



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DEL SALTO DE CARRIZALES.

León, julio de 2014

Autor: Salomé Cembranos del Castillo

Tutor: Ana María Diez Suárez

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. **Salomé Cembranos del Castillo**, alumno/a de la **Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas** de la **Universidad de León** para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D./Dña. **Ana María Diez Suárez**, profesor/a del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. **Salomé Cembranos del Castillo**

El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D./Dña. **Ana María Diez Suárez**

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación tiene como objeto el estudio de la instalación eléctrica en una central hidroeléctrica que se ubicará en los términos municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel, en la Provincia de León.

Se utilizará como base el proyecto ya realizado por Oscar Romagosa Torralva, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, para realizar, a partir de él, los cálculos necesarios para la instalación eléctrica en dicha central.

SUMMARY

The Project presented here aims at studying the electrical installation in a hydroelectric power station which will be located in the municipal territory belonging to Vega de Infanzones and Villaturiel, in the province of León.

It will be based on the Project already carried out by Oscar Romagosa Torralva, civil engineer, to make, from it, the necessary calculations for the electrical installation in the power station mentioned before.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| 1 MEMORIA..... | 1 |
| 2 ANEXOS A LA MEMORIA..... | 21 |
| 2.1. ANEXO I.- Estudio hidrológico..... | 25 |
| 2.2. ANEXO II.- Dimensionamiento aproximado de la central..... | 29 |
| 2.3. ANEXO III.-Estudio de Impacto Ambiental..... | 35 |
| 2.4. ANEXO IV.- Afectaciones..... | 54 |
| 2.5. ANEXO V.- Cálculos justificativos del Centro de Transformación..... | 55 |
| 3 PLANOS..... | 68 |
| 4 PLIEGO DE CONDICIONES..... | 69 |
| 5 PRESUPUESTO..... | 108 |
| 6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..... | 117 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Gráfica hidrología..... | 26 |
| Figura 1.2. Gráfica caudales y aportaciones..... | 28 |
| Figura 2.2.3.1. Turbina Kaplan..... | 34 |
| Figura 2.2.3.2. Alternador..... | 34 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.1. Hidrología..... | 26 |
| Tabla 1.2. Caudales y aportaciones..... | 27 |
| Tabla 3.4.1. Clima..... | 38 |
| Tabla 5.1. Distancias límite de las zonas de trabajo..... | 134 |



MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | 3 |
| 1.2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 3 |
| 1.3. EMPLAZAMIENTO..... | 3 |
| 1.4. REGLAMENTACIÓN DE APLICACIÓN..... | 3 |
| 1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN..... | 4 |
| 1.6. INSTALACIÓN HIDRÁULICA..... | 4 |
| 1.6.1 OBRA CIVIL..... | 4 |
| 1.6.2. MAQUINARIA E INSTALACIONES..... | 7 |
| 1.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 9 |
| 1.5.1. CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6..... | 9 |
| 1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN..... | 10 |
| 1.8.1. OBRA CIVIL..... | 10 |
| 1.8.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 11 |
| 1.8.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 15 |
| 1.8.4. PUESTA A TIERRA..... | 15 |
| 1.8.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS..... | 16 |
| 1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... | 17 |
| 1.9.1. LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN A 45 KV..... | 17 |
| 1.9.2. CENTRO DE RECEPCIÓN, MEDIDA Y TRANSFORMACIÓN..... | 17 |
| 1.9.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN..... | 17 |
| 1.10. TENSIÓN Y COMPAÑÍA ELÉCTRICA..... | 20 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El presente proyecto es un estudio sobre la instalación eléctrica en una central hidroeléctrica, ubicada en los términos municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel, en la provincia de León.

Se tomará como datos de partida el proyecto ya realizado del autor Oscar Romagosa Torralva, Ingeniero de Caminos, Canales y puertos, sobre las características que debe tener el aprovechamiento para la obtención de energía eléctrica de las aguas derivadas del río Esla. Este estudio se ampliará de forma breve en los anexos a la memoria.

La central donde se generará dicha energía la denominaremos “Central de Carrizales”, que también da nombre al salto.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es obtener la Autorización Administrativa de la central, para la producción eléctrica y la inscripción en el Registro de Instalaciones de Producción Eléctrica en Régimen Especial.

Se solicitará a la dirección de distribución de la compañía eléctrica, en este caso será Iberdrola, la conformidad para la conexión de la central de acuerdo con las características de la maquinaria y aparellaje de protección y maniobra instaladas, las cuales se describen en el presente proyecto.

1.3. EMPLAZAMIENTO

La central hidroeléctrica se encuentra ubicada en el cauce del río Esla, en los términos municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel, provincia de León.

1.4. REGLAMENTACIÓN DE APLICACIÓN

Para la realización del presente proyecto se han tenido en cuenta las normas y reglamentaciones siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de 12.11.82 e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión R.D. 233/2008.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. R.D. 842/2002.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía del 5 de septiembre de 1.985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las

redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica.

- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- Normas de la Compañía Distribuidora de la zona. (Iberdrola)
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Decreto 432/1971 del 11 de marzo.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según Orden del 9 de marzo de 1.971.
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional. B.O.E. núm. 313 del 31 de diciembre de 1.994.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Ordenanzas del Ayuntamiento de Vega de Infanzones.
- Ordenanzas del Ayuntamiento de Villaturiel.

1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Se trata de un aprovechamiento hidráulico para la producción de energía eléctrica, como se ha mencionado anteriormente. Se encuentra dentro del grupo de clasificación b.4., que son las centrales hidroeléctricas cuya potencia no es superior a 10 MW, según el Real Decreto 2818/1998.

1.6. INSTALACIÓN HIDRÁULICA

1.6.1. OBRA CIVIL

La descripción de la obra que se estudiará a continuación se ha obtenido del proyecto ya realizado por Oscar Romagosa Torralva, Ingeniero de Caminos, Canales y puertos, donde, a partir del mismo, se resumirá la descripción de las obras.

La central hidroeléctrica que se proyecta es de tipo fluyente y consta de las siguientes instalaciones:

AZUD DE TOMA

La retención y derivación del agua se realiza con un nivel máximo a cota de 774 metros sobre el nivel del mar y cota de coronación a 777 m.

La cota mínima de cimentación se prevé a 766,42 m, resultando una altura máxima sobre cimientos de 10,58 m.

El cuerpo de presa formado por cuatro compuertas de segmento o clapetas de 25 m de longitud por 4 m de altura, separados por pilas de hormigón de 2 m de longitud y que

sirven para apoyarlas y facilitar la maniobrabilidad de las citadas clapetas. Por encima del aliviadero se construirá una pasarela metálica.

ESCALA DE PECES

Se ha dispuesto en la parte central del cauce más próxima a margen izquierda, protegida con un muro de acompañamiento para el caso de vertido por aliviadero.

La entrada tiene suficiente sección para facilitar la subida de la fauna acuícola.

TOMA DE AGUA

Se diseña por el margen derecho donde se disponen de unas rejillas en el paramento aguas arriba de la presa para evitar la entrada de sólidos arrastrados por el agua a la entrada de los conductos de toma que van a la Central Hidroeléctrica.

EDIFICIO DE INSTALACIONES

La central que alberga las turbinas conectadas a los respectivos multiplicadores y alternadores.

Turbinas tipo Kaplan de eje vertical para turbinar caudales de $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

La potencia máxima esperada es de 2558 kW.

La central se proyecta en la margen derecha del río Esla, adosada al espaldón de la presa.

Será de planta rectangular de 20 m x 9,8 m. Las paredes exteriores serán de piedra ornamental y tejado con teja árabe de acuerdo con las características típicas de los núcleos rurales próximos.

RESTITUCIÓN DEL AGUA TURBINADA

Los canales de desagüe de las turbinas tienen, bajo la central, la solera a cota 764,675 m y 765,80 m. La cota de la lámina con la central turbinando el máximo, es la 770,30.

La descarga está constituida por sendos canales de restitución que partiendo de la vertical de las turbinas, bajo la central, se prolonga en una longitud de 16 m en la máquina de $50 \text{ m}^3/\text{s}$ y de 12 m en la máquina de $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

El perfil longitudinal de la base es horizontal y la parte superior asciende para realizar una entrega suave del cauce, si bien en el momento de la construcción se seguirán las instrucciones del fabricante de las turbinas.

El material de construcción será hormigón HA-25, de $f_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$ armado con acero de L.E. = 5000 kg/cm^2 en una cuantía estimada de 65 kg/m^3 .

SALTO

Entre el nivel normal máximo del azud, cota 774 y la cota del agua en el canal de desagüe, 770,30 m, existe un desnivel de 3,70 m, que constituye el salto útil.

Al no existir pérdidas en la restitución, el Salto Bruto coincide con el salto útil, cuyo valor es de 3,70 m. Las pérdidas en reja se consideran despreciables, pues este tipo de turbinas, con alta capacidad de turbinado y las generosas dimensiones del bocal, permitirán una reja con un paso que no afectará más que en milímetros a la lámina de agua.

$$H_n = 3,7 \text{ m.}$$

LA PRESA

Está formada por un azud de 100 m de longitud en su coronación donde el ancho del cauce natural del río es de 120 m.

Se construye con cuatro clapetas de 4 m de altura, tienen forma de segmento circular y son de funcionamiento automático, en el caso de un fallo en el funcionamiento descienden lentamente dejando la coronación del azud 4 m por debajo la cota nominal a 770 m, lo que permitirá evacuar 2100 m³/s sin sobreelevaciones.

La coronación se sitúa a 777 m, donde se ubica la pasarela metálica.

El nivel normal de la retención provocada por el azud será la cota de 774 m.

La presa la conforman cuatro clapetas de 25 m de longitud cada una, separadas por pilas de hormigón de 2 m de espesor. También se disponen los mecanismos adecuados para que el agua no pueda superar la cota 774 m.

Se calcula que el vertido de máxima avenida es de 2755,35 m³/s. Para un período de retorno de 500 años y se realizará con lámina a la cota de 774,68 m.

En el margen izquierdo irá empotrada sobre una pila de hormigón la Escala de Peces, y en el margen derecho la Casa de Máquinas.

El vertido del agua está contenido en cada uno de los vasos ubicados aguas abajo de la coronación por cajeros paralelos que mantienen el ancho de la sección ocupada por el agua. No está previsto realizar el cuenco de amortiguación de la energía del agua de avenida. Los materiales de construcción a emplear son, hormigón en masa tipo HM-20 en la base y HA-25 en las pilas con acero AEH 500 N.

La escala de peces irá protegida con un muro de acompañamiento para el caso de vertido por aliviadero y con sección suficiente para permitir el paso de especímenes grandes y pequeños, con artesas de descanso.

La entrada es en sentido lateral respecto a la presa, pero al pie del paramento de la misma, con el fin de que sea fácil de encontrar por los peces.

Se aliviará constantemente un caudal de 250 l/s, con el fin de que el tamaño de las artesas sea el adecuado, que además dicho caudal formará parte del caudal que fije la administración como Caudal Ecológico.

La ejecución de la Escala de Peces con artesas sucesivas y receptáculos con vertedero superior y orificio inferior permite disponer de dos distintas velocidades de circulación del

agua por la misma artesa, de modo que el vertedero superior entre artesas la velocidad del flujo de agua es ligeramente superior a 1 m/s, y por el orificio inferior ronda los 2 m/s, lo que permite su funcionamiento para distintas especies y distintas épocas del año.

La toma de agua proyectada es para que en condiciones de caudal de diseño de 50 y 30 m³/s, funcione como orificio sumergido. La entrada de agua al distribuidor de las turbinas es de cámara abierta.

En la ubicación del azud, los márgenes del río Esla presentan pendiente pronunciada hasta el cauce de avenida extraordinaria, con lo que la influencia de retención provocada por el azud se minimiza en estas circunstancias.

Presenta fácil acceso y buenas condiciones geotécnicas para la ubicación del azud y las instalaciones.

1.6.2. MAQUINARIA E INSTALACIONES

1.6.2.1. EQUIPO HIDRÁULICO

TURBINAS

Debido a la altura de salto y el caudal solicitado, de 80 m³/s, se ha optado por instalar dos turbinas, con capacidad de 50 m³/s y 30m³/s. El tipo idóneo es la turbina Kaplan de eje vertical.

Las características de las mismas son las siguientes:

- Tipo turbina: Kaplan.
- Disposición eje: vertical.
- Caudal admisible: 50 y 30 m³/s.
- Salto neto: 3,704 m.
- Potencia: 1599 y 959 kW.
- r.p.m.: 143 y 187 r.p.m.
- Diámetro de los rodets: 2,40 y 1,80 m.

Los cálculos adicionales estarán incluidos en el anexo III "Dimensionamiento aproximado de la central".

EQUIPO REGULADOR

El equipo regulador solo permitirá el funcionamiento con la central acoplada en paralelo a la red nacional, en cuyo caso existe una servidumbre de nivel de la cámara de carga.

Los componentes más significativos serán: el regulador electrónico; sondas de nivel aguas arriba del azud; central oleo-hidráulica con sus bombas, válvulas, depósito de presión y conducciones; tacómetros y demás elementos de control y seguridad.

1.6.2.2. EQUIPO ELÉCTRICO

ALTERNADORES

Se proyecta la instalación de sendos alternadores acoplados a multiplicador, y éste a las turbinas. Será del tipo síncrono trifásico de eje vertical. El sistema de excitación y regulación de tensión será mediante diodos rotativos, y se alimentará desde las bornas de los alternadores a través de un transformador trifásico.

Los alternadores dispondrán de elementos termorresistentes en el devanado y en el hierro del estator, con el fin de controlar la temperatura durante el funcionamiento.

En los árboles de los alternadores se dispondrán los cojinetes de material antifricción, que garanticen el correcto funcionamiento del grupo.

La construcción hueca del eje de la turbina permitirá llevar por su interior los conductos de presión de aceite y cables de señales.

Las características fundamentales de los alternadores serán:

- Tensión nominal: 6000V.
- Velocidad nominal: 750 r.p.m.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Potencia aparente: 1800 y 1100 kVA.
- Factor de potencia: 0,90.

AUTOMATISMOS

La central deberá poder funcionar tanto automática como manualmente, por lo que se dispondrá de un cuadro general de mando y control. Este cuadro constará de dos paneles: uno para el automatismo y otro para el control manual.

El automatismo realizará las funciones de arranque, parada y registro cronológico de las señales y alarmas, así como para la vigilancia de dichas secuencias y del funcionamiento. También será el encargado de parar un grupo cuando no cumpla con las condiciones establecidas.

En el panel de mando manual se situarán los conmutadores, pulsadores, amperímetros, voltímetros, etc., necesarios para el funcionamiento y control clásico de la central.

SERVICIOS AUXILIARES

Se dispondrá de un cuadro de servicios auxiliares con dos paneles, uno para equipos de corriente alterna y otros para equipos de corriente continua.

Todas las entradas y salidas se protegerán con interruptores magnetotérmicos.

Los servicios auxiliares de corriente alterna se alimentarán a través de un transformador de 50 kVA de relación 20/400-230 V, protegido con un interruptor automático.

Los servicios auxiliares de corriente continua se alimentarán a través de un cargador-batería.

PARQUE DE TRANSFORMACIÓN

El parque es exterior, ubicado a la fachada principal de la central, formando un rectángulo de 6 x 5 m, debidamente delimitado con vallas de protección y unido con la central mediante las canaletas de cables correspondientes al transformador principal.

El transformador de servicios auxiliares se situará en una celda en el interior del edificio.

Se dispondrá un transformador de tipo trifásico, en baño de aceite y refrigeración natural, con unas potencias de 3000 kVA con una relación de transformación de 6/45 kV y 50 Hz de frecuencia.

1.6.2.3. LÍNEA ELÉCTRICA

La energía producida saldrá hacia una línea existente, propiedad de Iberdrola, que discurre por la zona donde se ubica el edificio de la central.

1.7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

1.7.1. CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparataje bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.8.1. OBRA CIVIL

1.8.1.1. LOCAL

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en el interior de un edificio destinado a otros usos.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

1.8.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.
- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.
- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.
- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá un foso de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

Las dimensiones del foso en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables.

Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. Entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, el foso irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrá un sistema de ventilación forzada mediante extractor debido a la imposibilidad de refrigerar el local por ventilación natural. El caudal de aire mínimo necesario se indica en el Capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

1.8.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.8.2.2. CARACTERÍSTICAS DE APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - A impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interruptor automático: 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
 - Durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
- Puesta a tierra: El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado: El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

CELDA DE REMONTE

Celda Merlin Gerin de remonte de cables gama SM6, modelo SGAME16, de dimensiones: 375 mm de anchura, 870 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparación para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS

Celda Merlin Gerin de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo SQMB16DBD, de dimensiones: 375 mm de anchura, 940 mm de profundidad y 1.600 mm de profundidad, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de disparo a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF, de 24kV, y calibre 10 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
- No contiene relé de protección.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el paso a la posición de tierra del interruptor y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado.

Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el interruptor de la celda QMB no se ha puesto en posición de tierra previamente.

CELDA DE MEDIDA

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SM6, modelo SGBCC3316, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm de profundidad, 1.600 mm de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 5-10/5A, 15VA CL.0.5, Ith=200In y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, modelo de alta seguridad (antiexplosivos), de relación 22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.5, Ft= 1.9 Un y aislamiento 24kV.

TRANSFORMADOR 1

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Merlin Gerin, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxy con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignifugado autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 100 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +2,5% +5% +7,5% +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.

- Grupo de conexión: Yzn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s: 125 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min: 50 kV.
- Protección térmica por tres sondas PT100.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada) (HD 472:1989)
- UNE 21538 (96) (HD 538.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 1x240mm² Al para las fases y de 1x240mm² Al para el neutro.

1.8.2.3. CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.8.2.4. CARACTERÍSTICAS DE APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

La salida de Baja Tensión estará protegida mediante un interruptor automático de las siguientes características:

- Interruptor automático tetrapolar en caja moldeada tipo Compact NS de Merlin Gerin de intensidad nominal 160 Amperios, con bloque de relés magnetotérmicos para protección contra sobrecargas (con umbral térmico regulable) y contra cortocircuitos (con umbral magnético fijo).

1.8.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750mm de alto x 500mm de ancho y 320mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de Energía Activa de simple tarifa CL 1 con emisor de impulsos.
- Contador de Energía Reactiva con emisor de impulsos, de simple tarifa, CL 3.
- Módulo electrónico de tarificación.

1.8.4. PUESTA A TIERRA

1.8.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

1.8.4.2. TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

1.8.4.3. TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

1.8.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS

1.8.5.1. ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

1.8.5.2. BATERÍAS DE CONDENSADORES

No se instalarán baterías de condensadores.

1.8.5.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

1.8.5.4. VENTILACIÓN

El local deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación equivalente al que se indica en el capítulo de cálculos, y dispondrá de cierre automático en caso de incendio.

Los conductos de ventilación forzada del centro deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos y viandantes.

1.8.5.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD

SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

1.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.9.1. LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN A 45 KV

La interconexión del centro de recepción, medida y transformación de la central con la red de distribución a 45 kV de la Compañía Iberdrola se realiza mediante un primer tramo enterrado de conductor de Al tipo HERSATENE RHZ1 H25 33/66kV 3x1x150 mm² Cu. de sección que sale del centro hasta la conversión aerosubterránea.

La conversión aerosubterránea de la línea estará formada por un soporte metálico donde se instalarán autoválvulas pararrayos.

1.9.2. CENTRO DE RECEPCIÓN, MEDIDA Y TRANSFORMACIÓN

El aparellaje eléctrico de 6 y 45 kV se encuentra situado en el edificio principal de la central.

Los elementos de M.T., se distribuyen en cuatro zonas diferenciadas: Transformador de potencia, equipo de medida, zona de 45kV, y zona de 6kV.

Consta de una entrada subterránea de cables, y es accesible para el personal des de la central. En este recinto habrá todo el aparellaje de maniobra y protección necesario.

El transformador de potencia para la interconexión con la red de distribución, se coloca en otra sala adjunta, de entrada independiente y desde del exterior.

El transformador de potencia es para ubicación interior.

Situado junto a las celdas en la zona de 6kV, se colocará un pequeño transformador de 50 kVA, para la alimentación de los pequeños servicios y consumos de la central. El acceso al mismo se efectúa des de el interior de la central.

El aparellaje de M.T. de la zona de 45 kV, será de tipo convencional, y tensión nominal de 52 kV, tal y como se describe más adelante.

La zona de de 6 kV se realizará con cabinas modulares con aislamiento y corte en SF₆, y tensión de aislamiento de 24 kV, tal como se describen más adelante.

En cada caso se adaptarán los elementos presentes en las celdas a la tensión e intensidad para las que deban utilizarse.

1.9.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN

1.9.3.1. PARTE DE 6 kV

La zona de 6 kV se realizará mediante celdas modulares con aislamiento de barras y aparamenta en cuba hermética de SF₆.

Serán accesibles des del interior de la central, y se colocarán sobre una bancada metálica de 400 mm de altura.

1.9.3.2. DESCRIPCIÓN CELDAS SISTEMA MEDIA TENSIÓN

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

- Módulos prefabricados monobloc bajo envolvente metálica para aparellaje según norma UNE-20.099, CEI-298 y RU-6407, con aislamiento y corte con hexafluoruro de azufre (SF₆).

- Bastidor autoportante, capaz de soportar los esfuerzos dinámicos de cortocircuito (16 kA/1s).
- Membrana para la expansión de gases situada en la parte posterior que dirigen los gases hacia atrás.

CONSTRUCCIÓN

- El tanque es de chapa de acero inoxidable, hermético al gas.
- La caja del comando es de chapa galvanizada.
- Los paneles frontales pintados con resina, tipo epoxy en polvo, depositada electrostáticamente con posterior polimerizado en horno continuo a 200 °C y esquema serigrafiado.

EMBARRADOS

- El embarrado principal normalizado se constituye con pletina de cobre electrolítico duro.
- Calculado para soportar el paso de intensidad nominal admisible de corta duración de 16 kA, durante 1s.
- Intensidad nominal permanente de 630 A para el lado de 6 kV.
- Embarrado colector de tierra con pletina de cobre de 30 x 3 mm a lo largo de la celda según R.UNESA.
- La continuidad eléctrica y mecánica del embarrado entre diferentes celdas se efectúa mediante un conjunto de unión con adaptadores elastoméricos.

ENCLAVAMIENTOS. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES.

Se disponen los siguientes enclavamientos para posición, según normativa UNE 20.099:

- El interruptor principal y la puesta a tierra nunca podrán conectarse simultáneamente.
- Siempre queda garantizado que para conseguir el acceso al compartimento de cables, se ha de conectar previamente el seccionador de puesta a tierra.
- Al desmontarse el panel frontal se impide la maniobra de la aparamenta. Opcionalmente este enclavamiento puede ser anulado por acción voluntaria.
- El interruptor principal y el seccionador de puesta a tierra permiten bloquear su maniobra mediante candado, tanto en abierto como en cerrado.

En las posiciones de protección con fusible, además de las citadas, se dan los siguientes enclavamientos:

- El acceso al compartimento de fusibles nunca se podrá efectuar si con anterioridad no se ha conectado el seccionador de puesta a tierra.

En las posiciones de protección con interruptor automático se dan los siguientes enclavamientos:

- El interruptor automático está conectado. El seccionador está conectado y no se puede maniobrar. Igualmente no se puede conectar el seccionador de puesta a tierra.

- El interruptor automático está desconectado. El seccionador puede estar conectado o en posición de abierto. Si el seccionador está conectado se puede accionar sobre el interruptor automático y no se puede accionar sobre el seccionador de puesta a tierra.

Si el seccionador está en posición de abierto, el interruptor automático no puede maniobrase y el seccionador de puesta a tierra podría maniobrase.

La posición interruptor automático abierto y seccionador en posición abierto es también el punto de partida para la realización de la operación de prueba del automático.

Para poder realizar esta operación es necesario realizar una simple maniobra de desenclavamiento.

Esta operación no implica ninguna desregularización de los parámetros del interruptor automático o de su mecanismo de maniobra.

Una vez realizadas las pruebas del interruptor automático, mediante una simple operación de enclavamiento, se vuelve a poner al estado inicial de la celda con interruptor automático.

- El seccionador de puesta a tierra está conectado. No puede accionarse el interruptor automático.

Tampoco el interruptor automático, el seccionador y el seccionador de puesta a tierra pueden ser dotados de un dispositivo que permita bloquear su maniobra, tanto en la posición de abierto como la de cerrado.

Adicionalmente en los suministros A.T. se disponen los enclavamientos siguientes:

- Para acceder al interior de la celda de medida se ha de realizar la siguiente secuencia de operaciones: con la llave liberada al abrir el elemento de corte de la celda posterior (interruptor o ruptofusible) se accede a la puesta a tierra de la celda de automático.

Para cerrar la puesta a tierra de la celda de protección general se ha de abrir en primer lugar el disyuntor y posteriormente el seccionador. Solo entonces se puede, debido a los enclavamientos que describe la UNE-200.009, cerrar la puesta a tierra que a su vez libera la llave que permite el acceso a la celda de medida.

- Para acceder al transformador de potencia es necesario cerrar previamente la puesta a tierra de la celda que le da servicio. Solo de esta manera es posible obtener la llave de acceso.

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- Aparellaje en disposición horizontal.

- Facilidad para reposición de fusibles.

- Condiciones de servicio:

- Presión interna de servicio a 20 °C y 1.000 hPa: aproximadamente 1 bar absoluta

- Temperatura ambiente: +50 °C y -5 °C (35 °C media 24 horas)

- Envoltente del comportamiento de Alta Tensión:

- Grado de protección de la cuba de gas IP3X según UNE-20.334.
 - Tubos portafusibles de resina, aislantes en SF₆ y independientes entre sí.
- Grado de resistencia a la inmersión en agua (RU6407):
- Una eventual inmersión.
 - Tiempo de resistencia (tr) contra arcos internos con expansión de gases por la membrana: 16 kA, 1s.

1.10. TENSION Y COMPAÑÍA ELÉCTRICA

La tensión de salida del alternador es de 6 kv. En el centro de transformación la tensión se eleva hasta 45 kv para su conexión con la red de distribución de la Compañía Eléctrica distribuidora de la zona (en este caso será Iberdrola).

Se instalarán dos grupos turbina - alternador de 1800 kVA y 1100 kVA. Se interconectarán a la red de distribución de Iberdrola mediante un transformador de tipo trifásico, de potencia de 3000 kVA, con una relación de transformación de 6/45 kV y 50 Hz de frecuencia.



ANEXOS A LA MEMORIA

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|----|
| 1 ESTUDIO HIDROLÓGICO..... | 25 |
| 1.1. HIDROLOGÍA..... | 25 |
| 1.2. CAUDALES Y APORTACIONES..... | 27 |
| 2 DIMENSIONAMIENTO APROXIMADO DE LA CENTRAL..... | 29 |
| 2.1. POTENCIA DE LAS TURBINAS..... | 29 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS TURBINAS..... | 29 |
| 2.2.1. Dimensionado turbina Kaplan salto de Carrizales I..... | 30 |
| 2.2.2. Dimensionado turbina Kaplan salto de Carrizales II..... | 32 |
| 3 ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 35 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN..... | 35 |
| 3.2. LEGISLACIÓN CONSIDERADA..... | 35 |
| 3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 36 |
| 3.3.1. LOCALIZACIÓN..... | 36 |
| 3.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y NATURAL..... | 36 |
| 3.4.1. CLIMA..... | 37 |
| 3.4.2. EDAFOLOGÍA..... | 38 |
| 3.4.3. GEOLOGÍA..... | 39 |
| 3.4.4. HIDROGRAFÍA..... | 40 |
| 3.4.5. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CAUDALES SOLICITADOS..... | 40 |
| 3.4.6. CAUDAL ECOLÓGICO..... | 41 |
| 3.4.7. FAUNA..... | 41 |
| 3.4.8. VEGETACIÓN..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 3.4.9. EL PAISAJE NATURAL..... | 44 |
| 3.4.10. ECOSISTEMA FLUVIAL..... | 45 |
| 3.5. INTERESES AFECTADOS..... | 46 |
| 3.6. ACCIONES DEL PROYECTO..... | 46 |
| 3.7. IMPACTOS Y ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO Y LA PRESENCIA..... | 47 |
| 3.7.1. SOBRE EL TERRENO..... | 47 |
| 3.7.2. SOBRE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE..... | 47 |
| 3.7.3. SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL..... | 47 |
| 3.7.4. LAS TIERRAS DE EXCAVACIONES Y EXPLANACIONES..... | 48 |
| 3.7.5. SOBRE LA FAUNA ACUÍCOLA..... | 48 |
| 3.7.6. EFECTO BARRERA SOBRE LA FAUNA TERRESTRE..... | 48 |
| 3.7.7. EL IMPACTO DEL EDIFICIO DE LA CENTRAL..... | 49 |
| 3.7.8. IMPACTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE SALIDA DE ENERGÍA... | 49 |
| 3.7.9. IMPACTO PAISAJÍSTICO..... | 49 |
| 4 AFECTACIONES..... | 54 |
| 5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 55 |
| 5.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN..... | 55 |
| 5.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN..... | 55 |
| 5.3. CORTOCIRCUITOS..... | 56 |
| 5.3.1. OBSERVACIONES..... | 56 |
| 5.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO..... | 56 |
| 5.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN..... | 57 |
| 5.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN..... | 57 |
| 5.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO..... | 57 |

| | |
|--|----|
| 5.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE..... | 58 |
| 5.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA... | 58 |
| 5.4.3. CÁLCULOS POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE..... | 59 |
| 5.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN..... | 60 |
| 5.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T..... | 61 |
| 5.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS..... | 61 |
| 5.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA..... | 61 |
| 5.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO..... | 61 |
| 5.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO..... | 61 |
| 5.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA..... | 62 |
| 5.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS..... | 64 |
| 5.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN..... | 65 |
| 5.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN..... | 65 |
| 5.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS..... | 65 |
| 5.8.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR..... | 67 |
| 5.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO..... | 67 |

1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio Hidrológico no compete a este proyecto.

Se tendrá en cuenta este estudio para realizar los cálculos pertinentes a la instalación eléctrica de la central hidroeléctrica, basándonos en los datos obtenidos del estudio hidrológico.

1.1. HIDROLOGÍA

A pesar de que en la cabecera del río Esla tiene el embalse de Riaño, para la cuenca superior, de 600 km², con una capacidad de 664 hm³, para una aportación de 700 hm³, en el tramo que se trata, el río Esla no está regulado de manera efectiva en la actualidad, pues la cuenca dominada en el punto de captación es de 3980 km², muy alejado del embalse, a la vez que se trata de un embalse para regadíos, que no hidroeléctrico.

Para el estudio de la hidrología de la zona del Salto de Carrizales, correspondiente a la cuenca del río Esla, se tienen datos de aforos en la estación identificada con el número O2071 (Benamariel), a partir del año 1942 hasta 2005, publicados por el Ministerio de Obras Públicas, Comisaría de Aguas del Duero, a la que pertenece.

La superficie abarcada por la estación de aforos coincide prácticamente con la de las instalaciones que se proyectan. Aquella está situada a unos 1500 m aguas abajo del salto.

En el presente documento no mostraremos en detalle los caudales aforados de los años mencionados anteriormente, ya que, como hemos dicho, el estudio hidrológico no es estudio de este proyecto.

Se mostrará a continuación una gráfica con el caudal clasificado desde el año 1942 hasta el 2005.

Resulta una aportación media de 1969,478 hm³/año.

Tabla 1.1.- Hidrología

| DÍAS QUE PASA | CAUDAL |
|---------------|--------|
| 20 | 242000 |
| 30 | 154000 |
| 60 | 117000 |
| 90 | 80000 |
| 120 | 61000 |
| 150 | 48000 |
| 180 | 38000 |
| 210 | 30000 |
| 240 | 23000 |
| 270 | 15000 |
| 300 | 10000 |
| 330 | 4000 |
| 360 | 2000 |

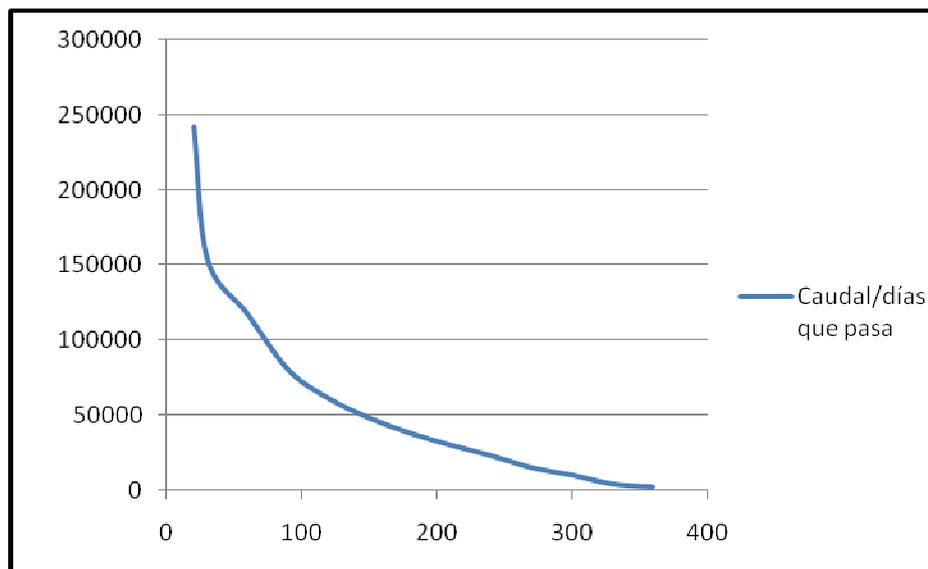


Figura 1.1.- Gráfica hidrología

1.2. CAUDALES Y APORTACIONES

Tal como se ha indicado, el salto que nos ocupa tiene una superficie de cuenca total de 3980 km².

Realizado un cálculo para diversos caudales, y observando la curva caudales-producciones, se ha elegido para el Salto de Carrizales un caudal de equipamiento de 80 m³/s, que es el punto donde sensiblemente empieza la parte asintótica de la curva caudales-producciones.

La aportación turbinada calculada con estas premisas resulta ser de unos 1230 hm³/año.

Hay que tener en cuenta que el caudal de reserva medioambiental es el circulante por la escala de peces, pues tanto aguas arriba como aguas abajo del azud existirá un calado de agua superior a un metro.

Se adoptará un caudal estimado de avenida de proyecto de $Q_{\max.}=2755,35$ m³/s, que corresponde a un periodo de retorno de 500 años.

Tabla 1.2.- Caudales y aportaciones

| CAUDAL | PRODUCCIÓN |
|--------|------------|
| 40 | 6284 |
| 45 | 6766 |
| 50 | 7204 |
| 55 | 7601 |
| 60 | 7954 |
| 65 | 8283 |
| 70 | 8575 |
| 75 | 8825 |
| 80 | 9057 |
| 85 | 9288 |
| 90 | 9463 |
| 95 | 9621 |
| 100 | 9762 |
| 105 | 9888 |
| 110 | 9994 |
| 115 | 10092 |
| 120 | 10179 |

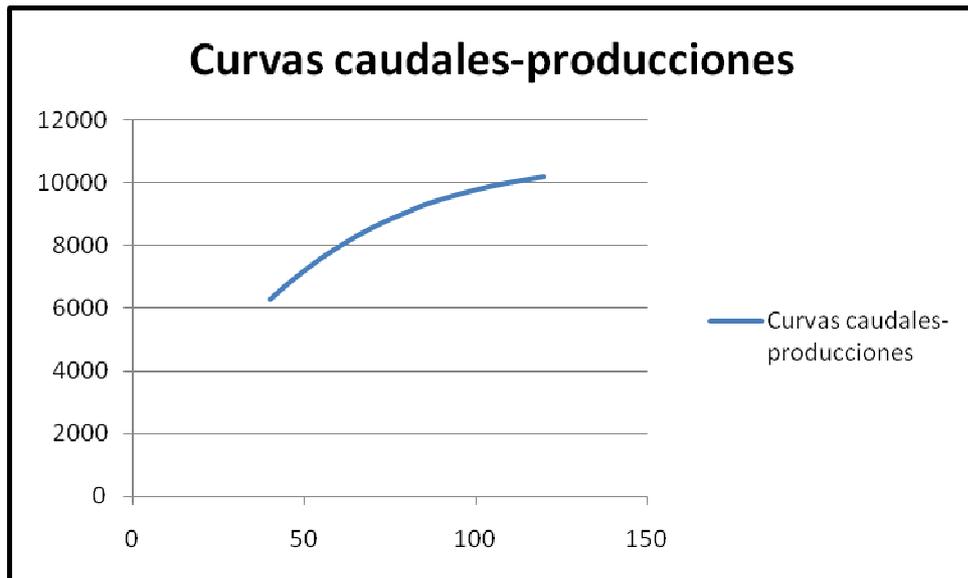


Figura 1.2.- Gráfica caudales y aportaciones

2. DIMENSIONAMIENTO APROXIMADO DE LA CENTRAL

El caudal de equipamiento deducido del estudio hidrológico es de $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

El nivel normal máximo en el azud de toma sobre el río Esla se proyecta a la cota de 774 m sobre el nivel del mar, resultando ser el nivel del agua en la cámara de toma.

Siendo la cota del canal de desagüe de las turbinas, es decir aguas debajo de embalse, la 770,30 m, turbinando a caudal máximo, resulta un desnivel utilizado de 3,70 m, que coincide con el salto bruto.

Dadas las características del salto, las máquinas que mejor se ajustan a los condicionantes del aprovechamiento son turbinas Kaplan de eje vertical, con una capacidad de turbinado de 50 y 30 m^3/s .

2.1. POTENCIA DE LAS TURBINAS

La base del caudal a plena carga adoptado de 50 y 30 m^3/s , y teniendo en cuenta que el salto neto es, a caudal máximo, de 3,70 m, la potencia de las máquinas resulta ser de:

$$P = \left(\frac{Y Q H_n}{75} \right) \times 0,736 \eta_t = \left(\frac{1000 \times 50 \times 3,7}{75} \right) \times 0,88 \times 0,736 = 1598 \text{ kW}$$

$$P = \left(\frac{Y Q H_n}{75} \right) \times 0,736 \eta_t = \left(\frac{1000 \times 30 \times 3,7}{75} \right) \times 0,88 \times 0,736 = 959 \text{ kW}$$

Totalizando = 2557 kW.

Las dimensiones que seguidamente se calculan son orientativas, ya que las definitivas las dará en su momento el fabricante de las máquinas.

Si se adopta una velocidad de sincronismo de, respectivamente, $n = 143$ y $n = 187$ r.p.m., de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes para el caudal y el salto que nos ocupa, la velocidad específica viene dada por la expresión:

$$n_s = n \times P^{0,5} \times H_n^{-1,25} \text{ con :}$$

$$P = 2171 \text{ CV; } H_n = 3.70 \text{ m; } n = 143 \text{ r.p.m.}$$

$$P = 1303 \text{ CV; } H_n = 3.70 \text{ m; } n = 187 \text{ r.p.m.}$$

La velocidad de sincronismo para veinte pares de polos es de 143 r.p.m. y para dieciséis pares 187 r.p.m., por lo que las velocidades específicas serán:

$$n_s = n \times P^{0,5} \times H_n^{-1,25} = 1298 \text{ y } 1322 \text{ r.p.m.}$$

Estas velocidades específicas suponen que la máquina que mejor se adapta a las características del salto es la "Kaplan", de eje vertical.

2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS TURBINAS

El diámetro del rodete se deduce de la fórmula:

$$D_1 = \left(\frac{84,6 \times d \times H_n^{0,5}}{n_s} \right) \quad \text{Resultando } D_1 = 2,40 \text{ y } 1,80 \text{ metros.}$$

La sumergencia se obtiene de las tablas al uso de los fabricantes de turbinas, o bien por la expresión, que calcula la presión en función de la cota de implantación y de las características de la turbina.

$$H_s = h_b - \sigma H_n$$

2.2.1. DIMENSIONADO TURBINA KAPLAN SALTO DE CARRIZALES I

| | | | |
|--|------------|-----------------------|---------------|
| Salto máximo neto | 3,7 metros | Caudal nominal (m3/s) | 50 |
| Rendimiento supuesto de la turbina en tanto por uno: | | | 0,88 |
| Cota del eje del rodete en metros sobre nivel del mar: | | | 500 metros |
| Temperatura media del agua en grados centígrados: | | | 20 °C |
| Tipo de turbina elegida: | | | Turbina media |

SALTO DE CARRIZALES I

| | |
|---|---------------|
| Salto máximo neto: | 3,7 metros |
| Caudal de explotación: | 50 m3/s |
| POTENCIA DE LA TURBINA KAPLAN: | 1595,44 kW |
| Rendimiento supuesto de la turbina en tanto por uno: | 0,88 |
| Cota del eje del rodete en metros sobre el nivel del mar: | 500 metros |
| Temperatura media del agua en grados centígrados: | 20 °C |
| Tipo de turbina elegida: | Turbina media |

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA TURBINA:

| | | |
|----------------------|-----|-----------------|
| Velocidad específica | Ns= | 1296,138 r.p.m. |
|----------------------|-----|-----------------|

| | | |
|-----------------------|----|-----------------|
| Velocidad de rotación | N= | 142,8571 r.p.m. |
| Vel. embalamiento | | 386,3446 r.p.m. |
| Coef. cavitación | | 2,242078 |
| Sumergencia | | 1,165004 metros |

DIMENSIONES DEL CONDUCTO ESPIRAL (metros)

Espiral de acero

$$A1 = 0,008737$$

$$B1 = 0,009123$$

$$C1 = 0,009793$$

$$D1 = 0,012159$$

$$E1 = 0,008133$$

$$F1 = 0,007844$$

$$G1 = 0,006887$$

$$H1 = 0,006015$$

$$I1 = 0,002216$$

$$L1 = 0,009729$$

$$M1 = 0,010323$$

Espiral de hormigón

$$B2 = 0,005949$$

$$C2 = 0,009152$$

$$D2 = 0,00762$$

$$E2 = 0,007567$$

$$F2 = 0,008224$$

$$G2 = 0,007116$$

$$H2 = 0,006218$$

$$I2 = 0,002206$$

$$L2 = 0,007925$$

$$M2 = 0,005914$$

DIMENSIONES DEL CONDUCTO DE DESCARGA (metros)

$$Ht = 0,001778$$

$$N = 0,010404$$

$$O = 0,00718$$

$$P = 0,006498$$

$$Q = 0,003364$$

$$R = 0,005973$$

$$S = 0,023002$$

$$T = 0,009708$$

$$Z = 0,013853$$

$$H11 = 0,002329$$

$$Hm = 0,002013$$

$$Dm = 0,001683$$

$$Dmax = 0,005209$$

VELOCIDAD DEL AGUA EN ENTRADA DE CÁMARA ESPIRAL

Espiral de acero

$$V1 = 3,755748 \text{ m/s}$$

Espiral de hormigón

$$V2 = 0,897596 \text{ m/s}$$

VELOCIDAD DEL AGUA EN EL CONDUCTO DE DESCARGA

$$V3 = 8,61307362 \text{ m/s}$$

2.2.2. DIMENSIONADO TURBINA KAPLAN SALTO DE CARRIZALES II

| | | | |
|--|------------|-----------------------|---------------|
| Salto máximo neto | 3,7 metros | Caudal nominal (m3/s) | 30 |
| Rendimiento supuesto de la turbina en tanto por uno: | | | 0,88 |
| Cota del eje del rodete en metros sobre nivel del mar: | | | 500 metros |
| Temperatura media del agua en grados centígrados: | | | 20 °C |
| Tipo de turbina elegida: | | | Turbina media |

SALTO DE CARRIZALES II

| | | | |
|---|--|------------|---------------|
| Salto máximo neto: | | 3,7 metros | |
| Caudal de explotación: | | 30 m3/s | |
| POTENCIA DE LA TURBINA KAPLAN: | | | 957,264 kW |
| Rendimiento supuesto de la turbina en tanto por uno: | | | 0,88 |
| Cota del eje del rodete en metros sobre el nivel del mar: | | | 500 metros |
| Temperatura media del agua en grados centígrados: | | | 20 °C |
| Tipo de turbina elegida: | | | Turbina media |

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA TURBINA:

| | | |
|-----------------------|-----|-----------------|
| Velocidad específica | Ns= | 1317,729 r.p.m. |
| Velocidad de rotación | N= | 187,5 r.p.m. |
| Vel. embalamiento | | 507,9031 r.p.m. |
| Coef. cavitación | | 2,296815 |
| Sumergencia | | 0,962475 metros |

DIMENSIONES DEL CONDUCTO ESPIRAL (metros)

Espiral de acero

$$A1 = 0,008655$$

$$B1 = 0,009049$$

$$C1 = 0,009705$$

$$D1 = 0,012068$$

$$E1 = 0,00806$$

$$F1 = 0,007739$$

$$G1 = 0,006797$$

$$H1 = 0,005936$$

$$I1 = 0,00219$$

$$L1 = 0,009702$$

$$M1 = 0,010744$$

Espiral de hormigón

$$B2 = 0,005861$$

$$C2 = 0,009031$$

$$D2 = 0,007513$$

$$E2 = 0,007469$$

$$F2 = 0,008117$$

$$G2 = 0,007025$$

$$H2 = 0,006139$$

$$I2 = 0,002179$$

$$L2 = 0,007817$$

$$M2 = 0,00583$$

DIMENSIONES DEL CONDUCTO DE DESCARGA (metros)

$$Ht = 0,001764$$

$$N = 0,010272$$

$$O = 0,007087$$

$$P = 0,006417$$

$$Q = 0,003323$$

$$R = 0,005888$$

$$S = 0,022697$$

$$T = 0,009642$$

$$Z = 0,01367$$

$$H11 = 0,002305$$

$$Hm = 0,001974$$

$$Dm = 0,001655$$

$$Dmax = 0,005143$$

VELOCIDAD DEL AGUA EN ENTRADA DE CÁMARA ESPIRAL

Espiral de acero

$$V1 = 3,74615037 \text{ m/s}$$

Espiral de hormigón

$$V2 = 0,8719026 \text{ m/s}$$

VELOCIDAD DEL AGUA EN EL CONDUCTO DE DESCARGA

$$V3 = 8,60991008 \text{ m/s}$$

2.2.3. ELECCIÓN TURBINAS Y ALTERNADOR.

Después de calcular las características físicas de las turbinas, elegiremos para ellas unas de la casa Baliño.

Optaremos por unas turbinas Kaplan ya que tienen su área de trabajo en los pequeños saltos con grandes caudales. Con ellas se aprovecha el enorme potencial que poseen los ríos en los últimos kilómetros más próximos a su desembocadura



Figura 2.2.3.1.- Turbina Kaplan.

Escogeremos dos generadores eléctricos de la casa Indar para este proyecto con una potencia de 1598 kW y el otro de 959 kW.



Figura 2.2.3.2.- Alternador.

3. ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de Impacto Ambiental que viene a continuación no forma parte del estudio de este proyecto.

3.1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio de viabilidad de Aprovechamiento Hidroeléctrico en un tramo del río Esla afectando a terrenos de los Términos Municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel en la provincia de León. Los autores de este estudio son: D. Rodrigo Fernández Fernández (Ingeniero Técnico Forestal) y D. Alberto de la Riva Andrés (Ingeniero Agrónomo).

Este aprovechamiento se ubica en el cauce del río Esla entre las cotas 775 y 764 con posibilidades energéticas.

El río Esla se encuentra dentro de la Cuenca Hidrográfica del Duero, y es uno de los principales afluentes del río Duero aportándole agua por su margen derecha, y dependiendo administrativamente de la Confederación Hidrográfica del Duero.

En el tramo del río en que se solicita el Aprovechamiento no se conoce ninguna derivación con concesión administrativa, aunque por ambos márgenes del río discurren canales de regadío que reciben el agua, aguas arriba de la zona del proyecto.

Las obras de encauzamiento para turbinar el agua se ubican en el río Esla, afectando aguas arriba al cauce del río Bernesga en su confluencia con el Esla y denominándole el Salto o Central Hidroeléctrica de Carrizales.

Con la ejecución del proyecto se consigue así el aprovechamiento de una energía limpia, renovable y autóctona que hasta el momento se está desaprovechando. Se logrará así la sustitución de energía generada con fuentes contaminantes por la construcción de centrales de generación de energía a partir de fuentes renovables.

3.2. LEGISLACIÓN CONSIDERADA

- Real Decreto Legislativo 1302/86 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1131/88 de 30 de septiembre. Reglamento del anterior.
- Ley 4/1989 de 27 de marzo de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre.
- Real Decreto 1997/1995 de 7 de diciembre sobre Medidas para garantizar la Biodiversidad.
- Decreto Legislativo 1/2000, de 18 de mayo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental y Auditorías Ambientales de Castilla y León.
- Ley 6/1992 de 18 de diciembre de Protección de los Ecosistemas Acuáticos de Castilla y León.
- Sentencia del Tribunal Supremo por la que se deroga las competencias asignadas en dicha Ley a la Junta de Castilla y León en materias de Caudales Ecológicos.

- Ley 29/1985 de 2 de agosto de aguas.
- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril. Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 927/1988 de 29 de julio. Reglamento de la Administración Pública del Agua y la Planificación Hidrológica.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 2818/98 de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

Dentro del marco de la Política Energética Nacional, Ley 82/1980 de 30 de diciembre de Conservación de la Energía, se encuentra el aprovechar el potencial energético de los ríos, mediante la construcción de pequeñas Centrales Hidroeléctricas (Minicentrales), apoyando y promoviendo alternativas de energía renovable para reducir en lo posible el consumo de hidrocarburos y en general la dependencia exterior de combustibles.

Más recientemente y en cumplimiento de los objetivos fijados por la Comisión Europea en el Libro Blanco de la Energía por energías renovables en el que se pretende la sustitución de energías convencionales, la Ley 54/1997 y el posterior Real Decreto 2818/98, dan un nuevo impulso a este tipo de energías al dotarlas de un marco regulador más estable, otorgándoles incluso el derecho a la urgente ocupación de los bienes y derechos afectados.

La mejora medioambiental a nivel colectivo, pretendida en el citado Libro Blanco de la Energía, se obtiene por sustitución de energía nuclear o fósil por energías limpias y renovables como es el caso de la hidráulica, con un objetivo para la minihidráulica.

A nivel local los proyectos pueden generar impactos, de ahí a los objetivos clásicos de todo Proyecto: economía, rentabilidad, utilización de recurso y mínimo tiempo de ejecución, hay que añadir un mínimo impacto ambiental y social.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.3.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza en la confluencia del río Bernesga y Esla por encima del puente sobre el río Esla de la carretera y línea de ferrocarril de RENFE, según se puede ver en el plano N°1 de Situación y Ortofoto, en los Términos Municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel. En concreto en las proximidades del núcleo poblacional de Vega de Infanzones, por el noroeste y suroeste de Villarroañe. Unos 100 m aguas arriba del puente de la carretera Nacional CV 195-11 sobre el río Esla y unos 200 m por encima del ferrocarril de RENFE.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y NATURAL

El proyecto que nos ocupa se ubica dentro de los términos municipales de Vega de Infanzones y Villaturiel al sur del Término Municipal de León capital de provincia.

Los terrenos colindantes a las riberas de los ríos o riberas del Dominio Público Hidráulico (Superficies comprendidas entre las máximas y mínimas avenidas) son de propiedad particular de los vecinos de los pueblos próximos.

Los terrenos cultivados se encuentran plantados de chopos, maíz, cereales, hortalizas y barbecho. Hay zonas con regadío a través de canales de derivación de aguas y otras sin él.

La única vegetación arbórea existente corresponde a las choperas y la vegetación de ribera en los márgenes de los ríos, correspondiendo la zona a la llanura de la tierra de Campos de Castilla y páramos de León.

3.4.1. CLIMA

El clima de una determinada área es el conjunto de fenómenos meteorológicos que acontecen en un espacio concreto a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente representativo.

La consideración de la climatología resulta fundamental en cualquier estudio del medio físico, pues determina en gran medida el tipo de suelo, la vegetación y la fauna de una determinada zona.

El clima está definido por las estadísticas a largo plazo de los parámetros meteorológicos registrados tales como temperatura, precipitaciones, humedad, viento... Para lograr una caracterización climática del área de estudio se ha consultado los datos registrados en las estaciones climatológicas de León y Santa María del Páramo.

Las temperaturas medias anuales en un periodo de 30 años, varían entre 9 °C y 12 °C, oscilando las máximas absolutas entre 37 °C y 40 °C.

Las mínimas absolutas estuvieron entre -10 °C y -15 °C.

Las medias mensuales fluctuaron entre 0 °C y 8 °C en los meses invernales y entre 16 °C y 21 °C en los meses estivales.

Tabla 3.4.1. - Clima

| MESES | PRECIPITACIONES MEDIAS | TEMPERATURAS MEDIAS | Nº DE DÍAS LLUVIA |
|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| Enero | 67,4 | 3,2 | 9,7 |
| Febrero | 64,3 | 4,7 | 7,8 |
| Marzo | 52 | 6,3 | 10,1 |
| Abril | 47,8 | 8,7 | 9,2 |
| Mayo | 51,8 | 11,9 | 10,6 |
| Junio | 43,3 | 16,5 | 9,4 |
| Julio | 23,9 | 19,9 | 4,8 |
| Agosto | 16,4 | 19,2 | 4,6 |
| Septiembre | 34,4 | 16,3 | 7,1 |
| Octubre | 53,3 | 11,9 | 10 |
| Noviembre | 61,6 | 6,8 | 9,9 |
| Diciembre | 64,7 | 13,5 | 10,3 |
| MEDIA ANUAL | 580,9 | 11,58 | 103,5 |

Las precipitaciones medias anuales para el periodo 1960-1990 oscilan entre 730 mm y 450 mm. Por lo tanto, estamos ante un clima Mediterráneo genuino, moderadamente cálido, menos seco.

3.4.2. EDAFOLOGÍA

De acuerdo con su textura, origen y aptitud, se pueden diferenciar dos tipos de suelos:

- Suelos pedregosos formados sobre los depósitos alóctonos de las terrazas fluviales, caracterizados por ser suelos pardos con abundante o excesiva pedregosidad, pendiente nula o suave, materia orgánica escasa, tendencia a la hidromorfia y a la acidez, y erosionabilidad escasa o nula en los terrenos colindantes, no así en los cauces de los ríos donde la erosión es intensa. Tradicionalmente fueron suelos de cultivos de secano principalmente cereal y viñedo, ahora hace unos 50 años hay zonas de regadío con remolacha y maíz como cultivos dominantes.
- Suelos arcillosos que aparecen sobre los afloramientos de arcillas del Mioceno y que tienen gran variedad, con pendientes de suaves a abruptas, erosionabilidad moderada, tendencia al encharcamiento y a la basicidad, textura normalmente franca y pedregosidad escasa a moderada. Su distribución es muy irregular

apareciendo sobre todo en los bordes de terraza y escarpes de los valles. Suelos con dedicación preferentemente a cereal.

De 0 – 30 cm franco arenoso.

De 30 – 50 cm franco arenoso.

De 50 – 100 cm arcillo arenoso.

Más de 100 cm arcillo arenoso.

3.4.3. GEOLOGÍA

Las minicentrales están directamente relacionadas aunque a pequeña escala con los problemas de erosión, transporte, sedimentación y estabilidad del terreno.

En el área de acción del proyecto afloran materiales encuadrados en el “Borde de la Cuenca Terciaria del Duero”, pertenecientes al Terciario y al Cuaternario:

Los materiales terciarios de la zona pertenecen al Mioceno (Vindobiense superior-Valleniense). La gran monotonía de estos materiales no permite una descripción por divisiones estratigráficas, pero sí que se han diferenciado dos facies: las llamadas “Facies de Tierra de Campos marginal” y “Facies de Tierra de Campos”.

En la zona de acción los materiales aflorantes pertenecen a la primera de ellas, aunque recientemente algunos autores la incluyen en el llamado “Complejo de abanicos poligénicos intermedios”.

Litológicamente la serie es eminentemente arcillo-margosa con intercalaciones de conglomerados y areniscas. Coloración ocre con diferentes tonalidades. Las intercalaciones conglomeráticas se presentan en niveles lenticulares de gran heterometría y escasa potencia (en general no alcanzan el metro), siendo la extensión lateral muy variable (desde pocos metros hasta decenas de ellos). En la zona, dada la extensión de suelo agrícola, no hay afloramientos de agua.

Las litologías descritas, conglomerados, areniscas y arcillas, forman una secuencia positiva que es completa cuando aparecen superpuestas en este orden de abajo a arriba. Pero habitualmente falta alguno de los términos, siendo la más frecuente conglomerado – arcilla o arenisca – arcilla. Este tipo de secuencia apunta en el sentido de que la base de los niveles conglomeráticos ha de ser erosiva. Por otra parte, el tipo de secuencias representan facies de canal fluvial, en los que el término basal son los conglomerados de base de canal. Van seguidos por los importantes paquetes de arenas y areniscas con estratificaciones cruzadas.

El policuaternario, aunque apenas exista en la zona, está representado por las rañas. Las rañas son depósitos de conglomerados cuarcíticos, situados como mantos muy aplanados y de poco espesor. Los valores máximos de espesor encontrados rondan los 30 m aunque generalmente son más delgados, inferiores a los 10 metros. Dado que constituye un depósito que culmina los sedimentos terciarios, su presencia se produce en las cotas más altas del relieve actual de la cuenca.

El cuaternario en la zona está representado por las terrazas medias y superiores del río Bernesga, las cuales están constituidas por conglomerados y arenas, lo mismo que la terraza media inferior de río Esla.

3.4.4. HIDROGRAFÍA

Las aguas y el río Esla discurren de la Cuenca Hidrográfica del río Duero y, dentro de ésta, como afluente por la margen derecha del río Duero.

A unos pocos metros aguas arriba del azud se incorpora al Esla el agua del río Torío y Bernesga y, a unos pocos kilómetros aguas arriba, se incorpora por la margen derecha del Esla el río Porma, en la cabecera de éste se almacena agua en el embalse del mismo nombre "Embalse del Porma" Término Municipal de Boñar. Todos ellos tienen su nacimiento en la provincia de León en la parte sur de la Cordillera Cantábrica y en cotas superiores a los 1600 m.

3.4.5. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CAUDALES SOLICITADOS

El río Esla tiene en su cabecera el embalse de agua de Riaño con 600 km² de cuenca de recepción de agua, una capacidad de embalse de 664 hm³ y una aportación de 700 hm³.

En el punto de ubicación del Proyecto, la cuenca dominada es de 3980 km².

El río Esla en la zona de la central, recibe el agua de tres ríos muy importantes de la provincia de León, como son el Bernesga, Torío y Porma.

El caudal total solicitado a turbinar es de 80 m³/s. En una turbina con 50 m³/s, y la otra con 30 m³/s, con objeto de aprovechar el máximo las posibilidades energéticas.

Según el estudio Hidrológico del Proyecto, se puede obtener una media de 1230 hm³/año turbinables de un total de 1969,478 hm³/año circulantes. Lo que supone en régimen normal óptimo 4270 horas/año de funcionamiento (+/- 5 meses al año).

La central es de tipo fluyente al no disponer de embalse que posibilite la regulación de los caudales aportados.

El desnivel utilizado es de 3,7 m de salto.

Mediante compuertas de segmento o clapetas, se consigue un incremento de nivel artificial del agua, que mantiene el nivel mientras el caudal circulante sea igual o inferior al de diseño del aprovechamiento hidráulico. Cuando viene por el cauce una avenida, las clapetas van descendiendo progresivamente hasta quedar sin efecto la existencia del Azud cuando la avenida supera los 1860 m³/s equivalente al caudal de periodo de retorno de 25 años.

El salto de Carrizales tiene una superficie de cuenca total de 3980 km².

La estación de aforos con cuyos datos se ha trabajado se ubica en Benamariel pueblo y nombre de la estación, y con datos facilitados por la Comisaría de Aguas del Duero desde el año 1942 a 2005, la estación está a 1500 m aguas abajo del azud diseñado.

A partir de los datos facilitados se calculan los caudales diarios que lleva el río, las aportaciones mensuales y anuales así como la curva de caudales clasificados y que

seguidamente adjuntamos. De dichas consideraciones resulta una aportación aforada media de 1969,48 hm³/año.

Aportación turbinada calculada de 1230 hm³/año.

Caudal estimado de avenida $Q_{\max} = 2755,35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Se prevé el crecimiento de algunos caminos próximos a la zona y que pueden quedar anegados por el remanso producido por el azud.

3.4.6. CAUDAL ECOLÓGICO

El caudal ecológico o de reserva medioambiental es el fijado normalmente para saltos hidrológicos con el fin de que no quede sin agua ciertos tramos de cauce natural de los ríos.

Parte de ese caudal ecológico será vertido por la escala de peces y la experiencia ha demostrado que para que un buen funcionamiento de ésta, el caudal circulante sea de unos 250 L/s y en función de este se dimensiona la escala.

En este caso, dada la abundancia de caudal disponible en el río Esla, ni siquiera proponemos el caudal ecológico a dejar para que sean los técnicos de la Administración quienes lo indiquen. Además, en este proyecto aunque el agua no rebose la presa, no afecta a ningún tramo del río la falta de agua, ya que se proyecta de tal modo que el pie de presa estará siempre anegado por las aguas de salida de la Central y únicamente quedará sin agua el ancho de clapeta.

Los caudales ecológicos es la disputa ente los conservadores del Medio Natural y los Productivistas.

En León se llevan unos 20 años echando la culpa de la no existencia de truchas en los ríos, entre otras de las causas, a las minicentrales o aprovechamientos hidroeléctricos.

Personas con apreciación imparcial respecto al tema reconoce que el mayor problema que más bien han tenido las minicentrales desde el punto de vista medioambiental, ha sido la falta de escala de peces. Hoy no es problema, más bien uno de los problemas era el bajo caudal ecológico que se dejaba al río.

Hoy se puede asegurar que un aprovechamiento hidroeléctrico es económicamente viable con un margen de beneficio obviamente menor, pero con dos años más de amortización de la inversión por las medidas de protección ambiental con las que se delimita el proyecto, además de la producción de energía eléctrica limpia y renovable que se genera.

3.4.7. FAUNA

La fauna es la correspondiente a las zonas de vegetación de bosque galería y tierras de cultivo agrícola en las tierras del páramo leonés. La biocenosis del ecosistema que genéricamente nos encontramos es la siguiente:

MAMÍFEROS

- Insectívora: Desmana pyrenaica (Desmán).

- Chiróptera: *Pipistrellus pipistrellus* (Murciélago común).
- Carnívora: *Lutra lutra* (Nutria), *Genetta genetta* (Gineta), *Vulpes vulpes* (Zorro).
- Artiodactyla: *Sus scrofa* (Jabalí).

AVES

- Ciconiformes: *Coccyzus erythrophthalmus* (Cigüeña común).
- Anseriformes: *Anas platyrhynchos* (Anade real).
- Gruiformes: *Gallinula chloropus* (Polla de agua).
- Falconiformes: Milano negro, Azor, Ratonero común, Halcón común, cernícalo vulgar, etc.
- Strigiformes: Lechuza, Búho real, Búho chico, Autillo, Mochuelo, Cárabo.
- Columbiformes: *Columba Columba* (Palomo torcaz).
- Cuculiformes: *Cuculus canorus* (cuco), *Clamator glandaris* (Críalo).
- Galiformes: *Alectoris rufa* (Perdiz roja), *Coturnix coturnix* (Codorniz).
- Apodiformes: *Apus apus* (Vencejo común).
- Coraciformes: Abejarruco, carraca, abubilla, etc.
- Piciformes: *Picus viridis* (Pitorreal), *Dryocopus martini* (Pito negro).
- Passeriformes: Calandria, alondra común, totovía, golondrina, avión, lavandera blanca, chochín, ruiseñor bastardo, currucas, petirrojo, mirlo, mirlo de agua, zorzal, herrerillos, trepador azul, verderón, gorrión, chorre piguroja y piquigualda, etc.

ANFIBIOS

- Caudata: Salamandra, Gallipato, tritones, etc.
- Anura: Sapo común, sapo corredor, ranita de San Antonio, rana bermeja, etc.

REPTILES

- Sauria: Culebrilla ciega, lución, lagartija serrana, lagarto verde, lagarto ocelado, lagartija turbera, lagartija roquera, etc.
- Ophiolia: *Natrix maura* (Culebra de agua), *Vipera berus* (Víbora europea).

PECES

- Esocidae: *Esox lucius* (Lucio).
- Cyprinidae: *Barbus bocagei* (Barbo), *Gobio lozanoi* (Gobio), Tinca tinca (Tenca), *Clondrostoma polylepis* (Boga de río). *Rutilus arcasii* (Bermejuela).

- Macroinvertebrados acuícolas: Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera, Megalóptera, Díptera, Moluscos, Anelida.

Los terrenos donde se ubica el proyecto se encuentran dentro de terrenos con aprovechamiento cinegético Coto de Caza, regulados por la dirección y control del Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. En los planes de aprovechamiento cinegético tienen autorizada la caza de las siguientes especies: Perdiz roja, Codorniz, Liebre, Zorro y jabalí, además de otras especies cazables que suelen ser migratorias.

En cuanto a peces en el tramo del río Esla afectado por el proyecto, únicamente se han inventariado el Lucio, Barbo, Boga y Bermejuela.

En la zona no existen cotos ni vedados de pesca, siendo por tanto zona libre de pesca sometida a la Orden anual de Pesca de la Conserjería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

3.4.8. VEGETACIÓN

Las condiciones climáticas en las que los caracteres determinantes son un acusado periodo de aridez estival y un largo y riguroso invierno en el que las heladas se prolongan hasta el mes de mayo, da lugar a una combinación de matices de tipo mediterráneo junto a otros propios de un clima de altiplanicie, a los que tiene un carácter netamente de transición entre los dos grandes dominios climáticos peninsulares.

SERIE DE VEGETACIÓN

Junipero oxycedri - Querceto rotundifoliae sigmetum (faciaciones don Rhamnus infectoria y con Brachypodium pinnatum sbsp. Rupestre).

El clima de esta serie corresponde a un encinar del Junipero oxycedri – Quercetum rotundifoliae que se asienta sobre sustratos silicios con ombroclima seco, aunque debido a la horizontabilidad e impermeabilidad del terreno por la presencia de arcillas hace que aparezca una cierta hidromorfía temporal. Estas características determinan la presencia de un buen número de arbustos caducifolios como:

- Crataegus monogyna.
- Rhamnus saxatilis.
- Rosa canina.

Que le da una originalidad florística frente a la asociación típica, perteneciendo estos encinares leoneses secos y silicícolas a la subasociación rhamnetosum infectoriae, bien representado en la comarca.

QUERCUS PYRENAICA, MATORRAL, PRADERA Y ERIALES ASOCIADOS

La vegetación original corresponde al dominio de Quercus pyrenaica, que a medida que se desciende hacia el sur y los suelos van siendo más ricos en bases, cede terreno a favor del Quercus ilex ssp. Rotundifolia.

Esta vegetación ha sufrido una fuente antrópica de deforestación para el cultivo agrícola.

La vegetación ripícola o de bosque de galería en lechos pedregosos fluviales alpinos tiene una estructura abierta y con escasa cobertura y cuyos árboles y arbustos dominantes pertenecen a la familia de las Salicaceas.

- Populus X euroamericana.
- Populus nigra.
- Agnus glutinosa.
- Fraxinus escelsior.
- Salix Eleagnos.
- Salix cantábrica.
- Salix purpurea.
- Hacer negundo.
- Rosa canina.

En áreas muy erosionadas aparece la vegetación rastrea de aulaga, tomillo, cantueso y jaras.

Especies vulnerables: Marsilea strigosa y Narcisus asturiensis.

3.4.9. EL PAISAJE NATURAL

Se trata de un paisaje bastante humanizado y de poco valor intrínseco. Está dominado por terrenos de cultivo de secano y regadío y quedando vegetación seminatural en los márgenes de los ríos. Seminatural porque parte de la vegetación arbórea está conformada por choperas con especies alóctonas, clones americanos e italianos.

En el páramo adyacente se observa una gama cromática relativa, característica de paisajes definidos por distintas tonalidades de verdes y ocreos propios de pastizales y cultivos (maíz, remolacha, pimientos, etc.)

Se trata de un paisaje de fragilidad visual media y calidad paisajística baja.

El proyecto hidroeléctrico discurre de las zonas urbanas. Es una zona paisajísticamente hablando, sin grandes singularidades, ni a nivel de aguas superficiales, ni grandes zonas de especial relevancia por relieve, ni por la morfología del terreno, ni vegetación especial, ni fauna protegida, etc.

El impacto paisajístico no va a ser significativo por las siguientes razones:

- No existirán canales de derivación que son las estructuras típicas de las Centrales Hidráulicas como ésta, de tipo fluyente que más impacto ocasionan.
- Los puntos de observación más importantes suelen ser, desde núcleos urbanos, carreteras, paseos, etc. En este caso ocurren en cuenca visual carreteras y ferrocarril pero no núcleos de población.
- Sus instalaciones tienen cuencas visuales grandes pero no a nivel del terreno por ser una semillanura del páramo Leonés.
- Los posibles impactos resultantes serán aminorados con el plan de medidas correctoras.

- Se trata de una zona muy antropogeneizada por la actividad humana, discurren en la proximidad del proyecto dos carreteras, línea de ferrocarril de RENFE y Autovía León - Burgos.

Por todo ello consideramos que el impacto paisajístico va a ser mínimo.

3.4.10. ECOSISTEMA FLUVIAL

El ecosistema fluvial queda definido por la estructura biológica del río y las interrelaciones con el medio.

La estructura la conforman la comunidad biológica, los recursos materiales y energéticos y el hábitat físico.

El funcionamiento es el conjunto de procesos biológicos, físicos y químicos controladores de materias y de energía que atraviesan el ecosistema.

Los productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrofias) fijan la energía solar. Hongos y bacterias (descomponedores) descomponen la Materia Orgánica (M.O.), consumidores (macroinvertebrados y peces) utilizan la energía acumulada por los anteriores.

Los recursos materiales y energéticos del ecosistema están representados por los nutrientes inorgánicos y diversos tipos de M.O.

Las características físico – químicas que estructuran el ecosistema fluvial representan la plataforma o hábitat donde se desarrollan las comunidades biológicas y sus recursos.

El hábitat físico lo conforman las características del cauce sumergido de las orillas y de la ribera.

El río y el ecosistema terrestre que componen la cuenca vertiente mantienen numerosas interrelaciones.

Los regímenes de caudales, de rendimientos, nutrientes y la M.O. originadas en las laderas de la cuenca componen el hábitat físico del río y suministran la energía y recursos a las comunidades reófilas (Barbos, Lucios, Bogas y Bermejuelas).

La vegetación de ribera (principalmente salicáceas) trata de estabilizar las orillas del cauce. Contribuyen con sus partes leñosas y residuos vegetales a la aportación de M.O. del río y controlan la más/menos entrada de luz en el lecho del río y la llegada de otra M.O. y nutrientes al cauce.

El ecosistema fluvial del río Esla, en cada tramo funciona como un sistema abierto, en el que su fauna y flora, la M.O., los nutrientes y las características físico – químicas conforman una estructura dinámica en el tiempo y en el espacio desde su nacimiento hasta la desembocadura y que a su vez está íntimamente ligada al bosque de ribera.

En la zona del Proyecto entra dentro del Tramo Medio de un río, es decir sobre rocas duras (cantos y gravas) y dominancia de la llanura donde la inundación es grande.

- La comunidad piscícola dominante y única en el río del Proyecto es del Barbo, la Bermejuela y el Lucio.

- Invertebrados de tamaño microscópico: Hidrozoos, Nematodos, Rotíferos, Hidracnelas.

- Macroinvertebrados: Dípteros, Tricópteros, Efemerópteros, Coleópteros, Plecópteros, Odonatos, etc.

- Abundancia de remansos.
- Río con cauce ancho y profundo.
- Aguas de velocidad lenta pendientes suaves.
- Lecho del río formado por cantos, piedras y gravas.
- Aguas templadas y oxigenación media.
- Río con cauce poco sombreado por la vegetación rupícola, al ser muy ancho.
- Abundan los productores primarios (perifiton, fitoplancton y macrofitas).
- Presencia escasa de consumidores (macroinvertebrados y peces).

Todas estas características nos llevan a calificar ese tramo de río con aguas de calidad media-baja desde el punto de vista de la existencia de consumidores biológicos.

3.5. INTERESES AFECTADOS

Para la determinación de los intereses afectados, además de las instalaciones que se proyectan y que se encuentran en Dominio Público Hidráulico, se ha delimitado éste mediante el cálculo de alturas de avenida para caudal de 10 años de periodo de retorno.

La diferencia entre el agua ocupada por el embalse y la superficie perteneciente al Dominio Público Hidráulico en el tramo, resulta el área de terrenos de Dominio Privado afectados por la construcción del azud y que totalizan 12,4417 ha de terrenos de ribera.

3.6. ACCIONES DEL PROYECTO

3.6.1. POSIBLES ACCIONES POR LA CONSTRUCCIÓN

- Hormigonado en azud sobre pilas de hormigón y cimentaciones, edificio de máquinas y zona de desagüe.
- Excavaciones de tierras en azud con cimentaciones, y edificio de máquinas.
- Acondicionado de camino de acceso a obra.
- Eventuales vertidos de finos, combustibles y aceites al río como consecuencia de las acciones anteriores.
- Emisiones de polvo y ruido.
- Abandono de materiales no útiles.
- Expropiación y ocupación de terrenos.

3.6.2. POSIBLES AFECCIONES CON LA PRESENCIA

- Efecto barrera por el azud de toma.
- Acciones sobre la fauna en general y la acuícola en particular.

- Posible modificación en la calidad del agua por embalsamiento momentáneo aguas arriba del muro del azud.
- Distorsión del paisaje.
- Pérdida de suelo por ocupación.

3.7. IMPACTOS Y ALTERACIONES AMBIENTALES PRODUCIDAS POR LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO Y LA PRESENCIA

3.7.1. SOBRE EL TERRENO

Por pérdida de suelo como consecuencia de la ocupación (Parte permanentemente y parte mientras dure la construcción). El suelo por donde se ubicarán las estructuras del Proyecto corresponden a zonas de Dominio Público Hidráulico en mayor parte y el resto son fincas de particulares de baja productividad al ser zona de secano y otras con plantación de choperas.

La traza de ocupación apenas acarrea deforestación, pues la zona de embalsamiento por subida de nivel del agua no es necesario quitar la vegetación existente ya que en su mayor parte seguirá viva y favorecerá a las especies acuáticas, como refugio y productora de alimento. Es necesario tener en cuenta que el Aprovechamiento es de Central tipo fluyente, el agua apenas va a estar retenida aguas arriba del azud y no se van a producir fenómenos de Eutrofización de agua.

Por lo que el impacto por ocupación de terrenos es mínimo, únicamente el camino de acceso a la central y se trata de acondicionar el existente y una pasarela aérea por la margen izquierda del río para acceder al azud.

3.7.2. SOBRE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE

La vegetación afectada por la subida de nivel del agua no se va a morir, pues como máximo la central estará en funcionamiento unas 4500 horas al año y el resto de tiempo el cauce del río no va a sufrir alteración como consecuencia del Proyecto. Únicamente será necesario eliminar la vegetación del azud, y se estima en una longitud de 30 m en cada una de las márgenes del río.

Por lo que es prácticamente nulo el impacto, si se compara con los kilómetros de vegetación de ribera existente.

3.7.3. SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL

El posible vertido de hormigón, finos, aceites, etc., puede tener carácter accidental y habrá de evitarse con advertencias y concienciación de los trabajadores en obra, y realizando las obras necesarias para evitar que alcancen a las aguas del río.

El hormigonado y cimentación del azud deberá realizarse una vez desviado el cauce del río y evitando el contacto del agua corriente del río con el hormigón antes de su perfecto fraguado, dado que la anchura del cauce natural del río no ofrecerá demasiados

problemas técnicos máxime si tenemos en cuenta que el río Porma y Esla están regulados en sus respectivas cabeceras por embalses.

En estas condiciones, el impacto va a ser mínimo siempre que se tomen esas precauciones y se construya en las épocas de mayor estiaje.

3.7.4. LAS TIERRAS DE EXCAVACIONES Y EXPLANACIONES

Las tierras de explanaciones y excavaciones se verterán sobre caminos para realizar un pequeño recrecimiento de éstos. Son caminos próximos al cauce del río de servidumbres a fincas particulares y que en épocas de avenidas pudieran quedar anegados por el agua.

Por lo que el impacto será nulo.

3.7.5. SOBRE LA FAUNA ACUÍCOLA

Será uno de los impactos más importantes por el efecto barrera que supone en el río la construcción del azud de 4 m de altura. Como medida correctora, se diseña una escala de peces y se deja salida del caudal ecológico a establecer de acuerdo con las condiciones que marque la Administración, tanto en la cantidad como en el tiempo.

La escala de peces propuesta y diseñada es para un caudal de 250 litros/s por considerar que es la más idónea para alcanzar dicho objetivo (subida de peces: Lucio, Barbo, Bermejuela y Boga).

Se ha dicho que al disponer de grandes caudales tanto por las aportaciones como por el diseño de funcionamiento de turbinas, no va a haber ningún problema en los litros de agua a verter como caudal ecológico. No hay canales de derivación de agua por lo que no hay tramos de cauce de río sin agua. Azud que eleva nivel de agua, toma que canaliza ésta a turbinas y salida por colchón o canal de desagüe del edificio de turbinas a la parte de abajo del mismo azud.

Dicho impacto con la medida correctora propuesta, la consideramos bajo.

3.7.6. EFECTO BARRERA SOBRE LA FAUNA TERRESTRE

Hemos comentado que dichos terrenos se encuentran dentro de las zonas declaradas en la Red Natura 2000 como zona o lugar de interés comunitario, Zona LIC.

La fauna que vive en medio acuático – terrestre y motivo de declaración como zona LIC, hemos dicho que son el Desmán y la nutria.

Ambos mamíferos se verán favorecidos al aumentar el nivel del agua y así disponer de mayor superficie acuícola y de vegetación parcialmente sumergida para realizar sus funciones de nutrición. Descanso y reproducción. Esto ocurrirá aguas arriba del azud.

El efecto barrera al ser dos especies que se desplazan también por el suelo, se propone como medida correctora la plantación en ambas márgenes (30 m en cada una) con estaquillas de vegetación autóctona de salicáceas arbustivas con objeto de mantener la continuidad del bosque galería. El impacto producido por el proyecto se ha dicho que es

la eliminación de 30 m de vegetación ripícola para la construcción del azud en ambos márgenes del río.

Dicho impacto quedará anulado por dicha revegetación.

El impacto producido es a corto plazo y de intensidad baja.

3.7.7. EL IMPACTO DEL EDIFICIO DE LA CENTRAL

Donde se ubicarán las turbinas y accesorios de funcionamiento dentro de un edificio de 6 metros de altura y de planta 20 m x 9,8 m.

Se ubica en la margen derecha del río y a pie del azud.

Las paredes del edificio exteriormente de piedra y el tejado de teja roja tipo árabe, análoga a la construcción rural de la zona.

El impacto producido será bajo.

3.7.8. IMPACTO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE SALIDA DE ENERGÍA

La conexión con la red línea de Alta Tensión de 45 kV con una longitud de unos 300 m mediante apoyos aéreos con diseño análogo al resto de las varias líneas eléctricas que discurren por la zona.

Los apoyos de los cables en las columnas metálicas serán sobre aisladores pendulares y disposición al tresbolillo con objeto de evitar la electrocución de aves.

El impacto resultante lo consideramos bajo.

3.7.9. IMPACTO PAISAJÍSTICO

Globalmente el proyecto del Salto de Carrizales se ubica en una zona de muy bajo valor paisajístico.

En una zona muy antropogeneizada, terrenos llanos, tierras de cultivos agrícolas, afectada de obras de infraestructuras con gran visibilidad como son carreteras, autovía, ferrocarril, respectivos puentes sobre el río de dimensiones considerables, etc.

El Proyecto no tiene grandes unidades de obra que dañen de una forma importante el paisaje y las medidas correctoras, más bien se desarrollan en el diseño del proyecto, es decir, como medidas preventivas a tomar en la ejecución, no siendo necesario establecer prácticamente medidas restauradoras.

El impacto paisajístico se evalúa como bajo.

3.8. ALTERNATIVAS AL PROYECTO

Se trata de evaluar y seleccionar la alternativa que optimice las variables técnicas, económicas y ecológicas.

Los aprovechamientos hidráulicos de tipo fluyente, el potencial energético existente se corresponde con un tramo de río determinado y no con otro, por lo que no cabe modificar emplazamientos.

En la zona diseñada existen los accesos, cerca de las carreteras, caudal de río importante, línea de evacuación de energía cerca, deterioro medioambiental bajo, etc.

Las posibles alternativas se materializan en pequeños desplazamientos del azud aguas arriba o abajo del cauce del río.

3.9. MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURADORAS

Genéricamente los impactos producidos son mínimos o de baja intensidad, bien porque los impactos en sí son pequeños o medios, o porque las medidas correctoras los mitigan en grado importante, resultando finalmente poco relevantes, siempre y cuando exista posibilidad técnica y sean viables desde el punto de vista de la rentabilidad económica del proyecto.

SOBRE EL TERRENO O LOS SUELOS AFECTADOS

Supone una superficie total de 12, 3429 ha de inundación de terrenos, propiedad de particulares, que serán debidamente pagadas y/o expropiadas.

Las medidas correctoras propuestas son el recrecimiento de caminos de servidumbres a fincas con los sobrantes de explanaciones y excavaciones, y el resto de tierras se llevarán de préstamos de otras y canteras de machaqueo.

SOBRE LA VEGETACIÓN

El impacto por deforestación es mínimo, pues solamente es necesario eliminar la vegetación de 30 m en cada una de las márgenes del río para construir el azud.

Finalizada la construcción del proyecto, se revegetarán los dos tramos con salicáceas arbustivas de la zona por el método de plantación con estaquilla de mimbreras, chopos, etc.

SOBRE EL ECOSISTEMA FLUVIAL

Por vertidos de hormigones, finos, aceites, etc., con los efectos negativos que pueden producir en las comunidades acuícolas y macroinvertebrados como consumidores, raspadores y descomponedores, independientemente de los posibles daños que se ocasionan en los productores primarios (Perifiton, Fitoplancton y Macrofitos) así como en los descomponedores de M.O. (Hongos y Líquenes) en el caso de que se produjeran esos vertidos.

La medida correctora en el hormigonado del azud está en la derivación mediante canalización de toda el agua del río o mediante bombeo, impidiendo el contacto del agua con el hormigón hasta que no esté perfectamente fraguado.

Concienciación y prohibición a todo el personal de obra, cambiar el aceite o rellenar depósitos con aceites y combustibles en el cauce y su proximidad. Prohibir realizar el lavado de hormigoneras y herramientas de obra en las aguas del río. Para evitarlo se instalarán depósitos con agua para estos menesteres y alejados del cauce del río para evitar posibles accidentes.

LAS TIERRAS SOBRANTES DE EXCAVACIONES Y EXPLANACIONES

Las tierras sobrantes se depositarán sobre los caminos existentes con objeto de recrecerlos y mantener la transistabilidad de éstos.

Las cantidades más importantes procederán de las cimentaciones de zapatas y del edificio que alberga las máquinas.

SOBRE LA FAUNA ACUÍCOLA

El efecto barrera por el azud sobre las comunidades de peces, en este caso sobre los ciprínidos existentes en el río Esla. Se corregirá mediante la construcción de una escala de peces posibilitando la subida o bajada de los peces, quedando prácticamente anulando el impacto creado.

MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS POR EMBALSAMIENTO

Se ha dicho que es una central de tipo fluyente, por lo que la permanencia de agua embalsada por el azud va a ser nula y/o instantánea por lo que no se va a producir eutrofización del agua por inundación parcial de la vegetación de las orillas del vaso del azud.

Este impacto va a ser mínimo pues no va a producir la muerte de la vegetación además que se estima en 4500 horas de funcionamiento.

EL EDIFICIO DE LA CENTRAL

Para conseguir que el impacto sea el mínimo, se diseña con unas características externas de materiales, construcción y colocación análogas a las de las casas de los pueblos rurales de la zona.

Así el tejado será a dos aguas de teja árabe envejecida y las paredes serán revestidas de piedra caliza de la zona, mediante chapeado de piedra de 6 a 8 cm de espesor y rejuntada con hormigón.

LA LÍNEA DE SALIDA DE ENERGÍA

Tiene una longitud de unos 300 m hasta empalmar con líneas de A.T. de 45 kV de Iberdrola.

La salida de energía se realizará por cable aéreo suspendido en columnas metálicas sobre aisladores particulares y distribución al tresbolillo.

CAMINOS DE ACCESOS A INSTALACIONES DE OBRA

Por la margen izquierda el acceso al azud se realiza por medio de pasarela metálica.

Por la margen derecha se realizará a través de ensanche y mejora del existente y que sale de la carretera nacional y discurre a través de una plantación de chopos.

El impacto Global resultante después de la restauración será bajo-nulo.

EL IMPACTO POR PRODUCCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA

El proyecto produce un impacto positivo al generar una energía limpia, con el aprovechamiento de una energía renovable producida por la turbinación del agua.

El resultado global será positivo, si se comparan las repercusiones negativas sobre el medio ambiente, producidas por las acciones del proyecto, con las repercusiones negativas por la producción de la energía equivalente con otras fuentes de energía mucho más contaminantes, como son la nuclear o de combustibles fósiles.

IMPACTO POSITIVO POR CREACIÓN DE EMPLEO

Impacto temporal positivo por la creación de puestos de trabajo en la fase de construcción, afectando en el mismo sentido a los distintos sectores económicos: primario, secundario y terciario.

3.10. PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA MEMORIA- RESUMEN DE E.I.A.

- Es un proyecto viable y rentable desde el punto de vista económico.
- La producción es energía limpia, renovable y por supuesto nada contaminante.
- Se produce impacto mínimo sobre el ecosistema fluvial, dado el elevado caudal ecológico de que se puede dotar, compatible con el último eslabón del ecosistema fluvial y que se ha dicho que sea la administración competente quien fije la cantidad a verter.
- El impacto por ocupación sobre terrenos de propiedad particular es considerable pero que afectan a terrenos de baja productividad.
- La zona está ausente de vegetación de alto valor ecológico.
- Se ubica en LIC (Lugar de Interés Comunitario) dentro de la Red Natura 2000, las especies de fauna protegida de la zona son el Desmán y la Nutria. De vegetación son Narcisus asturiensis y Marsilea strigosa, ambas de porte herbáceo. Peces, Rutilus arcasii, Chondrostoma polylepis y Barbus. Invertebrados, Coenagrion mercuriale.

El proyecto lo consideramos compatible con la declaración como zona LIC, donde hemos visto que los impactos sobre el ecosistema incluido en la Red Natura 2000 no afectan de forma sensible a las especies de fauna y flora que lo constituyen y motivaron tal declaración.

La zona del río donde se ubican las obras no se encuentra afectada por Cotos o Vedados de pesca. Es un tramo de río libre a efectos de la práctica deportiva de la pesca.

- El impacto paisajístico es mínimo por carecer de tuberías enterradas y en zonas llanas de pequeñas cuencas visuales, carretera nacional, ferrocarril y autovía cruzando por medio de sus respectivos puentes el río Esla.
- Línea eléctrica de unos 300 m de tendido aéreo y cuyo impacto paisajístico en un área muy antropogeneizada será mínimo.
- El edificio donde se ubica la maquinaria de funcionamiento será de construcción análoga a la construcción rural de los pueblos cercanos. Piedra en paredes exteriores y tejado con teja árabe de color envejecida.
- Los sobrantes de tierras de excavaciones se utilizarán para el recrecimiento y recebo de los caminos de servidumbre de paso a fincas particulares de la zona. No está prevista la creación de vertedero de estériles.
- El efecto barrera del azud sobre la fauna acuícola y/o terrícola se verá aminorado con la escala de peces a construir y la revegetación de las zonas destruidas en ambos márgenes para la construcción de zapatas y cimentaciones del azud.
- No va a producir efecto barrera sobre la fauna terrestre al no existir instalaciones que la origine.

4. AFECTACIONES

Para la delimitación de los intereses afectados, además de las instalaciones que se proyectan, que se encuentran en Dominio Público Hidráulico, se ha delimitado mediante el cálculo de alturas de avenida para un caudal de 10 años de periodo de retorno.

De la diferencia entre el área por el embalse y la superficie perteneciente al Dominio Público Hidráulico en el tramo, resulta el área de terrenos de dominio privado afectados por la construcción del embalse, y que totalizan 124417,056 m², es decir, 12,442 ha de terrenos de ribera.

5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U = Tensión compuesta primaria 20 kV

I_p = Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA): 100

I_p (A): 2.89

Siendo la intensidad total primaria de 2.89 Amperios.

5.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

W_{fe} = Pérdidas en el hierro

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV

I_s = Intensidad secundaria en Amperios

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA): 100

I_s (A): 140.97

5.3. CORTOCIRCUITOS

5.3.1. OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

5.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA

U = Tensión primaria en kV

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en Ka

5.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$$

$$U = 20 \text{ kV}$$

Y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 14,43 \text{ kA}$$

5.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA): 100

U_{cc} (%): 6

I_{ccs} (kA): 2.41

Siendo:

U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

I_{ccs} : Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

5.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal: 400 A
- Límite térmico 1 segundo: 16 kA ef
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

5.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

Para la intensidad nominal de 400 A, el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de $\varnothing 24$ mm y con un espesor de 3 mm, lo que equivale a una sección de 198 mm².

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{400}{198} = 2,02 \text{ A/mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3.42 y 2.99 A/mm² respectivamente.

Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3.29 A/mm² para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado (2,02 A/mm²). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

5.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta.

El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 * 10^{-7} * f * \frac{I_{cc}^2}{d} * L * \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Nw

f = coeficiente en función de $\cos \varphi$, siendo f=1 para $\cos \varphi = 0$

I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces

d = separación entre fases = 0.2 metros

L = longitud tramos embarrado = 375 mm

Y sustituyendo, F = 399 Nw

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,108 \text{ kg/mm}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

$$M_{\text{máx}} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1.272 \text{ kg}\cdot\text{mm}$$

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

El embarrado tiene un diámetro exterior $D=24$ mm y un diámetro interior $d=18$ mm.

El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left(\frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r_{\text{máx}} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{1.272}{927} = 1,37 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r = 19 \text{ kg/mm}^2 \gg r_{\text{máx}}$$

•12

Y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2.8 mKg, superior al par máximo ($M_{\text{máx}}$).

5.4.3. CÁLCULO POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ASDMISIBLE

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 60298 por la expresión:

$$S = \frac{l}{\alpha} * \sqrt{\frac{t}{\delta\Theta}}$$

Siendo:

$$S = \text{sección de cobre en mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$$

$\alpha = 13$ para el cobre

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos

I = Intensidad eficaz en Amperios

$\delta\Theta = 180^\circ$ para conductores inicialmente a t^a ambiente

Si reducimos este valor en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para $I = 16 \text{ kA}$:

$$\delta\Theta = 150^\circ$$

$$t = \delta\Theta * \left(\frac{S * \alpha}{I}\right)^2$$

Y sustituyendo:

$$t = 150 * \left(\frac{198 * 13}{16.000}\right)^2 = 3,88 \text{ s.}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

5.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

ALTA TENSIÓN

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo.

De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0.1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger:

Potencia del transformador (kVA): 100

Intensidad nominal del fusible de A.T. (A): 10

BAJA TENSIÓN

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 2.2 y 2.3.4 respectivamente.

5.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Al no ser posible un sistema de ventilación natural, se adoptará un sistema de ventilación forzada. Para el cálculo del caudal de aire necesario se aplicará la siguiente expresión:

$$\text{Caudal (m}^3/\text{h)} = \text{Pérdidas (kW)} \times 216$$

De esta manera, tenemos que:

Potencia del transformador (kVA): 100

Potencia de pérdidas (kW): 2.33

Caudal (m³/h): 503.28

Siendo el caudal total necesario de 503.28 m³/h

5.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Al utilizar técnica de transformador encapsulado en resina epoxy, no es necesario disponer de un foso para la recogida de aceite, al no existir éste.

5.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

5.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150 Ωm

5.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \text{ y } n = 0.18$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \, \Omega \text{ y } X_n = 25.4 \, \Omega$$

Con

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(\text{máx}) = \frac{U_{s\text{max}}}{\sqrt{3} * Z_n}$$

Donde $U_{s\text{max}} = 20000 \text{ V}$

Con lo que el valor obtenido es $I_d = 454.61 \text{ A}$, valor que la Compañía redondea a 500 A.

5.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \, \Omega / (\Omega * m)$$

$$K_p = 0.0252 \text{ V} / (\Omega * m * A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema 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 de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación escogida. Se describe a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0.0252 V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

La configuración de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

5.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

TIERRA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U_{s_{\max}} \cdot V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde $U_{s_{\max}} = 20000$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega\text{m}$$

$$K_r = 0.135 \Omega./(\Omega\text{m})$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 20.3 \Omega$$

$$I_d = 355.47 \text{ A}$$

$$U_d = 7198.2 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

TIERRA DE SERVICIO

$$R_t = K_r * \sigma = 0.135 * 150 = 20.3 \Omega$$

Que vemos que es inferior a 37 Ω .

5.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0252 * 150 * 355.47 = 1343.7 \text{ V}$$

5.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro.

Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 20.3 * 355.47 = 7198.2 \text{ V}$$

5.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 78.5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios

$K = 78.5$

$n = 0.18$

t = Duración de la falta en segundos: 1 s

σ = Resistividad del terreno

σ_h = Resistividad del hormigón = 3.000 Ωm

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p (\text{exterior}) = 1491.5 \text{ V}$$

$$U_p (\text{acceso}) = 8203.3 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$U_p = 1343.7 \text{ V} < U_p (\text{exterior}) = 1491.5 \text{ V}$$

- En el acceso al C.T.:

$$U_d = 7198.2 \text{ V} < U_p (\text{acceso}) = 8203.3 \text{ V}$$

5.8.8. INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima $D_{\text{mín}}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

Con:

$$\sigma = 150 \text{ } \Omega\text{m}$$

$$I_d = 355.47 \text{ A}$$

Obtenemos el valor de dicha distancia:

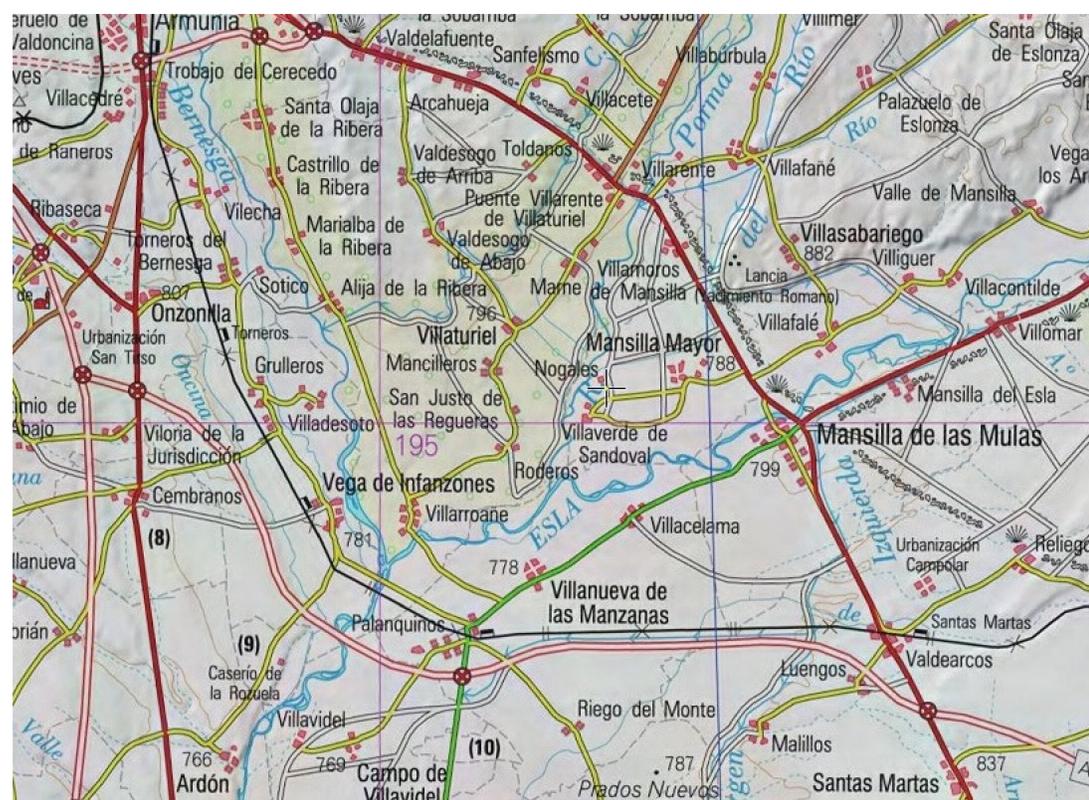
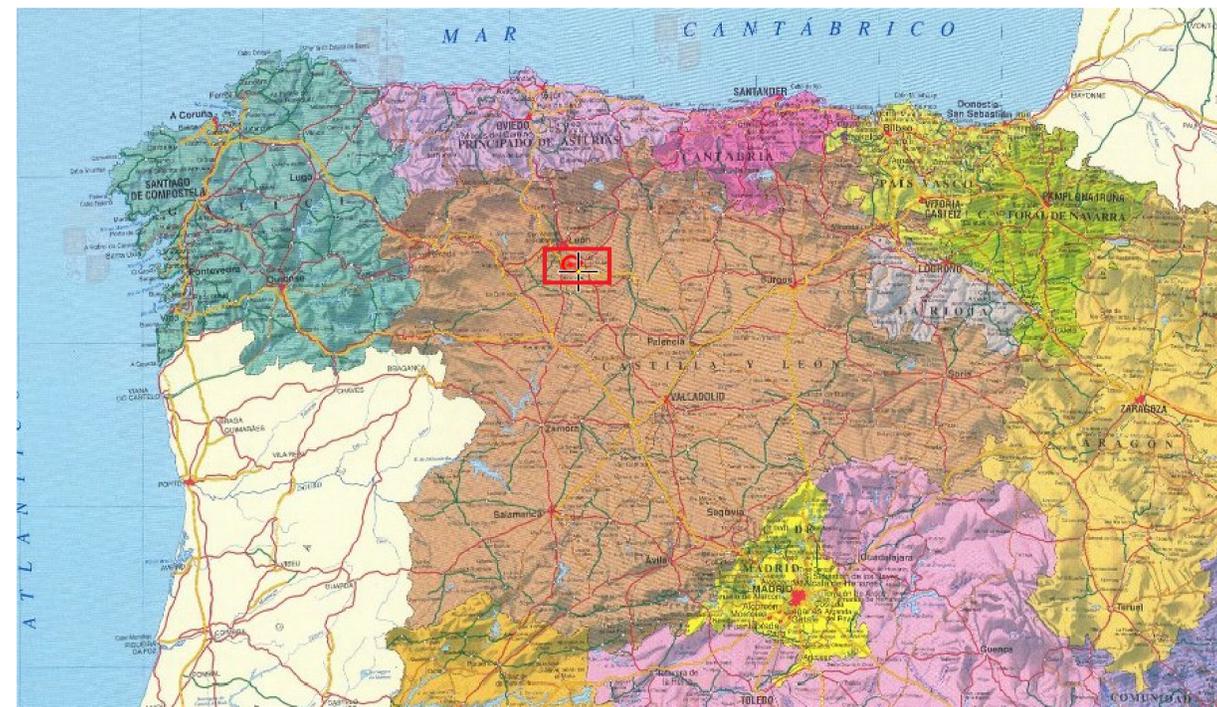
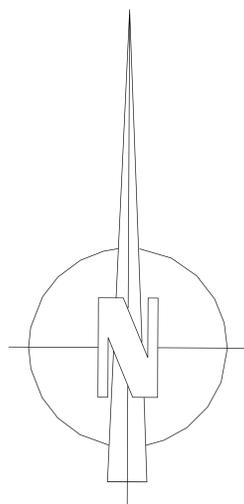
$$D_{\text{mín}} = 8.49 \text{ m}$$

5.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



PLANOS



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Plano Planta Situación

Fecha : 29-5-2014

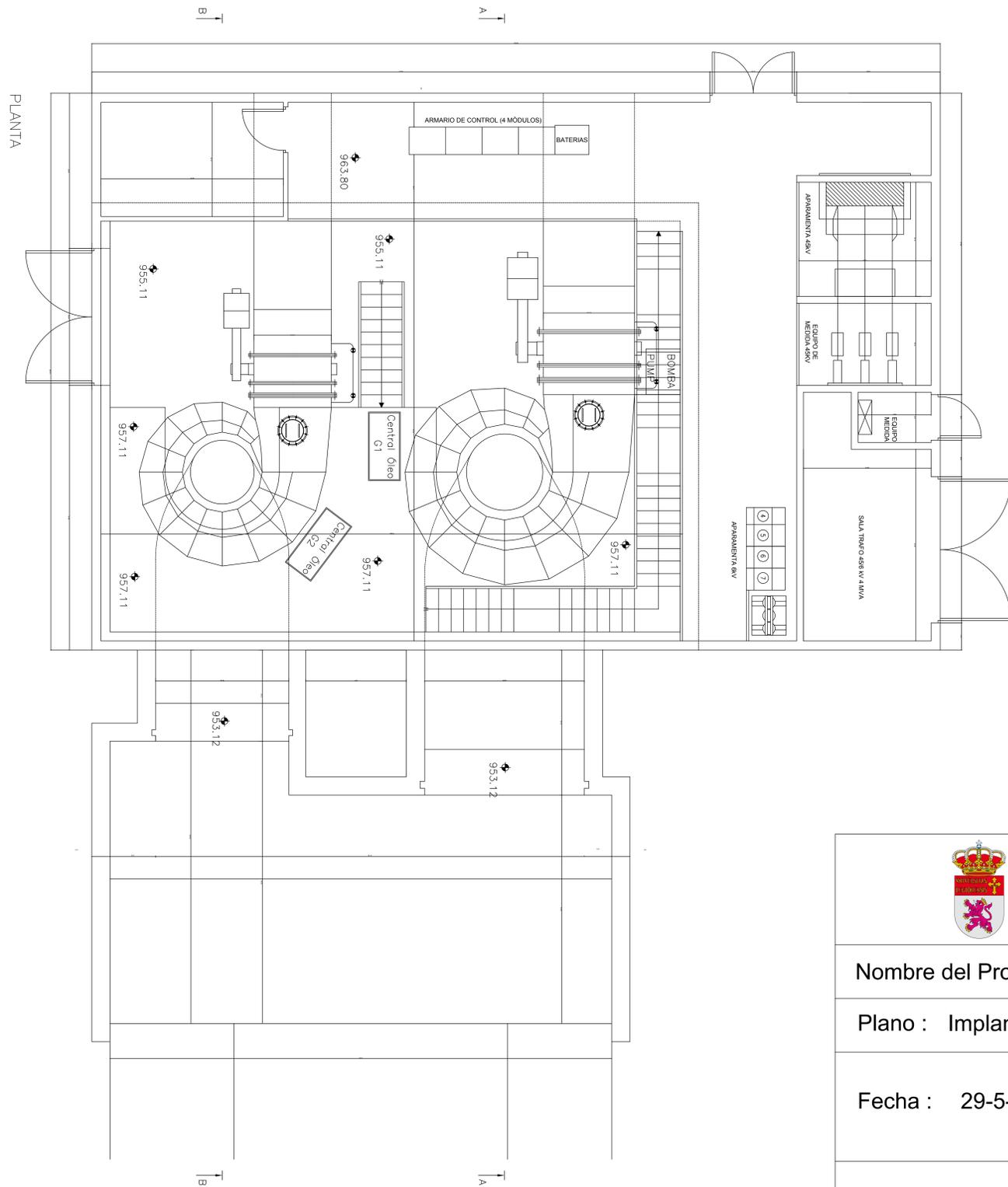
El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

1

Escala : - - - -

Firmado:.....



UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Implantación General de Equipos

Fecha : 29-5-2014

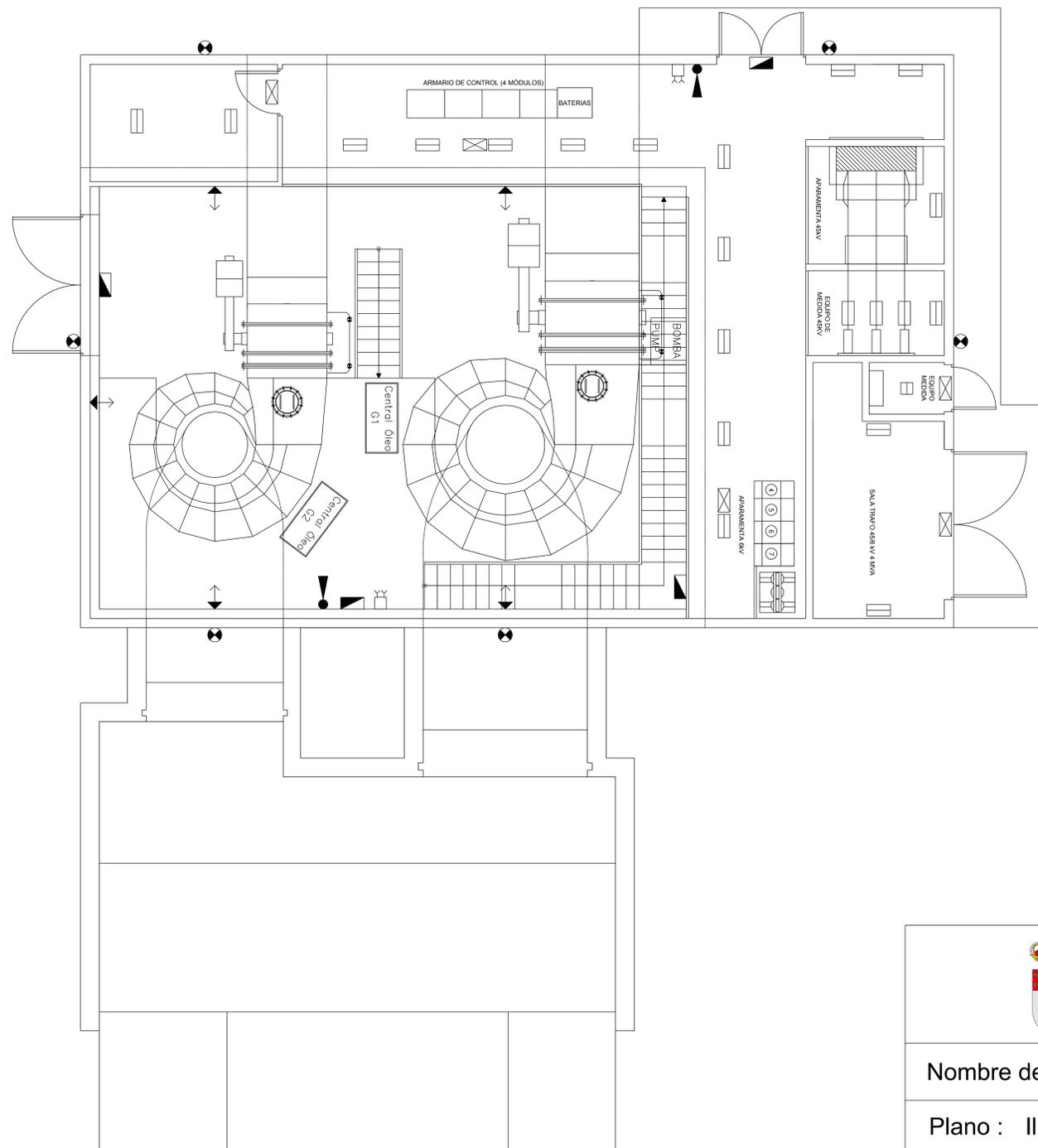
El Alumno
 SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : 1/100

Firmado:.....

2



| LEYENDA | |
|---------|--|
| | PROYECTOR HALOGENO 500W o LED 250 W |
| | LUMINARIA EMERGENCIA 300Lm ESTANCA IP-44 |
| | LUMINARIA EMERGENCIA 140Lm ESTANCA IP-44 |
| | LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA IP-55 2x36W |
| | LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA IP-55 2x18W |
| | CAJA DE SUPERFICIE CON UN ENCHUFE CBTAC 16A/III+T1 2 SCHUCKOS 16A/II+T CON MAGNETOTÉRMICO 16A 4 POLOS |
| | LUMINARIA EXTERIOR 125W-VMCC |
| | EXTINTOR 89ABC |



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Iluminación normal, emergencia y contraincendios

Fecha : 29-5-2014

El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

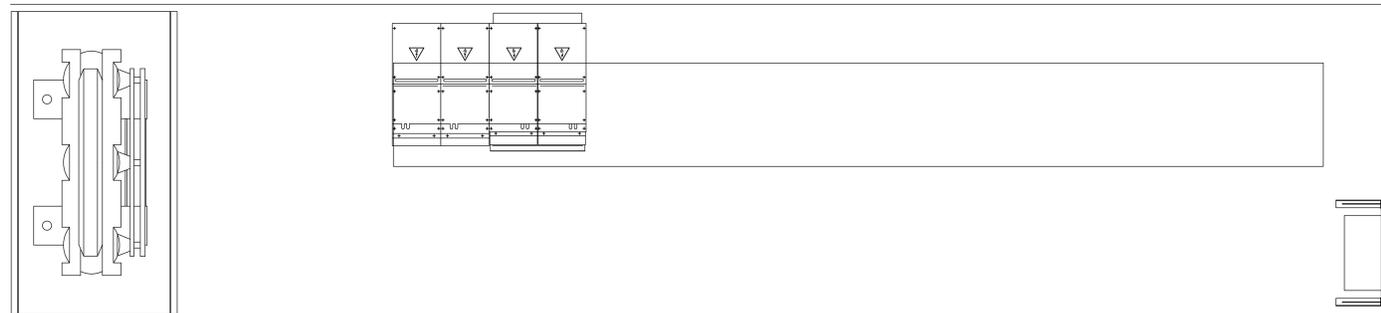
Escala : 1/100

Firmado:.....

3

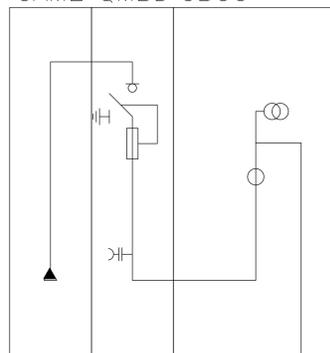


ALZADO



PLANTA

GAME QMBD GBCC



UNIFILAR



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Plano Transformador

Fecha : 29-5-2014

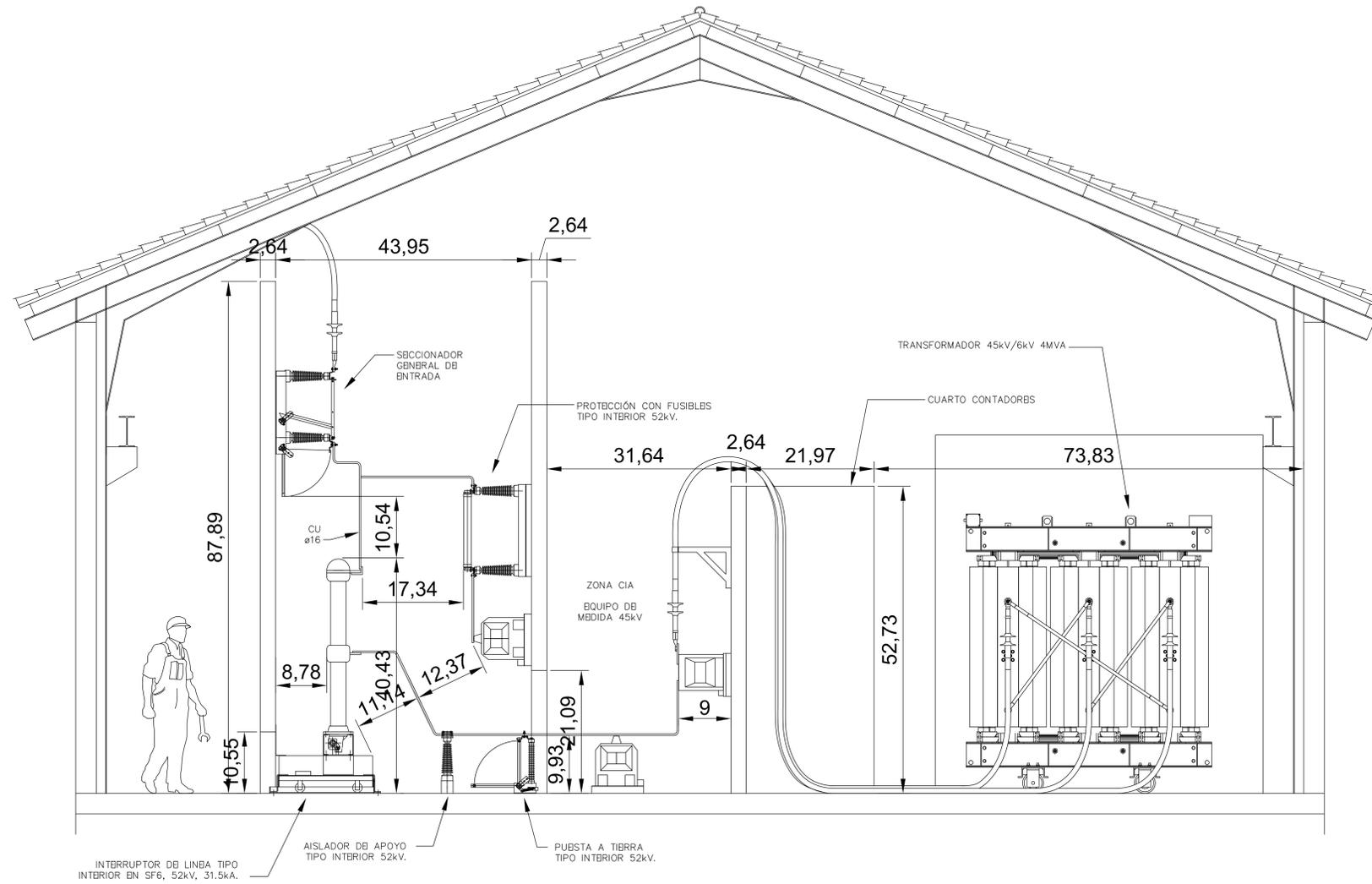
El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

4



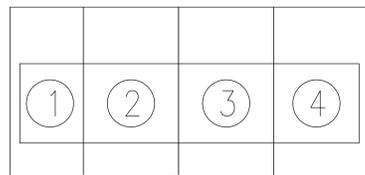
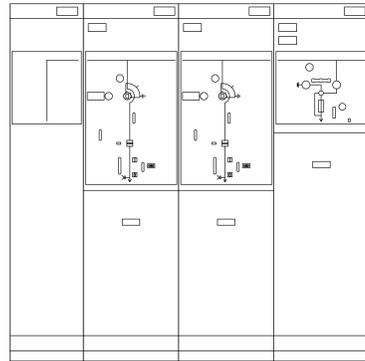
UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



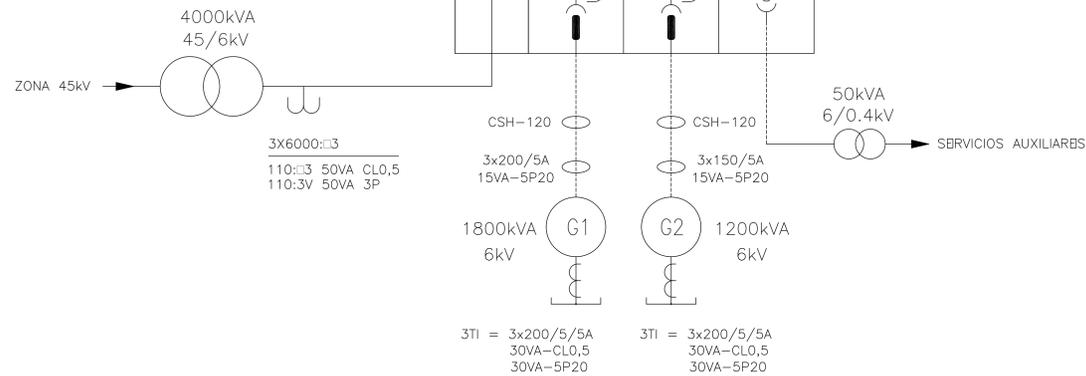
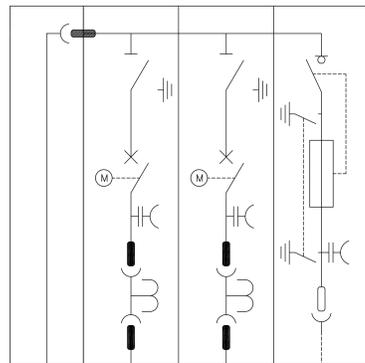
Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Perfil Centro de Transformación 45 kV/6 kV

| | | |
|-------------------|--|----------------------------|
| Fecha : 29-5-2014 | El Alumno SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO Firmado:..... | Plano nº : 5 |
| Escala : 1/50 | | |

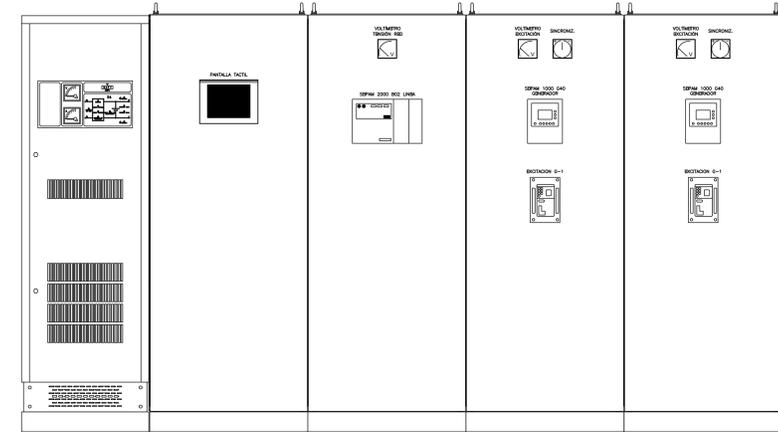


CMM CMP-V CMP-V CMP-F
Motor. Motor.



CELDA DE MEDIA TENSIÓN

| | |
|---|--|
| 1 | REMORTE ENTRADA |
| 2 | SECCIONAMIENTO, PROT. Y ACOPLLO DEL GENERADOR 1 3X6000:□3 110:□3 25VA CL0,5 110:3V 25VA CL0,5 |
| 3 | SECCIONAMIENTO, PROT. Y ACOPLLO DEL GENERADOR 2 3X6000:□3 110:□3 25VA CL0,5 110:3V 25VA CL0,5 |
| 4 | RUPTOFUSIBLE PROT. C. TRAF0 SBRV. AUX. |



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Esquema unifilar y distribución celdas 6 kV

Fecha : 29-5-2014

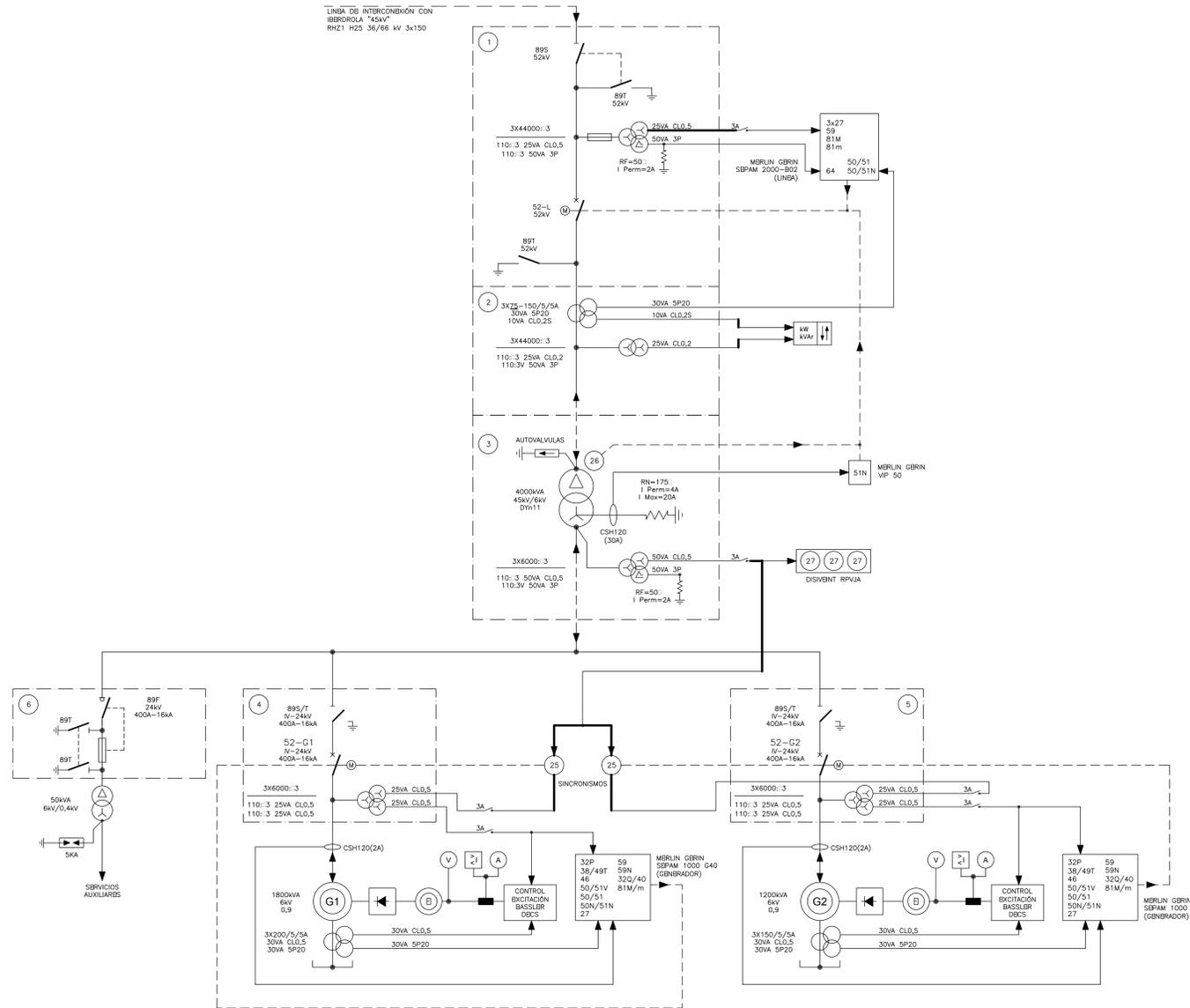
El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

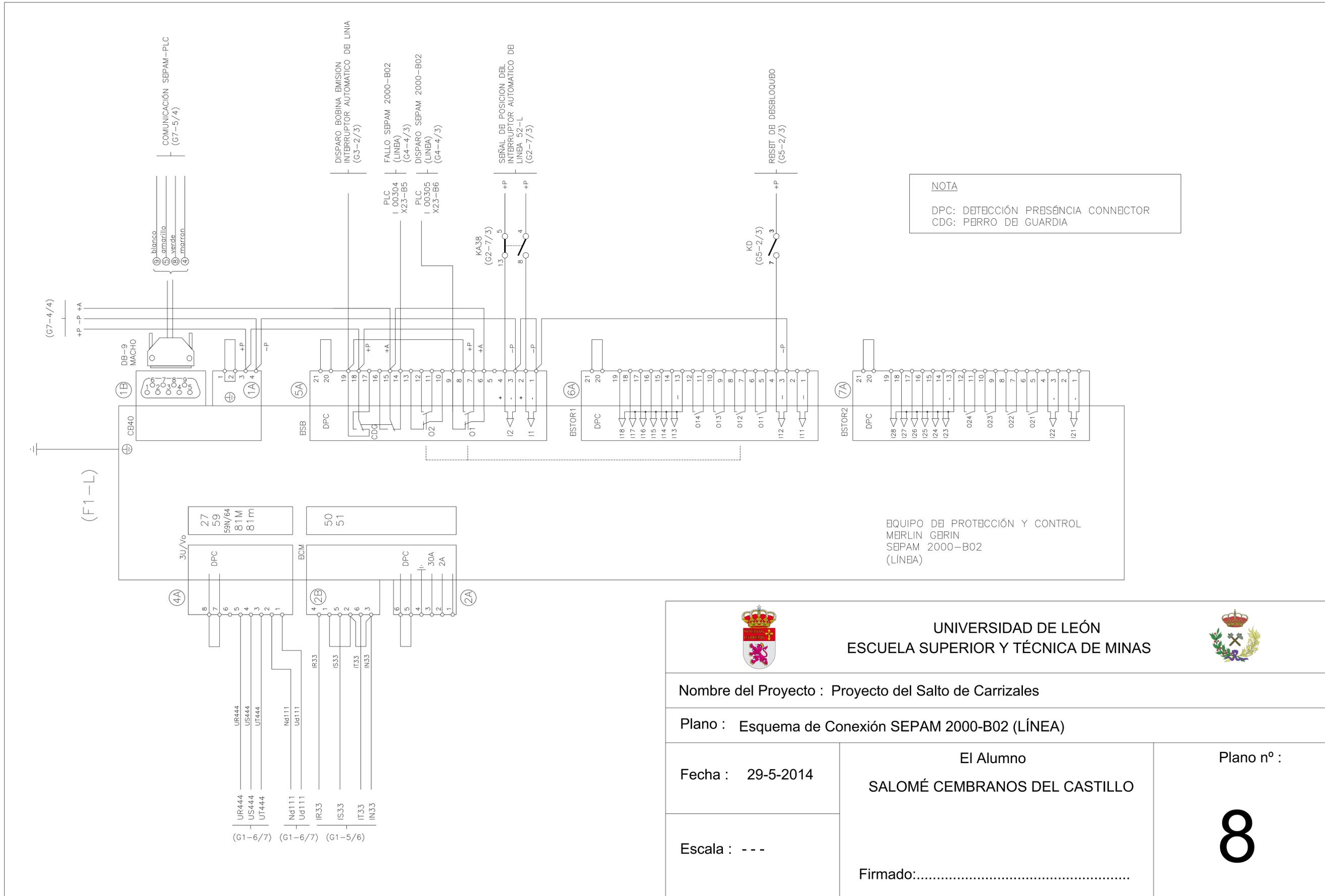
6

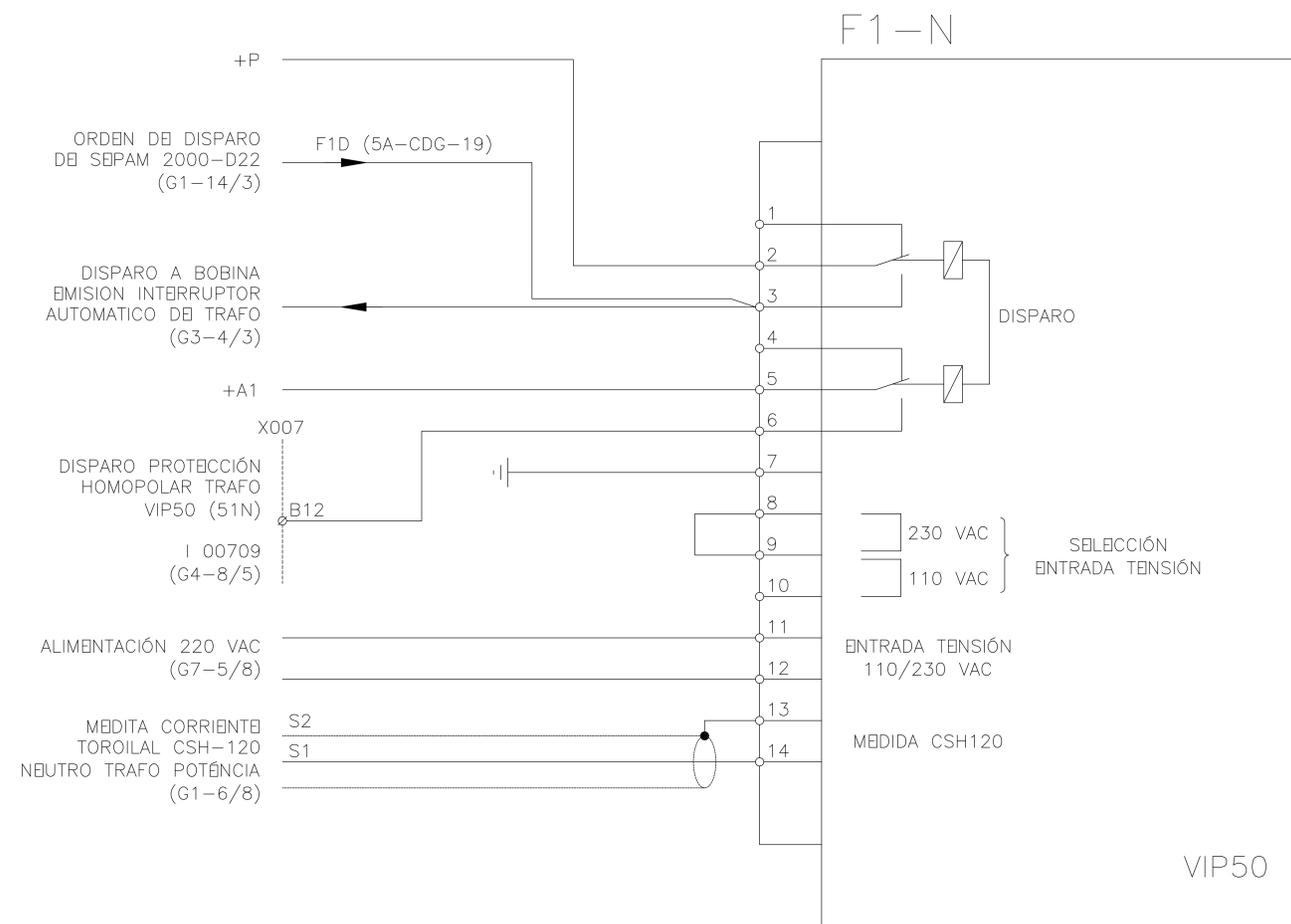


| FUNCIÓN CODIGO ANSI |
|--|
| 25 - RELÉ DE SINCRONISMOS |
| 26 - PROTECCIÓN DE TEMPERATURA |
| 27 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MINIMA TENSION (SIMPLE/COMPUESTA) |
| 32P - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA POTENCIA ACTIVA DIRECCIONAL |
| 32Q/40 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA POTENCIA RECTIVA DIRECCIONAL |
| 46 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMO DE COMPONENTE INVERSA |
| 49 - RELÉ DE PROTECCION DE CONTROL DE TEMPERATURA |
| 50 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA INTENSIDAD DE FASE INSTANTANEA |
| 51 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA INTENSIDAD DE FASE |
| 51N -RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA INTENSIDAD DE TIERRA |
| 52 - INTERRUPTOR |
| 59 - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSION (SIMPLE/COMPUESTA) |
| 59N - RELÉ DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSION RESIDUAL |
| 64 - RELE DE FALTAS A TIERRA |
| 67N - RELE DE PROTECCION DE MÁXIMA CORRIENTE DE TIERRA DIRECCIONAL |
| 81M - RELE DE PROTECCIÓN DE MÁXIMA FRECUENCIA |
| 81m - RELE DE PROTECCIÓN DE MÍNIMA FRECUENCIA |
| 87 - RELE DE PROTECCION DIFERENCIAL |
| 89L - SECCIONADOR CON CARGA |
| 89S - SECCIONADOR |
| 89T - SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA |

| ELEMENTOS ALTA TENSION |
|--|
| 1 - SECCIONADOR GENERAL DE ENTRADA DE CIA. MEDIDA Y PROTECCIÓN 45 kV (T.T.) PROTECCIÓN CON INTERRUP. DE LINEA. PUESTA A TIERRAS LADO 45 kV. |
| 2 - MEDIDA Y PROTECCIÓN 45 kV (T.T. Y T.I.) |
| 3 - TRANSFORMADOR 45kV/6kV 4MVA. MEDIDA Y PROTECCION 6 kV (T.T Y .T.I.) |
| 4 - SECCIONAMIENTO MEDIDA Y ACOPLO DEL GENERADOR 1 |
| 5 - SECCIONAMIENTO MEDIDA Y ACOPLO DEL GENERADOR 2 |
| 6 - RUPTOFUSIBLE DE PROTECCIÓN TRANSFORMADOR SS.AA. |

| | | |
|--|---|------------|
| | UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS | |
| Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales | | |
| Plano : Diagrama unifilar Central | | |
| Fecha : 29-5-2014 | El Alumno SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO | Plano nº : |
| Escala : --- | Firmado:..... | 7 |





UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Esquema de Conexión SEPAM 1000 G40 (GENERADOR)

Fecha : 29-5-2014

El Alumno

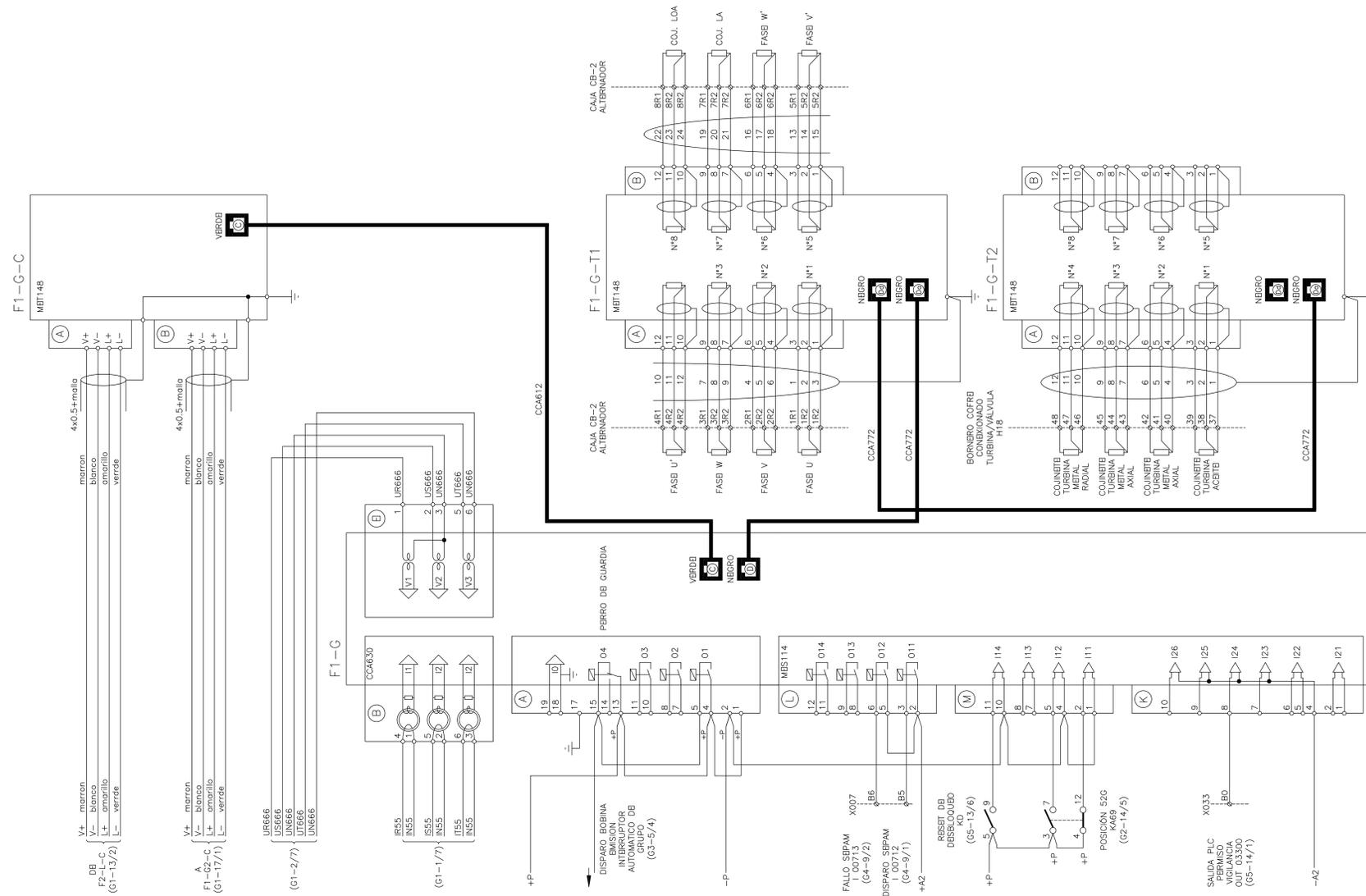
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

9

Escala : - - -

Firmado:.....



UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Esquema de Conexión SEPAM 1000 G40 (GENERADOR)

Fecha : 29-5-2014

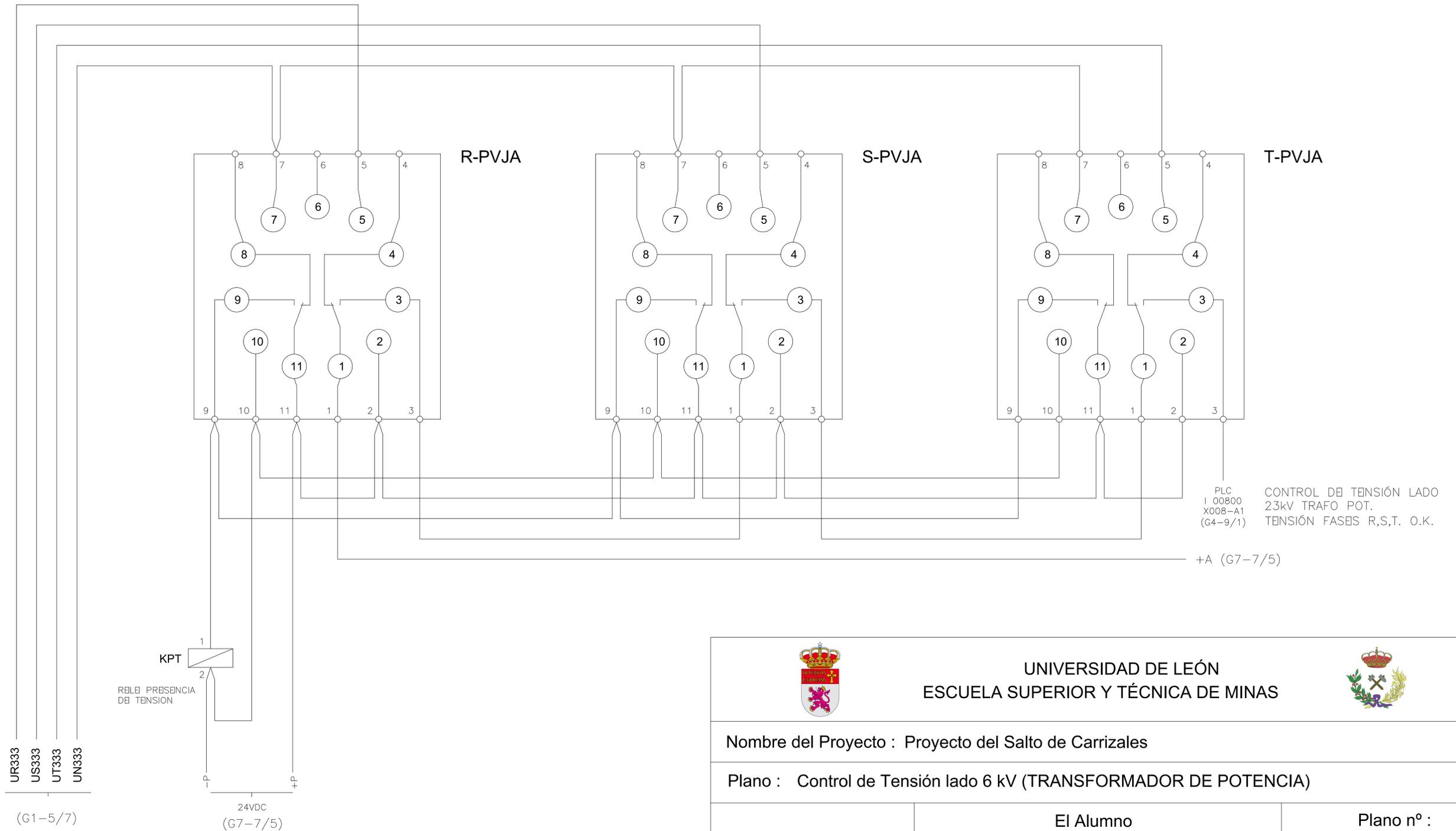
El Alumno
 SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

10



| | |
|--------|----|
| KPT | |
| NO | NC |
| G3-3/2 | |

 BLOQUEO DE LA CONEXIÓN DEL INTERRUPTOR DE LINEA CON PRESENCIA DE TENSION DE GRUPO



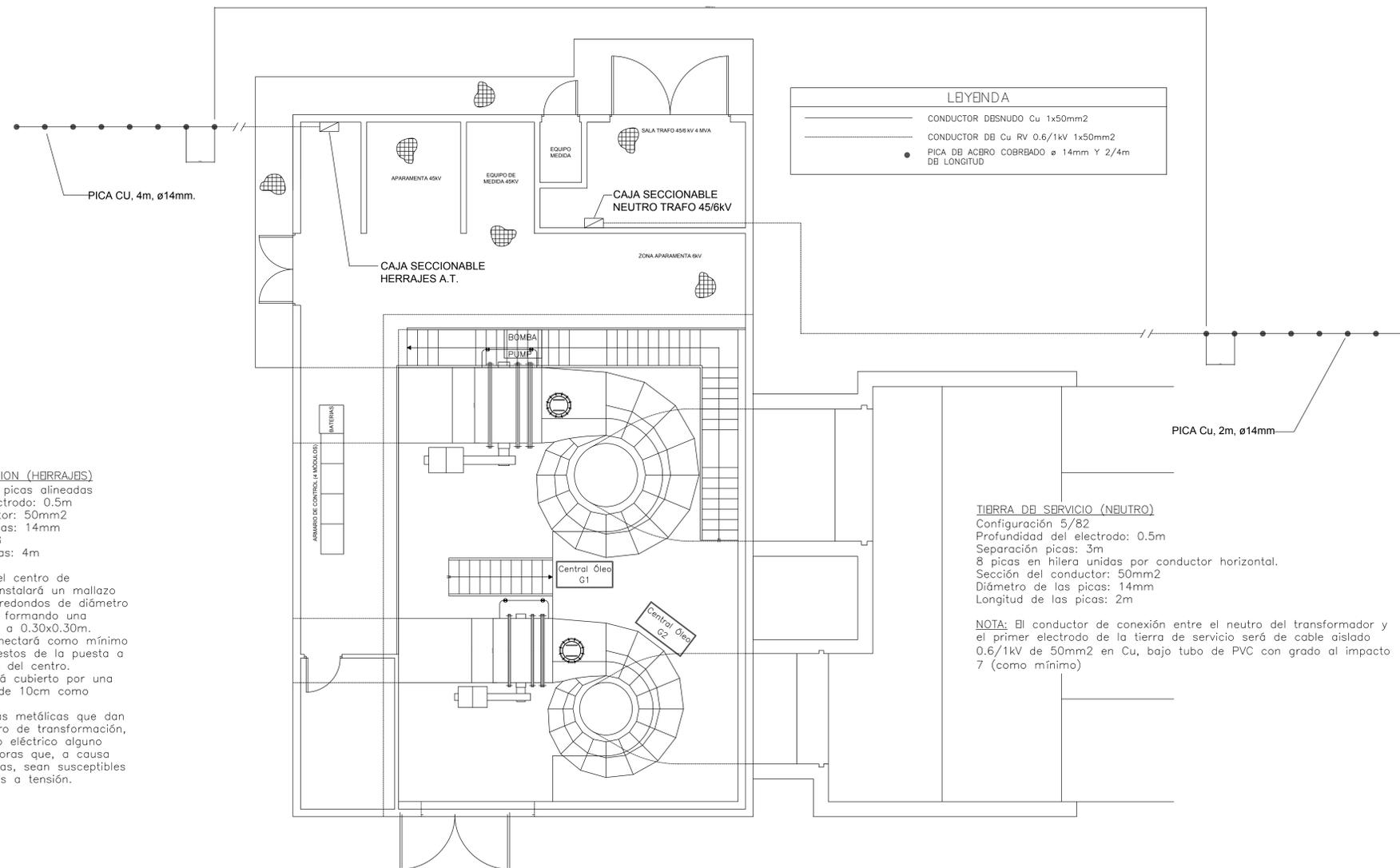
UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Control de Tensión lado 6 kV (TRANSFORMADOR DE POTENCIA)

| | | |
|-------------------|--|------------|
| Fecha : 29-5-2014 | El Alumno SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO | Plano nº : |
| Escala : 1/100 | Firmado:..... | 11 |



TIERRA DE PROTECCION (HERRAJES)
 Configuración 5/84 picas alineadas
 Profundidad del electrodo: 0.5m
 Sección del conductor: 50mm²
 Diámetro de las picas: 14mm
 Número de picas: 8
 Longitud de las picas: 4m

NOTA: En el piso del centro de transformación se instalará un mallazo electrosoldada con redondos de diámetro no inferior a 4mm, formando una retícula no superior a 0.30x0.30m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigon de 10cm como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro de transformación, no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO)
 Configuración 5/82
 Profundidad del electrodo: 0.5m
 Separación picas: 3m
 8 picas en hilera unidas por conductor horizontal.
 Sección del conductor: 50mm²
 Diámetro de las picas: 14mm
 Longitud de las picas: 2m

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el primer electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0.6/1kV de 50mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (como mínimo)



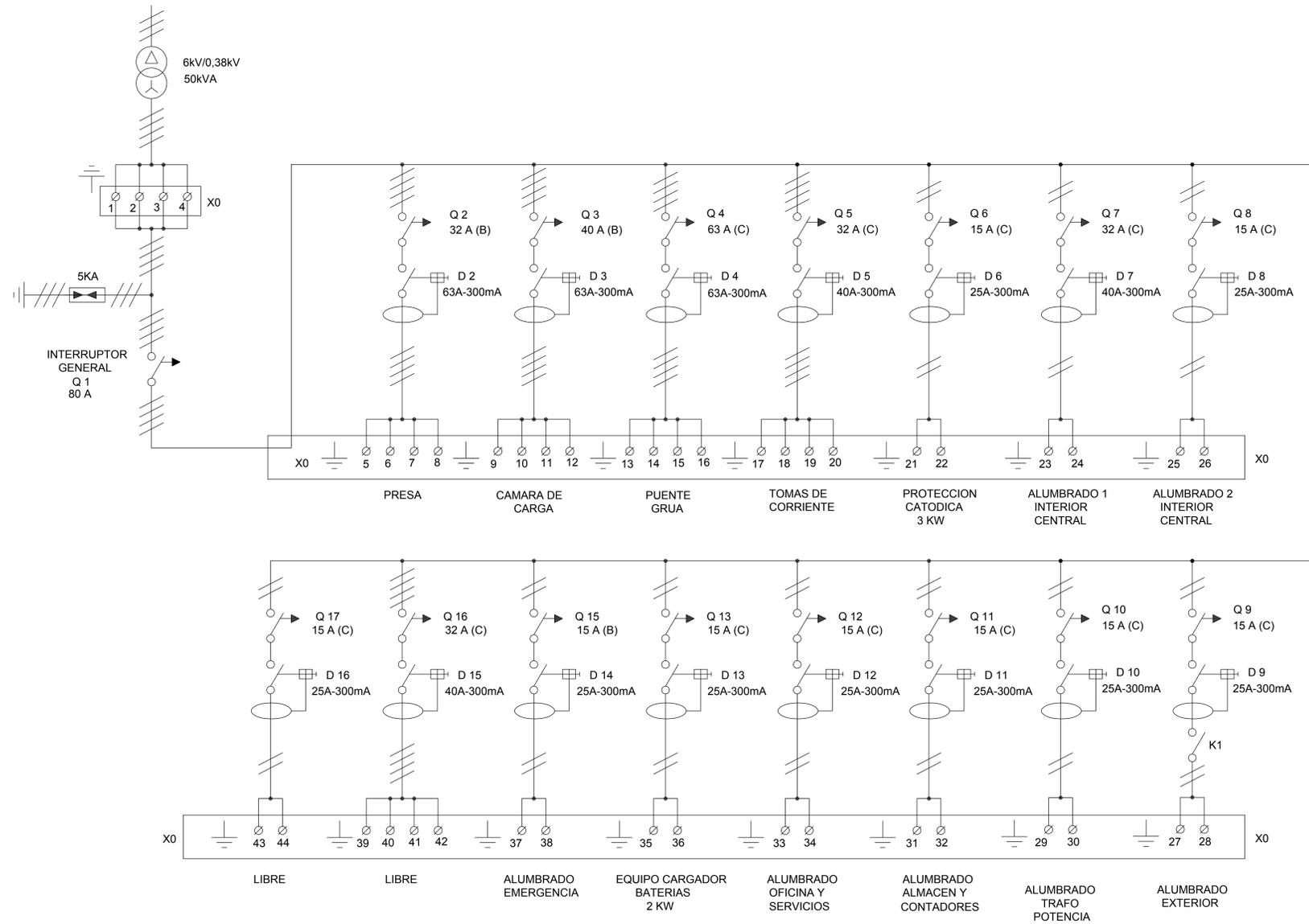
UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Red de tierras de herrajes y neutro

| | | |
|-------------------|--|------------|
| Fecha : 29-5-2014 | El Alumno SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO | Plano nº : |
| Escala : 1/100 | Firmado:..... | 12 |



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Esquema unifilar servicios auxiliares

Fecha : 29-5-2014

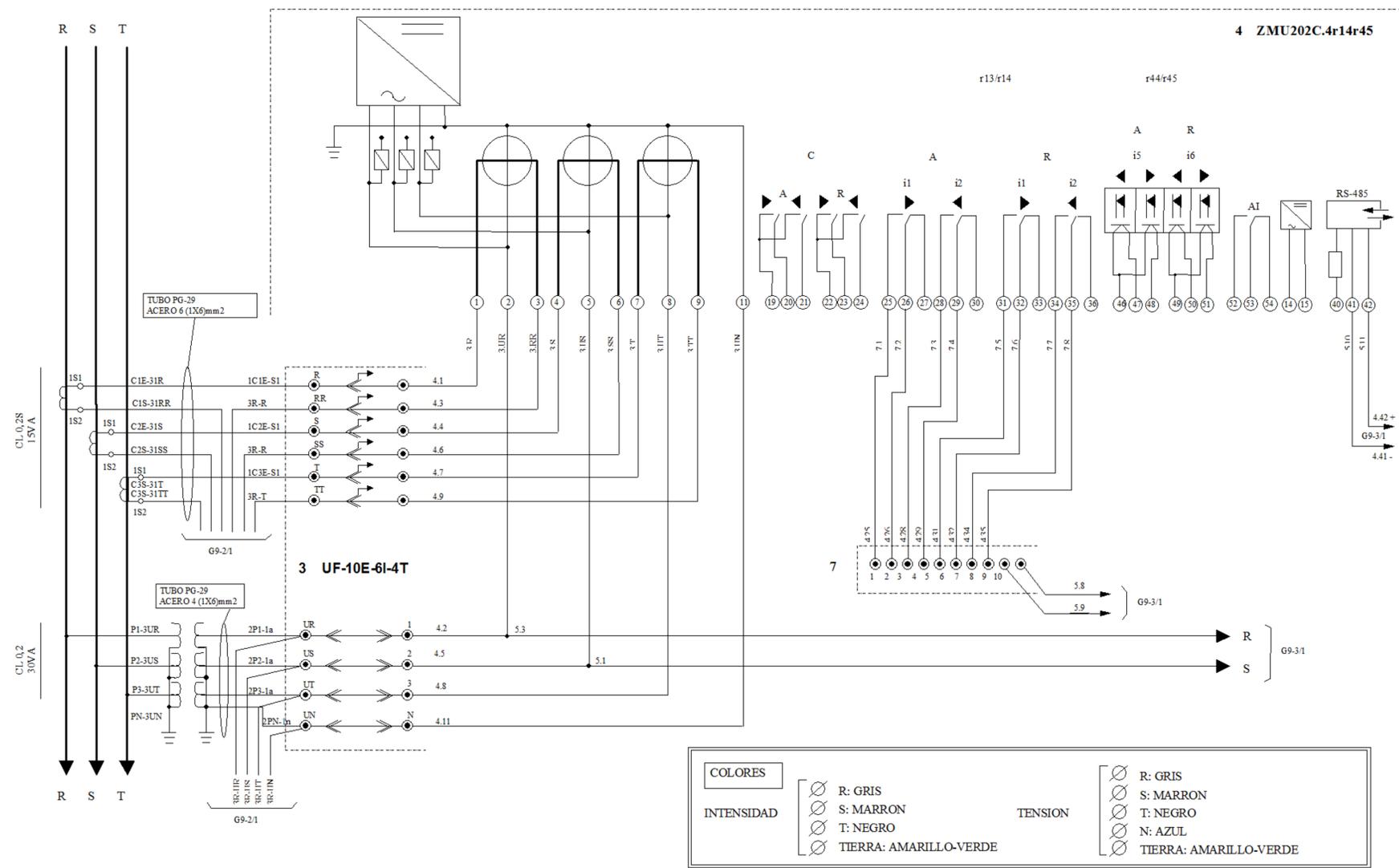
El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

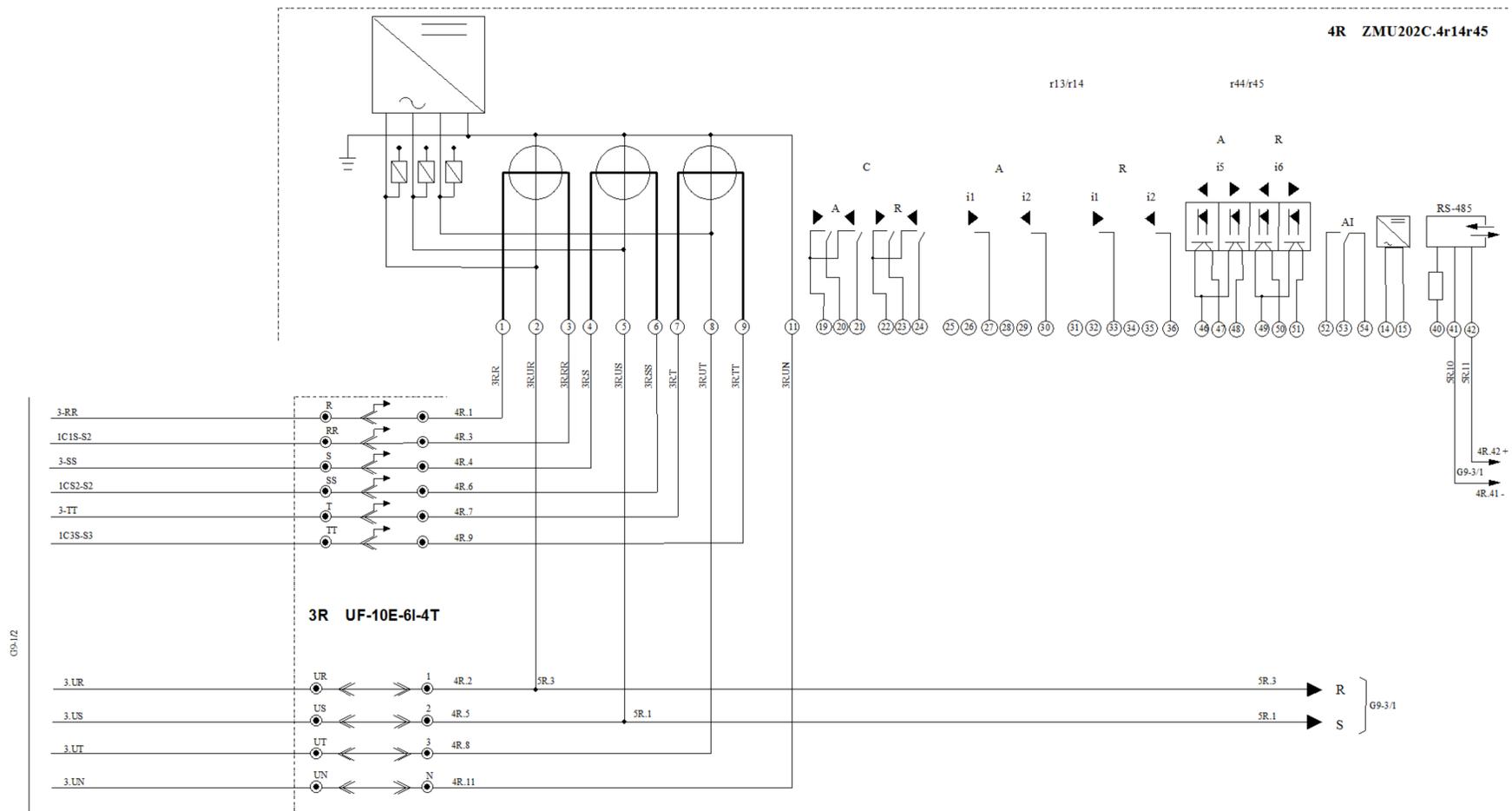
Escala : - - -

Firmado:.....

13



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS |  |
| Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales | | |
| Plano : MEDIDA 1 Facturación | | |
| Fecha : 29-5-2014 | El Alumno SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO | Plano nº : |
| Escala : --- | Firmado:..... | 14 |



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : MEDIDA 2 Redundante

Fecha : 29-5-2014

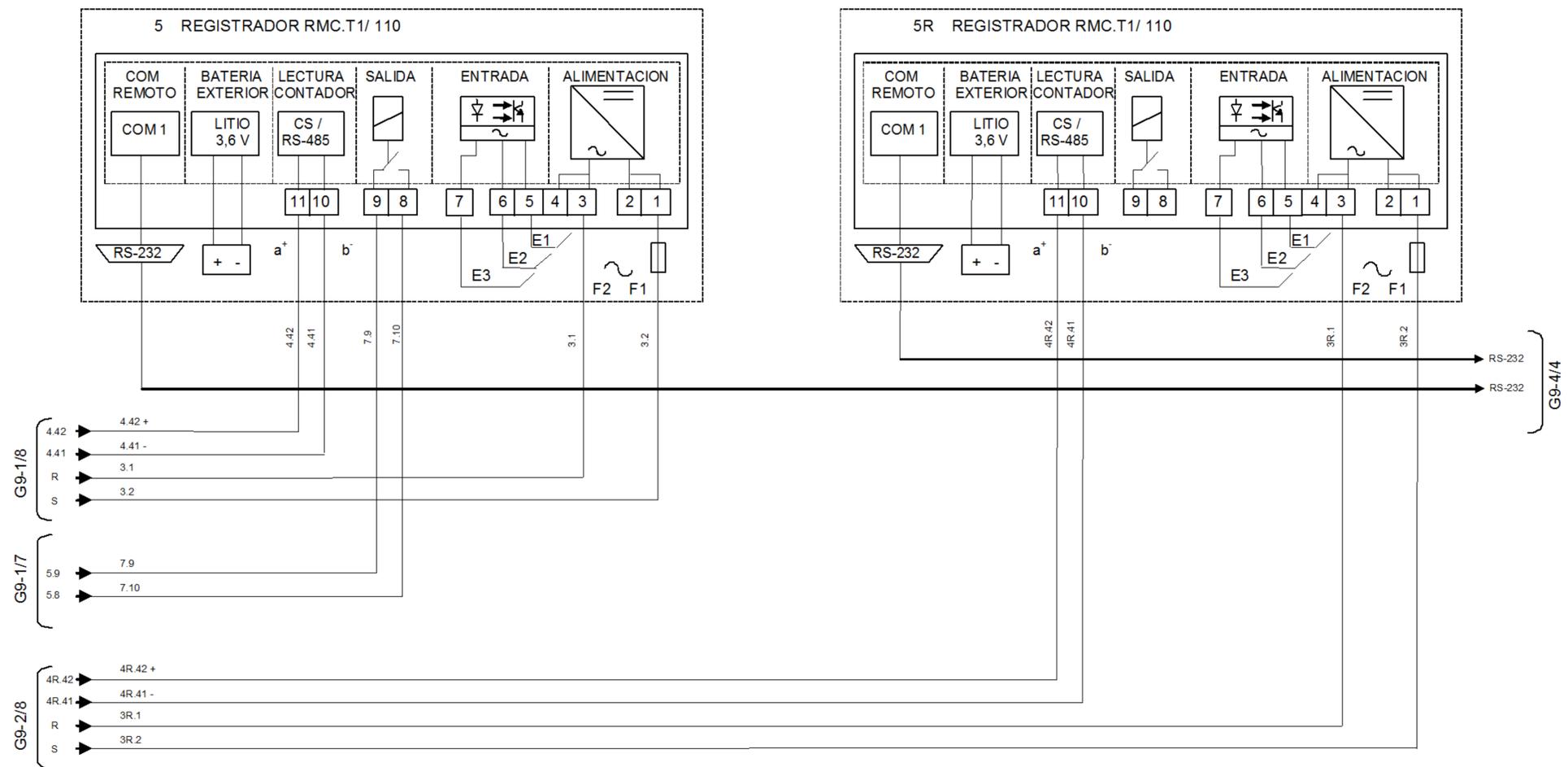
El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

15



UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Registradores RMC

Fecha : 29-5-2014

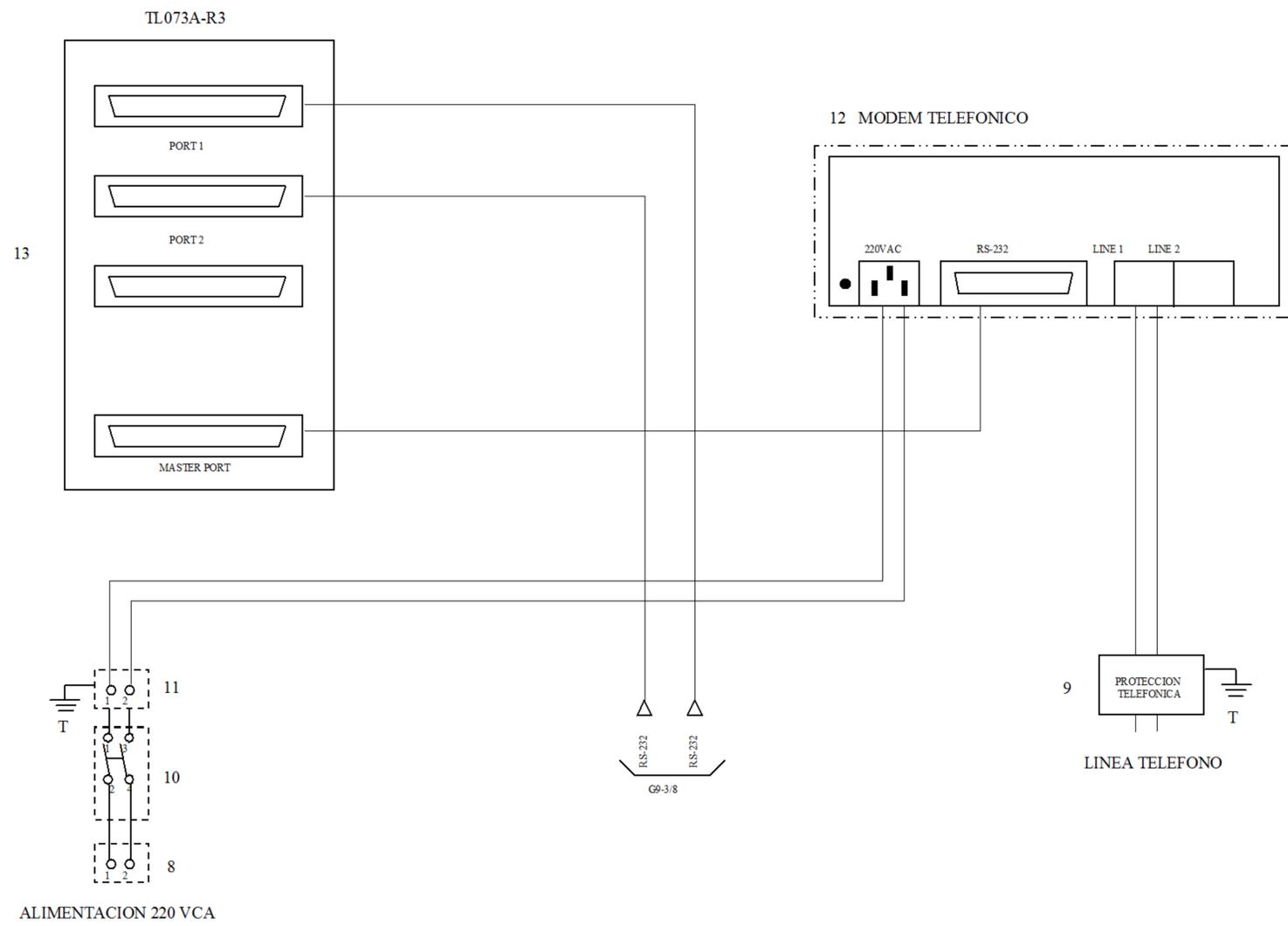
El Alumno
 SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

16



UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Comunicaciones armario medida

Fecha : 29-5-2014

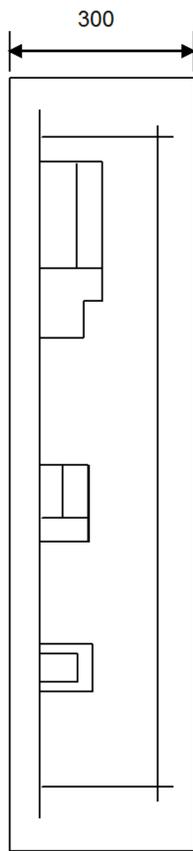
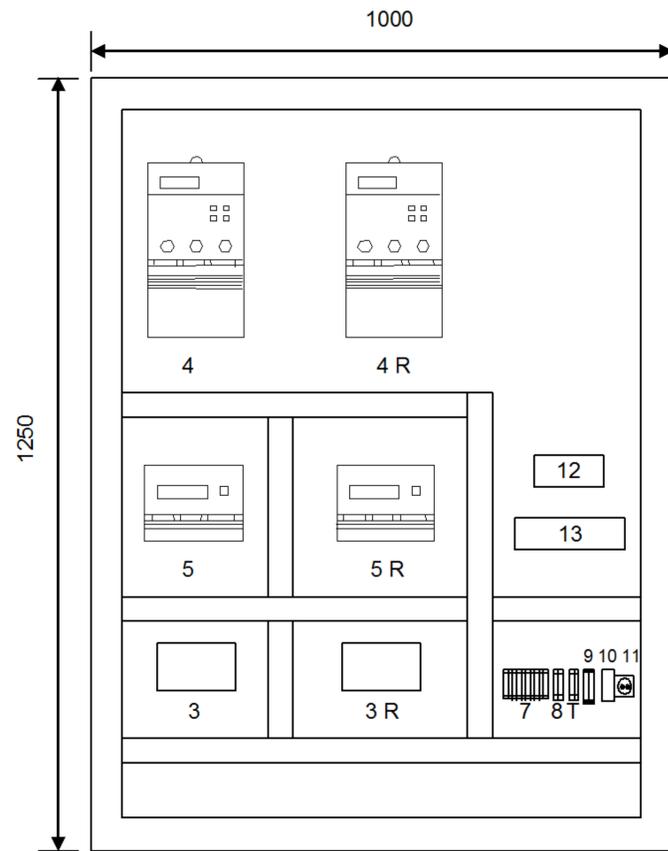
El Alumno
 SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

17



- 3 Regletero de verificación UF-10E-6I-4T (facturación)
- 4 Contador ZMU202.4cr14r45 medida de facturación
- 5 Registrador de medida RMC.T1/110 medida de facturación
- 7 Bornas salida impulsos medida de facturación
 - 1-2 impulso +A
 - 3-4 impulso -A
 - 5-6 impulso +R
 - 7-8 impulso -R
 - 9-10 señal de sincronismo registrador facturación
- T Tierra
- 8 Bornas alimentación 220 V CA
- 9 Protección telefónica
- 10 Magnetotérmico 220V, 10 A
- 11 Base de enchufe alimentación 220 V para módem
- 12 Módem Vayris
- 13 Compartidor de módem
- 3R Regletero de verificación UF-10E-6I-4T (redundante)
- 4R Contador ZMU202.4cr14r45 medida redundante
- 5R Registrador de medida RMC.T1/110 medida redundante



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE MINAS



Nombre del Proyecto : Proyecto del Salto de Carrizales

Plano : Disposición de Equipos

Fecha : 29-5-2014

El Alumno
SALOMÉ CEMBRANOS DEL CASTILLO

Plano nº :

Escala : - - -

Firmado:.....

18



PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

| | | |
|------|---|----|
| 1 | CONDICIONES FACULTATIVAS..... | 74 |
| 1.1 | TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA | 74 |
| 1.2 | CONSTRUCTOR O INSTALADOR..... | 74 |
| 1.3 | VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO..... | 75 |
| 1.4 | PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO..... | 75 |
| 1.5 | PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA..... | 75 |
| 1.6 | TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE..... | 76 |
| 1.7 | INTERPRETACIONES. ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO..... | 76 |
| 1.8 | RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA | 76 |
| 1.9 | FALTAS DE PERSONAL | 77 |
| 1.10 | CAMINOS Y ACCESOS..... | 77 |
| 1.11 | REPLANTEO | 77 |
| 1.12 | COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS 77 | |
| 1.13 | ORDEN DE LOS TRABAJOS | 78 |
| 1.14 | FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS..... | 78 |
| 1.15 | AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR | 78 |
| 1.16 | PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR..... | 78 |
| 1.17 | RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA..... | 79 |
| 1.18 | CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS... 79 | |
| 1.19 | OBRAS OCULTAS..... | 79 |
| 1.20 | TRABAJOS DEFECTUOSOS | 79 |

| | |
|--|----|
| 1.21 VICIOS OCULTOS..... | 80 |
| 1.22 DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA | 80 |
| 1.23 MATERIALES NO UTILIZABLES..... | 80 |
| 1.24 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS | 80 |
| 1.25 LIMPIEZA DE LAS OBRAS..... | 80 |
| 1.26 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA..... | 81 |
| 1.27 PLAZO DE GARANTÍA | 81 |
| 1.28 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE 81 | |
| 1.29 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA..... | 81 |
| 1.30 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA | 81 |
| 1.31 DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA..... | 82 |
| 2 CONDICIONES ECONÓMICAS..... | 83 |
| 2.1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS..... | 83 |
| 2.2 PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA..... | 84 |
| 2.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS | 84 |
| 2.4 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS..... | 84 |
| 2.5 DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS | 84 |
| 2.6 ACOPIO DE MATERIALES..... | 85 |
| 2.7 RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES | 85 |
| 2.8 RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES | 85 |
| 2.9 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS..... | 86 |
| 2.10 ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA 86 | |
| 2.11 PAGOS | 87 |

| | |
|---|----|
| 2.12 IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS | 87 |
| 2.13 DEMORA DE LOS PAGOS..... | 87 |
| 2.14 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS..... | 87 |
| 2.15 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES | 88 |
| 2.16 SEGURO DE LAS OBRAS | 88 |
| 2.17 CONSERVACIÓN DE LA OBRA..... | 88 |
| 2.18 USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO | 89 |
| 3 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN | 90 |
| 3.1 CONDICIONES GENERALES..... | 90 |
| 3.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS | 90 |
| 3.2.1 INSTALACIONES EN BANDEJA..... | 90 |
| 3.2.2 INSTALACIONES BAJO TUBO..... | 91 |
| 3.2.3 NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS..... | 93 |
| 3.2.4 ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES..... | 93 |
| 3.3 CONDUCTORES | 94 |
| 3.3.1 MATERIALES..... | 94 |
| 3.3.2 DIMENSIONADO | 94 |
| 3.3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES..... | 95 |
| 3.3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA..... | 95 |
| 3.4 CAJAS DE EMPALME | 96 |
| 3.5 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE..... | 96 |
| 3.6 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN | 97 |
| 3.6.1 CUADROS ELÉCTRICOS..... | 97 |
| 3.6.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS | 98 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.6.3 | GUARDAMOTORES | 98 |
| 3.6.4 | FUSIBLES | 99 |
| 3.6.5 | INTERRUPTORES DIFERENCIALES | 99 |
| 3.6.6 | SECCIONADORES | 100 |
| 3.6.7 | EMBARRADOS..... | 100 |
| 3.6.8 | PRENAESTOPAS Y ETIQUETAS | 100 |
| 3.7 | RECEPTORES DE ALUMBRADO | 101 |
| 3.8 | RECEPTORES A MOTOR..... | 102 |
| 3.9 | PUESTAS A TIERRA..... | 105 |
| 3.10 | INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA | 106 |
| 3.11 | CONTROL..... | 106 |
| 3.12 | SEGURIDAD..... | 107 |
| 3.13 | LIMPIEZA..... | 107 |
| 3.14 | MANTENIMIENTO | 107 |
| 3.15 | CRITERIOS DE MEDICIÓN | 108 |

1. CONDICIONES FACULTATIVAS

1.1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, mediciones auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

1.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando u autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.

- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

1.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

1.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

1.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los

reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.7. INTERPRETACIONES. ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

1.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de

Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el

Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

1.9. FALTAS DE PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiestan incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e Industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

1.10. CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta las accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

1.11. REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro

de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo Imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligada a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

1.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

1.19. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrato. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, le planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

1.21. VICIOS OCULTOS

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

1.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptuó una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio. El Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.23. MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero. Cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

1.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrato.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

1.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

1.27. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

1.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

1.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

1.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

2. CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de (a obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

2.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

2.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

2.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

2.6. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste: de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía senalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados corresponderla abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

2.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y espaciales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

2.9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignada mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

2.11. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

2.12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

2.13. DEMORA DE LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

2.14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados

emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

2.15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.16. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

2.17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el

Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

2.18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga USO de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

3.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.2. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos, rígidos o flexibles, o sobre bandejas o canales, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportada o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.2.1. INSTALACIONES EN BANDEJA

Las bandejas se dimensionarán de tal manera que la distancia entre cables sea igual o superior al diámetro del cable más grande. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

3.2.2. INSTALACIONES BAJO TUBO

Los tubos usados en la instalación podrán ser de los siguientes tipos:

- De acero roscado galvanizado, resistente a golpes, rozaduras, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, provistos de rosca Pg según DIN 40430. Serán adecuados para su doblado en frío por medio de una herramienta dobladora de tubos. Ambos extremos de tubo serán roscados, y cada tramo de conducto irá provisto de su manguito. El interior de los conductos será liso, uniforme y exento de rebabas. Se utilizarán, como mínimo, en las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, como aparcamientos, salas de máquinas, etc. y en instalaciones en montaje superficial con riesgo de graves daños mecánicos por impacto con objetos o utensilios.
- De policloruro de vinilo rígido roscado que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse, del tipo no propagador de la llama, con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. Este tipo de tubo se utilizará en instalaciones vistas u ocultas, sin riesgo de graves daños mecánicos debidos a impactos.
- De policloruro de vinilo flexible, estanco, estable hasta la temperatura de 60 1C, no propagador de las llamas y con grado de protección 3 o 5 contra daños mecánicos. A utilizar en conducciones empotradas o en falsos techos.

Para la colocación de las canalizaciones se tendrán en cuenta las prescripciones ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21.

El dimensionado de los tubos protectores se hará de acuerdo a las ITC-BT-21 tablas I a V. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínima, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

Como norma general, un tubo protector sólo contendrá conductores de un mismo y único circuito, no obstante, podrá contener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si todos los conductores están aislados para la máxima tensión de servicio, todos los circuitos parten del mismo interruptor general de mando y protección, sin interposición de aparatos que transformen la corriente, y cada circuito está protegido por separado contra las sobreintensidades.

Se evitará siempre que sean posibles los codos e inflexiones. No obstante, cuando sean necesarios se efectuarán por medio de herramienta dobladora de tubos a mano o con máquina dobladora. La suma de todas las curvas en un mismo tramo de conducto no excederá de 270 1C. Si un tramo de conducto precisase la implantación de codos cuya suma total exceda de 270 1C, se instalarán cajas de paso o tiro en el mismo. Todos los cortes serán escuadrados al objeto de que el conducto pueda adosarse firmemente a todos los accesorios. No se permitirán hilos de rosca al descubierto.

Para la ejecución de la instalación, bajo tubo protector, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local.
- Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 15 m.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media del diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre si de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.
- Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación se aplicará a las partes mecanizadas pinturas antioxidantes. Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- La instalación de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de cajas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra, quedando enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo.
- Es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, de suelo o techos, y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 m para tubos rígidos y de 0,60 m para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie. Sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tal como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo a las siguientes: prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos no se dispondrán empalmes o derivaciones de conductores, y estarán suficientemente protegidos contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.
- Si la longitud de paso excede de 20 cm se dispondrán tubos blindados.

Para la colocación de tubos protectores se tendrán en cuenta, además, las tablas VI, VII y VIII de la Instrucción ITC-BT-21.

3.2.3. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia mínima de 150 mm o por medio de pantallas calorífugas.

Como norma general, las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras que puedan dar lugar a condensaciones.

3.2.4. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el aplastamiento de suciedad, yeso u hojarasca en el interior de los conductos, tubos, accesorios y cajas durante la instalación. Los tramos de conductos que hayan quedado taponados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de dichas acumulaciones, o se sustituirán conductos que hayan sido aplastados o deformados.

3.3. CONDUCTORES

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.3.1. MATERIALES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 20.031 e ITC BT 019.
- De 1000V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio₁ cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares).
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.029, ITC BT 006 e ITC BT 007.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20⁰ C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.3.2. DIMENSIONADO

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC BT 006, ITC BT 007 e ITC BT 019 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC BT 044 para receptores de alumbrado e ITC BT 047 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC BT 006, apartado 3.4 y ITC BT 007, apartado 3, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la Instrucción ITC BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán Instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Como norma general, todos los conductores de fase o polares se identificarán por un color negro, marrón o gris, el conductor neutro por un color azul claro y los conductores de protección por un color amarillo-verde.

3.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

Las instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

La rigidez dieléctrica ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1.000$ voltios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

3.4. CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y medio el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre₁ con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general₁ todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

3.6.1. CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC BT 024.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanqueidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una

pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (\sim) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

3.6.3. GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parada y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactar llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.6.4. FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas (en tensión) de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos (2,50 m hacia arriba, 1,00 m lateralmente y 1,00 m hacia abajo).
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas. Estos deben estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse.
- Recubrimiento de las partes activas por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

La protección contra contactos indirectos se asegurará adoptando el sistema de clase B "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto",

consistente en poner a tierra todas las masas, mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra artificiales, y asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa (interruptor diferencial de sensibilidad adecuada, preferiblemente 30 mA). La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial "1" que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia de tierra de las masas R, debe cumplir la relación:

$R \leq 50/I$, en locales secos.

$R \leq 24/I$, en locales húmedos o mojados.

3.6.6. SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaz de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.6.7. EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con (a mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, silos hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.6.8. PRENAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno Con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de

las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia deberán resistir la corriente prevista, y llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido diseñados.

Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltiamperio será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envoltura aislantes o metálicas puestas a tierra.

Los aparatos de alumbrado tipo fluorescencia se suministrarán completos con cebadores, reactancias, condensadores y lámparas.

Todos los aparatos deberán tener un acabado adecuado resistente a la corrosión en todas sus partes metálicas y serán completos con portalámparas y accesorios cableados. Los portalámparas para lámparas incandescentes serán de una pieza de porcelana, baquelita o material aislante. Cuando sea necesario el empleo de unidad montada el sistema mecánico del montaje será efectivo, no existirá posibilidad de que los componentes del conjunto se muevan cuando se enrosque o desenrosque una lámpara.

Las reactancias para lámparas fluorescentes suministrarán un voltaje suficiente alto para producir el cebado y deberán limitar la corriente a través del tubo a un valor de seguridad predeterminado.

Las reactancias y otros dispositivos de los aparatos fluorescentes serán de construcción robusta, montados sólidamente y protegidos convenientemente contra la corrosión. Las reactancias y otros dispositivos serán desmontables sin necesidad de desmontar todo el aparato.

El cableado en el interior de los aparatos se efectuará esmeradamente y en forma que no se causen daños mecánicos a los cables. Se evitará el cableado excesivo. Los conductores se dispondrán de forma que no queden sometidos a temperaturas superiores a las designadas para los mismos. Las dimensiones de los conductores se basarán en el voltaje y potencia de la lámpara, pero en ningún caso será de dimensiones inferiores a 1 mm. El aislamiento será plástico o goma.

No se emplearán soldaduras en la construcción de los aparatos, que estarán diseñados de forma que los materiales combustibles adyacentes no puedan quedar sometidos a temperaturas superiores a 900.

Los aparatos a pruebas de intemperie serán de construcción sólida, capaces de resistir sin deterioro la acción de la humedad e impedirán el paso de ésta en su interior.

Las lámparas incandescentes serán del tipo para usos generales de filamento de tungsteno.

Los tubos fluorescentes serán de base media de dos espigas, blanco, frío normal. Los tubos de 40 W tendrán una potencia de salida de 2.900 lúmenes, como mínimo, y la potencia de los tubos de 20 W será aproximadamente de 1.080 lúmenes.

3.8. RECEPTORES A MOTOR

Los motores estarán construidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión y si alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, siendo de tal naturaleza que cubran, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por unos dispositivos de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho establecimiento o perjudicar el motor.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kW estarán provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

De más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 220/380 V para redes de 220 V entre fases y de 380/660 V para redes de 380 V entre

fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80°C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40°C , con un límite máximo de temperatura del devanado de 130°C .

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).

- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrito de forma indeleble, en la que aparecerás, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

3.9. PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

El conjunto de puesta a tierra en la instalación estará formado por:

a.- Tomas de tierra. Estas a su vez estarán constituidas por:

- Electrodo artificiales, a base de placas enterradas" de cobre con un espesor de 2 mm o de hierro galvanizado de 2,5 mm y una superficie útil de 0,5 m², "Aplicas verticales" de barras de cobre o de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, o "conductores enterrados horizontalmente" de cobre desnudo de 35 mm² de sección o de acero galvanizado de 95 mm² de sección, enterrados a una profundidad de 50 cm. Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra "R" no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, estando su valor íntimamente relacionado con la sensibilidad "I_Δ" del interruptor diferencial:

$R \leq 50/I$, en locales secos.

$R \leq 24/I$, en locales húmedos o mojados.

- Línea de enlace con tierra, formada por un conductor de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección.

- Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

b.- Línea principal de tierra, formada por un conductor lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánico, con una sección mínima de 18 mm².

c.- Derivaciones de la línea principal de tierra, que enlazan ésta con los cuadros de protección, ejecutadas de las mismas características que la línea principal de tierra.

d.- Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Dicha unión se realizará en las bornes dispuestas al efecto en los cuadros de protección. Estos conductores serán del mismo tipo que los conductores activos, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla V de la Instrucción ITC BT 017, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la Instalación.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos.

Tampoco se intercalarán seccionadores, fusibles o interruptores: únicamente se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos, una vez cada cinco años.

Caso de temer sobretensiones de origen atmosférico, la instalación deberá estar protegida mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquellas. La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada y su resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

3.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 1.000 ohmios por voltio de tensión nominal, con un mínimo de 250.000 ohmios.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

3.11. CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serían reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos.

Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3.12. SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.13. LIMPIEZA

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

3.14. MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva.

Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.15. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto.

A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor. El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.



PRESUPUESTO

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 1 OBRA CIVIL | 110 |
| 2 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN..... | 111 |
| 3 TRANSFORMADORES..... | 112 |
| 4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN | 113 |
| 5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA..... | 114 |
| 6 VARIOS..... | 115 |
| 7 PRESUPUESTO TOTAL..... | 116 |

1. OBRA CIVIL

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------------------|---|------------|--------------------------|
| 1 | Ud. Juego de dos carriles para soporte de transformador, instalados. | 115,70 € | 115,70 € |
| 1 | Ud. Cierre metálico en malla de acero para la protección contra contactos en el transformador, instalado. | 395,85 € | 395,85 € |
| 1 | Ud. Puerta de acceso peatones al centro de transformación de tipo normalizado, instalada. | 273,00 € | 273,00 € |
| 1 | Ud. Puerta para acceso de transformadores, modelo normalizado según proyecto, instalada. | 805,35 € | 805,35 € |
| 1 | Ud. extractor para ventilación forzada del transformador capaz de extraer el caudal de aire indicado en proyecto. | 1.057,54 € | 1.057,54 € |
| 1 | Ud. canalización mediante foso de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y transformador, materiales y mano de obra incluidos. | 0,00 € | 0,00 € |
| <u>Total Obra Civil</u> | | | <u>2.647,44 €</u> |

2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|--|--|------------|--------------------------|
| 1 | Ud. Cabina de remonte de cables Merlin Gerin gama SM6, mod. SGAME16 de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar, instalada. | 1.070,58 € | 1.070,58 € |
| 1 | Ud. Cabina ruptofusible Merlin Gerin gama SM6, mod.SQMB16D con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de disparo, fusibles con señalización fusión,seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión, mando CI1 manual y enclavamientos, instalada. | 2.815,20 € | 2.815,20 € |
| 1 | Ud. Cabina de medida Merlin Gerin gama SM6, mod. SGBCC3316 equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalada. | 5.287,47 € | 5.287,47 € |
| <u>Total Aparamenta de Alta Tensión</u> | | | <u>9.173,25 €</u> |

3. TRANSFORMADORES

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|-------------------------------------|--|------------|--------------------------|
| 1 | Ud. Transformador trifásico de potencia tipo TRIHAL de Merlin Gerin, UNE 21538, interior y aislamiento seco. Características: - Potencia nominal: 100 kVA. - Relación: 20/0.42 KV. y demás características según memoria, instalado. | 6.156,00 € | 6.156,00 € |
| 1 | Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y convertidor electrónico para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobrecargas, instalados. | 695,00 € | 695,00 € |
| 1 | Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1 , aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. | 774,42 € | 774,42 € |
| 1 | Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x240mm ² para las fases y de 1x240mm ² para el neutro y demás características según memoria. | 383,81 € | 383,81 € |
| <u>Total Transformadores</u> | | | <u>8.009,23 €</u> |

4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|---|---|------------|--------------------------|
| 1 | Ud. Cuadro de Baja Tensión para protección de salida de transformador conteniendo un interruptor automático Compact NS 160, tetrapolar, de calibre 160 A regulables, instalado. | 544,76 € | 544,76 € |
| 1 | Ud. Cuadro contadores formado por armario HIMEL conteniendo un contador kWh cl.1 ST, un kVArh cl.3, ambos con emisor de impulsos, y un tarificador electrónico de tarifa estacional debidamente montado e instalado según memoria y normativa de la compañía. | 4.228,06 € | 4.228,06 € |
| <u>Total Equipos de Baja Tensión</u> | | | <u>4.772,82 €</u> |

5. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|--|---|--------------------------|--------------------------|
| 2 | Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. | 699,52 € | 1.399,04 € |
| 1 | Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria. | 804,76 € | 804,76 € |
| <u>Total Sistema de Puesta a tierra</u> | | <u>1.504,28 €</u> | <u>2.203,80 €</u> |

6. VARIOS

| CANTIDAD | | PRECIO | IMPORTE |
|----------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| 2 | Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado. | 637,61 € | 1.275,22 € |
| 1 | Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado. | 160,95 € | 160,95 € |
| 1 | Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado. | 179,52 € | 179,52 € |
| 1 | Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparata. | 154,76 € | 154,76 € |
| 1 | Ud. Par de guantes de maniobra. | 99,05 € | 99,05 € |
| 2 | Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas. | 12,38 € | 24,76 € |
| 1 | Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada. | 12,38 € | 12,38 € |
| <u>Total Varios</u> | | <u>1.256,65 €</u> | <u>1.906,64 €</u> |

7. PRESUPUESTO TOTAL

| CANTIDAD | | IMPORTE |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------|
| 1 | Total Obra Civil | 2.647,44 € |
| 1 | Total Aparamenta de Alta Tensión | 9.173,25 € |
| 1 | Total Transformadores | 8.009,23 € |
| 1 | Total Equipos de Baja Tensión | 4.772,82 € |
| 1 | Total Sistema de Puesta a tierra | 2.203,80 € |
| 1 | Total Varios | 1.906,64 € |
| 1 | Total de ejecución material | 28.713,18 € |
| 1 | Gastos generales (13%) | 13 3.732,71 € |
| 1 | Beneficio industrial (6%) | 6 1.722,79 € |
| 1 | IVA (21%) | 21 6.029,77 € |
| TOTAL PRESUPUESTO | | 40.198,45 € |

El presupuesto asciende a la cantidad de:

CUARENTA MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON
CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

| | |
|---|-----|
| 1 ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES..... | 119 |
| 1.1. OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD..... | 119 |
| 1.2. PROYECTO AL QUE SE REFIERE..... | 119 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA..... | 120 |
| 1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA..... | 121 |
| 1.5. MAQUINARIA DE OBRA..... | 122 |
| 1.6. MEDIOS AUXILIARES..... | 123 |
| 2 RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE..... | 125 |
| 3 RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE..... | 126 |
| 4 RIESGOS LABORALES ESPECIALES..... | 131 |
| 5 RIESGOS ELÉCTRICOS (RD 614/2001)..... | 132 |
| 5.1. ANEXO I..... | 132 |
| 5.2. ANEXO II..... | 134 |
| 5.3. ANEXO III..... | 139 |
| 5.4. ANEXO IV..... | 141 |
| 5.5. ANEXO V..... | 143 |
| 5.6. ANEXO VI..... | 145 |
| 6 PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS..... | 148 |
| 6.1. ELEMENTOS PREVISTOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO..... | 148 |
| 7 NORMAS DE SEGURIDAD..... | 149 |

1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

1.1. OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (y/o sus instalaciones) , en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Su autor es Salomé Cembranos del Castillo, Ingeniero de la Energía del Colegio de León, y su elaboración ha sido encargada por la sociedad Electra de Lillo, S.L.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

1.2. PROYECTO AL QUE SE REFIERE

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

| PROYECTO DE REFERENCIA | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Proyecto de Ejecución de | MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA |
| Ingeniero Técnico autor del proyecto | SALOMÉ CEMBRANOS |
| Titularidad del encargo | |
| Emplazamiento | |
| Presupuesto de Ejecución Material | < 350.000 € |
| Plazo de ejecución previsto | < 30 días |

| | |
|--|----------------|
| Número máximo de operarios | < 20 operarios |
| Total aproximado de jornadas | < 500 jornadas |
| OBSERVACIONES: Las obras a realizar y que incluye este Estudio de S. Y S. T., son: - Instalación eléctrica y Puesta en marcha de la central hidroeléctrica de Vega de Infanzones. | |

1.3. DESCRIPCION DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

| DATOS DEL EMPLAZAMIENTO | |
|---------------------------------|--|
| Accesos a la obra | Carretera asfaltada y camino (100 m) |
| Topografía del terreno | Regular |
| Edificaciones colindantes | No existe |
| Suministro de energía eléctrica | Iberdrola, S.A.U. |
| Suministro de agua | Ayuntamiento de Vega de Infanzones y Villaturiel |
| Sistema de saneamiento | Existente |
| Servidumbres y condicionantes | No tiene |
| OBSERVACIONES: | |

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:

| DESCRIPCION DE LA OBRA Y SUS FASES | |
|---|-----------------|
| Demoliciones | No se contempla |

| | |
|----------------------------|--|
| Movimiento de tierras | No se contempla |
| Cimentación y estructuras | No se contempla |
| Cubiertas | No se contempla |
| Albañilería y cerramientos | No se contempla |
| Acabados | No se contempla |
| Instalaciones A) | INSTALACION ELECTRICA PARA BAJA TENSION PERO EJECUTADA LA OBRA SIN TENSION. Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO (CON TENSION). |
| | |
| OBSERVACIONES: | |

1.4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

| SERVICIOS HIGIENICOS | |
|--|---|
| X | Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave. |
| X | Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo. |
| X | Duchas con agua fría y caliente. |
| X | Retretes. |
| | |
| OBSERVACIONES: | |
| 1.- La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos. | |

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

| PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA | | | |
|--|---------------|---|-----------------------|
| NIVEL DE ASISTENCIA | | NOMBRE Y UBICACION | DISTANCIA APROX. (Km) |
| Primeros auxilios | | Botiquín portátil | En la obra |
| Asistencia (Urgencias) | Primaria | Centro de Salud de Vega de Infanzones y Villaturiel | 4 Km |
| Asistencia (Hospital) | Especializada | HOSPITAL DE LEÓN | 35 Km |
| OBSERVACIONES: | | | |

1.5. MAQUINARIA DE OBRA

No se prevé utilizar maquinaria pesada en obra, en la siguiente tabla aparece marcada la maquinaria menor utilizada:

| MAQUINARIA PREVISTA | | | |
|---------------------|---------------------------------------|---|---|
| | Camión-grúa | | Hormigoneras |
| | Retroexcavadora | | Camiones |
| | Maquinaria para movimiento de tierras | | Cabrestantes mecánicos |
| X | Sierra circular | X | Taladros portátiles |
| | Soldadura eléctrica | | Sopletes de Gas butano |
| X | Sierras manuales | X | Pequeña herramienta (Martillos, alicates, etc.) |
| OBSERVACIONES. | | | |

1.6. MEDIOS AUXILIARES

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

| MEDIOS AUXILIARES | |
|---------------------------------|---|
| MEDIOS | CARACTERISTICAS |
| X Andamios colgados móviles | <p>Deben someterse a una prueba de carga previa.</p> <p>Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos.</p> <p>Los pescantes serán preferiblemente metálicos.</p> <p>Los cabrestantes se revisarán trimestralmente.</p> <p>Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.</p> |
| X Andamios tubulares apoyados | <p>Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente.</p> <p>Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente.</p> <p>Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas.</p> <p>Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados.</p> <p>Correcta disposición de las plataformas de trabajo.</p> <p>Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo.</p> <p>Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.</p> |
| X Andamios sobre borriquetas | La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m. |
| X Escaleras de mano | <p>Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar.</p> <p>Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.</p> |
| X Instalación eléctrica de obra | <p>Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1\text{m}$:</p> <p>I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.</p> |

| | |
|-----------------------|---|
| | <p>I. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V.</p> <p>I. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior.</p> <p>I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.</p> <p>La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.</p> <p>La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será $\leq 80\Omega$.</p> |
| | |
| <p>OBSERVACIONES:</p> | |

2. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

| RIESGOS EVITABLES | | MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS | |
|-------------------|--|----------------------------|---|
| X | Derivados de la rotura de instalaciones existentes | X | Neutralización de las instalaciones existentes |
| | Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas | | Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables |
| X | Contactos directos e indirectos con baja tensión | X | Cuadro de obra conforme a la Normativa vigente y en perfecto estado de funcionamiento protecciones y líneas, ropa, calzado y guantes adecuados para caso de trabajo en ambiente húmedo. |
| | | | |
| OBSERVACIONES: | | | |

3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

| TODA LA OBRA | | |
|---|---|------------------------|
| RIESGOS | | |
| X | Caídas de operarios al mismo nivel | |
| X | Caídas de operarios a distinto nivel | |
| X | Caídas de objetos sobre operarios | |
| X | Caídas de objetos sobre terceros | |
| X | Choques o golpes contra objetos | |
| X | Fuertes vientos | |
| X | Trabajos en condiciones de humedad | |
| X | Contactos eléctricos directos e indirectos | |
| X | Cuerpos extraños en los ojos | |
| X | Sobreesfuerzos | |
| | | |
| MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS | | GRADO DE ADOPCION |
| X | Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra | permanente |
| X | Orden y limpieza de los lugares de trabajo | permanente |
| X | Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T. | permanente |
| X | Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra) | permanente |
| X | No permanecer en el radio de acción de las máquinas | permanente |
| X | Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento | permanente |
| X | Señalización de la obra (señales y carteles) | permanente |
| X | Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia | alternativa al vallado |
| | Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura $\geq 2m$ | permanente |
| | Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra | permanente |
| | Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o | permanente |

| | | |
|--|--|--------------------------|
| | ed. colindantes | |
| | Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B | permanente |
| X | Evacuación de escombros | ocasional |
| X | Escaleras auxiliares | permanente |
| X | Información específica | para riesgos concretos |
| | Cursos y charlas de formación | frecuente |
| | Grúa parada y en posición veleta | con viento fuerte |
| | Grúa parada y en posición veleta | final de cada jornada |
| | | |
| EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs) | | EMPLEO |
| X | Cascos de seguridad | permanente |
| X | Calzado protector | permanente |
| X | Ropa de trabajo | permanente |
| X | Ropa impermeable o de protección | con mal tiempo |
| X | Gafas de seguridad | frecuente |
| X | Cinturones de protección del tronco | permanente |
| X | Guantes aislantes de la electricidad | con humedades |
| MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION | | GRADO DE EFICACIA |
| | | |
| | | |
| OBSERVACIONES: | | |
| | | |

| FASE: CIMENTACION Y ESTRUCTURAS | | |
|--|--------------------------------------|--|
| RIESGOS | | |
| | Desplomes y hundimientos del terreno | |
| | Desplomes en edificios colindantes | |
| X | Caídas de operarios al vacío | |
| X | Caídas de materiales transportados | |
| X | Atrapamientos y aplastamientos | |

| X | Atropellos, colisiones y vuelcos | |
|--|--|--------------------------|
| | Contagios por lugares insalubres | |
| X | Lesiones y cortes en brazos y manos | |
| X | Lesiones, pinchazos y cortes en pies | |
| | Dermatosis por contacto con hormigones y morteros | |
| X | Ruidos | |
| | Vibraciones | |
| | Quemaduras producidas por soldadura | |
| | Radiaciones y derivados de la soldadura | |
| X | Ambiente pulvígeno | |
| X | Electrocuciones | |
| | | |
| | | |
| MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS | | GRADO DE ADOPCION |
| X | Apuntalamientos y apeos | permanente |
| X | Achique de aguas | frecuente |
| X | Pasos o pasarelas | permanente |
| | Separación de tránsito de vehículos y operarios | ocasional |
| | Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops) | permanente |
| X | No acopiar junto al borde de la excavación | permanente |
| | Observación y vigilancia de los edificios colindantes | diaria |
| | No permanecer bajo el frente de excavación | permanente |
| | Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado) | permanente |
| | Redes horizontales (interiores y bajo los forjados) | frecuente |
| | Andamios y plataformas para encofrados | permanente |
| | Plataformas de carga y descarga de material | permanente |
| X | Barandillas resistentes (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié) | permanente |
| X | Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales | permanente |
| | Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano | permanente |
| | | |
| | | |

| EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs) | | EMPLEO |
|---|---|------------------------|
| | Gafas de seguridad | ocasional |
| X | Guantes de cuero o goma | frecuente |
| X | Botas de seguridad | permanente |
| X | Botas de goma o P.V.C. de seguridad | ocasional |
| | Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar | en estructura metálica |
| X | Cinturones y arneses de seguridad | frecuente |
| | Mástiles y cables fiadores | frecuente |
| | | |
| MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION | | GRADO DE EFICACIA |
| | | |
| | | |
| OBSERVACIONES: | | |
| | | |

| FASE: INSTALACIONES | |
|---------------------|---|
| RIESGOS | |
| X | Caídas a distinto nivel desde andamios o escaleras |
| X | Lesiones y cortes en manos y brazos |
| X | Dermatitis por contacto con materiales |
| | Inhalación de sustancias tóxicas |
| X | Quemaduras |
| X | Golpes y aplastamientos de pies |
| X | Incendio por almacenamiento de productos combustibles |
| X | Electrocuciones |
| X | Contactos eléctricos directos e indirectos |
| X | Ambiente pulvígeno |
| | |
| | |
| | |
| | |

| MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS | | GRADO DE ADOPCION |
|--|--|--------------------------|
| X | Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada) | permanente |
| X | Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes | frecuente |
| X | Protección en los andamios | permanente |
| | Plataforma provisional para ascensoristas | permanente |
| X | Realizar las conexiones eléctricas sin tensión | permanente |
| X | No utilizar el soplete para dar forma a tubos plásticos cerca de materiales combustibles | permanente |
| X | Colocación de las máquinas bajo la Dirección del Encargado del Taller y usando gatos sobre carrillo o Puente-Grúa. | permanente |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs) | | EMPLEO |
| X | Gafas de seguridad | ocasional |
| X | Guantes de cuero o goma | frecuente |
| X | Botas de seguridad | frecuente |
| X | Cinturones y arneses de seguridad | ocasional |
| | Mástiles y cables fiadores | ocasional |
| | Mascarilla filtrante | ocasional |
| | | |
| | | |
| MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION | | GRADO DE EFICACIA |
| | | |
| | | |
| OBSERVACIONES: | | |
| | | |

4. RIESGOS LABORALES ESPECIALES

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

| TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES | MEDIDAS ESPECIFICAS PREVISTAS |
|--|---|
| Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos | Red, barandillas, plataforma elevadora de trabajo |
| En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión | Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m). Pórticos protectores de 5 m de altura. Calzado de seguridad. |
| Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión | |
| Que impliquen el uso de explosivos | |
| Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados | Asegurar la carga en las máquinas, delimitar el lugar de descarga del CT y manipular la herramienta solo personal autorizado. |
| En el uso de las máquinas portátiles de Baja Tensión | Asegurarse la protección diferencial, la toma de tierra, y usar cables con cubierta externa en perfecto estado |
| OBSERVACIONES: | |

5. RIESGOS ELÉCTRICOS (RD 614/2001)

5.1. ANEXO I

DEFINICIONES

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto, se entenderá como:

1. Riesgo eléctrico: riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

a) Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).

b) Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.

c) Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.

d) Incendios o explosiones originados por la electricidad.

2. Lugar de trabajo: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

3. Instalación eléctrica: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica

4. Procedimiento de trabajo: secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

5. Alta tensión. Baja tensión. Tensiones de seguridad: las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.

6. Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

7. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

8. Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

9. Maniobra: intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

10. Mediciones, ensayos y verificaciones: actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

11. Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

12. Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

13. Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.

14. Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

15. Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Tabla 5.1.- Distancias límite de las zonas de trabajo

| Un | D FEL-1 | D FEL-2 | D PFOX-1 | D PFOX-2 |
|-----|---------|---------|----------|----------|
| ≤ 1 | 50 | 50 | 70 | 300 |
| 3 | 62 | 52 | 112 | 300 |
| 6 | 62 | 53 | 112 | 300 |
| 10 | 65 | 55 | 115 | 300 |
| 15 | 66 | 57 | 116 | 300 |
| 20 | 72 | 60 | 122 | 300 |
| 30 | 82 | 66 | 132 | 300 |
| 45 | 98 | 73 | 148 | 300 |
| 66 | 120 | 85 | 170 | 300 |
| 110 | 160 | 100 | 210 | 500 |
| 132 | 180 | 110 | 330 | 500 |
| 220 | 260 | 160 | 410 | 500 |
| 380 | 390 | 250 | 540 | 700 |

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Un = tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1 = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm). DPROX-2 = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

5.2. ANEXO II

TRABAJOS SIN TENSIÓN

A. Disposiciones generales Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. ^a Desconectar.
2. ^a Prevenir cualquier posible realimentación.
3. ^a Verificar la ausencia de tensión.
4. ^a Poner a tierra y en cortocircuito.
5. ^a Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

1. Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento. Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes.

Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando. Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá

actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

3. Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico. Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

4. Poner a tierra y en cortocircuito.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- a) En las instalaciones de alta tensión.
- b) En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. ° La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. ° La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito. 21974 Jueves 21 junio 2001 BOE núm. 148
3. ° El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. ° El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

B. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.1 Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

- 1º No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- 2º Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.

1. En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

1. a Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.

2. a Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a) En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.

b) El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores - exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.

c) El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

2. En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

B.3 Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía.

Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica se seguirá el siguiente proceso:

a) Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión mediante su desconexión, ya sea con corte visible o testigos de ausencia de tensión fiables.

b) Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando incluya un seccionador de tierra, y se esperará el tiempo necesario para la descarga.

c) Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores.

B.4 Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

1. Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menor tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión el primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

2. Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador deberá comprobarse:

- a) Que la máquina está completamente parada.
- b) Que están desconectadas las alimentaciones.
- c) Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
- d) Que la protección contra incendios está bloqueada.
- e) Que la atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

5.3. ANEXO III

TRABAJOS EN TENSIÓN

A. Disposiciones generales

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- c) Las pértigas aislantes.

d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

6. Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

B. Disposiciones adicionales para trabajos en alta tensión

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

a) Las medidas de seguridad que deben adoptarse.

b) El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.

c) Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

C. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en las partes anteriores de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

C.1 Reposición de fusibles.

a) En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

b) En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en la parte B de este anexo cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, utilizando pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

5.4. ANEXO IV

MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES

A. Disposiciones generales.

1. Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- c) Las pértigas aislantes.
- d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- e) Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

6. Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

B. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se considerarán complementarias a las indicadas en la parte anterior de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

1. En las maniobras locales con interruptores o seccionadores:

1. a El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga, o cierre de seccionadores en cortocircuito).

2. a Para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.

2. En las mediciones, ensayos y verificaciones:

1. a En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.

2. a Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se tomarán precauciones para asegurar que:

a) La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.

b) Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.

c) Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

5.5. ANEXO V

TRABAJOS EN PROXIMIDAD

A. Disposiciones generales

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

A.1 Preparación del trabajo.

1. Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

2. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

a) El número de elementos en tensión.

b) Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

3. Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

a) Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.

b) Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

A.2 Realización del trabajo.

1. Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el apartado A.1.2 no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas en el apartado A.1.3, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

2. En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

B. Disposiciones particulares

B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

1. El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

2. La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados

3. El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos

trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.

2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia. 3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia. b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

5.6. ANEXO VI

TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Electricidad estática La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

A. Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

1. Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para ello se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

2. Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.

3. Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

B. Electricidad estática.

1. En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:

a) Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.

b) Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.

2. Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:

a) Eliminación o reducción de los procesos de fricción.

b) Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersion o caída libre.

c) Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).

d) Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario, de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.

e) Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.

f) Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

6. PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

6.1. ELEMENTOS PREVISTOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

En el Proyecto de Ejecución a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Estos elementos son los que se relacionan en la tabla siguiente:

| UBICACION | ELEMENTOS | PREVISION |
|----------------|--|-----------|
| Cubiertas | Ganchos de servicio | |
| | Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas) | |
| | Barandillas en cubiertas planas | |
| | Grúas desplazables para limpieza de fachadas | |
| Fachadas | Ganchos en ménsula (pescantes) | |
| | Pasarelas de limpieza | |
| | | |
| OBSERVACIONES: | | |

7. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA

GENERAL

| | | | | | |
|--------------------------|---|------------|----------|----------|--|
| <input type="checkbox"/> | Ley de Prevención de Riesgos Laborales. | Ley 31/95 | 08-11-95 | J.Estado | 10-11-95 |
| <input type="checkbox"/> | Reglamento de los Servicios de Prevención. | RD 39/97 | 17-01-97 | M.Trab. | 31-01-97 |
| <input type="checkbox"/> | Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (transposición Directiva 92/57/CEE) | RD 1627/97 | 24-10-97 | Varios | 25-10-97 |
| <input type="checkbox"/> | Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud. | RD 485/97 | 14-04-97 | M.Trab. | 23-04-97 |
| <input type="checkbox"/> | Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores. | Orden | 20-09-86 | M.Trab. | 13-10-86 31-10-86 |
| <input type="checkbox"/> | Modelo de notificación de accidentes de trabajo. | Orden | 16-12-87 | | 29-12-87 |
| <input type="checkbox"/> | Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción. Modificación. Complementario. | Orden | 20-05-52 | M.Trab. | 15-06-52 |
| | | Orden | 19-12-53 | M.Trab. | 22-12-53 |
| | | Orden | 02-09-66 | M.Trab. | 01-10-66 |
| <input type="checkbox"/> | Cuadro de enfermedades profesionales. | RD 1995/78 | -- | -- | 25-08-78 |
| <input type="checkbox"/> | Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Corrección de errores. (Derogados Títulos I y III. Título II: cap: I a V, VII, XIII) | Orden | 09-03-71 | M.Trab. | 16-03-71 06-04-71 |
| <input type="checkbox"/> | Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica. Anterior no derogada. Corrección de errores. Modificación (no derogada), Orden 28-08-70. Interpretación de varios artículos. Interpretación de varios artículos. | Orden | 28-08-79 | M.Trab. | -- 05→09-09-70 0 17-10-70 28-11-70 05-12-70 |
| | | Orden | 28-08-70 | M.Trab. | |
| | | Orden | 27-07-73 | M.Trab. | |
| | | Orden | 21-11-70 | M.Trab. | |
| | | Resolución | 24-11-70 | DGT | |
| <input type="checkbox"/> | Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones. | Orden | 31-08-87 | M.Trab. | -- |
| <input type="checkbox"/> | Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos. | RD 1316/89 | 27-10-89 | -- | 02-11-89 |
| <input type="checkbox"/> | Disposiciones mín. seg. y salud sobre manipulación manual de cargas (Directiva 90/269/CEE) | RD 487/97 | 23-04-97 | M.Trab. | 23-04-97 |

| | | | | |
|--|------------|----------|---------|----------|
| Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto. | Orden | 31-10-84 | M.Trab. | 07-11-84 |
| Corrección de errores. | -- | -- | -- | 22-11-84 |
| Normas complementarias. | Orden | 07-01-87 | M.Trab. | 15-01-87 |
| Modelo libro de registro. | Orden | 22-12-87 | M.Trab. | 29-12-87 |
| Estatuto de los trabajadores. | Ley 8/80 | 01-03-80 | M.Trab. | -- -- 80 |
| Regulación de la jornada laboral. | RD 2001/83 | 28-07-83 | -- | 03-08-83 |
| Formación de comités de seguridad. | D. 423/71 | 11-03-71 | M.Trab. | 16-03-71 |

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)

| | | | | |
|--|-------------|----------|-----------|----------|
| Condiciones comerc. y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE). | RD 1407/92 | 20-11-92 | MRCor. | 28-12-92 |
| | RD 159/95 | 03-02-95 | | 08-03-95 |
| Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación. | Orden | 20-03-97 | | 06-03-97 |
| Modificación RD 159/95. | | | | |
| Disp. mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual. | RD 773/97 | 30-05-97 | M.Presid. | 12-06-97 |
| (transposición Directiva 89/656/CEE). | | | | |
| EPI contra caída de altura. Disp. de descenso. | UNEEN341 | 22-05-97 | AENOR | 23-06-97 |
| Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo. | UNEEN344/A1 | 20-10-97 | AENOR | 07-11-97 |
| Especificaciones calzado seguridad uso profesional. | UNEEN345/A1 | 20-10-97 | AENOR | 07-11-97 |
| Especificaciones calzado protección uso profesional. | UNEEN346/A1 | 20-10-97 | AENOR | 07-11-97 |
| Especificaciones calzado trabajo uso profesional. | UNEEN347/A1 | 20-10-97 | AENOR | 07-11-97 |

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

| | | | | |
|---|------------|----------|---------|-------------|
| Disp. min. de seg. y salud para utilización de los equipos de trabajo | RD 1215/97 | 18-07-97 | M.Trab. | 18-07-97 |
| (Transposición Directiva 89/656/CEE). | | | | |
| MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión | Orden | 31-10-73 | MI | 27→31-12-73 |
| ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención. | Orden | 26-05-89 | MIE | 09-06-89 |
| Reglamento de aparatos elevadores para obras. | Orden | 23-05-77 | MI | 14-06-77 |
| Corrección de errores. | -- | -- | -- | 18-07-77 |

| | | | | |
|--|------------|----------|----------|----------|
| Modificación. | Orden | 07-03-81 | MIE | 14-03-81 |
| Modificación. | Orden | 16-11-81 | -- | -- |
| [] Reglamento Seguridad en las Máquinas. | RD 1495/86 | 23-05-86 | P.Gob. | 21-07-86 |
| Corrección de errores. | -- | -- | -- | 04-10-86 |
| Modificación. | RD 590/89 | 19-05-89 | M.R.Cor. | 19-05-89 |
| Modificaciones en la ITC MSG-SM-1. | Orden | 08-04-91 | M.R.Cor. | 11-04-91 |
| Modificación (Adaptación a directivas de la CEE). | RD 830/91 | 24-05-91 | M.R.Cor. | 31-05-91 |
| Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE). | RD 245/89 | 27-02-89 | MIE | 11-03-89 |
| Ampliación y nuevas especificaciones. | RD 71/92 | 31-01-92 | MIE | 06-02-92 |
| [] Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE). | RD 1435/92 | 27-11-92 | MRCor. | 11-12-92 |
| [] ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra. | Orden | 28-06-88 | MIE | 07-07-88 |
| Corrección de errores, Orden 28-06-88 | -- | -- | -- | 05-10-88 |
| [] ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopulsadas usadas | RD 2370/96 | 18-11-96 | MIE | 24-12-96 |

En León, Junio de 2014
El Ingeniero de la Energía

Salomé Cembranos del Castillo

Lista de referencias

[1] Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de 12.11.82 e Instrucciones Técnicas Complementarias.

[2] Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión R.D. 233/2008.

[3] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. R.D. 842/2002.

[4] Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

[5] Proyecto del Salto de Carrizales, Oscar Romagosa Torralva, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

[6] Programa técnico AutoCAD.

[7] Programa técnico dmELECT.

[8] Programa técnico ECOcet.