de servicio:  $U_r = 13,2 \text{ kV}$

- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 1000 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 6000 \text{ V}$



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:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$ : limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

$I_d$ : intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:  $I_d = 1000 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:  $R_t = 6 \text{ Ohm}$

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:

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

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALLADOLID	
	N° VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A N°:	NOMBRE	
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

donde:

- $R_t$ : Resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $R_0$ : Resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $K_r$ : Coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:  $K_r \leq 0,04$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-35/8/88
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x3.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Número de picas: ocho
- Longitud de las picas: 8 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,04$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0054$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0117$

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.

	<b>INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

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 el Centro de Transformación:  $R'_t = 6$  Ohm

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):  $I'_d = 1000$  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 el Centro de Transformación:  $V'_d = 6000$  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 el Centro de Transformación:  $V'_c = 1755$  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:  $V'_p = 810$  V en el Centro de Transformación

### 2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN</b>
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 29/11/2009
Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a: $t = 0,7$ seg	
• $K = 72$ <b>VISADO</b>	
• $n = 1$	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

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<sub>o</sub>: Resistividad del terreno en [Ohm·m]

V<sub>p</sub>: Tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso: V<sub>p</sub> = 1954,29 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<sub>o</sub>: Resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'<sub>o</sub>: Resistividad del hormigón en [Ohm·m]

V<sub>p(acc)</sub>: Tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso: V<sub>p(acc)</sub> = 10748,57 V

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro: V'<sub>p</sub> = 810 V < V<sub>p</sub> = 1954,29 V



Tensión de paso en el acceso al centro:  $V'p(acc) = 1755 \text{ V} < Vp(acc) = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:  $V'd = 6000 \text{ V} < Vbt = 6000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:  $Ia = 50 \text{ A} < Id = 1000 \text{ A} < Idm = 1000 \text{ A}$

## 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 1000V.

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

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$ : Resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'_d$ : Intensidad de defecto [A]

D: Distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:  $D = 23,87 \text{ m}$

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:

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM VALLADOLID
Nº VISADO: 200910634	FECHA DE VISADO: 23/11/2009
Geometría: Picas alineadas	
Número de picas: 2 (dos)	
Longitud entre picas: 2 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 "K<sub>r</sub>" 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.

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009

El Ingeniero Industrial

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

Antonio Rodríguez Redondo  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

### 3 PLIEGO DE CONDICIONES

### 3.1 Calidad de los materiales

#### 3.1.1 Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) 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 Aparata 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 aparata 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 aparata previamente existente en el centro.

#### 3.1.3 Transformadores de potencia

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

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- 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 aparamenta 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 apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### 3.2 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.

### 3.3 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.

### 3.4 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.

### 3.5 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público 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.

### 3.6 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.

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009

El Ingeniero Industrial

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

Antonio Rodríguez Redondo  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

## 4 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

#### 4.1 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.

#### 4.2 Características de la obra

##### Descripción de la obra y situación

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

##### 4.2.1 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

##### 4.2.2 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.

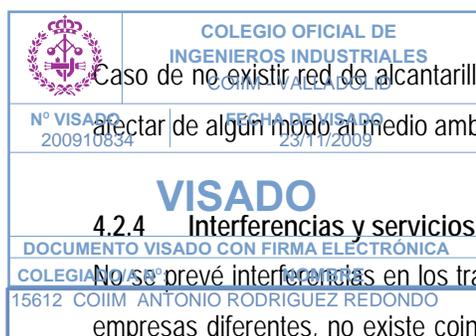
##### 4.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

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.

##### 4.2.4 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.

### 4.3 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.

#### 4.3.1 Obra civil

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

##### 4.3.1.1 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.
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
• Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.	
• Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

- 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.

#### 4.3.1.2 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.
- Electrocuciiones 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.
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
• 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.	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM	NOMBRE ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

- 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.

#### 4.3.1.3 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.

#### 4.3.1.4 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 cortafíos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

	INGENIEROS INDUSTRIALES COLEGIO DE VALLADOLID
	Nº VISADO 200910834
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

##### 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.

#### 4.3.2 Montaje

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

##### 4.3.2.1 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.

	<b>COLECCIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COLEGIADO DE INGENIEROS INDUSTRIALES
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
4.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.	
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
COLEGIADO DE INGENIEROS INDUSTRIALES	
15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

###### 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.

4.3.2.3 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.
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
ELEMENTOS VISADOS Elementos candentes.	
<b>VISADO</b>	
b) Medidas de prevención	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	• 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.

#### 4.4 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.

##### 4.4.1 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.

#### 4.5 Normativa aplicable

##### 4.5.1 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

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COM. VALLADOLID
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
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.	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	
R.D. Señalización de Seguridad.	
• O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.	

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009  
El Ingeniero Industrial

Antonio Rodríguez Redondo  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

## 5 PRESUPUESTO

# LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
P0101011	1,000 u	Edificio prefabricado PFU 5/20	11.501,00	11.501,00
P0102011	1,000 u	Entrada/Salida 1: CGMcosmos RB(pat)-24	2.105,00	2.105,00
P010202	1,000 u	Protección general: P-24	3.483,00	3.483,00
P010203	1,000 u	Cables unipolares de conexión	845,00	845,00
P010205	1,000 u	Medida: CGMcosmos M-24	4.390,00	4.390,00
P0103011	1,000 u	Transformador de aceite de 24 kV	9.155,00	9.155,00
P0104011	1,000 u	Cuadros BT-BS Transformador	629,00	629,00
P010402	1,000 u	Equipo de medida	2.556,00	2.556,00
P0104021	1,000 u	Puentes BT-B2 Transformador	902,00	902,00
P0105011	1,000 u	Tierra exterior de protección del transformador	2.026,00	2.026,00
P0105021	1,000 u	Tierra exterior de servicio del transformador	631,00	631,00
P010503	1,000 u	Tierra interior. Protección edificio	915,00	915,00
P010504	1,000 u	Tierra interior. Servicio del edificio	915,00	915,00
P010601	1,000 u	Defensa del transformador. Protección metálica	283,00	283,00
P010602	1,000 u	Iluminación edificio transformador	1.016,00	1.016,00
P010603	1,000 u	Equipo de seguridad y maniobra	685,00	685,00
			<b>Grupo P01.....</b>	<b>42.037,00</b>

## Resumen

Mano de obra.....	0,00
Materiales.....	42.037,00
Maquinaria.....	0,00
Otros.....	0,00
<b>TOTAL.....</b>	<b>42.037,00</b>

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
	<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<h1>VISADO</h1>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>		<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM		ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVA ORMAZABAL</b>						
<b>01.01</b>		<b>u</b>	<b>Obra civil</b>			
			Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.			
P0101011	1,000	u	Edificio prefabricado PFU 5/20	11.501,00	11.501,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>11.501,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL QUINIENTOS UN EUROS

<b>01.02</b>		<b>u</b>	<b>Equipos de MT</b>			
			Entrada/salida 1: CGMcosmos RB(pat)-24: Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Se incluyen el montaje y conexión.			
			Protección General CGMcosmos P-24: Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
			Medida: CGMcosmos M-24 Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm  Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.  Se incluyen el montaje y conexión.			
			Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK.  Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa			
P0102011	1,000	u	Entrada/Salida 1: CGMcosmos RB(pat)-24	2.105,00	2.105,00	
P010202	1,000	u	Protección general: P-24	3.483,00	3.483,00	
P010205	1,000	u	Medida: CGMcosmos M-24	4.390,00	4.390,00	
P010203	1,000	u	Cables unipolares de conexión	845,00	845,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>10.823,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS

<b>01.03</b>		<b>u</b>	<b>Equipos de potencia</b>			
			Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%.			
P0103011	1,000	u	Transformador de aceite de 24 kV	9.155,00	9.155,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>9.155,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS

	Nº Colegiado: 200910834 Fecha: 23/11/2009
	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.04		u	<b>Equipos de BT</b> Cuadros de BT-B2 Transformador 1: Interruptor en carga+fusibles: Cuadro BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Interruptor manual de corte en carga de 400 A.</li> <li>· Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas</li> <li>· Tensión nominal: 440 V</li> <li>· Aislamiento: 10 kV</li> <li>· Dimensiones: Alto: 730 mm Ancho: 360 mm Fondo: 265 mm</li> </ul> Puentes BT-B2 Transformador 1: Puentes BT-B2 Transformador : 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 + 1x neutro de 2,5 m de longitud.  Equipo de medida de energía: Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.  Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa.			
P0104011	1,000	u	Cuadros BT-BS Transformador	629,00	629,00	
P0104021	1,000	u	Puentes BT-B2 Transformador	902,00	902,00	
P010402	1,000	u	Equipo de medida	2.556,00	2.556,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>4.087,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL OCHENTA Y SIETE EUROS

## 01.05 u Sistema de tierras

Tierras exteriores protección del transformador: Anillo Rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m

Tierras exteriores de servicio del transformador. Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Tierras Interiores protección transformación. Instalación interior de tierras: Instalación de la puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Tierras interiores servicio del transformador. Instalación interior de tierras: Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Se instalará este material o equivalente aprobado por la Dirección Facultativa.

P0105011	1,000	u	Tierra exterior de protección del transformador	2.026,00	2.026,00	
P0105021	1,000	u	Tierra exterior de servicio del transformador	631,00	631,00	
P010503	1,000	u	Tierra interior. Protección edificio	915,00	915,00	
P010504	1,000	u	Tierra interior. Servicio del edificio	915,00	915,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>4.487,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS

<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CÁDIZ</b>	
Nº 200910834	FECHA VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE	
01.06		u	<b>Varios</b> Defensa del transformador. Protección física del transformador: Protección metálica para defensa del transformador  Iluminación del edificio de transformación: Equipo de iluminación: Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.  Maniobra de transformación. equipo de seguridad y maniobra: Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes de amianto Extintor de eficacia 89B Una palanca de accionamiento Armario de primeros auxilios  Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa				
P010601	1,000	u	Defensa del transformador. Protección metálica	283,00	283,00		
P010602	1,000	u	Iluminación edificio transformador	1.016,00	1.016,00		
P010603	1,000	u	Equipo de seguridad y maniobra	685,00	685,00		
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>1.984,00</b>	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
	<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>		
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>		
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>		<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM		ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 kVA ORMAZABAL</b>									
01.01	<p><b>u Obra civil</b></p> <p>Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.</p>	1				1,00			
							1,00	11.501,00	11.501,00
01.02	<p><b>u Equipos de MT</b></p> <p>Entrada/salida 1: CGMcosmos RB(pat)-24: Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p> <p>Protección General CGMcosmos P-24: Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p> <p>Medida: CGMcosmos M-24 Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm</p> <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK.</p> <p>Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa</p>	1				1,00			
							1,00	10.823,00	10.823,00

**01.03 u Equipos de potencia**

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/- 5% , +/- 2,5% .

 <p><b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID</p>	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

1

1,00

1,00

9.155,00

9.155,00

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

## Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04	<p><b>u Equipos de BT</b></p> <p>Cuadros de BT-B2 Transformador 1: Interruptor en carga+fusibles: Cuadro BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Interruptor manual de corte en carga de 400 A.</li> <li>· Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas</li> <li>· Tensión nominal: 440 V</li> <li>· Aislamiento: 10 kV</li> <li>· Dimensiones: Alto: 730 mm Ancho: 360 mm Fondo: 265 mm</li> </ul> <p>Puentes BT-B2 Transformador 1: Puentes BT-B2 Transformador : 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 de 2,5 m de longitud.</p> <p>Equipo de medida de energía: Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.</p> <p>Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa.</p>	1					1,00		
							1,00	4.087,00	4.087,00

## 01.05 u Sistema de tierras

Tierras exteriores protección del transformador: Anillo Rectangular. Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 8.0x3.0 m

Tierras exteriores de servicio del transformador. Picas alineadas. Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

Tierras Interiores protección transformación. Instalación interior de tierras: Instalación de la puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparatos de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Tierras interiores servicio del transformador. Instalación interior de tierras: Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Se instalará este material o equivalente aprobado por la Dirección Facultativa.

 <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</p>	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

1

1,00

1,00 4.487,00 4.487,00

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Centro de Transformación de 250 kVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06	<p>u Varios</p> <p>Defensa del transformador. Protección física del transformador: Protección metálica para defensa del transformador</p> <p>Iluminación del edificio de transformación: Equipo de iluminación: Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.</p> <p>Maniobra de transformación. equipo de seguridad y maniobra: Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Banquillo aislante</li> <li>Par de guantes de amianto</li> <li>Extinguidor de eficacia 89B</li> <li>Una palanca de accionamiento</li> <li>Armario de primeros auxilios</li> </ul> <p>Se instalará este material o equivalente aprobado por Dirección Facultativa</p>	1					1,00	1.984,00	1.984,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 kVA ORMAZABAL.....</b>									<b>42.037,00</b>
<b>TOTAL.....</b>									<b>42.037,00</b>

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
	N° VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<h2>VISADO</h2>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A N°:		NOMBRE
15612 COIIM		ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

Centro de Transformación de 250 kVA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 kVA ORMAZABAL .....	42.037,00	100,00
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>42.037,00</b>	
	13,00 % Gastos generales .....	5.464,81	
	6,00 % Beneficio industrial .....	2.522,22	
	SUMA DE G.G. y B.I.	7.987,03	
	16,00 % I.V.A.....	8.003,84	
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>58.027,87</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>58.027,87</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CINCUENTA Y OCHO MIL VEINTISIETE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009

El Ingeniero Industrial

Antonio Rodríguez Redondo

Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b>	
	COIIM - VALLADOLID	
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009	
<b>VISADO</b>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>	
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

## 6 PLANOS

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID</b>
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
<b>DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA</b>	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

Se adjuntan a este proyecto los siguientes planos, indicando su nombre y contenido:

Plano 01: Situación y emplazamiento del Centro de Transformación.

Plano 02: Centro de transformación (alzado, planta).

Plano 03: Red de tierras.

Plano 04: Esquema unifilar.

Aldeamayor de San Martín, noviembre de 2009

El ingeniero Industrial

Antonio Rodríguez Redondo  
Colegiado nº 15612 del C.O.I.I.M.

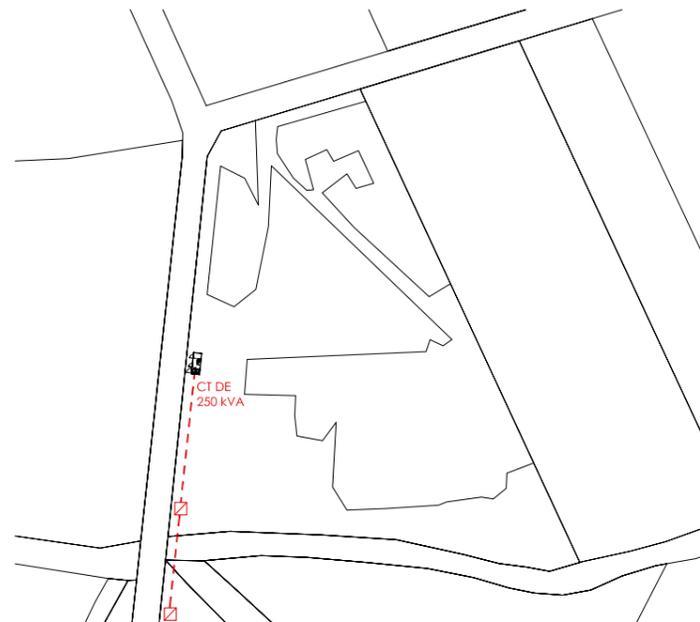
	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID
<b>Nº VISADO</b> 200910834	<b>FECHA DE VISADO</b> 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
<b>COLEGIADO/A Nº:</b>	<b>NOMBRE</b>
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO



PLANO DE SITUACIÓN e. 1:15000



ORTOFOTO e. 1:5000

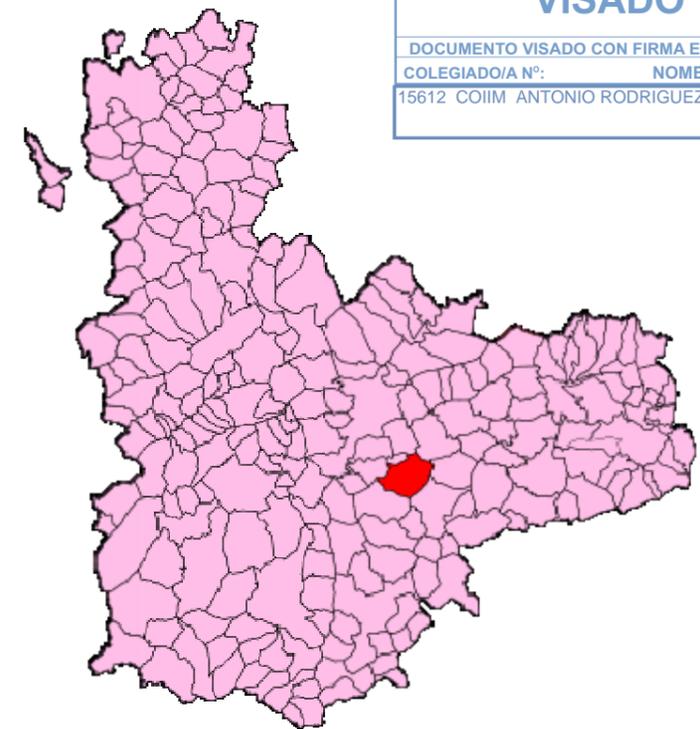


EMPLAZAMIENTO e. 1:2000



PROVINCIA DE VALLADOLID

	<b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
	Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<h2>VISADO</h2>		
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA		
COLEGIADO/A Nº: 15612 COIIM	NOMBRE ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO	

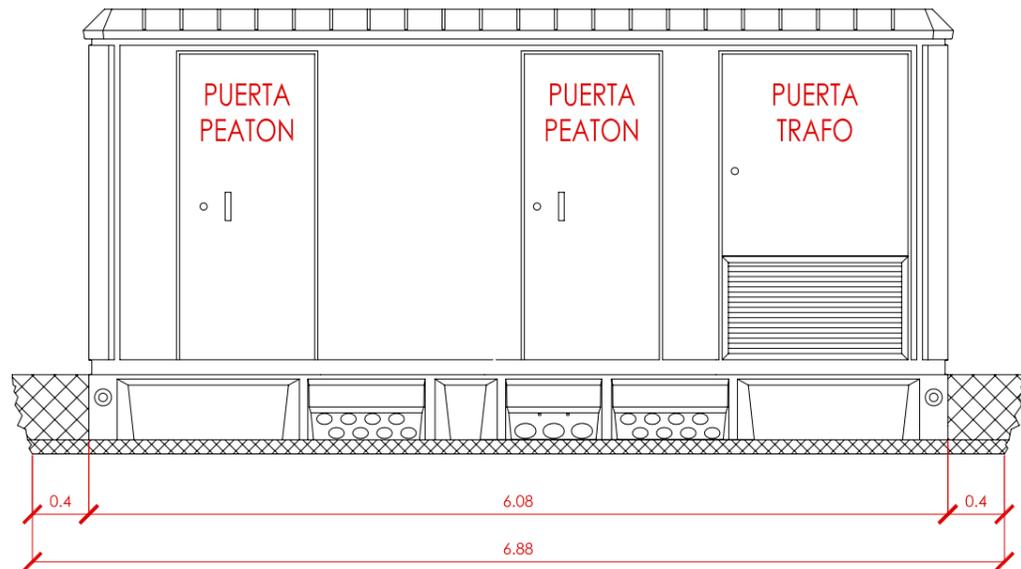


TERMINO MUNICIPAL DE ALDEAMAYOR DE SAN MARTÍN

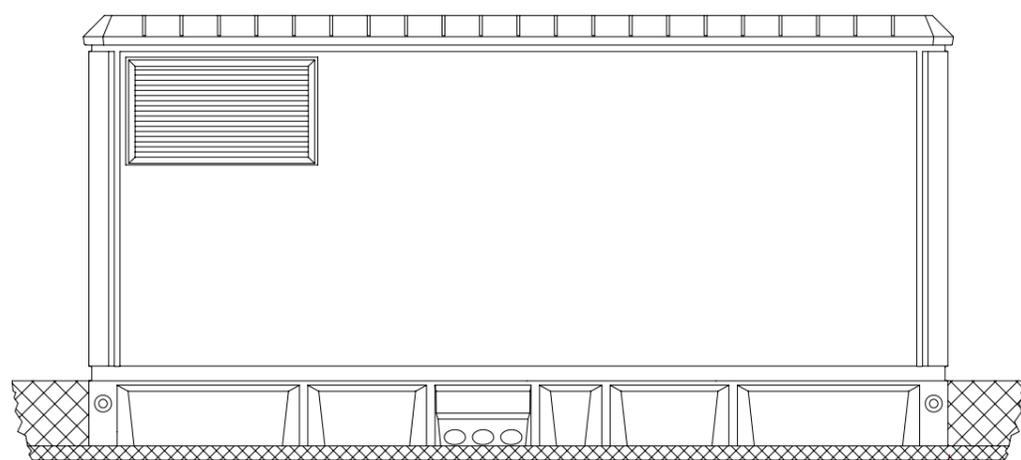
	Proyecto: Proyecto de Centro de Transformación de 250 kVA. Depósito de regulación			
	Situación: Aldeamayor de San Martín (Valladolid)			
Propiedad: Excmo. Ayuntamiento de Aldeamayor de San Martín				
<h3>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</h3>				
Escala 1:15000/1:5000	Nº Proyecto 2009/011-3	Fecha NOVIEMBRE 2009	Nº Plano 01	

C/ Valle de Arán, 9 - 47010 Valladolid  
 Tel: 983.141.640 Fax: 983.141.601  
 info@a2vingenieros.es  
 El Ingeniero Industrial

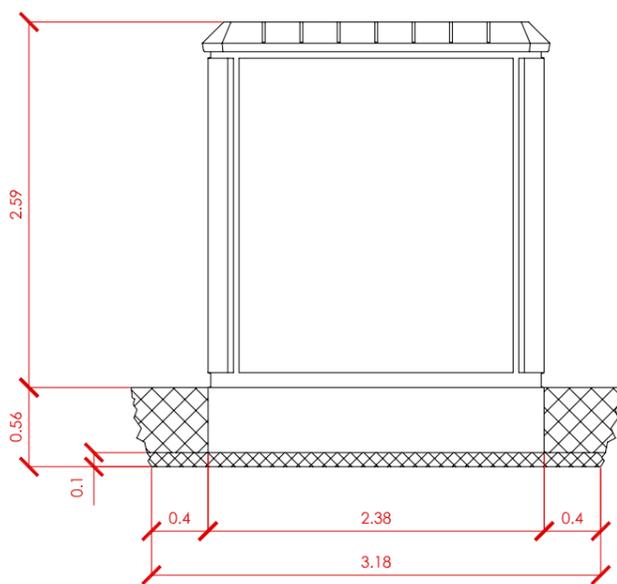
Antonio Rodríguez Redondo  
 Col. nº 15.612 del COIIM



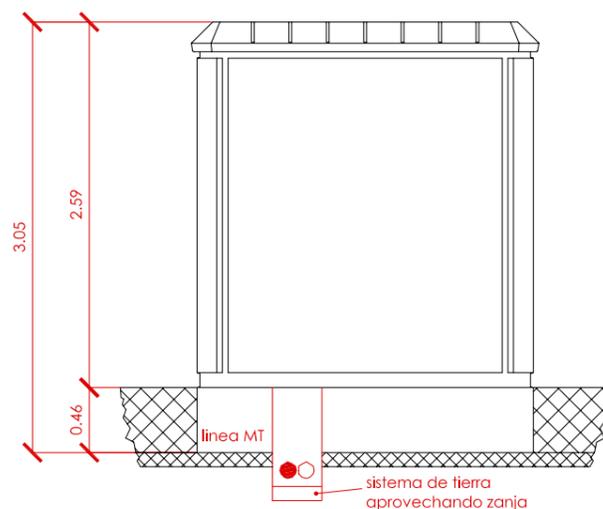
ALZADO FORNTAL e. 1:50



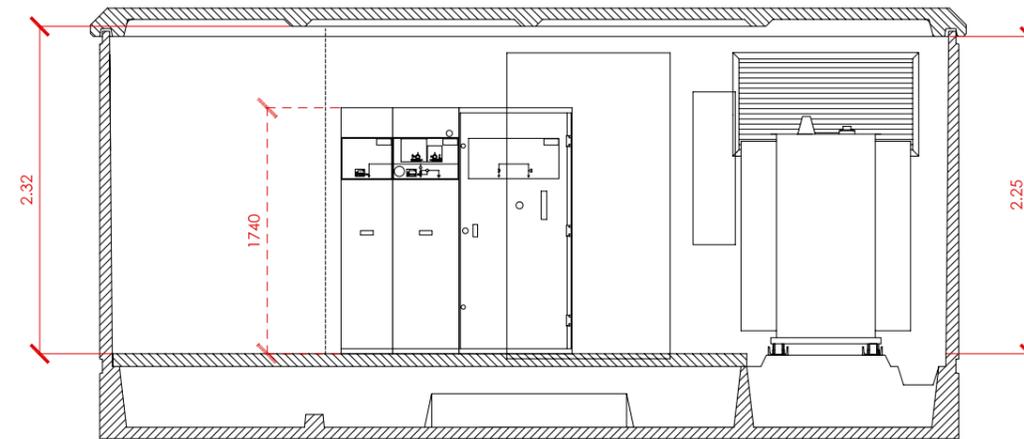
ALZADO POSTERIOR e. 1:50



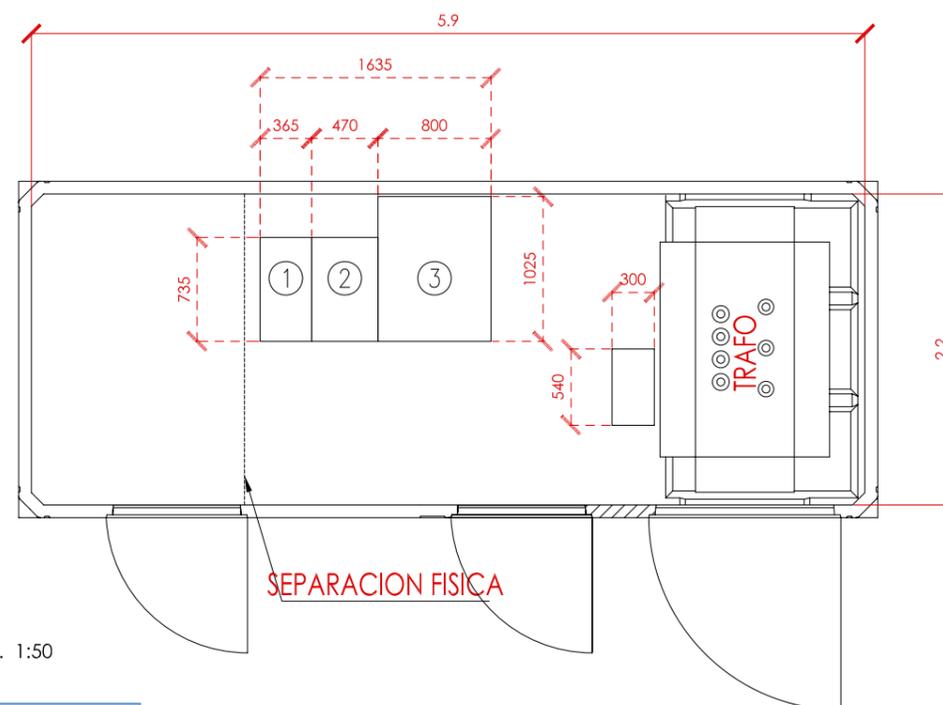
ALZADO LATERAL IZQ. e. 1:50



ALZADO LATERAL DRCH. e. 1:50



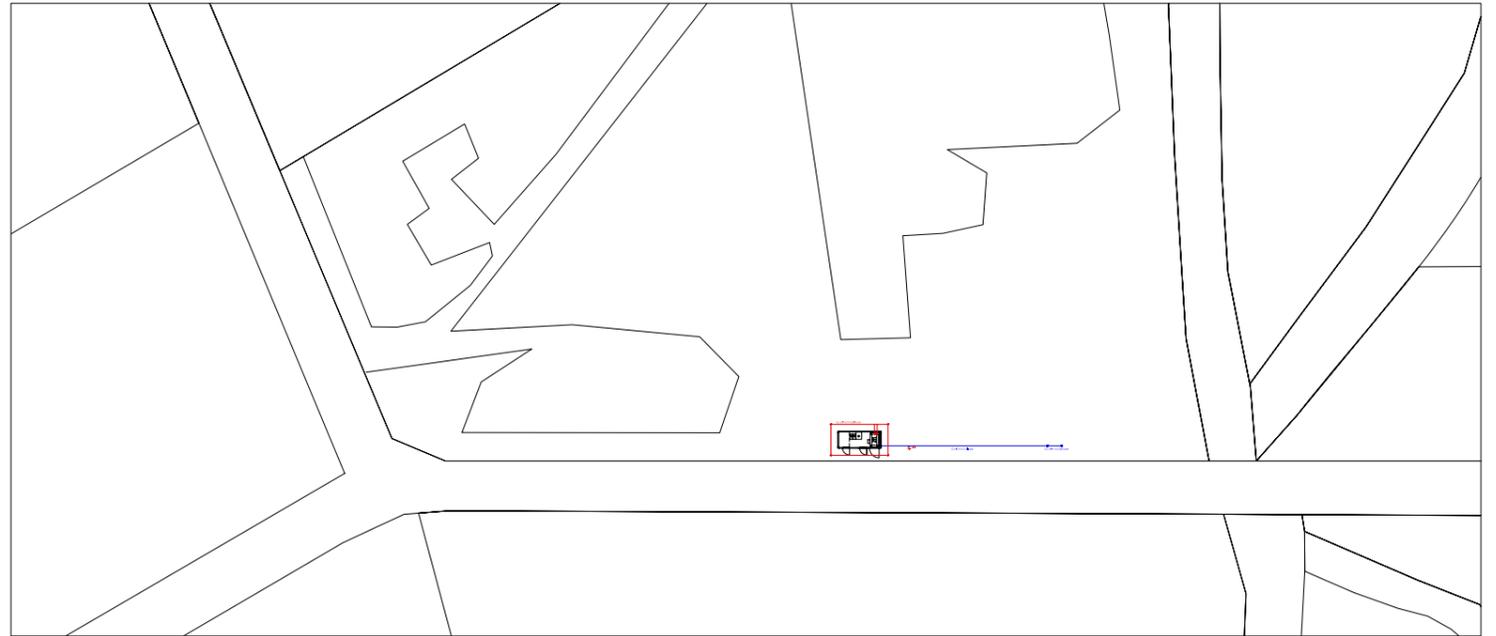
SECCIÓN e. 1:50



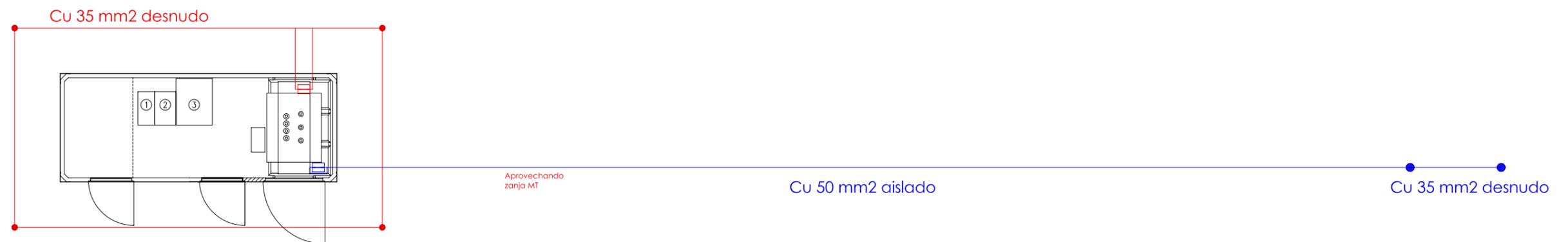
PLANTA e. 1:50

 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO

 C/ Valle de Arán, 9. 47010 Valladolid Tel: 983.141.640 Fax: 983.141.601 info@a2vingenieros.es El Ingeniero Industrial	Proyecto: Proyecto de Centro de Transformación de 250 kVA. Depósito de regulación Situación: Aldeamayor de San Martín (Valladolid) Propiedad: Excmo. Ayuntamiento de Aldeamayor de San Martín			
	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			
Escala 1:50	Nº Proyecto 2009/011-3	Fecha NOVIEMBRE 2009	Nº Plano 02	
Antonio Rodríguez Redondo Col. nº 15.612 del COIIM				



SITUACIÓN e. 1:1000



RED DE TIERRAS e. 1:200

 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO



C/ Valle de Arán, 9 - 47010 Valladolid  
 Tel: 983.141.640 Fax: 983.141.601  
 info@a2vingenieros.es  
 El Ingeniero Industrial

Proyecto: Proyecto de Centro de Transformación de 250 kVA. Depósito de regulación  
 Situación: Aldeamayor de San Martín (Valladolid)  
 Propiedad: Excmo. Ayuntamiento de Aldeamayor de San Martín

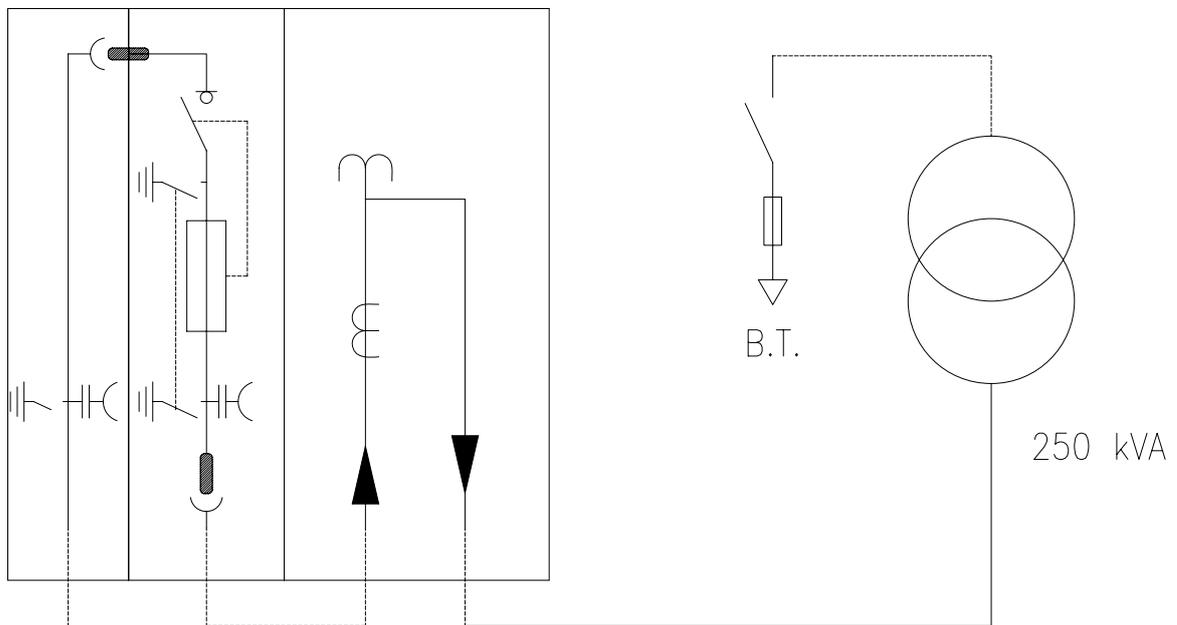
Plano

**RED DE TIERRAS**

Antonio Rodríguez Redondo  
 Col. nº 15.612 del COIIM

Escala 1:200/1:50	Nº Proyecto 2009/011-3	Fecha NOVIEMBRE 2009	Nº Plano 03
----------------------	---------------------------	-------------------------	----------------

 <b>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES</b> COIIM - VALLADOLID	
Nº VISADO 200910834	FECHA DE VISADO 23/11/2009
<b>VISADO</b>	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15612 COIIM	ANTONIO RODRIGUEZ REDONDO



C/ Valle de Arón, 9 47010 Valladolid  
 Tel: 983.141.640 Fax: 983.141.601  
 info@a2vingenieros.es  
 El Ingeniero Industrial

Antonio Rodríguez Redondo  
 Col. nº 15.612 del COIIM

Proyecto: Proyecto de Centro de Transformación de 250 kVA. Depósito de regulación  
 Situación: Aldeamayor de San Martín (Valladolid)  
 Propiedad: Excmo. Ayuntamiento de Aldeamayor de San Martín

Plano

### ESQUEMA UNIFILAR

Escala s/e	Nº Proyecto 2009/011-3	Fecha NOVIEMBRE 2009	Nº Plano 04
---------------	---------------------------	-------------------------	----------------